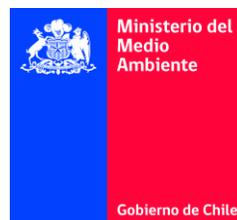


DIAGNÓSTICO DE LA GENERACIÓN Y
MANEJO ACTUAL DE VEHÍCULOS FUERA
DE USO Y EVALUACIÓN DE LOS
IMPACTOS AMBIENTALES, SOCIALES Y
ECONÓMICOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE
LA RESPONSABILIDAD EXTENDIDA DEL
PRODUCTOR EN CHILE

AMPHOS²¹



Gobierno de Chile, Ministerio de Medio Ambiente.

Coordinadores del trabajo:

Joost Meijer

Ximena González

Preparado por:

Amphos 21 Consulting Chile Ltda.

Belén Puyuelo

Anna Giménez

Pierina Mirone

Laura Rodríguez

Juan Castaño

Febrero de 2015



Índice

ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS	11
RESUMEN EJECUTIVO	13
1. INTRODUCCIÓN	16
1.1 Objetivos y alcance	17
2. METODOLOGÍA.....	18
3. MARCO NORMATIVO.....	22
3.1 Convenio de Basilea	22
3.2 Normativas aplicables a nivel nacional.....	23
3.2.1 Decreto Supremo 148 sobre el Manejo de Residuos Peligrosos	24
3.2.2 Ley 19.300 de Bases Generales de Medio Ambiente	25
3.2.3 Decreto 1.111 sobre el Registro de Vehículos Motorizados.....	26
3.2.4 Ley 18.290 sobre la Regulación del Tránsito	26
3.2.5 Ley 18.483 sobre el Régimen Legal de la Industria Automotriz	26
3.2.6 Proyecto de Ley Marco para la Gestión de Residuos y Responsabilidad Extendida al productor	29
4. DIAGNÓSTICO ECONÓMICO, AMBIENTAL Y SOCIAL A NIVEL NACIONAL	31
4.1 Diagnóstico de la dimensión económica	31
4.1.1 Estado actual del sector automovilístico: compañías principales involucradas	31
4.1.2 Evolución de la comercialización de vehículos.....	37
4.1.3 Evolución de las unidades de vehículos en circulación	38
4.1.4 Evaluación de las unidades de Vehículos Fuera de Uso (VFU)	42
4.1.5 Costos actuales de gestión	56



4.2	Diagnóstico de la dimensión ambiental	57
4.2.1	Modelo de gestión actual	57
4.2.2	Impacto ambiental	60
4.3	Diagnóstico de la dimensión social	62
4.3.1	Formalidad del mercado	62
5.	EXPERIENCIAS A NIVEL INTERNACIONAL	64
5.1	Generalidades del sistema de tratamiento de los VFUs	68
5.2	Gestión de VFU en Estados Unidos de América	70
5.3	Gestión de VFU en España	73
5.3.1	Real Decreto 1383/2002 sobre la gestión de los vehículos al final de su vida útil	74
5.3.2	Sistemas Integrados de Gestión de VFU en España	77
6.	ESCENARIOS PARA LA EVALUACIÓN	81
6.1.1	Consideraciones generales	81
7.	EVALUACIÓN ECONÓMICA, AMBIENTAL Y SOCIAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA REP EN LOS VFU	83
7.1	Evaluación económica de la implementación de la REP en los VFU	83
7.1.1	Proyección de la generación de VFU para los años de estudio	83
7.1.2	Costos asociados a la implementación de la Ley REP.....	87
7.2	Evaluación ambiental de la implementación de la REP en VFU	104
7.2.1	Variación en el sistema de tratamiento	105
7.2.2	Análisis de Ciclo de Vida	108
7.2.3	Otros impactos ambientales.....	111
7.3	Evaluación social de la implementación de la REP en VFU	114
7.3.1	Impacto sobre el desarrollo social y socio-económico	116
7.3.2	Impacto sobre el desarrollo cultural	117



8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	119
9. REFERENCIAS	123
ANEXO 2. Gestores autorizados de materiales contenidos en los VFU para la RM	128



Índice de tablas

TABLA 1.- CLASIFICACIÓN DE LA TIPOLOGÍA DE VEHÍCULOS CON MOTOR CONSIDERADOS EN EL ESTUDIO.....	17
TABLA 2.- AGENTES INVOLUCRADOS EN EL DESARROLLO DE LA LEY REP DE VFU CONSULTADOS EN ESTA PRIMERA FASE DEL PROYECTO.	19
TABLA 3.- NORMATIVA DE REFERENCIA EN CHILE PARA EL USO DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS Y SU GESTIÓN AL FINALIZAR SU VIDA ÚTIL.	23
TABLA 4.- EVOLUCIÓN DE LAS UNIDADES DE VEHÍCULOS COMERCIALIZADOS, IMPORTADOS Y EXPORTADOS EN CHILE A PARTIR DE 2004.	37
TABLA 5.- UNIDADES DE VEHÍCULOS COMERCIALIZADOS POR CATEGORÍA.....	38
TABLA 6.- EVOLUCIÓN DESDE EL AÑO 2004 DE LAS UNIDADES DE VEHÍCULOS EN CIRCULACIÓN SEGÚN SU CATEGORÍA.	40
TABLA 7.- VIDA ÚTIL PROMEDIO DE LOS VEHÍCULOS SEGÚN SU TIPOLOGÍA Y USO.....	42
TABLA 8.- EMPRESAS COMERCIALIZADORAS DE VEHÍCULOS USADOS DE IMPORTACIÓN EN LA ZOFRI DE IQUIQUE (TARAPACÁ).	43
TABLA 9.- DATOS VENTAS Y EXPORTACIONES DE VEHÍCULOS JUNTO CON LAS UNIDADES ANUALES DE VEHÍCULOS EN CIRCULACIÓN EN CHILE Y LA ESTIMACIÓN DE LAS UNIDADES DE VFU GENERADAS POR AÑO EN CHILE PARA EL GLOBAL DE CATEGORÍAS INCLUIDAS EN EL ESTUDIO.....	45
TABLA 10.- ESTIMACIONES DEL NÚMERO DE <u>AUTOMÓVILES</u> FUERA DE USO (PARA EL TRANSPORTE DE UN MÁXIMO DE 9 PERSONAS) GENERADOS POR REGIÓN DURANTE LOS ÚLTIMOS AÑOS EN CHILE.	46
TABLA 11.- ESTIMACIONES DEL NÚMERO DE <u>MOTOCICLETAS</u> FUERA DE USO GENERADAS POR REGIÓN DURANTE LOS ÚLTIMOS AÑOS EN CHILE.....	47
TABLA 12.- ESTIMACIONES DEL NÚMERO DE <u>CAMIONES LIVIANOS</u> FUERA DE USO POR REGIÓN DURANTE LOS ÚLTIMOS AÑOS EN CHILE.....	47
TABLA 13.- PESO PROMEDIO (EN TONELADAS) DE LAS CATEGORÍAS DE VEHÍCULOS CONSIDERADOS EN EL ESTUDIO.....	49
TABLA 14.- GENERACIÓN ANUAL DE VFU (EN PESO) EN CHILE DESDE EL AÑO 2005.	49
TABLA 15.- EVOLUCIÓN DE LA COMPOSICIÓN MEDIA DE LOS VEHÍCULOS DESDE EL AÑO 1965 AL 2000.	50
TABLA 16.- COMPOSICIÓN MEDIA DE LOS VEHÍCULOS (% EN PESO).....	51
TABLA 17.- COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS ANUALES GENERADOS POR LOS VFU CLASIFICADOS COMO AUTOMÓVILES.....	53

TABLA 18.- COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS ANUALES GENERADOS POR LOS VFU CLASIFICADOS COMO MOTOCICLETAS.....	53
TABLA 19.- COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS ANUALES GENERADOS POR LOS VFU CLASIFICADOS COMO CAMIONES LIVIANOS.	54
TABLA 20.- COMPONENTES PRINCIPALES DE LOS VEHÍCULOS.	55
TABLA 21.- CONSUMO DE ENERGÍA Y EMISIONES DE CO ₂ IMPLICADAS EN LA ETAPA DE FIN DE USO DE LOS VEHÍCULOS.	62
TABLA 22.- COMPARATIVA DE LAS ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE VFU IMPLEMENTADAS EN DIVERSOS PAÍSES.....	66
TABLA 23.- REGULACIONES SOBRE EL RECICLAJE DE COMPONENTES DE VFU EN DIFERENTES ESTADOS DE EEUU.	71
TABLA 24.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE REUTILIZACIÓN, RECICLAJE Y VALORIZACIÓN DE LOS VFU EN ESPAÑA.	76
TABLA 25.- DEFINICIÓN DE LAS METAS DE LOS ESCENARIOS DE EVALUACIÓN PARA LOS AÑOS 2018 Y 2023.....	82
TABLA 26.- PREVISIONES DEL PIB PER CÁPITA EN CHILE DEL AÑO 2014 AL 2023.....	84
TABLA 27.- PROYECCIÓN DE VENTAS DE VEHÍCULOS, EXPORTACIONES Y VARIACIÓN DEL NÚMERO DE UNIDADES EN CIRCULACIÓN PARA LOS AÑOS 2018 Y 2023.	85
TABLA 28.- FLUJOS DE RESIDUOS DE VFUS ESTIMADOS PARA LOS AÑOS 2018 Y 2023 EN CHILE.....	86
TABLA 29.- CANTIDAD DE VFU QUE DEBERÁN GESTIONARSE DE ACUERDO CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS PARA LOS AÑOS 2018 Y 2023.	87
TABLA 30.- COSTO DE TRANSPORTE PROMEDIO SEGÚN DISTANCIA RECORRIDA.....	92
TABLA 31.- DETALLE DE LOS COSTOS ASOCIADOS AL ESCENARIO 1.	94
TABLA 32.- DETALLE DE LOS COSTOS ASOCIADOS AL ESCENARIO 2.	96
TABLA 33.- EVOLUCIÓN DE COSTOS (EN MILLONES DE PESOS) PARA EL ESCENARIO 1.	100
TABLA 34.- EVOLUCIÓN DE COSTOS (EN MILLONES DE PESOS) PARA EL ESCENARIO 2.	101
TABLA 35.- IDENTIFICACIÓN DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES AFECTADOS POR LA IMPLEMENTACIÓN DE LA LEY REP SOBRE LOS VEHÍCULOS.....	104
TABLA 36.- FACTORES DE EMISIÓN (EXPRESADO EN UNIDADES DE CO ₂ EQUIVALENTE POR VEHÍCULO) Y CONSUMO ENERGÉTICO POR PROCESO.....	108
TABLA 37.- CONTRIBUCIÓN DE LAS ETAPAS CONSIDERADAS EN EL IMPACTO AMBIENTAL DE CADA ESCENARIO.....	110



TABLA 38.- BALANCE AMBIENTAL DE LA GESTIÓN DE LOS VFU SEGÚN ESCENARIO DE ANÁLISIS.....	111
TABLA 39.- MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES MINIMIZADOS MEDIANTE LAS ACCIONES DE PREVENCIÓN DEFINIDAS.	112
TABLA 40.- FACTORES SOCIALES DERIVADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA LEY REP DE VFU.....	114
TABLA 41.- MATRIZ DAFO. FACTORES SOCIALES RELACIONADOS CON LA IMPLEMENTACIÓN DE LA REP PARA VFUS.....	115



Índice de figuras

FIGURA 1.- REGIONES DE CHILE QUE INCLUYEN LOS PRINCIPALES PUERTOS COMERCIALES Y ZONAS FRANCAS PARA LA ENTRADA DE VEHÍCULOS.	28
FIGURA 2.- PARTICIPACIÓN POR ORIGEN DE MARCA Y FABRICACIÓN DE VEHÍCULOS LIVIANOS Y MEDIANOS VENDIDOS EN CHILE EN EL AÑO 2012.	31
FIGURA 3.- PARTICIPACIÓN POR ORIGEN DE MARCA Y FABRICACIÓN DE CAMIONES VENDIDOS EN CHILE EN EL AÑO 2012.	32
FIGURA 4.- PARTICIPACIÓN DE LAS MARCAS POR VENTAS EN EL AÑO 2013.	33
FIGURA 5.- EVOLUCIÓN DE LAS PRINCIPALES COMPAÑÍAS DISTRIBUIDORAS DE AUTOMÓVILES EN CHILE.	34
FIGURA 6.- EVOLUCIÓN DE LAS PRINCIPALES COMPAÑÍAS DISTRIBUIDORAS DE CAMIONES LIVIANOS EN CHILE.	36
FIGURA 7.- EVOLUCIÓN DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS EN CIRCULACIÓN DESDE EL AÑO 2004 Y DEL PIB NACIONAL.	39
FIGURA 8.- DISTRIBUCIÓN DEL PARQUE AUTOMOVILÍSTICO ACTUAL DE CHILE (DATOS DEL AÑO 2013).	41
FIGURA 9.- ESQUEMA DE DEFINICIÓN DE LA METODOLOGÍA DE CÁLCULO PARA LA ESTIMACIÓN DE LAS UNIDADES DE VFUS GENERADAS ANUALMENTE.	44
FIGURA 10.- FLUJO DE COMERCIALIZACIÓN ACTUAL EN CHILE DE LOS VEHÍCULOS Y DE SU GESTIÓN AL FINALIZAR SU VIDA ÚTIL.	58
FIGURA 11.- IMPACTO AMBIENTAL GENERADO EN CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL CICLO DE VIDA DE LOS VEHÍCULOS (VALORES EXPRESADOS EN KG DE CO ₂).	61
FIGURA 12.- BALANCE GLOBAL DE CONSUMO ENERGÉTICO Y EMISIONES DE CO ₂ EN EL MERCADO AUTOMOVILÍSTICO DE ESPAÑA.	61
FIGURA 13.- DISTRIBUCIÓN INTERNACIONAL DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS EN CIRCULACIÓN EN EL AÑO 2012.	64
FIGURA 14.- ESQUEMA DE PROCESO DE LOS CENTROS DE TRATAMIENTO DE LOS VFU.	69
FIGURA 15.- DESTINO FINAL DE LOS COMPONENTES DE LOS VEHÍCULOS EXTRAÍDOS DURANTE LA DESCONTAMINACIÓN Y DESARME.	69
FIGURA 16.- ESQUEMA DE UNA PLANTA FRAGMENTADORA.	70
FIGURA 17.- DIAGRAMA DE TRATAMIENTO DE LOS VFU EN ESPAÑA.	75

FIGURA 18.- DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE BAJA DE UN VEHÍCULO EN CATALUÑA Y POR EXTENSIÓN EN LAS DIFERENTES COMUNIDADES AUTÓNOMAS QUE CONFORMAN EL ESTADO ESPAÑOL	80
FIGURA 19.- ESTIMACIÓN DE LOS VFU GENERADOS HASTA 2013 Y DE LAS PREVISIONES DE GENERACIÓN HASTA 2023.....	86
FIGURA 20.- ESCENARIOS PROPUESTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS VFU EN CHILE A CORTO (2018) Y MEDIO PLAZO (2023).....	89
FIGURA 21.- PROCESO GENÉRICO DE LA GESTIÓN QUE RECIBEN LOS VFU EN LOS CENTROS DE TRATAMIENTO Y DESARME.....	90
FIGURA 22.- CICLO DE VIDA DEL ACERO EN LA INDUSTRIA DE LA AUTOMOCIÓN.....	109

ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

AEPA	Asociación de Empresas para el medio Ambiente.
AETRAC	Asociación de Empresas de Tratamiento de VFU en Cataluña.
AFU	Aceites Fuera de Uso.
ANAC	Asociación Nacional Automotriz de Chile.
ANIM	Asociación Nacional Importadores de Motocicletas.
ACV	Análisis de Ciclo de Vida.
ARA	Asociación de Recicladores Automotrices de EEUU.
BFU	Baterías Fuera de Uso.
CAT	Centro Autorizado de Tratamiento.
CCAA	Comunidad Autónoma (<i>denominación de regiones en España</i>).
CF	Costos Fijos.
CIF	Costo seguro y flete.
DAFO	Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades.
DARIG	Declaración Anual de Residuos Gestionados.
EEUU	Estados Unidos de América.
FOB	<i>Free On Board.</i>
IR	Instalación de Recepción.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
KECO	Corporación Ambiental en Corea.
NFU	Neumáticos Fuera de Uso.
OCDE	Organización para la Cooperación y el desarrollo Económico.
OICA	Organización Internacional de Constructores de Automóviles.
PEAD	Polietileno de Alta Densidad.
PIB	Producto Interior Bruto.
RAEE	Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.
REP	Responsabilidad Extendida al Productor.
RM	Región Metropolitana.
RTV	Residuo de Vehículo Triturado.
SIG	Sistema Integrado de Gestión.
SNA	Servicio Nacional de Aduanas.



SUV	Sport Utility Vehicle.
TIR	Tasa Interna de Retorno.
UCA	Universidad Católica de Ávila.
VFU	Vehículos Fuera de Uso.
ZOFRI	Zona Franca de Iquique.

RESUMEN EJECUTIVO

El concepto de la Responsabilidad Extendida al Productor (REP) consiste en, una vez alcanzada la fase de residuo de determinados productos, devolver la responsabilidad de su gestión a sus productores. Actualmente, en Chile no existen políticas ni iniciativas que fomenten el reciclado de los componentes de vehículos tras el fin de vida útil de los mismos. En su defecto, gran parte de los vehículos o de sus componentes son depositados en los “corrales” municipales donde probablemente serán, en un futuro, convertidos en chatarra o abandonados a su suerte.

La Organización Internacional de Constructores de Automóviles (OICA) afirma que la producción de vehículos motorizados en Chile es, en la actualidad, nula. Por ello el parque automovilístico chileno es consecuencia de la importación de vehículos, siendo DERCO y Gildemeister las principales compañías importadoras y distribuidoras de dichos productos fabricados principalmente en Corea del Sur y China.

A partir del año 2004, la cantidad de vehículos motorizados en circulación en las carreteras chilenas ha incrementado exponencialmente. Este incremento está fuertemente influenciado con la evolución creciente del PIB nacional. Del total de vehículos considerados en el estudio (vehículos para transporte de 9 personas, motocicletas y vehículos para transporte de mercancías de MMA inferior a 6.350 kg) en el año 2013, el 44% se concentra en la Región Metropolitana y el 80% en la zona central del país (desde Coquimbo hasta Bío-Bío). Es por ello que será en esta zona dónde se debería disponer de una mayor infraestructura para el acopio y reciclaje de los VFU.

Con el fin de considerar antecedentes sobre la experiencia internacional para el estudio, **se han detallado las bases de la legislación específica de Estados Unidos, Japón, China, Corea y la Unión Europea.** De manera específica **se ha profundizado en las exigencias de la Ley REP que se establecen en España en base a las directivas Europeas.** En España la Ley REP establece un sobrecosto a la venta de vehículos con el fin de establecer un sistema de autofinanciación de la gestión de los residuos del mercado automovilístico. Además, como todos los países miembros, promueve unas cifras de recuperación del 95% para el 1 de enero de 2015. Para ello existe una red de **Sistemas Integrados de Gestión** donde se centralizan los diferentes Centros Autorizados de Tratamiento, en los que se lleva a cabo la descontaminación, desarme y compactación de los vehículos. Tras este proceso cada material clasificado es enviado a

su gestión final en plantas recicladoras si puede ser reutilizado o reciclado, o en el caso que no pueda ser aprovechado a su tratamiento final en fragmentadoras. Así mismo, son los usuarios quienes deben entregar el vehículo en los Centros Autorizados de Tratamiento u otros centros específicos para obtener el certificado de descontaminación del vehículo y con dicho certificado solicitar a la autoridad competente la baja definitiva del vehículo.

En el estudio se plantean los siguientes escenarios con sus correspondientes metas u objetivos de recolección y recuperación, entendiendo como recuperación el reuso de materiales, reciclaje o valorización de los mismos:

Escenario	Año 2018		Año 2023	
	Recolección	Recuperación ¹	Recolección	Recuperación ¹
Escenario 1	40 %	50 %	65 %	75 %
Escenario 2	50 %	70 %	100 %	90 %

¹: Porcentajes aplicados sobre el total de recolección.

Con el fin de estimar la generación de VFU que tendría lugar en Chile en el año 2023, se han realizado proyecciones de la generación hasta el año 2023. A partir de ahí se han desarrollado la estrategia nacional de infraestructuras necesarias para alcanzar los objetivos planteados inicialmente.

Es importante destacar que en todo el país se pueden diferenciar claramente 3 zonas según la densidad del parque automovilístico. En concreto se define la **Zona Norte** (Regiones XV, I, II, III) con el 10,2 % del total de vehículos, la **Zona Central** (Regiones IV, V, VI, VII, VIII, RM) con el 78,9 % y la **Zona Sur** (Regiones IX, X, XI, XII, XIII, XIV) con el 10,9% restante. Por ello, tanto en la Zona Norte como en la Sur, debido a la menor densidad de vehículos en circulación, la infraestructura de gestión tras el fin de vida útil de los mismos será menor. En global se ha definido la ubicación de 6 y 12 Centros Autorizados de Tratamiento y la subcontratación del servicio de fragmentación centralizado en la zona central, para los escenarios de análisis 1 y 2, respectivamente.

La **inversión inicial** para dotar al país de la infraestructura necesaria de gestión se ha estimado en **15 mil y 29 mil millones de CLP** según escenario. En cuanto a los costos de **operación y mantenimiento** de gestión, se ha calculado que en el año 2023, año en que deberán haber alcanzado los objetivos más restrictivos de gestión de cada escenario,

estos costos ascenderán a **24 mil millones y 58 mil millones de CLP**. En términos de retorno de capital la implementación de las metas e infraestructura del ESCENARIO 1 supondría una **Tasa Interna de Retorno del 2%**. En cambio, la implementación de un escenario más restrictivo, el ESCENARIO 2 supondría una Tasa Interna de Retorno del **20%**. Así mismo, para generar un sistema autofinanciado por el mercado de la automoción, el consumidor deberá abonar un promedio de 19 mil \$ CLP por vehículo nuevo adquirido en el caso del ESCENARIO 1 y en torno a 22 mil \$ CLP por vehículo para el caso del ESCENARIO 2.

En términos ambientales, la implementación de la Ley REP supondría, por una parte, la reducción del impacto ambiental que se genera hoy día por las malas prácticas de su gestión y, por otra, el mayor reaprovechamiento de materiales en el ciclo de materia con su consecuente minimización del impacto asociado a la fabricación de materiales primarios. En el caso específico de la Ley REP para los VFU, y considerando los escenarios de análisis anteriormente definidos, se ha estimado la reducción del impacto ambiental asociado a su gestión estableciendo como línea base comparativa el modelo actual de gestión. El estudio se ha realizado para los años 2018 y 2023, y de su análisis se han obtenido los porcentajes de reducción que se muestran en la siguiente tabla:

	Actualidad	Escenario 1		Escenario 2	
	2013	2018	2023	2018	2023
Reducción emisiones	0 %	12,8 %	31,2 %	22,4 %	57,6 %
Reducción consumo energético	0 %	15,1 %	36,9 %	26,5 %	68,1 %

A nivel social, la implementación de la Ley REP sobre VFUs podría generar una mayor concienciación social respecto a la problemática de los residuos en general. Además, generaría puestos de trabajo y minimizaría la competencia del mercado informal de reciclaje. En global, considerando los escenarios de análisis de este estudio se estima, que en el año 2023, se habrán creado **157 y 204 puestos de trabajo** según si las metas objetivo planteadas son las definidas en el 1 y 2, respectivamente.

1. Introducción

Durante los últimos años, Chile ha avanzado en la implementación de la Responsabilidad Extendida al Productor (REP) para la gestión integral de residuos. Dicho concepto consiste en, una vez alcanzada la fase de residuo de determinados productos, devolver la responsabilidad de su gestión a los productores.

La Responsabilidad Extendida al Productor se aplica desde hace 20 años en Europa en diversos tipos de productos: envases, pilas, baterías, equipos eléctricos y electrónicos, neumáticos y vehículos fuera de uso, etc.

La REP comprende una estrategia central en el diseño de instrumentos para el manejo de vehículos fuera de uso y está siendo fuertemente promovida por los gobiernos de los países miembros de la OCDE. El requerimiento de responsabilidad por parte de las empresas, en la recuperación y manejo adecuado de sus productos al final de su vida útil, ha fomentado que se hagan esfuerzos por buscar innovaciones vinculadas a la prevención y a la separación de los residuos para facilitar su valoración y/o manejo adecuado.

Esta nueva dimensión en la gestión de los residuos abre un amplio espectro de oportunidades para las empresas que consideren la valorización de estos residuos. En este sentido, esta vía de gestión lleva asociada una serie de impactos ambientales, económicos y sociales que conviene identificar previamente antes de implementar la REP. En el caso que ocupa a este estudio concreto el sector a analizar incluye la gestión de los **vehículos fuera de uso**.

Es preciso señalar que los vehículos contienen ciertos elementos que por su condición de peligrosos deben ser retirados y tratados de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos (D.S. 148/03). Estos componentes son los aceites hidráulicos, aceites de motor, del diferencial y de la caja de cambios (salvo que el bloque completo pueda ser reutilizado), combustibles, líquido de frenos, anticongelante, filtros, baterías, etc. Otros componentes no peligrosos como catalizadores, neumáticos, vidrios u otros elementos que estén en condiciones de ser reutilizados deben también ser separados con el objetivo de facilitar el reciclaje integral del vehículo.

1.1 Objetivos y alcance

El objetivo general de este estudio es llevar a cabo una evaluación económica, ambiental y social de la implementación de la REP para vehículos fuera de uso en Chile. Para conseguir este objetivo, se han considerado los siguientes objetivos específicos:

- Elaborar el diagnóstico de la situación actual del país, respecto de la generación de vehículos fuera de uso (desde su puesta en el mercado hasta que se convierten en residuo).
- Evaluar los impactos de la implementación de la REP concerniente al área ambiental, social y económica, identificando los principales costos y beneficios que traerá para los diversos actores que tendrán roles distintos con la puesta en marcha.

Los vehículos considerados en el estudio serán aquellos vehículos de gasolina y diésel que cumplan las características indicadas en la Tabla 1.

Tabla 1-. Clasificación de la tipología de vehículos con motor considerados en el estudio.

Categoría	Tipología	Especificaciones	
Vehículos destinados al transporte de personas .	Automóviles con un máximo de 9 plazas (incluyendo al conductor).	Citycar. Hatchback. Sedán. Mini Van.	Station Wagen. Coupé. Cabriolé. SUV ¹
	Motocicletas .	De 2 y 3 ruedas.	
Vehículos destinados al transporte de mercancías .	Camiones livianos .	Masa Máxima Autorizada entre 2.701-6.350 kg.	

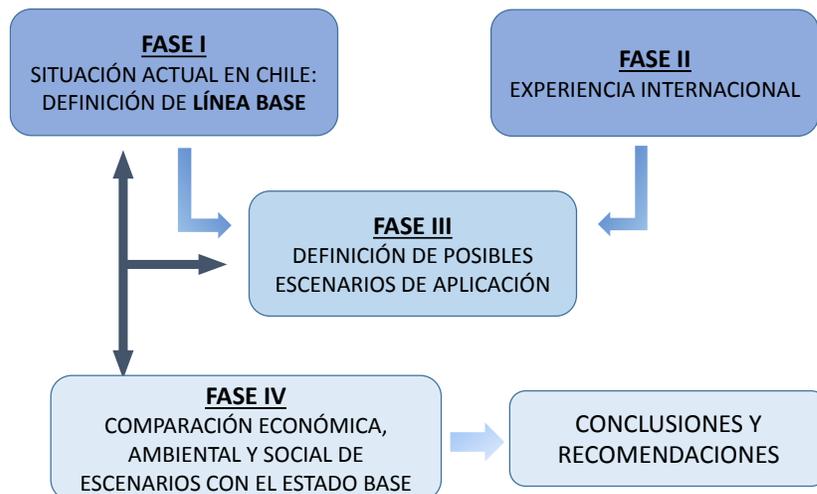
Nota: 1). *Sport Utility Vehicle*.

Otros vehículos motorizados tales como vehículos a gas, híbridos o eléctricos así como los no motorizados (bicicletas, remolques y sidecar) no entran en el alcance de este estudio y, por lo tanto, no forman parte de los datos mostrados.

2. Metodología

Para el desarrollo y consecución de los objetivos del proyecto, los trabajos se realizarán en cuatro fases:

- FASE 1.** Diagnóstico económico, ambiental y social a nivel nacional.
- FASE 2.** Estudio de experiencias a nivel internacional.
- FASE 3.** Definición de ESCENARIOS para la evaluación de la aplicación del REP.
- FASE 4.** Evaluación económica, ambiental y social de la aplicación REP.



Fase I: Situación actual en Chile: definición de la línea base.

Durante la primera fase del estudio se revisaron los antecedentes existentes en Chile en materia de vehículos y de su gestión tras el fin de vida útil de los mismos.

Además, a partir de la información proporcionada por diferentes fuentes de información oficiales de Chile, se estimaron las unidades anuales de vehículos fuera de uso generadas durante los últimos años por Región y por categoría de vehículos en Chile. En concreto, las fuentes consultadas fueron las que se listan a continuación:

- **Instituto Nacional de Estadística (INE)** que ha permitido obtener las unidades de vehículos en circulación por año, región y categoría de vehículo.

- **Servicio Nacional de Aduanas (SNA)** que ha facilitado las unidades exportadas e importadas por año, región y categoría, así como los puestos de embarque y desembarque, peso por vehículo, etc.
- **Asociación Nacional Automotriz de Chile (ANAC)** para automóviles y camiones, y **Asociación Nacional de Importadores de Motocicletas (ANIM)** para motocicletas ha proporcionado las unidades de vehículos nuevos comercializados por año, región y categoría. *Para los años en que no se han obtenido estos datos, el porcentaje de ventas por región respecto al total se ha considerado igual al porcentaje de vehículos en circulación por región para la categoría y año de estudio.*
- **Otros estudios internacionales:**
 - Composición típica de los vehículos (Muñoz y col, 2007).
 - Estudio de los centros autorizados de tratamiento de vehículos de la provincia de Castellón (España).

Finalmente, el levantamiento de información sobre las bases del mercado se ha completado con la realización de entrevistas a los agentes involucrados en la importación, comercialización, gestión de vehículos y municipalidades. A continuación, la Tabla 2 muestra las entidades y las personas con las que se ha contactado.

Tabla 2.- Agentes involucrados en el desarrollo de la Ley REP de VFU consultados en esta primera fase del proyecto.

Entidad	Nombre	Persona de contacto
Municipalidad	Las Condes	Ricardo Scaff, Directora de Medio Ambiente, Aseo y Ornato rscaff@lascondes.cl
	Vitacura	Yesika Tsutsumi, Directora de Medio Ambiente, Aseo y Ornato ytsutsumi@vitacura.cl
	Santiago Centro	Donatella Fuccaro, Encargada Medio Ambiente dfuccaro@munistago.cl
Gestores	Chilerecicla (equipos electrónicos)	Francisco Javier Fernández, CEO Francisco.fernandez@chilerecicla.com
	Recycla (equipos electrónicos y metales no ferrosos)	Mauricio Nuñez, Gerente de Medio Ambiente mnunez@recycla.cl
	Degraf (equipos electrónicos, baterías y residuos)	Carlos Charliac, Gerente Comercial charliac@degraf.cl

Entidad	Nombre	Persona de contacto
	peligrosos)	
Distribuidoras	Hidronor	Juan Carlos Espinoza, Gerente de Operaciones juancarlos.espinoza@hidronor.cl
	DERCO	Pedro Álamos, Gerente general pedro.alamos@eco-valor.cl
Asociaciones	Asociación Nacional Automotriz (ANAC)	Daniel Nunes, Subgerente de proyecto daniel@anac.cl
	Asociación de empresas para el Medio Ambiente (AEPA)	Cecilia Montes, Gerente ceciliamontes@aepa.cl Pia Meneses, Secretaria Pia.meneses@aepa.cl
Aparcaderos municipales	Custodia Metropolitana	Mauricio Parot, Gerente de operaciones mparot@custodiametropolitana.cl

Cabe destacar que no ha sido mucha la información aportada en ninguna de las reuniones. No se han identificado registros del destino final de los vehículos ni de los costos asociados a las municipalidades ni a los propios usuarios.

Fase II: experiencia internacional.

En base al análisis de importación realizado durante la fase de diagnóstico del estudio, se han identificado los principales países que pueden ser tomados como referencia en el sector de la gestión de los VFU en Chile.

Tras la identificación de los países de referencia, se ha elaborado una matriz comparativa de las metas y normativas definidas para la gestión de los VFU en cada uno de los países identificados y finalmente, se han seleccionado los de mayor interés (según nivel de exportaciones a Chile y estrategia de gestión) para el desarrollo de un estudio más en detalle del sistema de gestión implementado.

Fase III: definición de escenarios.

Con toda la información recabada en las fases anteriores del estudio, se definieron las metas de recolección y recuperación para los años 2018 y 2023, expresándolas sobre el total de generación proyectada. Los valores se definieron planteando escenarios o metas de posible cumplimiento teniendo en cuenta la situación de partida.

Fase IV: evaluación económica, ambiental y social.

A partir de las metas de recuperación de VFU planteadas para los diferentes escenarios de análisis y de la proyección de su generación hasta 2023, se han definido las estrategias nacionales de gestión (número de instalaciones, trabajadores, distancias promedio a recorrer, entre otros parámetros de interés).

Dichas proyecciones se han realizado en base a las proyecciones de crecimiento económico del país (PIB) y a la relación, hasta el momento, entre la evolución del sector automovilístico frente al PIB. A los datos de generación obtenidos se les ha aplicado los porcentajes de recuperación definidos por cada escenario y de ahí, conociendo las unidades de vehículos que deberán ser gestionados, se ha planteado una posible estrategia de gestión. Una vez definidas las estrategias, según escenario, y a partir de referencias bibliográficas, se ha realizado el balance económico, ambiental y social que supondría la implementación de la REP para VFU en Chile.

3. Marco normativo

3.1 Convenio de Basilea

El convenio de Basilea para el control del movimiento transfronterizo de residuos peligrosos y su eliminación fue aprobado en marzo 1999 y entró en vigencia en mayo de 1992. En la actualidad cuenta con aproximadamente 170 países miembros (partes). De acuerdo al Convenio, toda salida de residuos considerados peligrosos (definidos en el anexo I del mismo Convenio) debe ser consentida previamente a su entrada. De esta forma, se exige que las Partes que promulguen las disposiciones reglamentarias para sancionar la entrada ilícita residuos peligrosos y otros residuos, establece protocolos para controlar el movimiento de los residuos peligrosos y otros residuos, y su disposición final.

Los principios básicos del Convenio de Basilea son:

- El tránsito transfronterizo de residuos peligrosos debe ser reducido al mínimo consistente con su manejo ambientalmente apropiado.
- Los residuos peligrosos deben ser tratados y dispuestos lo más cerca posible de la fuente de su generación.
- Los residuos peligrosos deben ser reducidos y minimizados en su fuente.

En el marco del presente trabajo, los VFU contienen categorías de residuos, las cuales una vez finalizada la vida útil de los mismos, se convierten en corrientes de residuos que hay que controlar. De acuerdo con el anexo 1 del Convenio de Basilea, para el caso específico de los VFU, estas categorías se dividen en:

- **Y8:** Residuos de aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados.
- **Y9:** Mezclas y emulsiones de residuos de aceite y agua o de hidrocarburos y agua.
- **Y10:** Sustancias y artículos de residuo que contengan, o estén contaminados por bifenilos policlorados (PCB), terfenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB).

Además de estas categorías indicadas en el anexo 1 del Convenio, hay otros materiales de los VFU que contienen sustancias/materiales considerados como peligrosos como es el caso del mercurio (Y29), los líquidos refrigerantes y de frenos, entre otros. Para los dos últimos el Convenio no establece codificación específica. Sin embargo, ambos son clasificados como peligrosos e identificados, respectivamente, como 160114 y 160113 según el Código Europeo de Residuos (CER).

El convenio de Basilea también incluye como residuos a controlar aquellos productos que, aunque se encuentren en los VFU, no son considerados en el estudio por estar incluidos en otra categoría dentro del proyecto de la Ley REP. Este sería el caso de las baterías de plomo-ácido, enteras o trituradas o montajes eléctricos (ambos en el anexo VIII del Convenio de Basilea).

3.2 Normativas aplicables a nivel nacional

Existe actualmente en Chile un **Proyecto de Ley** para introducir el sistema de gestión de residuos basado en la **Responsabilidad Extendida al Productor**. Este proyecto de Ley obliga a las empresas productoras (fabricantes o importadoras) de productos prioritarios a hacerse cargo del costo que supone la gestión de sus productos tras el fin de su vida útil.

Además de este proyecto de Ley específico para la implementación de la REP en Chile hay actualmente en vigor otras normativas vinculadas con el uso de vehículos y su gestión tras finalizar su vida útil. Estas regulaciones se detallan en la Tabla 3.

Tabla 3.- Normativa de referencia en Chile para el uso de vehículos motorizados y su gestión al finalizar su vida útil.

Normativa	Organismo	Descripción
Decreto Supremo 148, 2004	Ministerio de Salud	Reglamento Sanitario sobre el Manejo de Residuos Peligrosos.
Ley 19.300, 1998	Ministerio de Medio Ambiente	Bases Generales de Medio Ambiente.
Decreto 1111, 1985	Ministerio de Justicia	Reglamento del registro de Vehículos Motorizados.
Ley 18.290, 1984		Ley de Tránsito.
Ley 18.483, 1985	Ministerio de Hacienda	Régimen General Legal para la Industria Automotriz.

3.2.1 Decreto Supremo 148 sobre el Manejo de Residuos Peligrosos

En el Título IX de dicha Ley se establecen las operaciones de eliminación a las que podrán someterse los residuos clasificados como peligrosos. En el contexto de este estudio se podría estar hablando de: combustibles, aceites de motor, catalizadores, líquidos refrigerantes, etc.

Operaciones que no pueden conducir a la recuperación, reciclaje, regeneración o reuso de VFU:

A.1	Depósito permanente dentro o sobre la tierra.
A.2	Tratamiento en el suelo.
A.3	Rellenos de seguridad.
A.5	Tratamiento físico-químico no específico.
A.7	Almacenamiento.

Operaciones que pueden conducir a la recuperación de recursos, reciclaje, regeneración y reuso:

B.1	Utilización como combustible, que no sea incineración directa u otros medios de energía.
B.2	Recuperación o regeneración de solventes.
B.3	Reciclaje o recuperación de sustancias orgánicas que no se utilicen como solventes.
B.4	Recuperación o regeneración de metales y compuestos metálicos.
B.5	Reciclaje o recuperación de otras materias inorgánicas.
B.6	Regeneración de ácidos y bases.
B.7	Recuperación de componentes utilizados para reducir la contaminación.
B.8	Recuperación de componentes provenientes de catalizadores.
B.9	Recuperación o reutilización de aceites usados.
B.10	Tratamiento de suelos en beneficio de la agricultura o en el mejoramiento ecológico.
B.12	Utilización de residuos peligrosos resultantes de cualquiera de las opciones de B.1 a B.10.
B.13	Intercambio de residuos para someterlos a cualquiera de las opciones de B.1 a B.11.

Algunas de las opciones anteriormente listadas y, de acuerdo con lo dictado en el reglamento, tienen ciertas excepcionalidades. Éstas se detallan ampliamente en la correspondiente regulación.

3.2.2 Ley 19.300 de Bases Generales de Medio Ambiente

La Ley de Bases del Medio Ambiente promueve el desarrollo sustentable de la nación mediante la creación de diversos instrumentos de gestión ambiental. Se trata de una Ley que, en términos generales, regula el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación y que se ocupa de la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y de la conservación del patrimonio ambiental.

Con la entrada en vigor del Proyecto de Ley REP, la Ley 19.300 sufrirá modificaciones en sus artículos 48 y 70.

En su artículo 48 deberán incluirse los siguientes párrafos:

Artículo 48 ter.- Corresponderá al Ministerio del Medio Ambiente otorgar certificados, rótulos o etiquetas a personas naturales o jurídicas públicas o privadas, respecto de tecnologías, procesos, productos, bienes, servicios o actividades, que sean voluntariamente solicitados y cumplan con los criterios de sustentabilidad y contribución a la protección del patrimonio ambiental del país, de acuerdo a los requisitos que establezca el reglamento.

Asimismo, el reglamento deberá determinar el procedimiento al cual se sujetará el otorgamiento de los certificados, rótulos y etiquetas. El Ministerio podrá encomendar a entidades técnicas la verificación del cumplimiento de los requisitos que señale el reglamento. La acreditación, autorización y control de dichas entidades se regirá por lo dispuesto en el reglamento a que hace referencia el artículo 3 letra c) de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente.

La Superintendencia del Medio Ambiente será la encargada de fiscalizar el debido cumplimiento de las disposiciones de que trata este artículo.

La infracción de esta normativa será sancionada de conformidad a lo dispuesto en el Título III de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente, encontrándose ésta facultada, además, para revocar el certificado, rótulo o etiqueta como sanción. Sin perjuicio de lo anterior, la falsificación o utilización maliciosa de los certificados, rótulos o etiquetas será sancionada de conformidad con lo dispuesto en los artículos 193, 194 y 196, según corresponda, del Código Penal.”.

Igualmente, el su artículo 70 se deberá incluir lo siguiente:

Artículo 70, letra t(bis).- Otorgar certificados, rótulos o etiquetas a personas naturales o jurídicas públicas o privadas, respecto de tecnologías, procesos, productos, bienes, servicios o actividades, que cumplan con los criterios de sustentabilidad y contribución a la protección del patrimonio ambiental del país, en conformidad a la ley.”.

3.2.3 Decreto 1.111 sobre el Registro de Vehículos Motorizados

Este Decreto contempla las menciones que debe contener la inscripción para la adecuada individualización del vehículo, así como las demás menciones que deberán observarse para ello.

3.2.4 Ley 18.290 sobre la Regulación del Tránsito

En su artículo 34 se establece lo relativo al Registro de Vehículos Motorizados que se llevará a cabo mediante el Servicio de Registro Civil e Identificación mediante el cual se dicta la obligatoriedad de llevar un control del parque móvil de vehículos del país.

En cuanto al retiro de vehículos ya sea por abandono, sanción o fin de vida útil, en el artículo 98 se cita textualmente lo siguiente:

Art. 98. “Los vehículos que hayan perdido sus condiciones de Seguridad serán retirados de la circulación y puestos a disposición del Tribunal competente en los locales que, para tal efecto, debe habilitar y mantener la Municipalidad.”

De acuerdo con lo expresado en este artículo de la Ley, las Municipalidades deberán disponer siempre de lugares expresamente destinados al acopio de vehículos que no cumplan con las condiciones de seguridad para seguir circulando. Los vehículos que, o bien el conductor o bien el propio vehículo, hayan perdido la Licencia de Circulación serán retenidos hasta la recuperación de la misma. En cambio, los vehículos que no puedan recuperar su Licencia por su mal estado o por el desinterés de su propietario permanecerán en el centro o “corral” hasta que la Municipalidad se encargue de su gestión.

3.2.5 Ley 18.483 sobre el Régimen Legal de la Industria Automotriz

Mediante esta Ley se estableció un régimen legal para la industria automotriz. En su artículo 21 se expresa la prohibición de importar vehículos usados quedando exentos únicamente los vehículos destinados a usos especiales y aquellos que queden al amparo de los regímenes aduaneros especiales de la Sección 0 del Arancel Aduanero. No

obstante, esta misma Ley define como **vehículo nuevo o sin uso** aquellos que, en la fecha de aceptación a trámite de la correspondiente Declaración de Importación, no tengan una antigüedad superior a 1 año. Vehículos de mayor antigüedad sólo podrán ser ingresados en Chile en el caso de estar en propiedad de aquellos chilenos que regresen al país después de ausentarse, como mínimo, durante 1 año. Dichos vehículos no podrán ser comercializados durante un plazo inferior a 3 años a contar desde su entrada en el país.

A efectos de **tributos aduaneros** la importación de vehículos está sujeta a los siguientes gravámenes:

- ✓ Derecho ad valorem: 6% del valor CIF¹ ($FOB^2 + flete\ marítimo + seguro$). Este porcentaje depende del producto importado y del país de origen. Únicamente verán rebajados estos gravámenes las mercancías que provengan de países en los que existan **Tratados o Acuerdos de Libre Comercio con Chile**. Dichos acuerdos pueden consultarse en la Dirección General de Relaciones Económicas Internacionales (DIRECON³).
- ✓ IVA: 19% IVA del valor CIF sumado con el derecho ad valorem (Ley 825 sobre Impuestos a las Ventas y Servicios).

Al tratarse **Chile de un país no fabricante de vehículos**, la venta de éstos está ligada a las **importaciones**. Las entradas de vehículos al país se realizan principalmente por cinco (5) terminales portuarias: Puerto de Iquique en la Región I, Puerto de Antofagasta en la Región II, Puerto de Valparaíso en la Región VI, Puerto Lirquén en la Región VIII y Puerto Montt en la Región X, y a través de las dos (2) zonas francas nacionales: la Zona Franca de Iquique en Tarapacá al norte del país y la Zona Franca de Punta Arenas Región de

¹ CIF: Costo, seguro y Flete. Este término se utiliza exclusivamente para transporte de mercancías por barco. Este término se refiere a que el vendedor debe hacerse cargo de los costos y flete necesario para hacer llegar la mercancía al puerto de destino convenido.

² FOB: Franco A Bordo; significa que el vendedor realiza la entrega cuando la mercancía sobrepasa la borda del buque en el puerto de embarque convenido. A partir de ahí se le exime de cualquier responsabilidad sobre el estado del producto siendo el comprador el responsables de los costos y estado del productos.

³ <http://www.direcon.gob.cl/>

Magallanes al sur del país. Siendo esta última una zona en la que no existe un registro aduanero de importación de vehículos por lo que no se considera como entrada potencial de vehículos al mercado nacional.

En la Figura 1 se muestra la posición que ocupan en el territorio chileno los principales puertos comerciales.

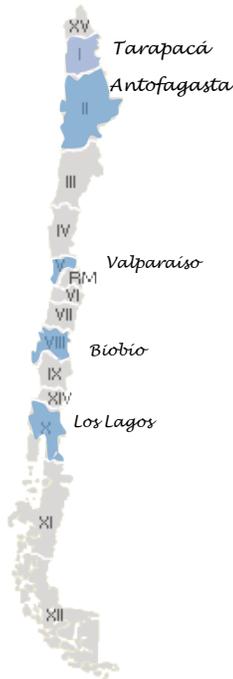


Figura 1.- Regiones de Chile que incluyen los principales puertos comerciales y Zonas Francas para la entrada de vehículos.

Además de los puertos comerciales nacionales, existen también otras zonas fronterizas por las que pueden entrar o salir del país mercancías o, en este caso, vehículos para su comercialización. Teniendo en cuenta que los vehículos nuevos que entran en Chile son principalmente de origen asiático y norteamericano, se considera que la entrada en el país de este tipo de bienes por vía terrestre se materializará únicamente a través de los pasos fronterizos situados en la zona norte del país.

3.2.6 Proyecto de Ley Marco para la Gestión de Residuos y Responsabilidad Extendida al productor

Este proyecto de ley ingresó en la Cámara de Diputados el 10 de septiembre de 2013 por lo que actualmente está siendo sometido a discusión por los Miembros de la Cámara para su aprobación.

El proyecto de Ley REP ha sido lanzado por el Ministerio de Medio Ambiente de Chile. Entre sus objetivos principales se destacan dos:

- (1) Promover el diseño de productos con un mayor periodo de vida útil y con potencial de valorización material.
- (2) Incentivar la reutilización y valorización de productos al final de su vida útil.

La REP implica que los productores de productos prioritarios deben cumplir con ciertas obligaciones tales como registrar, organizar y financiar la gestión del residuo, cumplir metas de recolección y recuperación a través de alguno de los sistemas de gestión y asegurar que el tratamiento de los residuos recolectados se realiza a través de gestores autorizados. Por ello, el fabricante o importador deberá hacerse cargo del producto una vez terminada la vida útil de éste, debiendo cumplir las metas de reciclaje establecidas por el Ministerio de Medio Ambiente.

Los productos prioritarios que establece esta Ley para implementar la estrategia son definidos en base a criterios de volumen, peligrosidad, potencial de valorización y experiencia comparada. En total son nueve (9) los productos establecidos como prioritarios para la REP en los que se incluyen: **aceites lubricantes, aparatos eléctricos y electrónicos** (incluidas las lámparas y ampollitas), **diarios, periódicos y revistas, envases y embalajes, medicamentos, neumáticos, pilas y baterías, plaguicidas caducados y vehículos**; siendo estos últimos los únicos incluidos en el alcance de este estudio.

Con el fin de establecer las **metas y los objetivos de recolección y recuperación**, este proyecto de Ley, en su artículo 10, establece que estos serán fijados a través de **Decretos Supremos específicos**. Para la aprobación de los objetivos por parte del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, éstos deberán estar respaldados por un estudio en el que se valide su viabilidad mediante un análisis del impacto económico y

social acompañado de consultas a organismos públicos y privados, y una etapa final de consulta pública.

Asimismo, en un contexto más local las Municipalidades podrán también incluir en sus propias Ordenanzas la obligación de establecer una recogida selectiva de determinadas fracciones de residuos domiciliarios y asimilables a éstos.

4. Diagnóstico económico, ambiental y social a nivel nacional

4.1 Diagnóstico de la dimensión económica

4.1.1 Estado actual del sector automovilístico: compañías principales involucradas

La Organización Internacional de Constructores de Automóviles (OICA) constata que la fabricación de vehículos motorizados en Chile es nula. Por ello el parque automovilístico chileno es consecuencia de la importación de vehículos. Los principales países en los que se fabricaron los vehículos livianos y medianos que Chile importó en el año 2012 (valores disponibles más recientes) fueron Corea del Sur, China y Japón. No obstante, las principales marcas importadas fueron de origen japonés, estadounidense y surcoreano, con un volumen de mercado, respectivamente, de 28%, 25% y 22% sobre el total de vehículos comercializados.

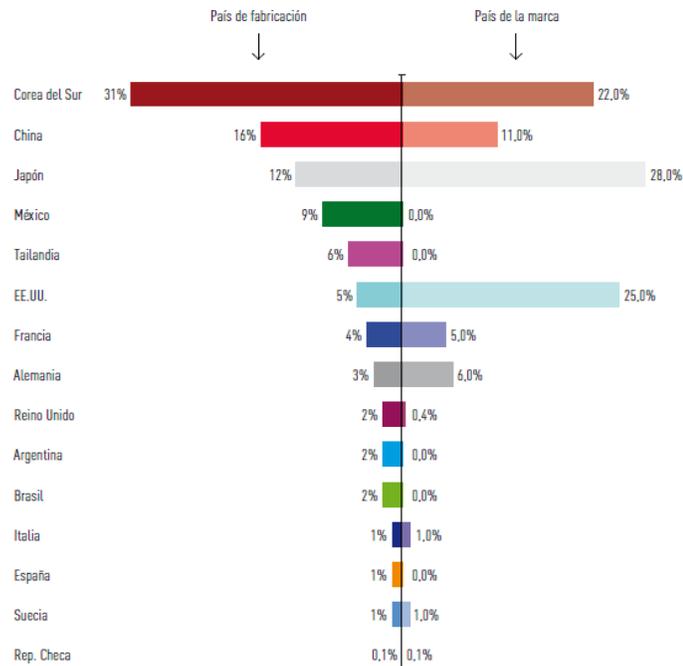


Figura 2.- Participación por origen de marca y fabricación de vehículos livianos y medianos vendidos en Chile en el año 2012.

Fuente: Anuario ANAC, 2012.

En cuanto a los vehículos para transporte de mercancías, los principales países de fabricación en el año 2012 fueron Brasil, China y Japón, mientras que las principales marcas comercializadas fueron de procedencia estadounidense, china y alemana.

En la Figura 3 se muestran los países que fabrican camiones para su comercialización en Chile, así como el país de origen de las marcas más vendidas.

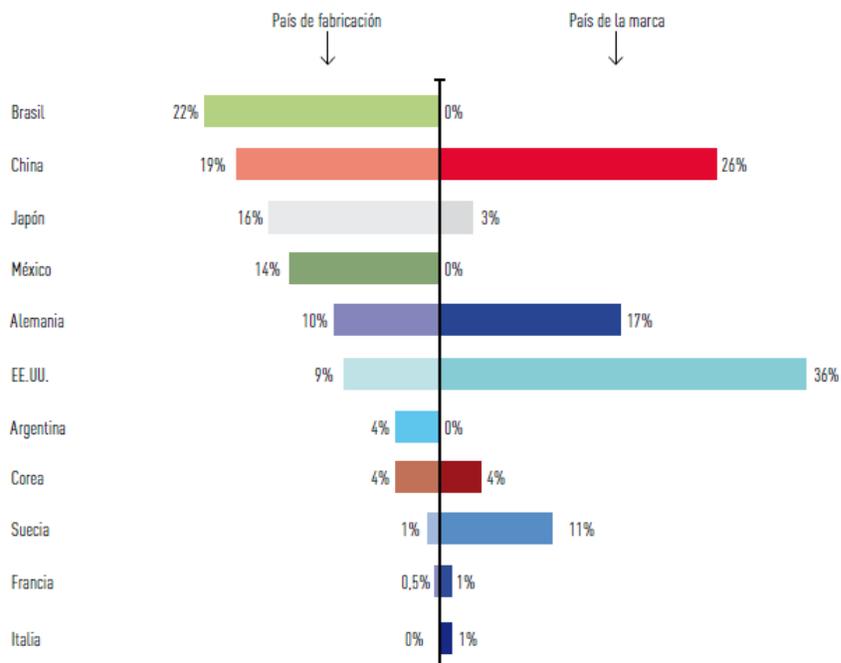
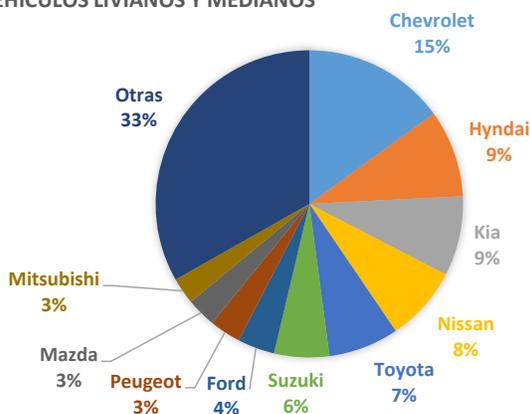


Figura 3.- Participación por origen de marca y fabricación de camiones vendidos en Chile en el año 2012.

Fuente: Anuario ANAC, 2012.

Datos más recientes (año 2013), demuestran que las principales marcas comercializadas siguen siendo de origen asiático y estadounidense. Aunque en el sector de los vehículos de transporte de mercancías la lista la encabeza la marca estadounidense Freightliner (10,7%) seguido muy de cerca por la marca alemana Mercedes Benz (9,4%). A modo de síntesis se presenta en la Figura 4 la participación de las marcas por ventas clasificándolas según la tipología de vehículo.

VEHÍCULOS LIVIANOS Y MEDIANOS



CAMIONES

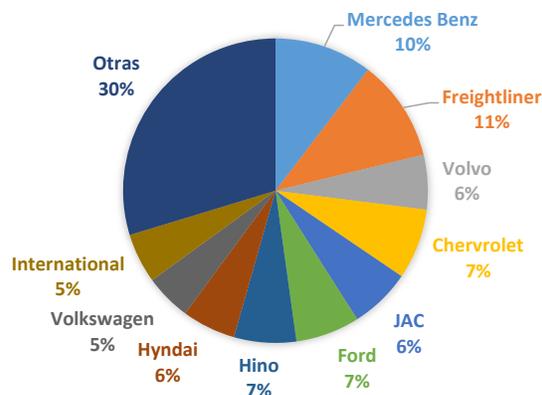


Figura 4.- Participación de las marcas por ventas en el año 2013.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ANAC.

Al no existir en Chile un sector de fabricación de vehículos y, por lo tanto, al no haber fabricantes a nivel nacional, serán **los importadores/distribuidores quienes deberán asumir el costo asociado a la gestión de los residuos tras el fin de vida útil de los mismos**. En este sentido, la implementación de la Ley REP comportará que sean los propios distribuidores los que tengan que hacer frente a los costos asociados al reciclaje de los componentes de los vehículos tras su baja definitiva de la circulación.

En Chile, entre los años 2005 y 2013, más de 1.700 empresas han intervenido en el sector de la importación de **automóviles** de cuatro ruedas (con código arancelario 87.03). Si bien en el año 2005 fueron 190 las empresas que intervinieron en las importaciones de vehículos nuevos alcanzando un valor en el mercado de 3.969 millones de US \$ (según valor FOB), el dato más reciente referente al año 2013 cifra en 310 el total de empresas dedicadas a la importación de estos bienes con un volumen de mercado de 32.297 millones de US \$ (según valor FOB), es decir que los ingresos asociados a dicho mercado han incrementado en un 713%, mientras que el número de importadores ha sufrido un incremento más moderado, del 63%. Desde el año 2008 las compañías Derco S.A. y Automotores Gildemeister S.A. vienen ocupando los primeros puestos en las listas de las principales empresas importadoras de automóviles en Chile. Desde la fecha alcanzan año a año un porcentaje de mercado en el sector en torno al 10-15 % e incluso superando en ocasiones el 20% como fue el caso de Derco S.A. que en el año 2010 alcanzó una cuota de mercado del 24,7%.

En la Figura 5 se muestra la evolución desde el año 2005 de la distribución de empresas de importación de automóviles junto con el volumen de mercado (en % sobre el valor FOB del mercado de importaciones del sector) que ocupan las principales distribuidoras por año.

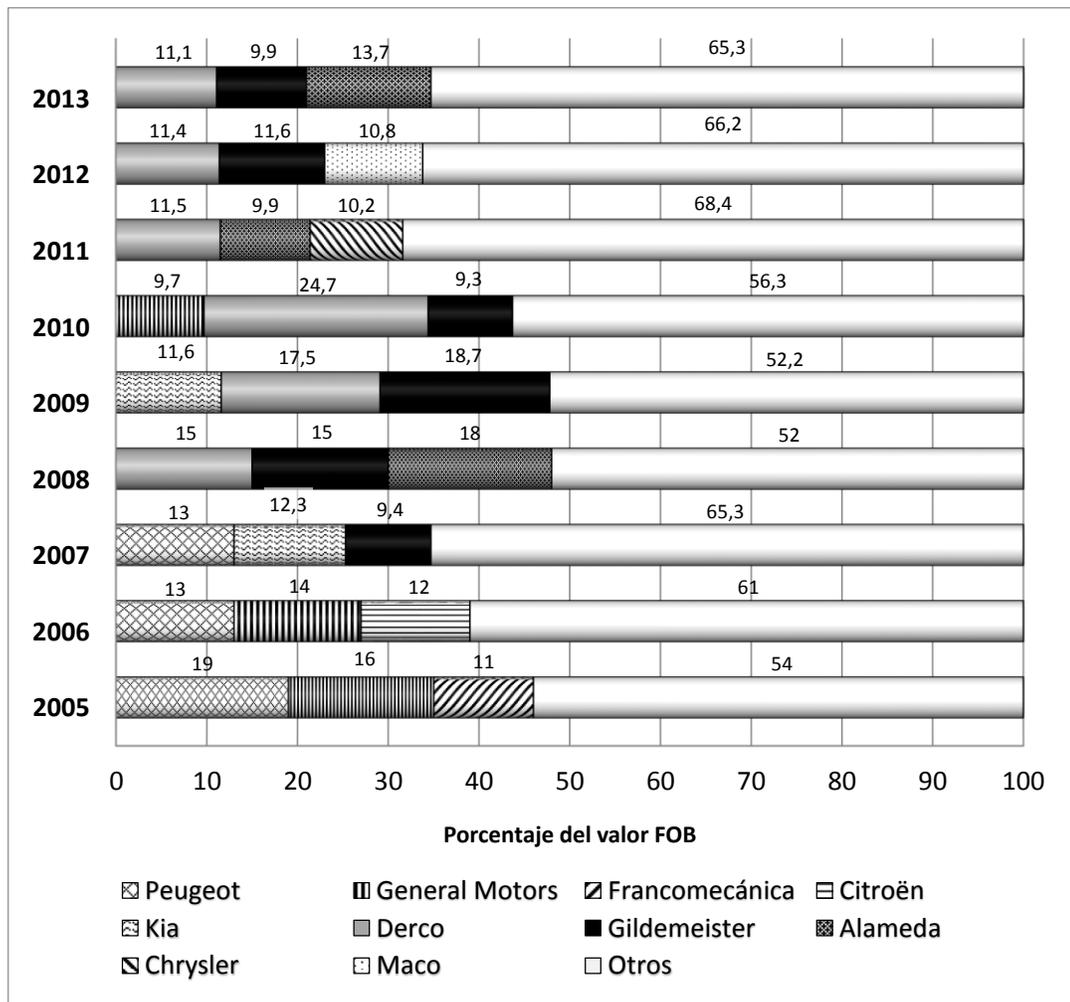


Figura 5.- Evolución de las principales compañías distribuidoras de automóviles en Chile.

Según los datos proporcionados por el Servicio Nacional de Aduanas, el origen de los vehículos automóviles importados por las empresas que abarcan un mayor volumen de mercado, Derco S.A. y Automotores Gildemeister S.A., es principalmente asiático. En concreto, Derco importa vehículos principalmente de origen chino y japonés aunque también tiene mercado de vehículos automóviles fabricados en la India y en Hungría. Por

su parte, la empresa Automotores Gildemeister S.A importa vehículos de Corea del Sur pero también tiene un volumen de mercado, aunque algo más reducido, de vehículos fabricados en Alemania y China. En cuanto a otras distribuidoras, se destaca el caso específico de Peugeot. Entre los años 2005 y 2007, esta distribuidora estaba entre las tres primeras en el ranking nacional de importación de vehículos, sin embargo, a partir del año 2008, su posición en el mercado cayó considerablemente.

En referencia a las principales compañías importadoras de **camiones livianos** en Chile, las que abarcan un mayor volumen de mercado en la actualidad son Peugeot, Sang Yong Motor y Maco Ind. y Com. con casi, entre los tres, el 65% del valor FOB de las importaciones. La totalidad de los vehículos que importa Sang Yong Motor tienen su origen en Corea del Sur, mientras que la inmensa mayoría de los importados por Peugeot son franceses, y los importados por Maco I&C argentinos. No obstante, ambas automotoras también importan una pequeña parte de sus productos desde Turquía y Alemania para el caso de Peugeot y Maco I&C, respectivamente.

En la Figura 6 se muestra la evolución desde el año 2005 de la distribución de empresas de importación de camiones livianos, respectivamente, junto con el volumen de mercado (en % sobre el valor FOB del mercado de importaciones del sector).

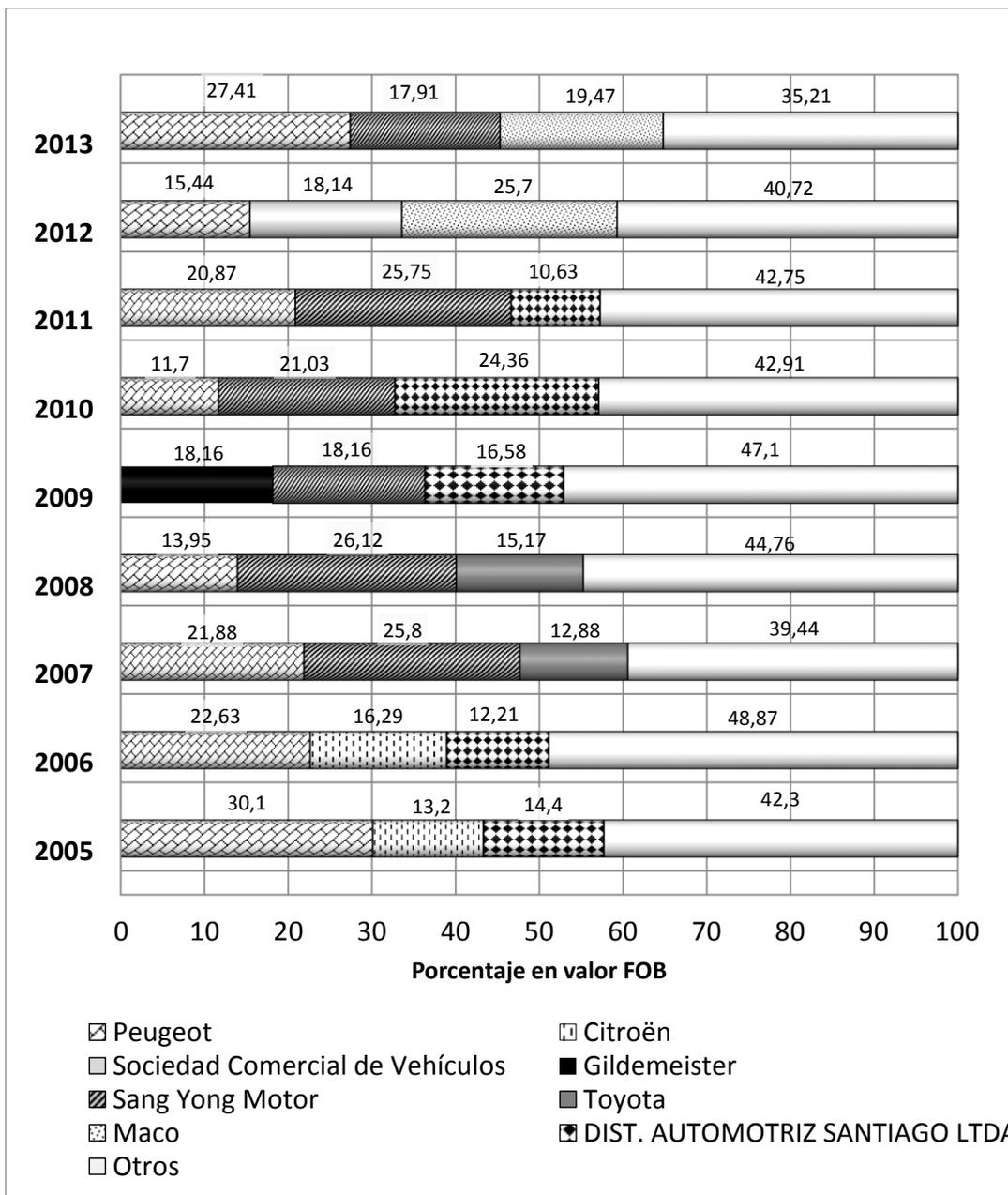


Figura 6.- Evolución de las principales compañías distribuidoras de camiones livianos en Chile.

4.1.2 Evolución de la comercialización de vehículos

Desde el año 2004 el número de vehículos (de pasajeros y mercancías) comercializados no ha parado de incrementar. En 9 años las importaciones se han incrementado en un 188 % y las ventas en un 175 %, mientras que las exportaciones se han reducido en un 68 %. Estas exportaciones están directamente relacionadas con las salidas del país de vehículos usados debido a que no existe producción de vehículos en Chile. En la Tabla 4 se presentan las unidades comercializadas, importadas y exportadas de vehículos en Chile desde 2004 y hasta 2013. Los datos incluyen automóviles para el desplazamiento de hasta un máximo de 9 personas (incluyendo al conductor), motocicletas y vehículos pesados para el transporte de mercancías (con capacidad de carga inferior o igual a 2.000 kg para el caso de importaciones y exportaciones). Los últimos difieren ligeramente de los vehículos incluidos en el estudio debido a la disponibilidad de datos en aduanas.

Tabla 4.- Evolución de las unidades de vehículos comercializados, importados y exportados en Chile a partir de 2004.

Año	Unidades importadas	Unidades comercializadas	Unidades exportadas
2004	171.757	163.750	3.256
2005	213.353	203.321	2.301
2006	241.042	227.259	1.368
2007	326.784	257.374	1.973
2008	356.626	284.072	4.850
2009	160.522	195.041	4.372
2010	377.500	312.939	2.613
2011	403.776	384.338	1.538
2012	419.004	402.279	951
2013	496.132	451.664	1.152

Fuente: elaboración propia a partir de datos de ANAC, ANIM y del Servicio Nacional de Aduanas.

Los datos mostrados en la tabla anterior evidencian el notable crecimiento que ha experimentado el sector de la automoción durante los últimos años en Chile. La tendencia de evolución positiva de las ventas de vehículos nuevos únicamente se invirtió en el año 2009 coincidiendo con el inicio de la crisis financiera mundial y que en países como Chile tuvo una repercusión muy a corto plazo. La caída en las ventas del año 2009 supuso que ese mismo año cayeran las importaciones de vehículos. Sin embargo, la rápida recuperación del mercado chileno no alargó en más de un año esta recesión que sufrió el sector.

El incremento global en la comercialización de vehículos en Chile es un claro indicador de la necesidad del país en avanzar ya no sólo en asuntos relacionados con la seguridad de la circulación sino también en el manejo adecuado de los residuos que el sector generará, bien sea durante la vida útil de los vehículos como tras el fin de vida útil de los mismos.

Siguiendo la clasificación de vehículos de este estudio, en la Tabla 5 se desglosan las unidades de vehículos nuevos comercializadas según su categoría.

Tabla 5.- Unidades de vehículos comercializados por categoría.

Año	UNIDADES DE VEHÍCULOS COMERCIALIZADAS (ud.)		
	Autos	Motocicletas	Camiones livianos
2004	147.843	10.949	4.958
2005	181.435	15.700	6.186
2006	189.686	29.671	7.902
2007	226.604	24.021	6.749
2008	238.636	38.752	6.685
2009	164.559	26.453	4.029
2010	274.169	32.006	6.764
2011	332.716	42.701	8.921
2012	337.301	56.189	8.788
2013	376.538	68.045	7.081

Fuente: elaboración propia a partir de datos de ANAC, ANIM y del Servicio Nacional de Aduanas.

4.1.3 Evolución de las unidades de vehículos en circulación

Actualmente en Chile (datos de 2013) el INE estima que existen un total de 4.263.084 vehículos en circulación; esto incluye: automóviles, todoterrenos, furgones, minibuses, camionetas, motocicletas, así como otros vehículos destinados al transporte colectivo de personas o mercancías incluso otros vehículos exentos de motor.

A partir del año 2004, la cantidad de vehículos motorizados en circulación en las carreteras chilenas ha incrementado exponencialmente. Este incremento está fuertemente influenciado con la evolución del PIB nacional, el cual durante estos últimos 10 años se ha experimentado una variación nominal del 184%. En la Figura 7 se muestra

la evolución de ambos indicadores. Cabe destacar que los vehículos motorizados que se tienen en cuenta en este estudio no incluyen vehículos destinados para el transporte de 10 personas o más (minibús y taxi-bus) ni vehículos fabricados para el transporte de mercancías dedicados a la agricultura o con una masa máxima autorizada superior a 6.350 kg por lo que los datos que se muestran en la figura diferirán de los datos de trabajo reales que se presentan más adelante.

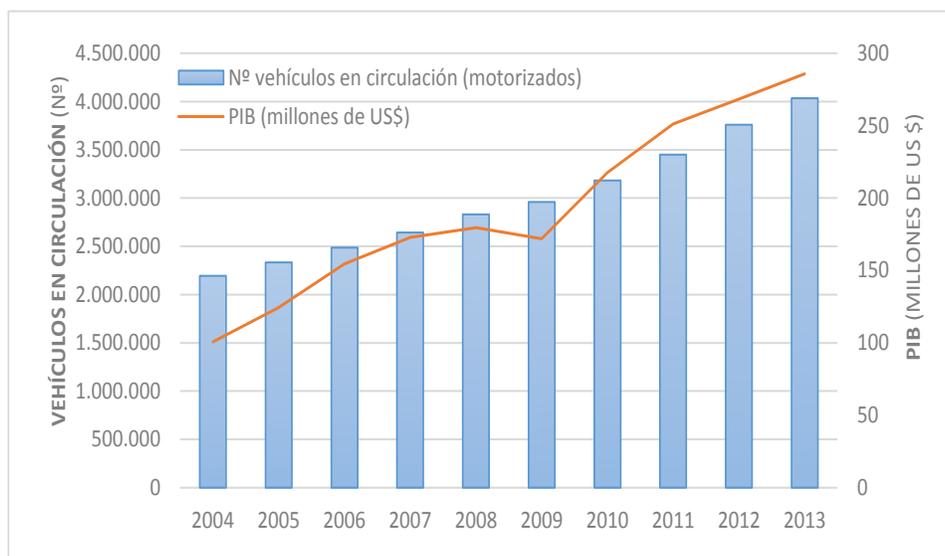


Figura 7.- Evolución de la flota de vehículos en circulación desde el año 2004 y del PIB nacional.

Fuente: elaboración propia a partir de los datos del INE.

Del total de los 4.263.084 vehículos motorizados que actualmente circulan por las carreteras chilenas, es aproximadamente el 73% el que se encuentra en el alcance de este estudio, es decir, **3.092.932 unidades**.

En la Tabla 6 se muestra la evolución de esta cifra según la categoría de vehículo desde el año 2004 y hasta el 2013.

Tabla 6.- Evolución desde el año 2004 de las unidades de vehículos en circulación según su categoría.

Año	VEHÍCULOS EN CIRCULACIÓN (ud.)		
	Autos	Motocicletas	Camiones livianos
2004	1.488.974	22.870	110.262
2005	1.490.920	27.741	114.003
2006	1.702.184	40.690	116.769
2007	1.803.467	63.257	122.998
2008	1.825.985	87.545	128.811
2009	1.905.686	96.213	131.224
2010	2.172.336	102.314	136.738
2011	2.263.060	112.806	146.055
2012	2.581.139	133.640	154.945
2013	2.787.556	148.455	156.921

Fuente: elaboración propia a partir de datos del INE.

Del análisis de los datos del número de vehículos en circulación se obtiene que durante los últimos **10 años** han **ingresado** en el país, como mínimo, un total de **1.470.825 vehículos nuevos o semi-nuevos**. Se subraya la expresión “como mínimo” debido a se trata de una cifra sujeta a diversos parámetros, ya que muchas de las unidades vendidas han entrado en el parque automovilístico chileno a modo de sustitución de vehículos retirados de circulación y, por tanto, no suponen un incremento de la flota de vehículos. De hecho, las cifras de comercialización (de los vehículos incluidos en el estudio) mostradas en la Tabla 5 demuestran que el total de unidades vendidas (451.664 unidades) está por encima del incremento de vehículos en las carreteras (223.208 unidades). La diferencia entre ambos indicadores asciende a 228.456 vehículos, valor que da una idea de las unidades de VFU que se han generado en Chile a lo largo del año 2013.

De todos los vehículos considerados en el estudio para el año 2013, el 44% circula en la Región Metropolitana. Es por ello que será en esta región dónde se debería disponer de una mayor infraestructura para el acopio y reciclaje de los VFU. En este sentido, se muestra en la Figura 8 la distribución del parque automovilístico chileno del año 2013 por cada región.

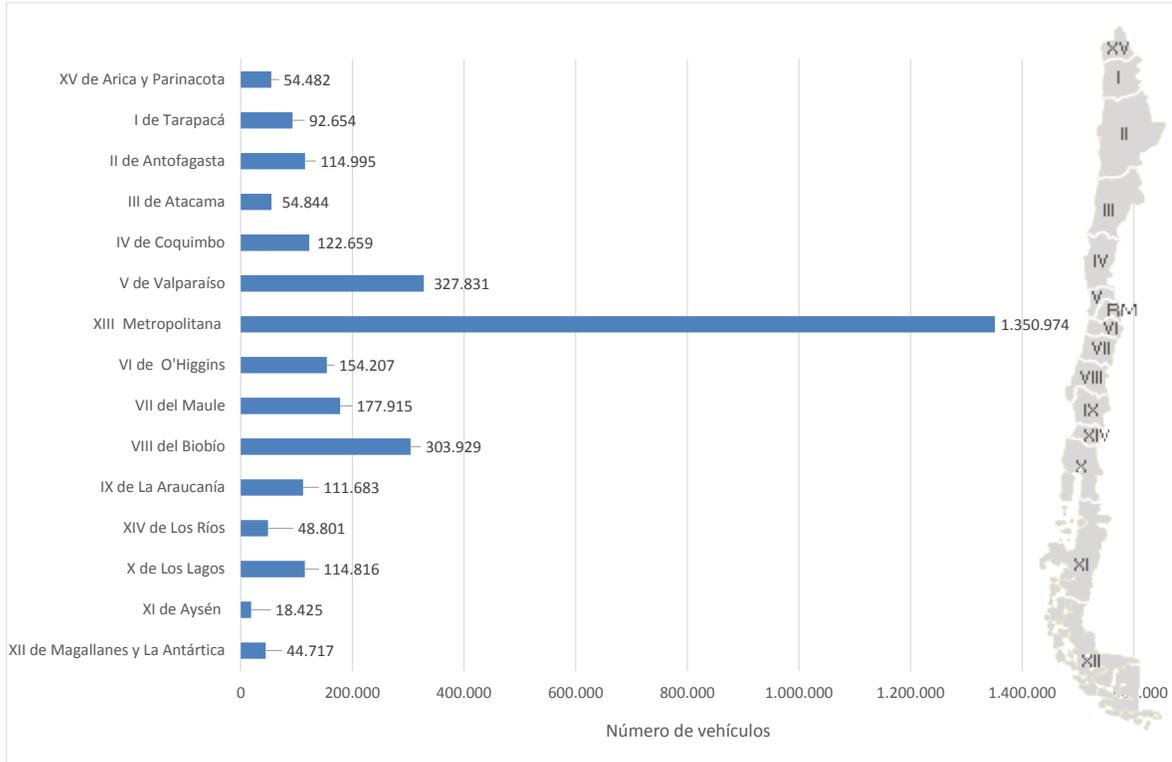


Figura 8.- Distribución del parque automovilístico actual de Chile (datos del año 2013).

Fuente: elaboración propia a partir de los datos del INE.

El mapa de distribución del parque automovilístico chileno que se muestra en la figura anterior refleja que la mayor parte de los vehículos se concentran en la RM y sus alrededores. Entre el área geográfica comprendida entre las regiones IV y VIII se encuentra casi el 80% de los vehículos en circulación. Es por ello, que, anualmente, estas regiones deberán estar preparadas para hacer frente a la gestión de un mayor número de vehículos tras el fin de su vida útil de los mismos.

En el contexto de este estudio, es necesario identificar además del parque automovilístico actual del país la edad promedio de éste. Para obtener esta información se ha contactado con diversos agentes del sector (aduanas, Ministerios, distribuidores, comercializadores y automotoras) y se han consultado otras las fuentes de información disponibles.

Según un estudio de BBVA "Chile, Situación Automotriz 2012", la antigüedad promedio del parque automotor en 2010 era de 8,5 años y el 50% de éste correspondía a unidades adquiridas a partir de 2001.

Por otro lado, el Servicio de Impuestos Internos de Chile cifra la vida útil promedio de los vehículos según su uso dando como valores los que se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7.- Vida útil promedio de los vehículos según su tipología y uso.

	Vehículo tipo	AÑOS DE VIDA ÚTIL	
		Normal	Acelerada ⁴
ADMINISTRACIÓN	Camiones y vehículos grúa.	7	2
	Camionetas, furgones, automóviles.	10	3
PRODUCCIÓN	Camiones y vehículos grúa.	7	2
	Camionetas, furgones, automóviles.	7	2
	Tractores, motoniveladoras, retroexcavadoras.	10	3

Fuente: Servicio de Impuestos Internos de Chile
http://www.sii.cl/pagina/valores/bienes/bienes_f.htm.

4.1.4 Evaluación de las unidades de Vehículos Fuera de Uso (VFU)

Como ya se ha mencionado anteriormente, al ser la producción de vehículos nula en Chile, el volumen de generación de VFU únicamente depende de:

- El número de vehículos nuevos comercializados.
- El volumen del parque automovilístico censado.
- Las exportaciones.

⁴ De acuerdo con lo establecido en la Ley sobre Impuestos, el concepto de vida útil acelerada o depreciación acelerada consiste en reducir a un tercio los años de la vida útil de los bienes que conforman el activo inmovilizado.

Cabe recordar que, de acuerdo con la Ley 18.483, se prohíbe la entrada en el país de vehículos usados salvo ciertas excepciones. Sin embargo, se considera para este estudio que estas cifras son despreciables ya que la entrada de vehículos de segunda mano se lleva a cabo únicamente por la Zofri de Iquique. Además, los vehículos de segunda mano importados a través de Iquique no tienen permiso de circulación por regiones diferentes a Tarapacá a no ser que se obtenga un permiso temporal denominado “pasavantes”. A continuación, en la Tabla 8 se detallan las principales empresas dedicadas a la importación de vehículos usados y su país de procedencia.

Tabla 8.- Empresas comercializadoras de vehículos usados de importación en la Zofri de Iquique (Tarapacá).

Empresa	País de origen
Import. Y Export. Kevin Ltda.	EEUU
Imp. Aisha cars	Japón
Imp. Y Exp. G&S	Corea del Sur y Japón.

Fuente: www.chileagenda.cl

4.1.4.1 Estimación de las unidades anuales de VFU

El flujo de vehículos que, durante la última década, se ha retirado anualmente de la circulación en las carreteras chilenas se puede deducir partiendo de los datos mostrados anteriormente: unidades nuevas comercializadas, variación anual de vehículos en circulación y exportaciones.

Asumiendo que la entrada de vehículos de segunda mano en el país es prácticamente despreciable, el número de vehículos que se retiran de la circulación anualmente en Chile se puede estimar según las siguientes consideraciones:

- Anualmente la flota de vehículos en circulación sufrirá variaciones en el número de unidades (vehículos en circulación año_{n+1}- vehículos en circulación año_n).
- Estas variaciones se generaran debido a tres factores:
 - Adquisición de vehículos nuevos.
 - Exportaciones.
 - Unidades retiradas de circulación (VFUs).

Considerando todo lo anterior, y de acuerdo con la metodología de la *US Environmental Protection Agency* descrita en el documento *Management of End-of Life Vehicles (ELVs) in the US*, se deduce que las unidades de vehículos fuera de uso generadas equivalen a la diferencia entre las ventas de vehículos nuevos y, la suma de las exportaciones y la variación de la flota en circulación siguiendo el razonamiento que se muestra en la Figura 9.

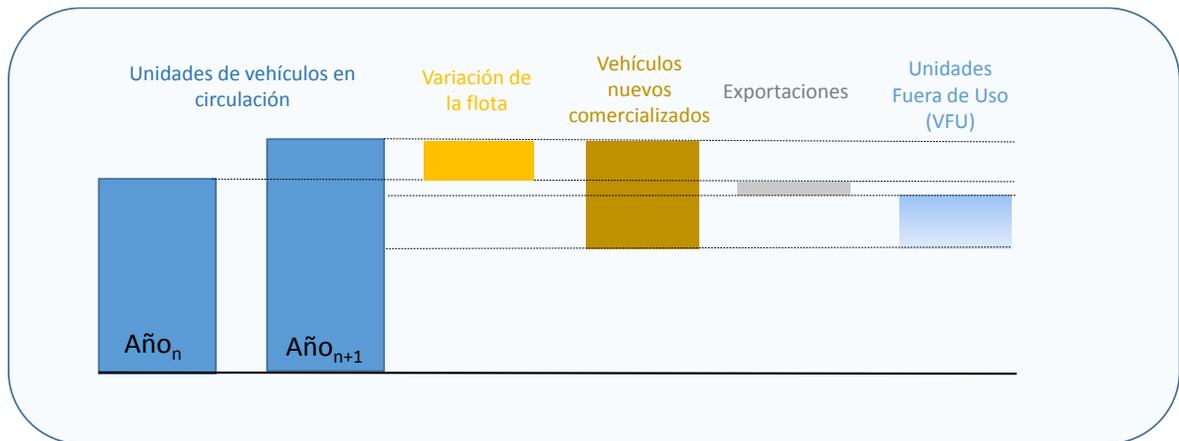


Figura 9.- Esquema de definición de la metodología de cálculo para la estimación de las unidades de VFUs generadas anualmente.

Por lo tanto, las unidades de VFUs se estimarán de acuerdo con lo indicado en la siguiente ecuación:

$$VFU = \text{Ventas} - (\text{Vehículos en circulación año}_{n+1} - \text{Vehículos en circulación año}_n) - \text{Exportaciones}$$

Es decir que **todas aquellas unidades de vehículos comercializadas que no generen un incremento en la flota automovilística significará que entran al mercado chileno en sustitución de vehículos retirados, bien sea por su baja final (VFU) o por su futura exportación para la reventa.**

En el global de vehículos motorizados incluidos en el estudio, sin desglosar los datos por Región, se deduce que durante los últimos 10 años el número de VFU generados en Chile ha aumentado de 190.417 unidades en el año 2005 hasta alcanzar la cifra de 227.304 unidades en 2013, esto es un 13,6% del total de vehículos en circulación (3.092.932 unidades) incluidos en el estudio. No obstante, esta evolución no ha sido

creciente año a año ya que este parámetro depende fuertemente de la variación anual en el censo de vehículos. El resumen de estas cifras anuales se presenta en la Tabla 9.

Tabla 9.- Datos ventas y exportaciones de vehículos junto con las unidades anuales de vehículos en circulación en Chile y la estimación de las unidades de VFU generadas por año en Chile para el global de categorías incluidas en el estudio.

Año	Ventas (ud.)	Vehículos en circulación (ud.)	Exportaciones (ud.)	VFU ¹ (ud.)
2004	163.750	1.622.106	3.256	n.d.
2005	203.321	1.632.664	2.346	190.417
2006	227.259	1.859.643	1.368	**
2007	257.374	1.989.722	1.973	125.322
2008	284.072	2.042.341	4.850	226.603
2009	195.041	2.133.123	4.372	99.887
2010	312.939	2.411.388	2.613	32.061
2011	384.338	2.521.921	1.538	272.267
2012	402.279	2.869.724	951	53.525
2013	451.664	3.092.932	1.152	227.304

Fuente: elaboración propia a partir de datos de ANAC, AMIN, INE y Aduanas.

1: Estimación a partir de : VFU=ventas-(Unidades en circulación año_{n+1}- Unidades en circulación año_n)-Exportaciones.

n.d.: no definido.

** : Valores por debajo de cero.

Mención especial merece las unidades de VFU estimadas para el año 2006. Para dicho año, los valores obtenidos por las fuentes de información oficiales detallan que se vendieron un total de 227.259 vehículos y que, respecto al año 2005, el parque automovilístico se incrementó en 226.979 unidades. Si ese año no se hubieran dado exportaciones de vehículos tendríamos un balance prácticamente neto en el que sólo se habrían generado 280 VFU. Sin embargo, al haber computadas 1.368 unidades de vehículos exportados tras su uso en el país, el balance anual se traduce en un balance global negativo. En otras palabras, los datos muestran que el incremento de unidades en circulación es superior al número de unidades vendidas. En general, esta situación puede tener diversas justificaciones:

- Errores asociados al uso de datos de distintas fuentes de información (ANAC, ANIC, INE, Aduanas).

- Valores de ventas inferiores a los reales debido a la entrada, tanto formal como informal, en el país de vehículos nuevos o usados a través de las zonas francas y/o pasos fronterizos.

Haciendo un análisis más en detalle de los datos específicos de ventas, unidades en circulación y exportaciones según si se trata de automóviles, motocicletas y vehículos livianos para el transporte de mercancías, se obtienen las unidades de VFU totales y desglosados por Región y categoría de vehículo. Estos datos son cruciales para poder plantear en siguientes fases del proyecto los escenarios de implementación de REP según el volumen de residuos generados por localización geográfica.

A continuación, en las Tabla 10, Tabla 11 y Tabla 12 se detallan las unidades de VFU desglosadas por región y año, para las categorías de automóvil, motocicleta y camión liviano, respectivamente. Los valores indicados como ** se refieren a datos en los que no se puede realizar la estimación ya que los valores oficiales de las ventas son inferiores a los del incremento de unidades generando un balance negativo.

Tabla 10.- Estimaciones del número de automóviles fuera de uso (para el transporte de un máximo de 9 personas) generados por región durante los últimos años en Chile.

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
I	7.241	**	**	7.918	**	**	735	**	**
II	6.944	**	3.078	8.120	4.035	**	17.561	**	6.986
III	3.699	**	1.945	3.820	458	**	3.029	**	912
IV	8.287	**	2.546	6.913	920	**	8.634	**	1.742
V	23.178	9.640	18.831	23.736	7.523	1.916	18.411	**	8.681
VI	6.079	1.049	7.237	8.463	4.001	**	7.476	**	3.820
VII	7.273	**	4.007	7.684	4.902	**	5.759	**	2.945
VIII	13.446	**	10.567	18.233	7.292	**	6.976	**	3.706
IX	5.380	2.179	2.300	3.289	**	**	3.292	**	**
X	3.629	**	**	5.047	2.221	**	8.362	**	1.662
XI	493	**	1.073	831	**	**	536	**	3.741
XII	3.768	354	4.999	4.844	1.223	**	3.754	1.057	**
XIII (RM)	78.540	**	64.842	104.673	49.639	65.333	153.601	81.790	143.908
XIV	3.629	**	19.000	2.461	455	758	1.799	6.075	154
XV	7.451	**	12.487	5.511	44	**	452	**	**
Total	179.036	**	132.880	211.543	81.990	2.261	240.363	18.711	169.118

Fuente: elaboración propia a partir de datos de ventas (ANAC), vehículos automóviles en circulación (INE) y exportaciones (Servicio Nacional de Aduanas).

Tabla 11.- Estimaciones del número de motocicletas fuera de uso generadas por región durante los últimos años en Chile.

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
I	135	197	514	285	316	259	331	436	610
II	217	565	1.198	456	467	490	759	388	884
III	155	229	545	109	261	348	227	418	625
IV	287	396	1.169	241	742	797	938	858	1.568
V	861	1.265	3.051	537	1.421	2.002	2.643	2.670	3.798
VI	504	954	1.698	325	778	975	1.497	1.625	3.085
VII	742	1.126	2.285	294	930	971	1.921	2.054	3.713
VIII	857	1.398	3.182	453	1.256	543	2.432	3.040	5.141
IX	456	704	1.337	219	566	743	934	1.011	1.700
X	156	257	651	121	370	594	614	607	1.129
XI	22	54	56	17	30	45	26	**	667
XII	47	119	115	61	32	77	80	123	126
XIII (RM)	6.011	8.909	27.765	11.021	15.816	17.714	19.194	21.802	29.062
XIV	156	257	617	93	140	215	332	379	648
XV	134	190	480	130	110	113	234	243	356
Total	10.741	16.619	44.663	14.361	23.235	25.888	32.170	35.302	53.113

Fuente: elaboración propia a partir de datos de ventas (ANAC), vehículos automóviles en circulación (INE) y exportaciones (Servicio Nacional de Aduanas).

Tabla 12.- Estimaciones del número de camiones livianos fuera de uso por región durante los últimos años en Chile.

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
I	**	**	637	**	151	**	**	**	**
II	**	**	166	**	210	6	**	**	76
III	**	**	74	**	105	120	**	**	118
IV	217	**	155	**	219	**	**	**	38
V	548	437	462	**	168	248	**	570	176
VI	151	202	462	484	558	**	**	**	1.427
VII	1.344	**	99	**	505	**	**	**	**
VIII	499	213	281	897	215	**	**	**	516
IX	**	632	474	180	**	**	**	**	**
X	**	4.520	2.611	**	**	22	**	**	39
XI	36	32	**	**	106		**	**	308
XII	1.050	**	**	270	166	**	40	**	21
XIII (RM)	276	2.651	3.491	1.294	**	2.701	2.715	2.976	3.161
XIV	2.270	**	**	1,4	106	46	**	110	**
XV	183	260	**	55	250	64	**	**	**
Total	639	4.368	6.229	691	2.413	1.129	**	**	5.079

Fuente: elaboración propia a partir de datos de ventas (ANAC), vehículos automóviles en circulación (INE) y exportaciones (Servicio Nacional de Aduanas).

Los datos de las tablas anteriores reflejan fuertes diferencias en torno a las unidades de VFU que se han generado durante los últimos años por Región. Las zonas en las que se concentra una mayor densidad de población, se caracterizan por tener un parque de vehículos más amplio y, por lo tanto, son susceptibles a una mayor generación de VFU y en una mayor necesidad de infraestructuras para la gestión de los mismos. Por lo contrario, las zonas extremas del país (considerando como tal las Regiones XV, I, II, III, IV, IX, XIX, X, XI y XII), caracterizadas por una menor densidad de población y con parque automovilísticos de menores dimensiones (ver Figura 8), generan anualmente un flujo menor de unidades de VFU. En global, estas regiones generaron durante el año 2013 aproximadamente el 11% del total de vehículos que se dieron de baja durante todo el año en Chile.

De nuevo, en las tablas anteriores aparecen valores inferiores a cero (**). En este caso, además de los aspectos ya mencionados anteriormente, éstos pueden estar influenciados por dos nuevas variables:

- Existen unidades que su comercialización se computa en una región pero que su registro se realiza en otra.
- Cambios de residencia entre regiones de usuarios con vehículos de propiedad.

Mención especial debe añadirse en el caso de las regiones I y XV. En ambos casos y, a través de la Zofri de Iquique (Tarapacá) se permite la importación de vehículos usados al país que sólo pueden ser utilizados en estas regiones. En consecuencia, la cifra estimada anualmente de unidades de VFU en ambas regiones produce valores negativos (entre 2.000 y 5.000). El desconocimiento de las unidades de vehículos usados importados por año genera que en dichas regiones el cómputo anual de VFU esté infradimensionado.

4.1.4.2 Composición de los vehículos

Para el caso que nos ocupa en este estudio es conveniente convertir la generación de vehículos a una unidad de masa. A pesar de la gran variedad de vehículos que abarcan las categorías con las que se trabaja, a partir de los datos de vehículos importados que han sido facilitados por el SNA para el año 2012, se ha estimado un peso promedio por unidad y por categoría de vehículo. Los pesos promedio estimados para cada categoría se resumen en la Tabla 13.

Tabla 13.- Peso promedio (en toneladas) de las categorías de vehículos considerados en el estudio.

Categoría	Peso Bruto Promedio (t/unidad)
Automóvil	1,680
Motocicleta	0,150
Camiones livianos	3,890

Fuente: elaboración propia a partir de datos del Servicio Nacional de Aduanas referentes a las importaciones de vehículos del año 2012 y de la Norma UNE 26-411-91.

Aplicando estos valores promedio de peso según la categoría de vehículo sobre el cómputo anual de VFU generados a nivel nacional se obtiene la cantidad anual de residuos generada por los VFU en Chile. Estos valores se presentan en la Tabla 14.

Tabla 14.- Generación anual de VFU (en peso) en Chile desde el año 2005.

	VFU (toneladas)		
	Automóviles	Motocicletas	Camiones livianos
2005	300.780	1.611	2.489
2006	n.d.	2.493	16.995
2007	223.238	6.699	24.231
2008	355.392	2.154	2.688
2009	137.743	3.485	9.387
2010	3.798	3.883	4.392
2011	3.816.847	4.826	n.d.
2012	31.434	5.295	n.d.
2013	284.118	7.967	19.759

Fuente: elaboración propia en base a los datos de las Tablas 10, 11, 12 y 13.

Para conocer la tipología de residuos que, con la entrada de la Ley REP, se deberá hacer frente a su valorización se debe definir un promedio de composición material de los vehículos. Para ello se parten de valores bibliográficos que sugieren una composición promedio en función del año de su fabricación. De acuerdo con los datos reportados por

IHOBE (2003)⁵ y SIGRAUTO (2007)⁶, los principales materiales que componen los vehículos se pueden clasificar en: materiales férricos, materiales no férricos, plásticos, neumáticos, vidrio, fluidos, textiles, espumas y otros; de los cuales únicamente los que entran en la categoría “otros” son difíciles de recuperar o reutilizar por su dificultad en la separación de otros componentes. En la Tabla 15 se muestran los porcentajes que en ambos estudios se citan para la composición de los vehículos.

Tabla 15.- Evolución de la composición media de los vehículos desde el año 1965 al 2000.

Año	Materiales (% en peso)							
	Materiales férricos	Materiales no férricos	Plásticos	Neumáticos	Vidrio	Fluidos	Textiles y espumas	Otros
1965	80	2	2	16				
1970	80	2	5	13				
1990	70	4,9	8,5	4	3,2	1,8	1,5	6,1
1994	65-67,5	5,5-8	9,1-10	5,5-6	9,4-14			
2000	65,4	9	11,8	3,8	2,8	1,5	1,2	4,5

Fuente: Muñoz, C., Vidal, R., Garrain, D., Franco, V., 2007. Estudio de los centros autorizados de tratamiento de vehículos de la provincia de Castellón (España).

Como se aprecia en la Tabla anterior la composición de los vehículos ha evolucionado con el transcurso del tiempo. Si bien en 1965 prácticamente la totalidad de los vehículos estaba formada por materiales férricos, en el año 2000, y a pesar de seguir siendo el componente mayoritario de éstos, su porcentaje se ha visto reducido por el incremento de componentes metálicos no férricos y de plásticos. En este sentido, y tomando en consideración que la edad promedio del parque automovilístico de Chile se estima en 8,5 años (BBVA research, 2013), los valores que deberemos usar como referencia son los del año 2000.

Los materiales plásticos que componen un vehículo se pueden clasificar por tipología según su uso⁷:

⁵ IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental, “Monografía sobre vehículos al final de su vida útil”, 2003.

⁶ SIGRAUTO, “Memoria Anual 2007”, 2008.

⁷ Fuente: Ministerio de Ciencia y Tecnologías de España, 2001. Informe de resultados de valorización energética de residuos generados durante y tras el fin de vida útil de vehículos.

- Asientos: PUR, PP, PVC, ABS, PA.
- Salpicaderos: PP, ABS, PA, PC, PE.
- Depósitos combustible: PE, POM, PA, PP.
- Paneles de carrocería: PP, PPE, UP.
- Interiores: PP, ABS, PET, POM, PVC.

Entrando un poco más en detalle en la composición de los vehículos dentro de los materiales genéricos detallados anteriormente se generan los porcentajes de materiales específicos que se detallan en la Tabla 16.

Tabla 16.- Composición media de los vehículos (% en peso).

Material	Contenido promedio (%)
<i>Materiales férricos</i>	65,4
Chapas	36,4
Acero mecanizado	12,1
Fundición	16,8
<i>Materiales no férricos</i>	9
Aluminio	8,3
Cobre, zinc y otros	0,7
<i>Otros materiales</i>	25,6
Plásticos	11,8
Caucho	3,8
Vidrio	2,8
Textiles	1,5
Fluidos	1,2
Resto	4,5

Fuente: elaboración propia a partir del estudio de Muñoz y col, 2007. Estudio de los centros autorizados de tratamiento de vehículos de la provincia de Castellón (España).

Aplicando estos porcentajes sobre las toneladas anuales de vehículos generadas desde el año 2005 (ver Tabla 14) se estiman las cantidades generadas anualmente de cada material. En la Tabla 17, la Tabla 18 y la Tabla 19 se presentan dichas cantidades

desglosadas por año y material para el caso de los automóviles, motocicletas y camiones livianos, respectivamente. Nuevamente se incide en los valores referentes a los años 2011 y 2012 para el caso de camiones livianos.

Tabla 17.- Composición de los residuos anuales generados por los VFU clasificados como automóviles.

	Materiales férricos (t/año)			Materiales no férricos (t/año)		Otros materiales (t/año)					
	Chapas	Acero mecanizado	Fundición	Aluminio	Cobre, zinc y otros	Plásticos	Caucho	Vidrio	Textiles	Fluidos	Resto
2005	109.596	36.532	50.583	24.860	2.210	35.492	11.430	8.422	4.512	3.609	13.535
2006	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2007	81.342	27.114	37.542	18.451	1.640	26.342	8.483	6.251	3.349	2.679	10.046
2008	129.495	43.165	59.767	29.374	2.611	41.936	13.505	9.951	5.331	4.265	15.993
2009	50.190	16.730	23.164	11.385	1.012	16.254	5.234	3.857	2.066	1.653	6.198
2010	1.384	461	639	314	28	448	144	106	57	46	171
2011	1.390.750	463.583	641.885	315.474	28.042	450.388	145.040	106.872	57.253	45.802	171.758
2012	11.454	3.818	5.286	2.598	231	3.709	1.195	880	472	377	1.415
2013	103.525	34.508	47.781	23.483	2.087	33.526	10.796	7.955	4.262	3.409	12.785

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la Tabla 14 y Tabla 16.

Tabla 18.- Composición de los residuos anuales generados por los VFU clasificados como motocicletas.

	Materiales férricos (t/año)			Materiales no férricos (t/año)		Otros materiales (t/año)					
	Chapas	Acero mecanizado	Fundición	Aluminio	Cobre, zinc y otros	Plásticos	Caucho	Vidrio	Textiles	Fluidos	Resto
2005	587	196	271	133	12	190	61	45	24	19	73
2006	908	303	419	206	18	294	95	70	37	30	112
2007	2.441	814	1.127	554	49	791	255	188	100	80	301

	Materiales férricos (t/año)			Materiales no férricos (t/año)		Otros materiales (t/año)					
	Chapas	Acero mecanizado	Fundición	Aluminio	Cobre, zinc y otros	Plásticos	Caucho	Vidrio	Textiles	Fluidos	Resto
2008	785	262	362	178	16	254	82	60	32	26	97
2009	1.270	423	586	288	26	411	132	98	52	42	157
2010	1.415	472	653	321	29	458	148	109	58	47	175
2011	1.758	586	812	399	35	569	183	135	72	58	217
2012	1.929	643	891	438	39	625	201	148	79	64	238
2013	2.903	968	1.340	658	59	940	303	223	120	96	359

Tabla 19.- Composición de los residuos anuales generados por los VFU clasificados como camiones livianos.

	Materiales férricos (t/año)			Materiales no férricos (t/año)		Otros materiales (t/año)					
	Chapas	Acero mecanizado	Fundición	Aluminio	Cobre, zinc y otros	Plásticos	Caucho	Vidrio	Textiles	Fluidos	Resto
2005	907	302	419	206	18	294	95	70	37	30	112
2006	6.192	2.064	2.858	1.405	125	2.005	646	476	255	204	765
2007	8.829	2.943	4.075	2.003	178	2.859	921	678	363	291	1.090
2008	979	326	452	222	20	317	102	75	40	32	121
2009	3.420	1.140	1.579	776	69	1.108	357	263	141	113	422
2010	1.600	533	739	363	32	518	167	123	66	53	198
2011	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2012	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
2013	7.200	2.400	3.323	1.633	145	2.332	751	553	296	237	889

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la Tabla 14 y Tabla 16.

En general, los componentes que conforman cualquier tipo de vehículo se clasifican en dos (2) categorías principales: **peligrosos** y **no peligrosos**. Dentro de éstas los componentes se dividen según si se trata de componentes líquidos o sólidos.

En la Tabla 20 se incluyen los componentes que conforman los vehículos en función de su peligrosidad y su estado de materia.

Tabla 20.- Componentes principales de los vehículos.

RESIDUOS PELIGROSOS	
FLUIDOS	Combustible
	Aceites hidráulicos
	Aceites de motor, diferencial y caja de cambios
	Líquido refrigerante del motor
	Líquido de frenos
	Refrigerante del aire acondicionado (R-12 – R-134)
SÓLIDOS	Batería
	Catalizador
	Filtros de aceite sin prensar
	Filtros de combustible
	Componentes de mercurio
	Airbags
	Componentes electrónicos
Trapos y absorbentes impregnados de sustancias peligrosas	
RESIDUOS NO PELIGROSOS	
SÓLIDOS	Neumáticos
	Chatarra férrea
	Chatarra no férrea
	Vidrio
	Plástico
	Zapatillas de freno sin amianto
	Filtro prensado
	Catalizador
	Tejidos y espumas
MATERIALES COMUNMENTE REUTILIZABLES	
Aletas	Elevalunas eléctricos
Alternadores	Electroventiladores
Amortiguadores	Ópticas
Baterías	Tubos de escape
Bobinas	Cinturones

Bombas inyectoras	Manos de luces/intermitentes
Bombas de presión hidráulica	Llantas
Brazos de suspensión	Espejos
Cambios	Motores
Capós	Motores de limpieza
Carburadores	Pilotos intermitentes
Compresores de aire acondicionado	Neumáticos
Delcos	Parachoques
Demarres	Rejas

Fuente: Guía de Buenas Prácticas para el reciclaje de vehículos fuera de uso en CAT. ARC, 2009.

Cabe destacar que entre todos los componentes de los vehículos enumerados en la tabla anterior, existen algunos que, a pesar de ser componentes de vehículos, la Ley REP que les concierne es la específica de su categoría de producto. Este es el caso de los **neumáticos**, las **baterías**, los **aceites lubricantes** y los **aparatos eléctricos o electrónicos**. En estos casos sí que será el propio gestor de vehículos fuera de uso el que se encargue de su separación pero serán los distribuidores de éstos los que deberán adelantar el costo de su gestión.

4.1.5 Costos actuales de gestión

En la actualidad, la gestión de los VFU no se encuentra centralizada en un único punto que separe los diferentes compuestos y los distribuya a los gestores para su posterior reciclaje. Para determinar los costos de gestión actual, se ha consultado a los diferentes actores involucrados. Durante el estudio se han solicitado dichos datos a las Municipalidades mediante la ley de transparencia⁸ y a través de entrevistas con los encargados de las Municipalidades. A pesar de ello, no ha habido una respuesta detallada al respecto.

En cuanto a las municipalidades estos costos corresponderían al mantenimiento de los aparcaderos por el tiempo en que los vehículos abandonados que permanecen ahí. De

⁸ Se han consultado las Municipalidades de Las Condes, Vitacura y Santiago Centro (Vitacura no dispone de aparcadero municipal).

acuerdo a las tarifas publicadas por custodia municipal, el costo de custodia es el siguiente⁹:

- Vehículo Liviano: 0,187 UF/día.
- Motos: 0,093 UF/día.
- Pesados de dos ejes: 0,299 UF/día.

4.2 Diagnóstico de la dimensión ambiental

4.2.1 Modelo de gestión actual

Actualmente, en Chile no existen políticas ni iniciativas que fomenten el reciclado de los componentes de vehículos tras el fin de vida útil de los mismos. En su defecto, gran parte de los vehículos o de sus componentes son depositados en los “corrales” municipales donde probablemente serán, en un futuro, convertidos en chatarra. En algunos casos, gestores no autorizados o informales se encargan de su despiece para comercializarlos en el mercado de materias primas secundarias o bien para proceder a su exportación a otros países. Cabe mencionar que ya en la actualidad se están iniciando medidas con el fin de construir centros de acopio de vehículos de mayor capacidad y control. Este es el caso del nuevo **Centro Metropolitano de Vehículos Retirados de Circulación** que pretende eliminar los pequeños corrales de 20 comunas de la Región Metropolitana. Este centro inició su operación el día 7 de julio de 2014 y su concesión ha sido otorgada al Consorcio Metropolitano de Vehículos Retirados de Circulación S.A.

En cualquier caso, su gestión para el reciclaje o valorización no revierte en los distribuidores que los introdujeron en su día en el mercado, tal y como se pretende a través del sistema de gestión basado en la Responsabilidad Extendida del Productor, sino que son las Municipalidades quienes tienen que hacer frente a su gestión. En este sentido, la entrada en vigor de la Ley REP en Chile comportará grandes cambios en el mercado nacional.

⁹ Valores de UF en el día de retiro.

En la Figura 10 se presenta el modelo actual de comercialización de vehículos y de su gestión tras el de vida útil de los mismos en Chile.

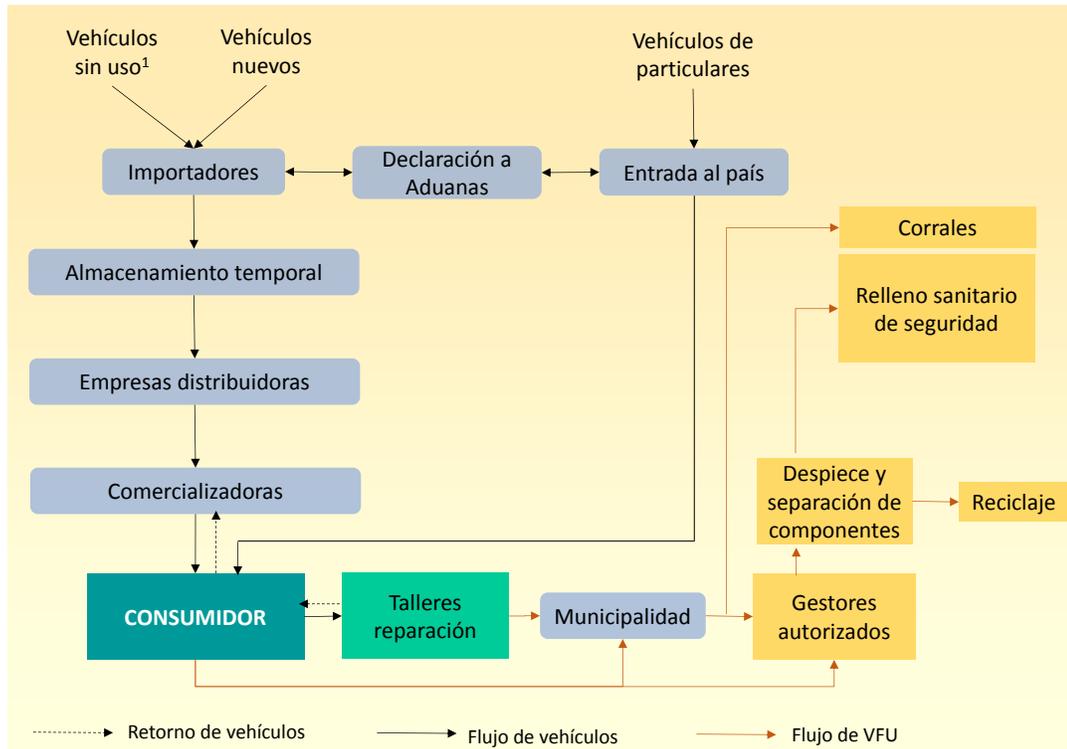


Figura 10.- Flujo de comercialización actual en Chile de los vehículos y de su gestión al finalizar su vida útil.

¹: De acuerdo con la Ley 18.483 sobre el Régimen Legal de la Industria Automotriz sólo se permite la importación de vehículos nuevos o vehículos sin uso entendiéndose como tal aquellos que no tengan una antigüedad superior a 1 año.

Fuente: elaboración propia.

Destino y valorización de materiales recuperados

Algunos de los componentes de los vehículos fuera de uso son actualmente tratados en Chile. Por ejemplo, los fluidos extraídos (líquido refrigerante, aceites, anticongelante, etc.) y otros residuos peligrosos son procesados por gestores autorizados. En cambio, vidrios y restos de interiores son depositados en los rellenos sanitarios correspondientes. Por último, la estructura metálica resultante es compactada y gestionada comúnmente por la compañía GERDAU.

Seguidamente se listan los gestores autorizados para los **residuos peligrosos** según componente¹⁰:

- Baterías usadas:
 - Baterías Cosmos Ltda. únicamente tiene autorización para el drenaje del electrolito.
 - RAM/Impamet tiene, en cambio, autorización para su reciclaje.
 - Tecnorec (creado en 2014).
- Aceites lubricantes y solventes:
 - Bravo Energy Chile S.A.: producción de MDO, diésel marino para calderas y hornos que usa como sustituto del fuel (petróleo 6).
 - Sociedad Recycling Instruments Ltda.
 - Crowan.
- Chatarra electrónica:
 - Manejo de residuos sólidos industriales S.A. (Marsin S.A.).
- Planta de reciclado y tratamiento de solventes y líquidos reveladores y paños de limpieza reutilizables:
 - Reciclaje Ecotrans Ltda.

En el caso de los **residuos no peligrosos** que puede contener un VFU, los gestores autorizados son los que se detallan en el Anexo 1. No todos los componentes pueden ser procesados por el mismo gestor, por ello en la misma tabla se detalla el rubro o actividad de cada uno de ellos.

¹⁰ Fuente: SEREMI de Salud, Chile. Última actualización 12/08/2014.

4.2.2 Impacto ambiental

Los vehículos generan un fuerte impacto ambiental en todas y cada una de las fases de su ciclo de vida. Son muchos los avances tecnológicos que, durante la última década, el mercado de la automoción ha incorporado con el fin de reducir su impacto ambiental asociado. El desarrollo y optimización de los vehículos eléctricos o los manejados con biodiesel son unas de las novedades más conocidas para minimizar el impacto durante la etapa de uso pero también se ha avanzado en la eliminación de componentes fuertemente contaminantes como es el uso de metales pesados (Pb, Cr, Cd y Hg) en los componentes principales del vehículos excepto en las baterías para las que existe un protocolo bien definido de gestión tras el fin de su vida útil. No obstante, muchos de los avances se centran en la etapa de uso dejando algo al margen el impacto ambiental que tendrán estos nuevos materiales tras el de la vida útil de los mismos.

Según un estudio desarrollado por investigadores de la Universidad Católica de Ávila (UCA), en España, durante el ciclo de vida de un vehículo (en este caso concreto para un SEAT Ibiza modelo Stella 1.9D SDi 135 g CO₂ cada 150.000 km), la etapa que genera menor impacto ambiental es la de su retiro de la circulación. Los valores, expresados en kg de CO₂, quedan un orden de magnitud por debajo de la siguiente etapa en orden ascendente de impacto, la etapa de mantenimiento, y tres órdenes de magnitud por debajo de la etapa de mayor impacto ambiental, la etapa de su uso. No hay que olvidar que estos datos son valores proporcionados en un mercado en el que la Ley REP es una realidad, por lo que en el contexto actual de Chile no son totalmente trasladables. En cualquier caso, y para contextualizar la situación ambiental del mercado automotriz, se presentan en la Figura 11 los valores detallados de impacto (en kg de CO₂ equivalente) para el caso concreto del vehículo considerado en el estudio de la UCA.

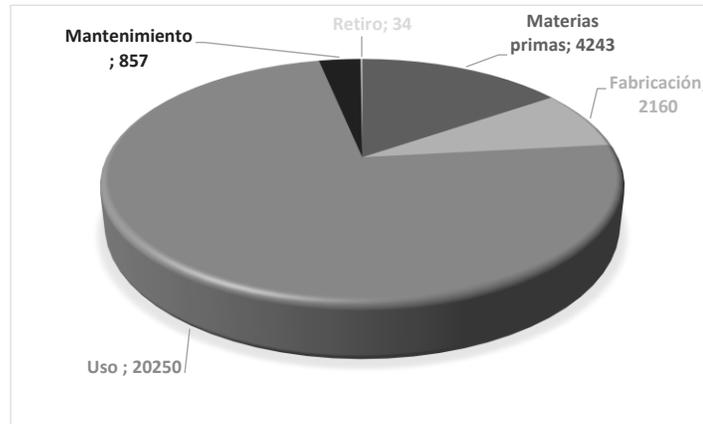


Figura 11.- Impacto ambiental generado en cada una de las etapas del ciclo de vida de los vehículos (valores expresados en kg de CO₂).

Fuente: Mas, P., Muñoz, D., 2002. *Reciclado de vehículos: cálculo del impacto medioambiental*. Universidad Católica de Ávila. Elaboración con datos de Enertrans Monografías 11.
http://www.tecnica-vialibre.es/publicaciones/pdf/EnerTrans_Construcci%C3%B3n_Vehiculos.pdf

En general, y siguiendo en el mercado español, el cual se rige por unas Directivas Europeas cada vez más estrictas en cuanto a los límites permitidos de depósito de residuos en rellenos sanitarios y en el que la Ley REP está implementada, el balance global del ciclo de vida de los vehículos en cuanto a consumo energético y emisiones de CO₂ queda representado por los valores promedio que se detallan en la siguiente Figura.

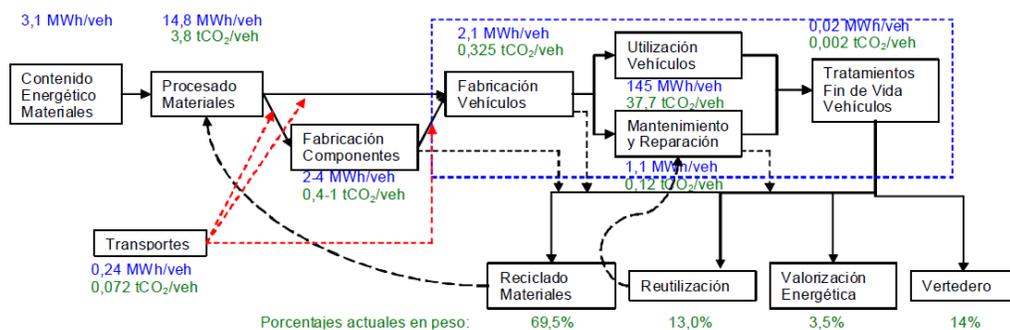


Figura 12.- Balance global de consumo energético y emisiones de CO₂ en el mercado automovilístico de España.

(Fuente: Fedit, 2012. *Evaluación básica de análisis de ciclo de vida de la fabricación, uso y fin de vida de los automóviles y camiones en España*).

Los consumos energéticos y emisiones de CO₂ relacionadas con la etapa del fin de vida útil de los vehículos, que se detalla en a Figura anterior, se presentan en la Tabla 21.

Tabla 21.- Consumo de energía y emisiones de CO₂ implicadas en la etapa de fin de uso de los vehículos.

CONSUMOS ENERGÉTICOS Y DE CO ₂	UNIDADES DE MEDIDA	EATAPA DE FIN DE VIDA
Consumo combustible líquidos	MWh/vehículo	0,000057
Consumo gas natural		0,00
Consumo energía eléctrica		0,00792
CO ₂ la atmósfera	t CO ₂ /vehículo	0,01

Fuente: Fedit, 2012. Evaluación básica de análisis de ciclo de vida de la fabricación, uso y fin de vida de los automóviles y camiones en España.

4.3 Diagnóstico de la dimensión social

4.3.1 Formalidad del mercado

En la gestión de los residuos de los VFU participan diferentes actores con varios niveles de formalidad. En la actualidad, debido a la falta de un registro de gestores de los residuos procedentes de los VFU es difícil valorar con datos reales el grado de formalidad del mercado de gestión de residuos. A partir de las entrevistas realizadas a las municipalidades y otros actores relevantes del sector se ha constatado que existe un elevado grado de informalidad en el sector de la gestión de residuos, no solamente en relación a los VFU, sino en aquellos residuos o compuestos de éstos, que pueden tener un valor económico. Sin embargo, es difícil determinar el porcentaje de participación del mercado informal en la gestión de los VFU. De acuerdo al estudio realizado para la mesa de trabajo para la elaboración de una política pública que aborde la inclusión de los recicladores en la gestión de residuos, el reciclador de base es un agente de relevancia en la recolección de residuos municipales para el reciclaje, teniendo como mínimo un 60% de participación en el mercado de este tipo de residuos.

En cuanto a los procedimientos para la trazabilidad de los residuos, no se ha definido un protocolo o procedimiento para dar de baja un vehículo y tener que entregar el mismo a una autoridad/centro con objeto de garantizar su gestión adecuada. Por este motivo, se

dificulta la trazabilidad de la gestión y destino final de los VFU, y de los actores que participan.

Uno de los destinos finales que las autoridades locales gestionan en relación a los VFU son los aparcaderos municipales, conocidos también como corrales. Las municipalidades deben tener aparcaderos de acuerdo a la Ley de Tránsito N° 18.290, en donde se retiran los vehículos fuera de circulación o bien incautados por Carabineros, la Fiscalía, Investigaciones e inspectores municipales que retiran autos de la vía pública. Una vez los autos están liberados judicialmente, éstos se pueden recuperar previo pago. Sin embargo, no todas las municipalidades cuentan con corrales y no todos cuentan con las adecuadas condiciones seguridad y sufren robos. En los casos que los vehículos no son reclamados, se acumulan en los corrales, por lo que en la actualidad estos se encuentran sobresaturados. De forma periódica, se organizan remates en que se venden los vehículos, y se desconoce el destino final de los vehículos o de sus partes.

En el mes de julio (2014) se puso en funcionamiento la Custodia Metropolitana, **Centro Metropolitano de Vehículos Retirados de Circulación**, con la finalidad de dar solución a la falta de espacios adecuados para la custodia de vehículos y liberar los espacios ocupados por los actuales corrales municipales. En la actualidad, Custodia Metropolitana espera recibir del orden de 100 vehículos al día en sus instalaciones.

5. Experiencias a nivel internacional

El uso de vehículos por habitante no se extiende de manera uniforme a lo largo del planeta. Los países desarrollados son quienes poseen el mayor ratio de vehículos por habitante, siendo EEUU, Australia y Canadá los países que, en este orden, obtuvieron el mayor ratio de vehículos por habitante para el año 2012. En el extremo opuesto se sitúan los países del continente africano y asiático. Para el caso concreto de Chile, el ratio de vehículos por cada 1.000 habitantes se situó, en el 2012, en 214 unidades, ocupando así una posición intermedia en el ranking mundial.

El la Figura 13 se muestra el mapa de distribución geográfica del ratio de vehículos por cápita.

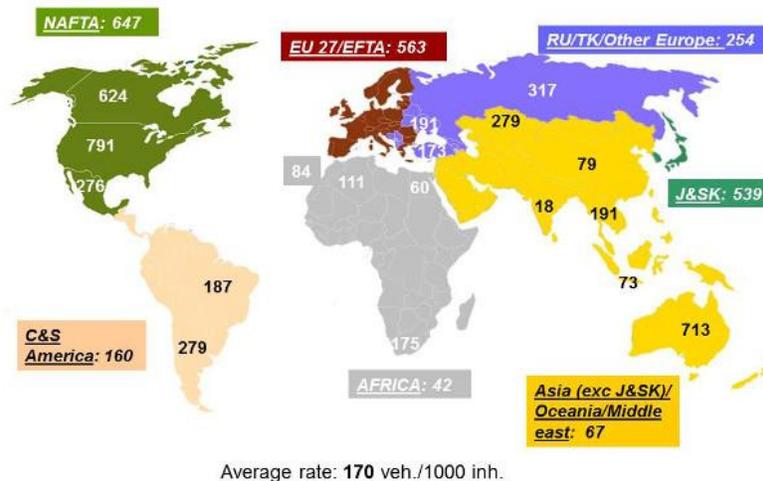


Figura 13.- Distribución internacional de la flota de vehículos en circulación en el año 2012.

Fuente: Organización Internacional de Constructores de Automóviles (OICA).

En general, los países con mayor ratio de vehículos por habitante (Australia, EEUU, Canadá y UE) tienen implementadas políticas para la gestión tras el fin de su vida útil a través de la REP u otras políticas similares.

Existen dos tendencias claramente diferenciadas para la gestión de los VFU. Por un lado, están los países en que su gestión se basa **directamente** en la legislación (p.e. Europa,

Japón, Corea y China) y, por otro, los países en que los sistemas de gestión se regulan de manera **indirecta** a través de mecanismos de mercado y de regulaciones ambientales (p.e. EEUU). En el caso de América Latina, y a pesar de que Colombia y Brasil han implementado ya las políticas de la REP no existen a nivel general grandes avances en dichas políticas. Específicamente para el caso de los vehículos, hasta el momento en ningún país de la región se ha desarrollado una legislación específica que regule el final de su ciclo de vida.

En la Tabla 22 se resumen las características principales de las estrategias de gestión de VFU implementadas en los países anteriormente mencionados.

Tabla 22.- Comparativa de las estrategias de gestión de VFU implementadas en diversos países.

	Unión Europea	Japón	Corea	China	Estados Unidos
Regulación	Directiva 2000/53/EC relativa a los vehículos al final de su vida útil (2000).	Ley de Reciclaje de VFU (2005).	Ley de Recuperación y Reciclaje de vehículos y equipos eléctricos y electrónicos (2007).	<ul style="list-style-type: none"> Regulación del Reciclado de los VFU (2001). Políticas Tecnológicas sobre el Reciclaje de productos Automotrices (2006). 	<ul style="list-style-type: none"> Ley de Recuperación y Conservación de los Recursos (1976). Ley de Aire Limpio (1970).
Antecedentes	<ul style="list-style-type: none"> Medidas por el incremento del RTV. Medidas para vehículos abandonados. Medidas ambientales de ciudades desmanteladas. 	<ul style="list-style-type: none"> Falta de lugares de disposición final. Vertidos ilegales de RTV. Uso eficaz de los recursos. 	<ul style="list-style-type: none"> Medidas para los VFU. Uso efectivo de los recursos. Gestión de la información sobre VFU. 	<ul style="list-style-type: none"> Medidas de montaje ilegal. Uso efectivo de los recursos. Medidas para una economía de reciclaje. 	<ul style="list-style-type: none"> Implementación estricta de las regulaciones. Medidas de conservación ambiental asociadas con el reciclaje de los VFU.
Responsables del costo de gestión	Fabricantes (si el reciclaje incurre en costos). Importadores y usuarios abonaran estos costes en el momento de su compra.	Usuarios.	Fabricantes (si el reciclaje incurre en costos). Importadores y usuarios abonaran estos costes en el momento de su compra.	No existe regulación.	No existe regulación.
Vehículos implicados	T1 M1	Todos excepto los de dos ruedas.	T1 M1	T1 T2 T3 M1 M2 M3	No existe regulación.
Objetivos de reciclaje	Hasta 2006: <ul style="list-style-type: none"> Reutilización + Recuperación: 85%. Reutilización + Reciclaje: 80%. Hasta 2015: <ul style="list-style-type: none"> Reutilización + 	<ul style="list-style-type: none"> Airbag: 85%. RTV: <ul style="list-style-type: none"> - 70% (a partir de 2015). - 50% (2010-2014). - 30% (2005- 	Hasta 2014: <ul style="list-style-type: none"> Recuperación energética + material: 85% (5% energética). A partir de 2015: <ul style="list-style-type: none"> Recuperación energética + material: 	2010: <ul style="list-style-type: none"> Reciclaje del 85% (>80% material). 2012: <ul style="list-style-type: none"> Reciclaje del 90% (>80% material). 2017:	No existen objetivos específicos (el 95% de los VFU entran en la cadena de reciclaje y, de éstos, se recicla el 80% de sus materiales).

	Unión Europea	Japón	Corea	China	Estados Unidos
	Recuperación: 95%. • Reutilización +Reciclaje: 85%.	2009).	95% (10%energética).	• Reciclaje del 95% (>85% material).	
Información de gestión	Certificación de Destrucción (CoD), seguimiento de los valores objetivos por el gobierno.	Sistema de declaración electrónico.	Intensificación de los registros de destrucción y reciclaje.	Certificación de recolección de VFU.	Grupos de reciclaje industriales.
Características del sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Se basa en el principio de Responsabilidad Extendida al Productor. Y en los Principios de Sustentabilidad. • La regulación prohíbe la inclusión de metales pesados (Hg, Cd, Cr^{VI}, Pb). • Las Leyes de residuos domésticos toman fuerza aunque el sistema varía en función del país. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricantes e importadores tienen la responsabilidad del reciclaje. • No hay objetivos de reciclaje ni de recuperación sobre el peso total del vehículo. • La recuperación térmica se considera reciclaje de RTV. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se basa en el principio de Responsabilidad Extendida al Productor. • La planificación del sistema se ajusta a fluctuaciones de los precios de gestión de VFU. • Funcionan a través del sistema de ECO-seguros. 	<ul style="list-style-type: none"> • La Regulación de Reciclaje de VFU tiene el objetivo de reducir accidentes resultantes de una remodelación o uso de automóviles antiguos. • El reciclaje del motor, la dirección, transmisión, el eje y la estructura está prohibido por las Leyes mencionadas. No obstante existen nuevos permisos basados en la Regulación de Re-fabricación de piezas piloto para la automoción (2008). 	<ul style="list-style-type: none"> • A nivel nacional no existe una regulación específica sobre la gestión de VFU. • La información sobre los vehículos recogidos por los gestores se gestiona a través del Sistema de Información Nacional de Vehículos de Motor (Ley antirrobo de Coches, 1992). • Para garantizar un cumplimiento estricto, la Asociación del Reciclaje de Automóviles (ARA) opera un servicio web de reglamentos.

RTV: Residuos de vehículo triturado.

T1, T2 y T3: Vehículos de 4 ruedas con capacidad de 9 personas, 10 o más con peso inferior 5.000 kg y, 10 o más con peso superior a 5.000 kg, respectivamente.

M1, M2 y M3: Vehículo de carga con capacidad máxima de 3.500 kg, entre 3.500 y 12.000 kg, y superior a 12.000 kg, respectivamente.

Fuente: Sakai y col., 2014. An international comparative study of end-of-life vehicle recycling systems. *J. Mater Cycles Waste Manag.* 16:1-20.

Para contrastar las experiencias internacionales de ciertos países en los que la Ley REP ha sido implementada con éxito, se describen, a continuación, las generalidades referentes a la gestión de los vehículos fuera de uso para el caso de EEUU y España. Este último como ejemplo de las políticas europeas.

5.1 Generalidades del sistema de tratamiento de los VFUs

El proceso de gestión de los VFU consta de cuatro etapas claramente diferenciadas: descontaminación, desarme, compactación y fragmentación. A lo largo de este ciclo de gestión se obtienen diferentes materiales que, por su naturaleza, se convierten en materias primas, productos reutilizables o residuos.

El proceso generalmente se desarrolla en dos tipos de instalaciones de gestión: los Centros de Tratamiento y las Plantas de Fragmentación.

Fase I: Centros de Tratamiento de vehículos:

En estos centros donde el usuario hace entrega del vehículo se lleva a cabo las **etapas de descontaminación, desarme y compactación**. La primera de las etapas es la descontaminación del vehículo; esto es, retirada de la batería y segregación de los líquidos entre los que se incluyen combustibles, aceite de motor, líquido de frenos y de refrigeración y anticongelante. Tras la descontaminación se procede al desarme de componentes y piezas susceptibles de reutilización así como a la retirada de los vidrios, catalizadores, componentes metálicos, componentes plásticos de gran tamaño y neumáticos. En esta etapa es también importante accionar los dispositivos de seguridad, es decir, los airbag para eliminar los fluidos que en él se contengan.

Tras ambas etapas el vehículo es compactado para reducir su volumen y es almacenado a la espera de su traslado a la planta fragmentadora correspondiente.

En la Figura 14 se muestra un esquema del tratamiento que reciben los VFU en los centros de tratamiento de vehículos.

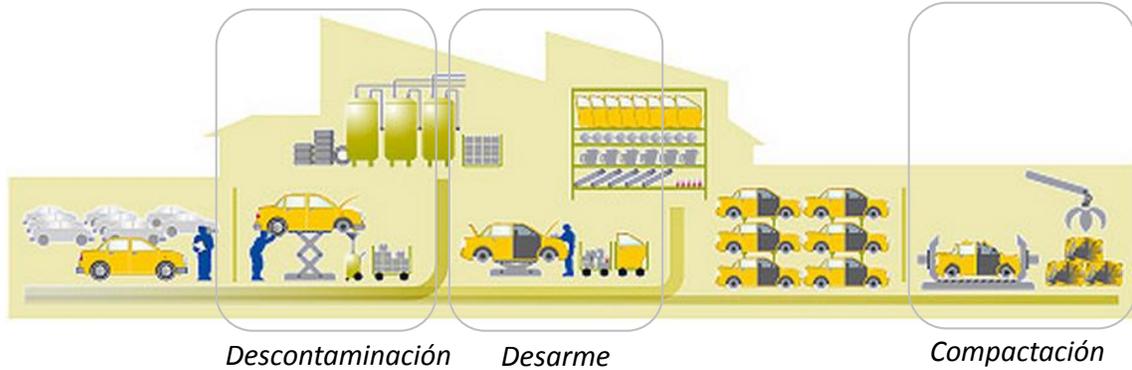


Figura 14.- Esquema de proceso de los centros de tratamiento de los VFU.

(Fuente: adaptación de Sigrauto, España).

De este tratamiento se obtendrán una gran variedad de materiales, los cuales derivarán a una siguiente etapa. A continuación, en la Figura 15 se muestra un esquema donde se indica el destino de los componentes segregados en estos centros de tratamiento.

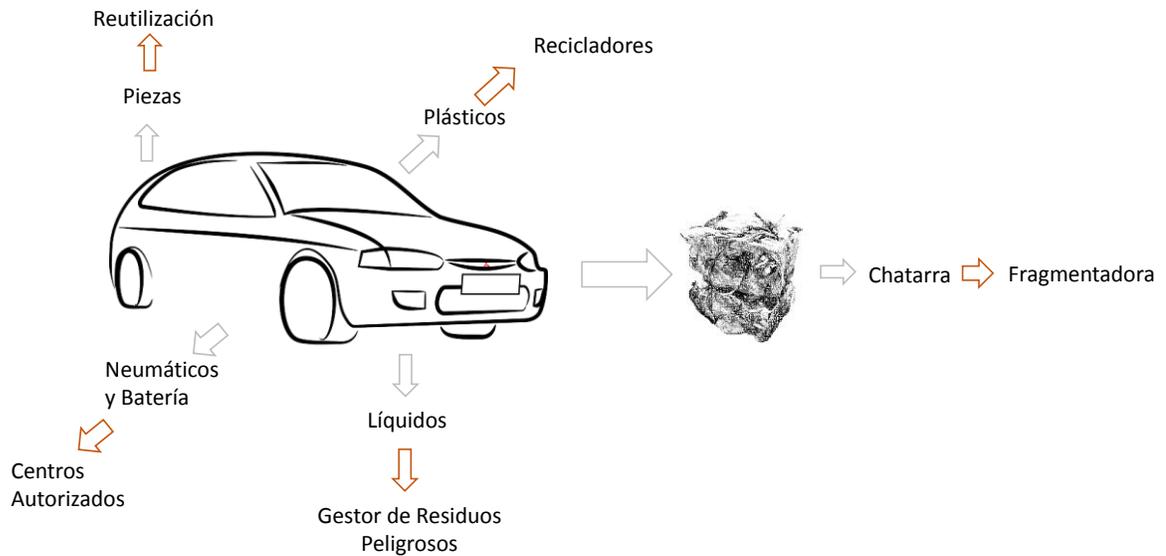


Figura 15.- Destino final de los Componentes de los vehículos extraídos durante la descontaminación y desarme.

(Fuente: Sigrauto, España).

Etapa II: Centros de fragmentación:

Tras la primera fase de desarme y compactación se somete el material resultante a una fase de fraccionamiento. En este tipo de instalaciones se separan las distintas fracciones que conforman un VFU para su posterior reciclaje.

En la Figura 16 se detalla un esquema de la típica instalación de fragmentación de metales.

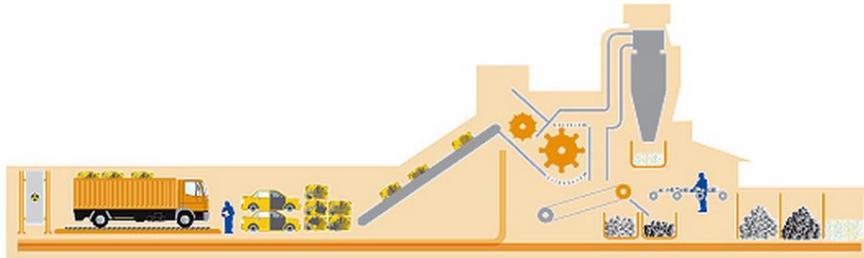


Figura 16.- Esquema de una planta fragmentadora.

5.2 Gestión de VFU en Estados Unidos de América

En EEUU no existe una Ley Federal que se encargue de regular la gestión de los Vehículos Fuera de Uso. Además, es uno de los pocos países que no se ha adscrito al Convenio de Basilea, por lo que la exportación de residuos procedentes de VFU a países subdesarrollados está aceptada. No obstante, sí que existen iniciativas verdes para la gestión sustentable de estos productos. El conjunto de estas actividades o prácticas relacionadas con la gestión de los VFU en el país se denominan “administración del producto”. Este término engloba a todas las partes implicadas en los ciclos de vida del producto, es decir, productores, distribuidores, consumidores y gestores, quienes tendrán la responsabilidad de minimizar el impacto ambiental de sus actividades. El enfoque de los principales programas de gestión de VFU ha sido dirigido hacia el desarrollo de medidas voluntarias para hacer frente a los contaminantes de interés particular o a objetivos específicos además del reciclaje. Es por ejemplo el caso de los interruptores de mercurio o de los neumáticos. En el primero, fue a través del Programa Nacional para la Recuperación de los Interruptores de mercurio de los Automóviles en que se fomentó la recuperación de estos interruptores de mercurio antes de proceder a la trituración de los

VFU para su reciclaje. En este sentido, los fabricantes de acero y de automóviles han invertido 4 millones de US \$ para proporcionar incentivos sobre la devolución de estos conmutadores. Por otro lado, en el caso específico de los neumáticos, se ha promovido a nivel nacional su reciclaje a través de directrices de contratación integrales.

Los recicladores de VFU en EEUU operan de manera autónoma basándose en los mecanismos del mercado. Estas partes han sido promovidas por la Asociación de Recicladores Automotrices (ARA). A pesar de que no exista una obligación legal que marque los objetivos de reciclaje a alcanzar, en el 2009 la cifra de reciclaje se situó en torno al 80%. Sin embargo, en EEUU se ha hecho más hincapié en el fomento de la gestión sustentable de las instalaciones de reciclaje que en la propia gestión integrada. El objetivo de estos estrictos programas de reciclaje de VFU está orientado al seguimiento de contaminantes (en particular: dioxinas, furanos, Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos y otros gases que contribuyen al Efecto Invernadero) regulados bajo las normativas ambientales: Ley de Aire Limpio, Ley de Recuperación y Conservación de los Recursos, y la Ley de Agua Limpia; además de las correspondientes regulaciones de los diferentes estados federales.

Algunos estados han tomado medidas para prevenir la contaminación por mercurio en la chatarra de vehículos, en las llantas y en las baterías. Este es el caso de **Maine, Wisconsin, New York y Iowa**.

En la Tabla 23 se muestran los estados en que existen programas, regulaciones o iniciativas referentes al reciclajes de estos componentes.

Tabla 23.- Regulaciones sobre el reciclaje de Componentes de VFU en diferentes Estados de EEUU.

ESTADO	REGULACIÓN
Maine	En el año 2002 se hizo efectiva la Ley mediante la cual se obliga a los fabricantes a hacerse cargo de la recolección y reciclaje de los interruptores de mercurio de coches antiguos.
Wisconsin	En el año 2001 se creó un Programa de Reciclaje de Interruptores de Mercurio a través de una Asociación público-privada.
New York	La Ley del Estado de New York requiere la eliminación previa de los interruptores de mercurio de los VFU antes de su procesamiento.
Iowa	La Ley de Reciclaje Libre de Mercurio de 2006, establece un Programa para el reciclaje de los interruptores de mercurio retirados de los VFU, incluyendo un

ESTADO	REGULACIÓN
	incentivo económico para los recicladores (5 US\$ por interruptor).

Fuente: US Environmental Protection Agency:

http://www.epa.gov/oswer/international/factsheets/200811_elv_directive.htm

Por otro lado, son 48 los Estados que cuentan con leyes para la gestión específica de las llantas de neumáticos. Cada uno de los Estados tiene su propio Reglamento pero, en general, todos ellos tienen unas características similares:

- El financiamiento se recibe a través de tasas o impuestos sobre automóviles y neumáticos.
- Actividades de desarrollo de mercado.
- Necesidades de licencias y/o registros para transportistas, procesadores y algunos usuarios finales de llantas de neumáticos.
- Registros de importaciones/exportaciones de llantas fuera de uso.
- Registro de gestores de llantas fuera de uso.
- Garantía financiera de los gestores de llantas fuera de uso.
- Limpieza de la pila de neumáticos.

Muchos de los Estados recaudan las cuotas para financiar el manejo de las llantas. Estas cuotas son normalmente aplicadas sobre la venta de neumáticos nuevos o automóviles y, generalmente, oscilan entre 0,5 y 2 US\$ por neumático para automóviles, y de 3 a 5 US\$ para camiones. Además de contribuir a la gestión de las llantas, parte de las cuotas podrán ser destinadas a la elaboración de programas, creación de licencias, etc.

En lo referente a la fase de diseño y producción de los vehículos, y a pesar de que a nivel de regulación se están tomando menos medidas que en el ámbito de reciclaje, el análisis de ciclo de vida de los productos se está convirtiendo en una herramienta crucial para su desarrollo. En este sentido, Ford, Chrysler y General Motors crearon, en el año 1992, la Asociación de Reciclaje de Vehículos de la Industria del Sector del Automóvil. Esta asociación se encarga, junto con proyectos de investigación y otros programas piloto, de promover la gestión integrada y sustentable del reciclado de vehículos en América del Norte.

5.3 Gestión de VFU en España

La política de Responsabilidad Extendida al Productor se estableció en España a partir de la entrada en vigor de la ley de residuos 10/1998, de 21 de abril. El artículo 7b) i c) estipula que *“el productor, importador o adquiriente intracomunitario, agente intermediario, o cualquier otra persona responsable de la puesta en el mercado de productos que con su uso se conviertan en residuos podrá ser obligado a:*

- a). Elaborar productos o utilizar envases que, por sus características de diseño, fabricación, comercialización o utilización, favorezcan la prevención en la generación de residuos y faciliten su reutilización o el reciclado o valorización de sus residuos, o permitan su eliminación de la forma menos perjudicial para la salud humana y el medio ambiente.*
- b) Hacerse cargo directamente de la gestión de los residuos derivados de sus productos, o participar en un sistema organizado de gestión de dichos residuos, o contribuir económicamente a los sistemas públicos de gestión de residuos, en medida tal que se cubran los costos atribuibles a la gestión de los mismos.*
- c) Aceptar, en el supuesto de no aplicarse el apartado anterior, un sistema de depósito, devolución y retorno de los residuos derivados de sus productos, así como de los propios productos fuera de uso, según el cual, el usuario, al recibir el producto, dejará en depósito una cantidad monetaria, que será recuperada con la devolución del envase o producto.*
- d). Informar anualmente a los órganos competentes de las CCAA donde radiquen sus instalaciones, de los residuos producidos en el proceso de fabricación y del resultado cuantitativo y cualitativo de las operaciones efectuadas.*

Al amparo del artículo anteriormente citado y, para el caso específico de los vehículos fuera de uso, se aprobó en el año 2002 el Real Decreto 1383/02 sobre la gestión de los vehículos al final de su vida útil.

La Ley 10/1998 fue derogada mediante la entrada en vigor de la nueva Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. Esta nueva Ley brinda un marco legal más sistematizado de cara a la Responsabilidad Ampliada al Productor (tal y como se denomina el término REP en España), en virtud del cual los productores de productos que

con su uso se convertirán en residuos, y en aplicación del principio “quien contamina paga”, quedan involucrados en la prevención y en la organización de la gestión de los mismos, bien sea de manera individual o colectiva mediante los Sistemas Integrales de Residuos (SIG) bajo autorización administrativa previa.

5.3.1 Real Decreto 1383/2002 sobre la gestión de los vehículos al final de su vida útil

El 18 de septiembre del año 2000 entró en vigor en la Unión Europea la Directiva 2000/53/CE relativa a los vehículos al final de su vida útil. Con la aprobación de esta Directiva, se pretendía reducir las repercusiones de los vehículos sobre el medio ambiente, estableciendo para ello, además de normas para su correcta gestión ambiental, medidas preventivas de aplicación a lo largo de todas las etapas del ciclo de vida de los vehículos.

En España, esta Directiva se transpone mediante el Real Decreto 1383/2002, el cual además de incluir los requerimientos de la citada Directiva, se dicta al amparo de la Ley 10/1998, de residuos. Entre sus principales objetivos se encuentran el establecimiento de medidas de prevención de generación de residuos, la regulación de su recogida y descontaminación, así como las operaciones de tratamiento y objetivos de reciclaje.

Las **medidas de prevención** definidas en este Real Decreto son las siguientes:

- a). Limitación de uso de sustancias peligrosas en su diseño. Queda prohibido el uso de plomo, mercurio, cadmio y cromo hexavalente, excepto para ciertas excepciones.
- b). Diseño que facilite la separación de las piezas según componente.
- c). Codificación para la identificación de materiales valorizables, según normativa.
- d). Facilitar a los gestores de vehículos la información detallada de los nuevos vehículos, de sus piezas y de la ubicación de las sustancias peligrosas en un plazo máximo de 6 meses, a contar a partir de la puesta en el mercado del nuevo modelo.
- e). Información a los consumidores de los criterios ambientales del vehículo.

Tras el fin de vida útil de los vehículos serán los propios titulares de éstos quienes deberán entregarlos a un **centro autorizado de tratamiento (CAT)** asumiendo todos los costos que comporta su desplazamiento. Esta entrega puede efectuarse directamente en el propio CAT o indirectamente a través de una instalación de recepción. Esta última opción no genera un costo alguno para el titular. Las operaciones de descontaminación y tratamiento deberán ser consecuentes a la jerarquización de gestión de residuos favoreciendo siempre por este orden la **reutilización y reciclado**. Al finalizar la descontaminación de los mismos, el centro emitirá el correspondiente certificado, el cual dará lugar a la baja definitiva del vehículo.

En la Figura 17 se muestra un diagrama que sintetiza las etapas del sistema tratamiento de los VFU.

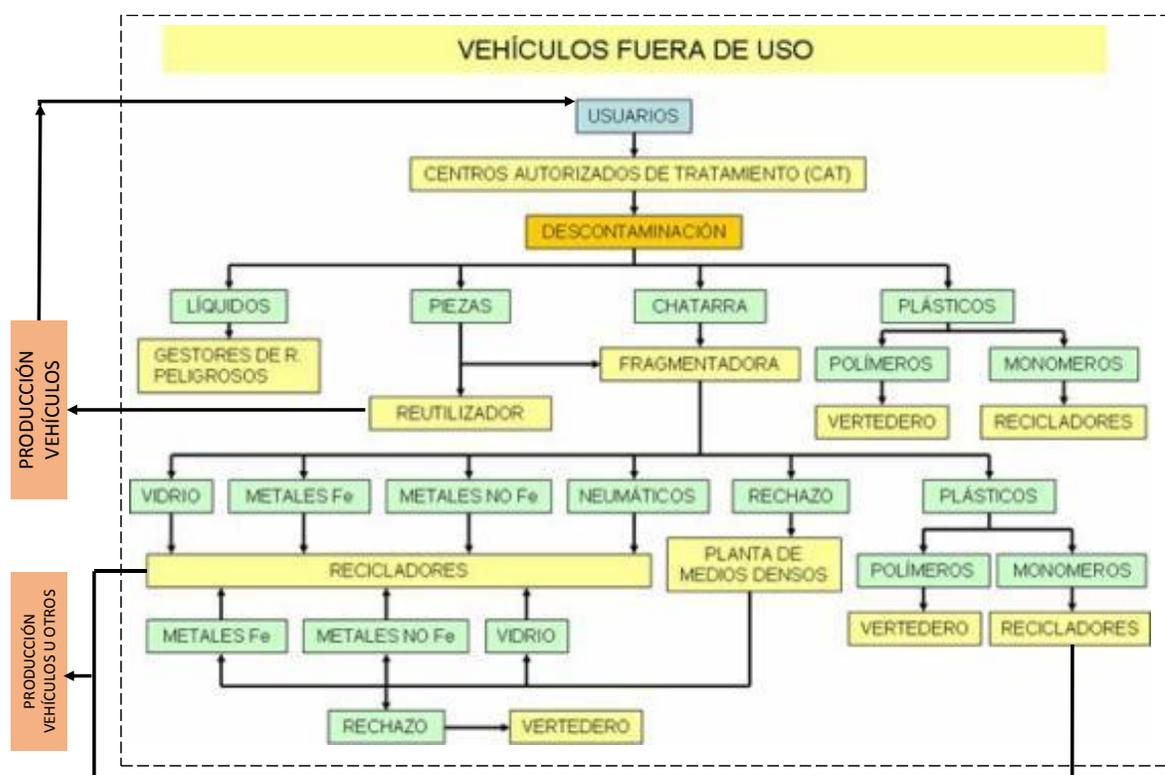


Figura 17.- Diagrama de tratamiento de los VFU en España.

(Fuente: adaptación de Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España).

En España no existen objetivos específicos de recolección de los VFU que se generan, ya que se considera que todos deben recolectarse. Sin embargo, sí que existen objetivos de reutilización, reciclaje y valorización. **Entendiéndose como reciclaje el aprovechamiento de los materiales recuperados para su transformación al material de origen, y valorización material o energética como el proceso de transformación de un material a otros de usos y aplicaciones diferentes.** De acuerdo con la jerarquización de residuos tanto el reciclaje como la valorización energética y material forman parte de una etapa genérica denominada valorización o recuperación. En la Tabla 24 se detallan estos objetivos.

Tabla 24.- Objetivos específicos de reutilización, reciclaje y valorización de los VFU en España.

Fecha límite	Reutilización y Reciclaje	Recuperación total ²
1 enero 2006	80%	85%
	70% ¹	75% ¹
1 enero 2015	85%	95%

Fuente: elaboración propia a partir de los datos del Real Decreto 1383/2002.

¹: Porcentajes específicos para vehículos fabricados antes del 1 de enero de 1980.

²: esto incluye reutilización, reciclado y valorización energética o material.

Datos expresados en porcentaje de peso medio por vehículo y año sobre el total generados.

Los datos más recientes de porcentajes de reutilización, reciclaje y valorización de VFU en España se encuentran disponibles en el soporte estadístico europeo “Eurostat”. Según estos datos, en el año 2012, en España, se reutilizaron y reciclaron el 83% de los VFU generados. Los datos estadísticos más próximos a la entrada en vigor de la Ley española datan de 2006. En ese periodo, y según la fuente oficial Eurostat durante el año 2006 se reciclaron y reutilizaron un 76% de los VFUs generados¹¹.

Uno de los principales retos a los que se ha enfrentado el país y, aunque en menor medida, se sigue enfrentando es el abandono de vehículos en la vía pública. En este sentido, algunas comunidades autónomas implementaron un servicio gratuito de recolección de vehículos a petición del titular para proceder a su baja definitiva pero esto tampoco reflejó una clara disminución de vehículos abandonados sobre todo en las zonas

¹¹ Eurostat: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/environment/waste/database>. Última consulta: 27/10/2014.

más vulnerables. A nivel estatal, y con el fin de proceder a la retirada de vehículos abandonados, se definen las siguientes recomendaciones:

- Localización del vehículo en la vía pública.
- Acta de observación de vehículo abandonado. Se archiva en la carpeta “sin notificar”.
- Al mes (excepto época estival), comunicación 1 al titular al domicilio que consta en tráfico, aunque se recomienda buscar en el padrón de habitantes al titular, porque es frecuente que si se cambian de domicilio no lo comuniquen en tráfico. Pasa a la carpeta notificados.
- Haya recibido o no la carta, tras 15 días desde el acuse de recibo o desde que llega la carta de correos devuelta, se retira a depósito.
- Una vez en el depósito y comunicado al interesado o intentado notificar sólo una vez, y pasados 2 meses, se le vuelve a comunicar, esta vez por 2 veces si no recibe la primera y, si aún así no la recibiera, se manda publicar en el tablón de anuncios de la municipalidad del domicilio que aparece en tráfico, y en el Boletín Oficial de Provincia. Se recomienda publicarlo en un periódico local de la zona.
- A los 15 días de la publicación se llama a un desguace autorizado (CAT) y con el certificado de destrucción que se dan se llevan el vehículo.
- Si tráfico dice que un vehículo no se puede dar de baja, se intenta localizar el juzgado que lo tiene embargado y se le pide que quite el embargo para la baja.

En el caso en que no se pueda localizar al titular del vehículo los costos de desplazamiento del vehículo en grúa serán asumidos por la municipalidad.

5.3.2 Sistemas Integrados de Gestión de VFU en España

Los agentes económicos implicados en la gestión de estos residuos son tanto los fabricantes e importadores como los concesionarios, distribuidores, compañías de seguros de vehículos, instalaciones de recepción, talleres de reparación, centros autorizados para el tratamiento de vehículos, así como empresas que realicen

operaciones de valorización o eliminación de vehículos o sus componentes. Los principales agentes económicos de la cadena de tratamiento de los VFUs en España han constituido la asociación española para el tratamiento medioambiental de los vehículos fuera de uso (SIGRAUTO), que se encarga de velar para que la gestión de estos residuos se haga de forma medioambientalmente correcta. SIGRAUTO no es un sistema integrado de gestión como tal. Nace por acuerdo de las asociaciones que representan a los principales sectores involucrados en la cadena de tratamiento de los vehículos al final de su vida útil, constituyéndose como un foro permanente, en el que fabricantes e importadores, fragmentadores y desguaces de automóviles analizan los problemas que afectan al tratamiento de estos vehículos, buscando las soluciones más adecuadas y tratando de proporcionar a sus asociados los instrumentos necesarios para que puedan cumplir sus nuevas obligaciones medioambientales relacionadas con dicho tratamiento.



Según la última actualización de datos de la página web de SIGRAUTO (24/10/2014) existen actualmente en España un total de 517 Centros Autorizados de Tratamiento (CATs) y 31 Centros Concertados de Fragmentación, repartidos por las diferentes Comunidades Autónomas del país. Los vehículos al final de su vida útil tienen la consideración de residuos peligrosos (con el código de la Lista Europea de Residuos LER 16 01 04*) una vez que entran en las instalaciones de un centro autorizado de tratamiento. Por ello, este tipo de instalaciones deben contar con una autorización otorgada por el órgano ambiental competente de la Comunidad Autónoma correspondiente como gestores de este tipo de residuos peligrosos.

Gestión de los VFU en la Comunidad Autónoma de Cataluña:

En Cataluña, la Autoridad de regulación en el ámbito de Medio Ambiente es la Agencia de Residuos de Cataluña.

En esta Comunidad Autónoma o región, en el año 1999 entró en vigor la regulación específica de VFU bajo la aprobación del Decreto 217/1999 sobre la gestión de los

vehículos fuera de uso y, mediante el cual se establecen las obligaciones de los titulares de los vehículos así como las de los gestores. Más adelante, la regulación de referencia incluiría la Directiva 2000/53/CE y su transposición al Real Decreto 1383/2002, de aplicación en todo el Estado Español.

De acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 1383/02, el proceso de retirada de la circulación de un vehículo se resume en el diagrama de flujo que se muestra en la Figura 18. El usuario o titular del vehículo tiene dos alternativas para entregar el vehículo a un CAT:

Opción A: el titular entrega el vehículo en una instalación de recepción (talleres, concesionarios u otros):

- La instalación de recepción (IR) registra los datos del vehículo, del titular y de la instalación en el formulario de destrucción y en el certificado de entrega del vehículo.
- La IR facilita al titular el **certificado de entrega** del vehículo.
- El vehículo es entregado (en un plazo inferior a 30 días) con el formulario de destrucción parcialmente completo y junto a toda la documentación (RUT, permiso de circulación, tarjeta de Inspección Técnica del Vehículo, etc.) al CAT.
- El CAT acepta el vehículo con su documentación, y rellena la documentación requerida en el formulario de destrucción generando así el **certificado de destrucción**. El CAT procederá a la firma de 3 copias de dicho certificado. Una de ellas la remitirá al titular, otra a la autoridad competente (en 15 días) y la última a la IR.
- El CAT realizará la baja telemática del vehículo a la Dirección General de Tránsito. La aprobación de la baja será remitida al titular.
- El CAT mantendrá toda la documentación debidamente clasificada durante un periodo de 5 años.

Opción B: el titular entrega el vehículo en un Centro Autorizado de Tratamiento (CAT):

- El CAT registra los datos del vehículo, del titular y deja en blanco los datos de la instalación en el **certificado de destrucción** y de **entrega**.
- El CAT entrega al titular la copia del certificado acreditativo de la baja definitiva.

A nivel estatal, el diagrama sería exactamente igual únicamente sustituyendo la Agencia de Residuos de Cataluña por el Organismo competente que corresponda en materia de gestión de residuos para cada Comunidad Autónoma.

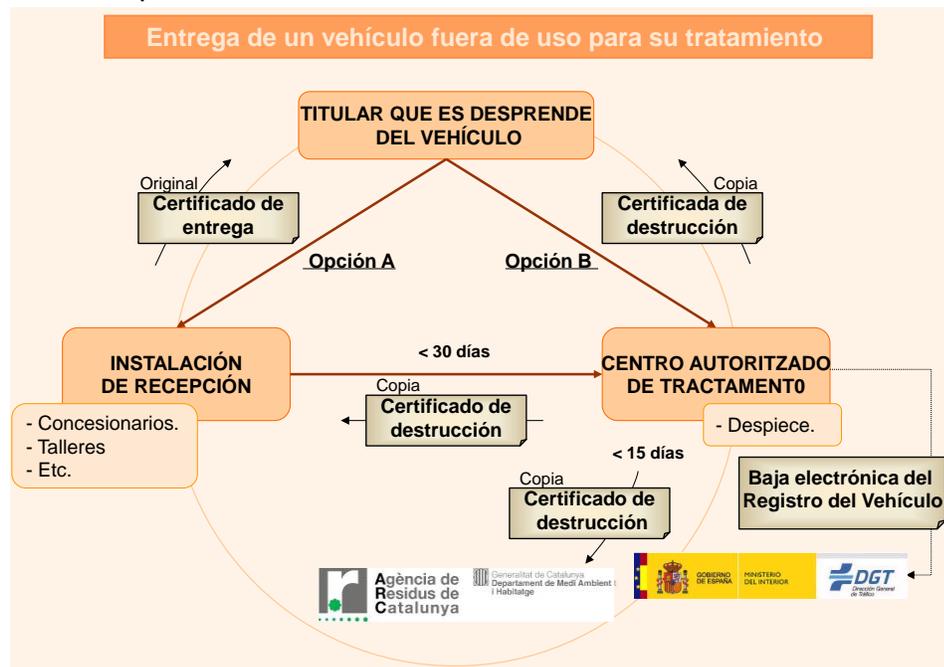


Figura 18.- Diagrama de flujo del proceso de baja de un vehículo en Cataluña y por extensión en las diferentes Comunidades Autónomas que conforman el Estado español.

(Fuente: Agencia de Residuos de Cataluña).

Igualmente, los gestores deberán realizar una Declaración Anual de los residuos gestionados (DARIG).

6. Escenarios para la evaluación

En este capítulo se plantean dos posibles escenarios futuros para la implementación de la Ley REP aplicada a VFU en Chile. La viabilidad económica, ambiental y social de ambos escenarios será comparada con el escenario base ampliamente descrito en el apartado de Diagnóstico nacional de este mismo estudio. Dicha comparación se llevará a cabo mediante proyecciones de generación de VFU para los próximos años, en concreto, para el 2018 y el 2023.

6.1.1 Consideraciones generales

Para la definición de los escenarios de análisis se han considerado una serie de hipótesis y parámetros, tanto nacionales como internacionales, a modo de indicadores que ayuden a establecer unas metas realísticas y económicamente viables para su implementación a corto plazo en Chile.

Los aspectos e hipótesis consideradas son las siguientes:

- Recuperación actual de vehículos fuera de uso.
- Metas de recuperación de los países considerados en el estudio (ver Tabla 22).
- Particularidades de los componentes susceptibles a ser recuperados.

Igualmente, para la definición de las metas se tendrá en consideración la siguiente hipótesis:

- Las metas planteadas se definen como los objetivos (en tanto por ciento sobre el total de VFUs generados) de recuperación¹².
- No existe un presupuesto asignado para la implementación de la Ley REP, por lo que el sistema debe financiarse a través del mercado.

¹² Incluyendo la recolección, reutilización, reciclaje y la valorización material o energética, a través de centros autorizados, de los componentes que componen los VFU.

- Los organismos del mercado ejecutan programas básicos de educación ambiental relacionados con la implementación de la Ley REP.
- Los organismos del mercado ejecutan programas para la incorporación del sector informal en la REP.

Según marca la normativa coreana, prácticamente el 95% de los contenidos de los VFU pueden ser reciclados. Sin embargo, la realidad chilena está muy lejos de alcanzar este valor. Si bien existe una infraestructura de gestores de residuos a lo largo del país, algunos de los cuales son específicos en el reciclaje de metales (ver Anexo 1), sus porcentajes de recuperación en cuanto a componentes de vehículos es difícil de cuantificar, ya que no existe un registro ni de VFU ni de componentes de vehículos tratados por gestores autorizados.

En consecuencia, y considerando todo lo anterior, además de las metas propuestas en los países de referencia, los escenarios planteados son los siguientes:

Tabla 25.- Definición de las metas de los escenarios de evaluación para los años 2018 y 2023.

Escenario	Año 2018		Año 2023	
	Recolección	Recuperación ¹	Recolección	Recuperación ¹
Escenario 1	40 %	50 %	65 %	75 %
Escenario 2	50 %	70 %	100 %	90 %

¹: Incluye reutilización, reciclaje y valorización energética. Porcentajes aplicados sobre el total de recolección.

Si se toma como ejemplo el Escenario 1, en el caso supuesto en que en el año 2018 se generaran 100 toneladas de VFU se deberían recolectar 40 toneladas en los puntos establecidos para ello, y recuperar mediante reutilización de piezas, reciclaje y valorización 20 toneladas, es decir, el 50% de los 40 toneladas recolectadas.

7. Evaluación económica, ambiental y social de la implementación de la REP en los VFU

7.1 Evaluación económica de la implementación de la REP en los VFU

7.1.1 Proyección de la generación de VFU para los años de estudio

La proyección de la generación de VFU para los próximos 10 años se ha determinado a partir de los datos obtenidos en la fase de Diagnóstico nacional. En estos datos se incluye:

- Matriculaciones de vehículos nuevos o compras,
- Variación anual de la flota de vehículos en circulación y
- Exportaciones de vehículos usados.

Puesto que no hay una proyección de generación de VFU oficial ni de fuentes nacionales ni internacionales, dichas proyecciones se han determinado a partir de los datos de previsión de incremento del PIB per cápita en Chile. Dichos valores han permitido estimar la evolución que seguirán las ventas, las exportaciones y las unidades de vehículos en circulación aplicando a la proyección del PIB el cociente entre dichos parámetros y el PIB real promedio entre 2010 y 2013.

A pesar de que la OCDE¹³ tiene proyecciones del PIB hasta 2060, se ha considerado conveniente buscar otras fuentes de información con valores más actualizados. El motivo se desprende de que dichas proyecciones datan del año 1995 y, si bien han sido actualizadas en mayo de 2014 a precios actuales, estas actualizaciones no han considerado los valores reales de PIB alcanzados hasta el año 2013; año en que las proyecciones basadas en 1995 están muy por debajo de los valores reales. En cambio,

¹³ http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EO95_LTB

según un reciente estudio de la misma fuente de información¹⁴, entre los años 2014 y 2030 se prevé un incremento promedio del PIB per cápita del 3,7%. Al aplicar este incremento anualmente sobre el valor del PIB per cápita real del año 2013 se obtiene la proyección que se muestra en la Tabla 26.

Tabla 26.- Previsiones del PIB per cápita en Chile del año 2014 al 2023.

Año	PIB per cápita (US \$ a precios actuales)
2014	22.804
2015	23.647
2016	24.522
2017	25.430
2018	26.371
2019	27.346
2020	28.358
2021	29.407
2022	30.495
2023	31.624

(Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de OCDE, 2014. *Growth prospects and fiscal requirements over the long term, Chapter 4*).

Para determinar la proyección de los VFU hasta 2023 en Chile, a cada valor del PIB asignado para cada año (comprendido en el periodo de proyección) se le aplica un ratio promedio de unidades matriculadas por PIB, variación de las unidades en circulación por PIB y unidades exportadas por PIB obtenido a partir de los datos del diagnóstico nacional. Debido a la crisis financiera mundial y que, en el caso específico de Chile, afectó durante los años 2008 y 2009, las relaciones promedio se calcularon entre los años 2010 y 2013 según el parámetro y la categoría de vehículo.

En la Tabla 27 se presentan las proyecciones realizadas tanto de ventas de vehículos, como de variación de vehículos en circulación y exportaciones.

¹⁴ OCDE, 2014. *Growth prospects and fiscal requirements over the long term, Chapter 4*.

Tabla 27.- Proyección de ventas de vehículos, exportaciones y variación del número de unidades en circulación para los años 2018 y 2023.

Año	Ventas (ud.)			Variación flota de vehículos (ud.)			Exportaciones (ud.)		
	Autos	Motos	Camiones	Autos	Motos	Camiones	Autos	Motos	Camiones
Ratio [ud./PIB]	16,06	2,39	0,38	10,81	0,62	0,31	0,72	0,003	0,003
2014	366.374	54.564	8.791	246.585	14.229	7.217	1.643	61	76
2015	379.929	56.583	9.116	255.709	14.755	7.484	1.704	63	79
2016	393.987	58.677	9.454	265.170	15.301	7.761	1.767	65	82
2017	408.564	60.848	9.803	274.981	15.867	8.048	1.833	68	85
2018	423.681	63.099	10.166	285.156	16.454	8.346	1.901	70	88
2019	439.357	65.434	10.542	295.706	17.063	8.654	1.971	73	91
2020	455.614	67.855	10.932	306.648	17.694	8.974	2.044	75	95
2021	472.471	70.366	11.337	317.994	18.349	9.307	2.119	78	98
2022	489.953	72.969	11.756	329.759	19.028	9.651	2.198	81	102
2023	508.081	75.669	12.191	341.960	19.732	10.008	2.279	84	106

Fuente: elaboración propia.

Mediante el análisis de estos datos proyectados se estiman las unidades de vehículos, por categoría, que se espera sean generados durante los próximos diez años a nivel nacional. Este análisis se ha desarrollado a través de la metodología definida en el apartado de diagnóstico nacional por la cual los VFU generados se deducen a partir de los datos de ventas anuales, exportaciones y crecimiento de la flota vehicular. Los resultados del análisis de datos se muestran en la Figura 19.

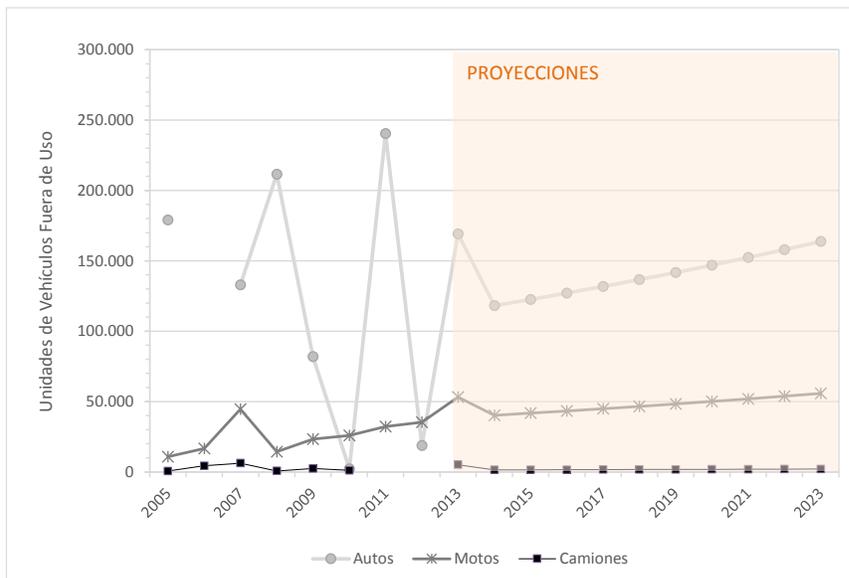


Figura 19.- Estimación de los VFU generados hasta 2013 y de las previsiones de generación hasta 2023.

Teniendo en cuenta los pesos promedio por categoría de vehículo definidos en la Tabla 13, y los porcentajes de composición media de los vehículos presentados en la Tabla 16, se definen las proyecciones de generación de residuos en peso provenientes de los VFUs para los años 2018 y 2023. Estos valores se muestran en la Tabla 28.

Tabla 28.- Flujos de residuos de VFUs estimados para los años 2018 y 2023 en Chile.

Componentes	Automóviles (t/año)		Motocicletas (t/año)		Camiones (t/año)		TOTAL (t/año)	
	2018	2023	2018	2023	2018	2023	2018	2023
Chapa	83.549	100.192	2.543	3.050	2.453	978	88.545	104.220
Acero	27.773	33.306	845	1.014	816	1.358	29.434	35.677
Fundición	38.561	46.243	1.174	1.407	1.132	1.358	40.867	49.008
Aluminio	19.051	22.846	580	695	559	671	20.190	24.212
Cobre, zinc y otros	1.607	1.927	49	59	47	57	1.703	2.042
Plásticos	27.085	32.480	824	989	795	954	28.704	34.422
Caucho	8.722	10.460	265	318	256	307	9.244	11.085
Vidrio	6.427	7.707	196	235	189	226	6.811	8.168
Textiles	3.443	4.129	105	126	101	121	3.649	4.376

Componentes	Automóviles (t/año)		Motocicletas (t/año)		Camiones (t/año)		TOTAL (t/año)	
	2018	2023	2018	2023	2018	2023	2018	2023
Fluidos	2.754	3.303	84	101	81	97	2.919	3.501
Resto	10.558	12.662	321	385	310	372	11.190	13.419
Total	229.530	275.254	6.986	8.378	6.740	6.498	243.256	290.130

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de la Tabla 2713, 16 y 28.

Tal y como se observa en los resultados del diagnóstico nacional, la mayor parte de los vehículos se concentra en la Región Metropolitana y zonas adyacentes (el 88% de la flota actual de vehículos se concentra entre las Regiones de Coquimbo y Bío-Bío). Con ello se debe considerar que el futuro de implementación de la Ley REP debe considerar una mayor necesidad de instalaciones de recepción de VFU así como de desguace para su posterior clasificación y envío a centros de tratamiento de mayor centralización situados en la Zona Central del país.

De acuerdo con los porcentajes de recolección y reciclaje definidos en las metas planteados en los dos escenarios de la Ley REP, las cantidades de residuos que deberán ser recuperados son las que se muestran en la Tabla 29.

Tabla 29.- Cantidad de VFU que deberán gestionarse de acuerdo con los objetivos planteados para los años 2018 y 2023.

Año	Escenarios	Objetivos		VFU (t/año)	
		Recolección	Recuperación	Recolección	Recuperación
2018	Escenario 1	40 %	50 %	97.302	48.651
	Escenario 2	50 %	70 %	121.628	85.140
2023	Escenario 1	65 %	75 %	188.584	141.438
	Escenario 2	100 %	90 %	290.130	261.117

Fuente: elaboración propia.

7.1.2 Costos asociados a la implementación de la Ley REP

Como ya se ha comentado anteriormente, la implementación de la Ley REP implica que los productores deben hacerse cargo de la gestión de los productos que fabrica tras el fin de vida útil de los mismos. En el caso de Chile, y al no existir un mercado de producción de vehículos, esta Ley es de aplicación directa a las cadenas de importación y/o distribución. Por ello, estas empresas serán las que deberán pagar anticipadamente por su gestión, costo que será sumado al precio de venta y que, por lo tanto, será el usuario

final quien finalmente asuma este costo. De ahí que tanto el costo de adquisición de los distribuidores como el de los usuarios se vean incrementados.

7.1.2.1 Definición de zonas y estrategias de implementación según escenario

Para elaborar un balance económico de los costos y beneficios que supondrá la implementación de la Ley REP para la gestión de los VFUs en Chile, es preciso elaborar un marco general de su estructura de mercado en el país. Dado que, en la actualidad, no existen recicladores formales de vehículos fuera de uso se debe diseñar una red nacional centralizada por zonas. En este sentido, el estudio se divide en 3 zonas claramente diferenciadas:

- La **Zona Norte**, que incluye las regiones XV, I, II y III, y se caracteriza por tener un 10,2% del total de vehículos que actualmente circulan por el país.
- La **Zona Central** que incluye las regiones IV, V, RM, VI, VII y VIII. En esta zona se engloba el 78,9% del total de vehículos en circulación.
- La **Zona Sur**, que incluye las regiones IX, XIV, X, XI y XII, y que, actualmente, comprende el 10,9% del total de vehículos en circulación.

El porcentaje de vehículos que actualmente están en circulación para cada una de las zonas de estudio, dará una idea del número de vehículos que deberá ser gestionado anualmente según las proyecciones realizadas a nivel nacional dando así información imprescindible para definir la estrategia de gestión más adecuada.

En este sentido, y conociendo que el proceso de gestión sustentable de los VFU consiste en, un mínimo, de cuatro etapas claramente diferenciadas: descontaminación, desarme, compactación (centro de tratamiento) y fragmentación (planta de fragmentación), se proponen los escenarios de implementación nacional que se muestran en la Figura 20.

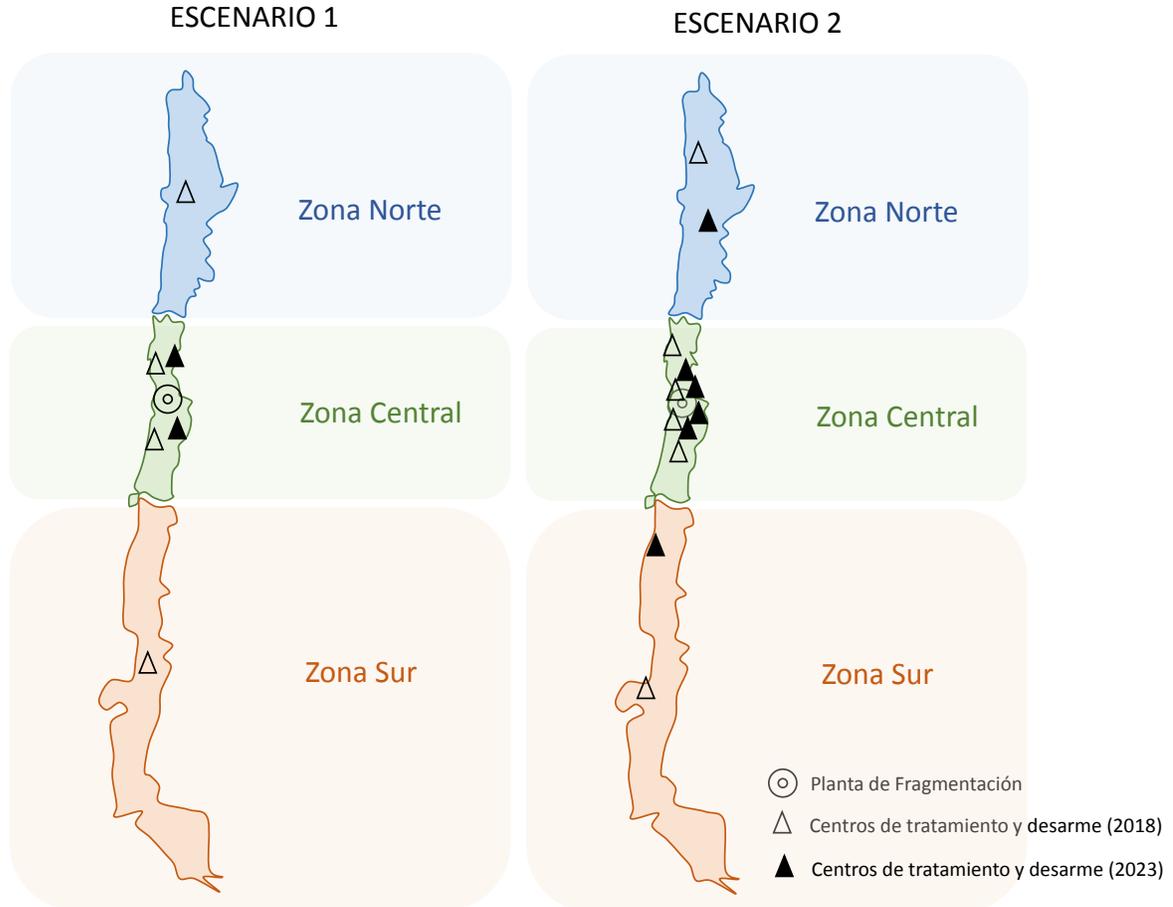


Figura 20.- Escenarios propuestos para la implementación de la Gestión de los VFU en Chile a corto (2018) y medio plazo (2023).

(Fuente: elaboración propia).

Para abordar la estrategia de gestión de ambos escenarios se propone el uso de una única planta de fragmentación situada en la zona central del país. No obstante, no se descarta la posibilidad de recurrir al uso de otras plantas de esta tipología en las zonas extremas del país en caso de necesidad de distribución de la carga de gestión. En cuanto a la distribución de Centros de Autorizados de Tratamiento, se propone una distribución más descentralizada e independiente para cada una de las zonas de estudio. Estos centros deberán dar solución a las etapas de descontaminación, desarme y compactación de los vehículos, tal y como se muestra en la Figura 21.

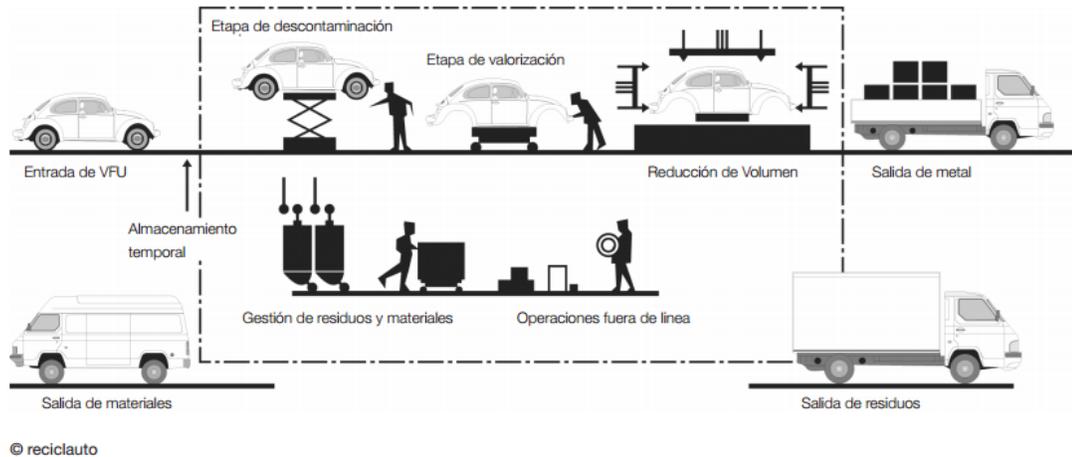


Figura 21.- Proceso genérico de la gestión que reciben los VFU en los centros de tratamiento y desarme.

(Fuente: Agencia de Residuos de Cataluña).

7.1.2.2 Criterios económicos y consideraciones

Para el desarrollo del balance económico asociado a alcanzar las metas de recuperación y reciclaje definidas en el estudio se deberán considerar tanto los costos asociados a las inversiones como los costos anuales de operación y mantenimiento¹⁵.

Los **costos de inversión** de los Centros Autorizados de Tratamiento incluyen:

- Terreno.
- Vallado.
- Pavimentación.
- Obra civil.
- Equipos mecánicos.
- Oficinas.

¹⁵ Todos los costos de referencia en moneda europea han sido convertidos a pesos chilenos aplicando una conversión de 735,9 \$ CLP¹⁵ por Euro.

- Gastos administrativos de instalación.

A excepción de las compras de terreno, estos costos se han estimado a partir de los valores reales publicados por el Ministerio de Medio Ambiente de España¹⁶ para el año 2001 según la capacidad de tratamiento de la instalación. Dichos costos se han actualizado a precios de 2014 aplicando una tasa promedio de inflación de 2,41%.

Los costos de terreno, en cambio, se han deducido a partir de informes nacionales¹⁷ y otras fuentes de información públicas de ventas de terrenos. Mediante estos datos, se ha asimilado el precio de terreno por superficie de 1.100 \$ CLP/m² en las regiones extremas y 102.478 \$ CLP/m² para la zona centro, considerando un espacio promedio de 400 m² por vehículo gestionado al día. No obstante, es importante hacer constar que, en el caso en que los terrenos seleccionados para la construcción de los Centros Autorizados de Tratamiento de gestión pública sean propiedad de Bienes Nacionales, los costos asociados a la compra de dichos terrenos serán restados de la inversión en el caso de proceder a la implementación de plantas gestionadas por la administración pública.

A diferencia de los costos de inversión, los **costos de operación y mantenimiento** son anuales y dependen, en gran medida, del porcentaje de recuperación y reciclaje alcanzado. Estos costos incluyen:

- Salario trabajadores.
- Transporte de residuos.
- Mantenimiento maquinaria.
- Servicios.
- Servicio externalizado de fragmentación.
- Disposición en Relleno Sanitario autorizado.
- Gestores externos.
- Otros (inversión en I+D, publicidad, formación, gastos de gestión administrativa etc.).

Se considera conveniente implementar un servicio externalizado de fragmentación debido a que para la capacidad necesaria de tratamiento los costos de inversión de esta tipo de

¹⁶ Plan Nacional de Vehículos Fuera de Uso (2001-2006).

¹⁷ Plan Integral de Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios de la región de Tarapacá, 2013.

plantas pueden llegar a superar las 121.000 UF (Aceros Arequipa, Memoria Anual, 2005) y, sólo los costos de operación y mantenimiento ya superarían los costos anuales de externalizar dicho servicio. Por ello, para la primera etapa de implementación se recomienda externalizar dicho servicio.

Se ha previsto un costo promedio de las remuneraciones de 5,5 Millones de \$ CLP/ año. Los costos de transporte considerados, teniendo en cuenta la diferencia de consumo de combustible según la carga del transporte, se han determinado a partir del costo promedio por vehículo cargado (con carga útil de 25 t y masa máxima autorizada de 44 t) y descargado de 802 y 681 \$ CLP/km, respectivamente. Asumiendo un total de 3 distancias promedio hasta el Centro de transferencia o a la planta de fragmentación (de 0 a 500 km, entre 500 y 1.000 km y, entre 1.000 y 1.500 km), se obtienen los costos promedios que se presentan en la Tabla 30 y según distancia recorrida.

Tabla 30.- Costo de transporte promedio según distancia recorrida.

Distancia (km)	Cargado (\$ CLP/t)	Descargado (\$ CLP/t)	Total (ida y regreso) (\$ CLP/t)
0-500	4.558	11.357	15.915
500-1000	13.673	34.072	47.745
1000-1500	22.788	56.787	79.575

Fuente: elaboración propia a partir de los datos del estudio "Diseño e implementación de un programa integral de reposición del parque automotor, 2012".

Los residuos recolectados pero no reciclados o reutilizados se ha considerado su depósito en rellenos de seguridad. El costo de su disposición es de 10 UF/t¹⁸.

Otros costos asociados a la partida de operación y mantenimiento han sido estimados aplicando porcentajes orientativos o bien a través de otros estudios de referencia. El mantenimiento de la maquinaria se ha estimado en un 10% anual de sus costes de inversión. Los costos de servicios y de la planta de fragmentación se han estimado a partir de un estudio de referencia para la implementación de una planta de este tipo en España¹⁹. Y, finalmente, los costos de gestores externos de fracciones residuales se han aproximado a 73.590 \$ CLP/t y se ha incluido una partida de gastos diversos (i+d,

¹⁸ MMA, 2010a.

¹⁹ Susín, A., Leal, V., Esteban, E., Benavente, J.M., Gallego, M., 2007. Planta de reciclaje de vehículos fuera de uso y aparatos eléctricos y electrónicos. Proyecto Empresarial MBA.

publicidad, formación, etc.) que se considera no superior al 10% de los costos de personal.

Asimismo, también se deben considerar los **beneficios o ingresos** que supondrá la venta de subproductos para su reutilización y/o reciclaje. Entre ellos se incluye:

- Aluminio (1.017.660 \$ CLP/t¹⁹).
- Textiles (66.231 \$ CLP/t¹⁹).
- Material férrico (118.130 \$ CLP/t²⁰).
- Cobre y zinc (3.277.699 \$ CLP/t²¹).
- Plásticos (200.000 \$ CLP/t²²).
- Vidrio (30.000 \$ CLP/t²²).

Otros materiales como los neumáticos, baterías, equipos eléctricos y electrónicos, y aceites lubricantes de motor serán almacenados y gestionados a través de gestores autorizados para ello. Los costos asociados a su gestión se cubrirán mediante su correspondiente REP: NFU, RAEE, AFU y BFU.

7.1.2.3 Balance económico

A través de los supuestos previamente expuestos y considerando los escenarios de reciclaje definidos en el apartado “Escenarios para la evaluación” y con la distribución geográfica planteada en la sección “Definición de zonas y estrategias de implementación según escenario” se obtienen los balances económicos que a continuación se detallan.

²⁰ Ministerio de Medio Ambiente de Chile, 2010. Diagnóstico producción, importación y distribución de equipos de informática y comunicaciones, aparatos eléctricos y alumbrado, y el manejo de los productos post-consumo. Costos de venta promedio asociados precios de venta nacionales e internacionales aplicando un 80% sobre el costo nacional.

²¹ London Metal Exchange, <https://www.lme.com/> precio actualizado a noviembre de 2014.

²² Silva, A.A.A., 2013. Modelo de negocio y evaluación técnico-económica para un emprendimiento en gestión de residuos reciclables en comunidades de la Región Metropolitana. Tesis Doctoral, Universidad de Chile.

Tabla 31.- Detalle de los costos Asociados al Escenario 1.

ESCENARIO 1		ZONA NORTE		ZONA CENTRAL		ZONA SUR	
		2018	2023	2018	2023	2018	2023
Año							
Generación VFU proyectada	t	24.812	29.593	191.929	228.913	26.515	31.624
Objetivo de Recolección	t/año	9.925	19.236	76.771	148.793	10.606	20.556
Objetivo de recuperación	t/año	4.962	14.427	38.386	111.595	5.303	15.417
Costos Inversión							
Necesidad de gestión	t/año	4.962	14.427	38.386	111.595	5.303	15.417
	ud./dia	10	30	80	233	11	32
Número instalaciones CAT	ud.	1	1	2	4	1	1
Capacidad instalación CAT	ton/año	4.962	14.427	19.193	27.899	5.303	15.417
Terreno	m ²	4.134	12.085	31.940	61.423	4.418	12.914
Precio medio terreno	\$/m ²	1.100	1.100	102.478	102.478	1.100	1.100
Costo Terreno	Mill. \$ CLP	13	0	3.273	6.294	14	0
Inversión instalaciones	Mill. \$ CLP	504	108	5.432	8.453	505	108
Costos Operación y Mantenimiento							
Costos de transporte	Mill. \$ CLP/año	323	941	1.160	3.374	346	1.005
Transporte a Centro de Tratamiento	Mill. \$ CLP/año	126	367	855	2.486	135	392
<i>Distancia a centro tratamiento</i>	km	70% (0-500km)	70% (0-500km)	80% (0-500km)	80% (0-500km)	70% (0-500km)	70% (0-500km)
Transporte a Planta Fragmentación	Mill. \$ CLP/año	197	574	305	888	210	613
<i>Distancia a Planta de Fragmentación</i>	km	1.500	1.500	500	500	1.500	1.500
Personal Total	\$/año	100.639.926	149.599.890	397.119.708	549.439.596	100.639.926	149.599.890
<i>Transportistas Larga distancia</i>	ud	1	2	8	16	1	2
<i>Transportistas locales</i>	ud	2	4	10	20	2	4
<i>Empleados centros de acopio productor</i>	ud	6	8	20	25	6	8

ESCENARIO 1			ZONA NORTE		ZONA CENTRAL		ZONA SUR	
			2018	2023	2018	2023	2018	2023
Año								
Empleados centros de gestión	ud	8	12	25	30	8	12	
Empleados plantas de fragmentación	ud	1,5	1,5	10	10	1,5	1,5	
Salario medio	Mill. \$/ud	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	
Mantenimiento maquinaria	Mill. \$ CLP	4,8	25	31	63	4,8	25	
Costos servicios	Mill. \$ CLP	9,3	27	72	210	9,9	29	
Otros costos (i+d, publicidad, etc.)	Mill. \$ CLP	10	15	39	55	10	15	
Costos O&M Globales	Mill. \$/año	448	1.158	1.701	4.252	471	1.225	
<i>Beneficios ventas y costos de Gestores Externos</i>								
Material férreo	Mill. \$ CLP/año	382	1.112	2.961	8.608	409	1.189	
Aluminio	Mill. \$ CLP/año	419	1.218	3.242	9.425	447	1.302	
Cobre, Zinc y otros	Mill. \$ CLP/año	113	331	880	2.560	121	353	
Plásticos	Mill. \$ CLP/año	117	340	905	2.633	125	363	
Caucho	Mill. \$ CLP/año	0	0	0	0	0	0	
Vidrio	Mill. \$ CLP/año	4	12	32	93	4	12	
Textiles	Mill. \$ CLP/año	5	14	38	110	5	15	
Fluidos	Mill. \$ CLP/año	-0,8	-2	-6,7	-19	-0,9	-2,7	
Resto	Mill. \$ CLP/año	-6,7	-19	-52	-151	-7	-20	
Eficiencia instalaciones	%	100	100	100	100	100	100	
Costos fragmentadora	Mill. \$ CLP/t	-14	-39	-105	-306	-14	-42	
Cantidad depositada	t/año	4.962	4.809	38.386	37.198	5.303	5.139	
Costo disposición final	Mill. \$ CLP/año	-1.204	-1.166	-9.314	-9.025	-1.286	-1.246	
Compra-Venta materiales	Mill. \$/año	-183	1.800	-1.417	13.929	-195	1.924	

Tabla 32.- Detalle de los costos Asociados al Escenario 2.

ESCENARIO 2		ZONA NORTE		ZONA CENTRAL		ZONA SUR	
		2018	2023	2018	2023	2018	2023
Año							
Generación VFU proyectada	t	24.812	29.593	191.929	228.913	26.515	31.624
Objetivo de Recolección	t/año	9.925	19.236	76.771	148.793	10.606	20.556
Objetivo de recuperación	t/año	4.962	14.427	38.386	111.595	5.303	15.417
Costos Inversión							
Necesidad de gestión	t/año	8.684	26.634	67.175	206.021	9.280	28.462
	ud./día	18	56	140	431	19	60
Número instalaciones de descontaminación y desarme	ud.	1	2	4	8	1	2
Capacidad instalación descontaminación y desarme	ton/año	8.684	26.634	16.794	206.021	9.280	28.462
Terreno	m ²	7.235	15.076	55.895	116.467	7.732	16.110
Precio medio terreno	\$/m ²	1.100	1.100	102.478	102.478	1.100	1.100
Costo Terreno	Mill. \$ CLP	7,9	16,5	5.728	11.935	8,5	17,2
Inversión instalaciones	Mill. \$ CLP	606	1.096	10.046	16.253	607	1.097
Costos Operación y Mantenimiento							
Costos de transporte	Mill. \$ CLP/año	566	1.737	2.031	6.229	605	1.857
Transporte a Centro de Tratamiento	Mill. \$ CLP/año	221	678	1.496	4.590	236.	724
<i>Distancia a centro tratamiento</i>	km	70% (0-500km)	70% (0-500km)	80% (0-500km)	80% (0-500km)	70% (0-500km)	70% (0-500km)
Transporte a Planta Fragmentación	Mill. \$ CLP/año	345	1.059	534	1.639	369	1.132

ESCENARIO 2		ZONA NORTE		ZONA CENTRAL		ZONA SUR	
		2018	2023	2018	2023	2018	2023
Año							
<i>Distancia a Planta de Fragmentación</i>	km	1.500	1.500	500	500	1.500	1.500
Personal Total	Mill. \$/año	149	198	598	707	149	198
<i>Transportistas Larga distancia</i>	ud	2	4	18	20	2	4
<i>Transportistas locales</i>	ud	4	6	22	25	4	6
<i>Empleados centros de acopio productor</i>	ud	8	10	30	40	8	10
<i>Empleados centros de gestión</i>	ud	12	15	30	35	12	15
<i>Empleados plantas de fragmentación</i>	ud	1,5	1,5	10	10	1,5	1,5
Salario medio	Mill. \$/ud	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
Mantenimiento maquinaria	Mill. \$ CLP	15,8	31,7	63,4	126,8	15,8	8,7
Costos servicios	Mill. \$ CLP	16,3	50,1	126,5	388,1	17,4	53,6
Otros costos (i+d, publicidad, etc.)	Mill. \$ CLP	14,9	19,8	59,8	70,7	14,9	19,8
Costos O&M Globales	Mill. \$/año	763	2.038	2.879	7.522	803	2.138
<i>Beneficios ventas y costos de Gestores Externos</i>							
Material férreo	Mill. \$ CLP/año	669	2.054	5.181	15.892	715	2.195
Aluminio	Mill. \$ CLP/año	733	2.249	5.674	17.401	783	2.404
Cobre, Zinc y otros	Mill. \$ CLP/año	199	611	1.541	4.726	212	653
Plásticos	Mill. \$ CLP/año	204	628	1.585	4.862	219	671
Caucho	Mill. \$ CLP/año	0	0	0	0	0	0
Vidrio	Mill. \$ CLP/año	7,2	22,3	56,4	173	7,7	23,9
Textiles	Mill. \$ CLP/año	8,6	26,4	66,7	204	9,2	28,2

ESCENARIO 2

		ZONA NORTE		ZONA CENTRAL		ZONA SUR	
Año		2018	2023	2018	2023	2018	2023
Fluidos	Mill. \$ CLP/año	-1,5	-4,7	-11,8	-36,3	-1,6	-5,0
Resto	Mill. \$ CLP/año	-11,7	-36,0	-90,9	-278,9	-12,5	-38,5
Eficiencia instalaciones	%	100	100	100	100	100	100
Costos fragmentadora	Mill. \$ CLP/t	-23,8	-73,0	-184,2	-565,2	-25,4	-78,0
Cantidad depositada	t/año	3.722	2.959	28.789	22.891	3.977	3.162
Costo disposición final	Mill. \$ CLP/año	-903	-718	-6.985	-5.554	-965	-767
Compra-Venta materiales	Mill. \$/año	883	4.760	6.832	36.825	943	5.087

Teniendo en cuenta todos estos costos de inversión, de operación y mantenimiento, y de compraventa de materiales reutilizables a lo largo de la escala temporal considerada en el estudio, se desarrolla el Plan de Inversiones asociado a cada escenario. Para el cálculo temporal de dichas inversiones se ha considerado un incremento anual constante de los objetivos de recolección y reciclaje progresivos, siendo estos del 20, 40, 60, 80 y 100% respecto a los costos asociados al año 2018 y 2023, respectivamente.

A continuación se presentan las tablas de evolución anual de los costos e inversiones. A partir de los cuales se obtiene el valor de la Tasa Interna de Retorno (TIR).

Tabla 33.- Evolución de costos (en Millones de Pesos) para el Escenario 1.

INVERSIÓN INICIAL	15.113 Millones \$ CLP									
	OBJETIVO 2018					OBJETIVO 2023				
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
Zona Norte										
Costos O&M	90	179	269	359	449	232	464	695	927	1.159
Beneficios Compra-Venta	-37	-73	-110	-147	-183	360	720	1.080	1.441	1.801
Zona Centro										
Costos O&M	340	681	1.021	1.361	1.702	851	1.701	2.552	3.402	4.253
Beneficios Compra-Venta	-284	-567	-851	-1.134	-1.418	2.786	5.572	8.358	11.144	13.930
Zona Sur										
Costos O&M	94	189	283	377	472	245	490	735	980	1.225
Beneficios Compra-Venta	-39	-78	-118	-157	-196	385	770	1.155	1.540	1.924
Costos Globales	524	1.049	1.573	2.098	2.622	1.327	2.655	3.982	5.309	6.637
Beneficios Globales	-359	-719	-1.078	-1.438	-1.797	3.531	7.062	10.593	14.124	17.655
Inversión	CF 1	CF 2	CF 3	CF 4	CF 5	CF 6	CF 7	CF 8	CF 9	CF 10
-15.113	-884	-1.768	-2.651	-3.535	-4.419	2.204	4.407	6.611	8.815	11.019
TIR	2%									

Tabla 34.- Evolución de costos (en Millones de Pesos) para el Escenario 2.

INVERSIÓN INICIAL		29.709 Millones \$ CLP									
		OBJETIVO 2018					OBJETIVO 2023				
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
		AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
Norte											
COSTOS O&M		153	305	458	611	763	408	815	1.223	1.631	2.038
Beneficios Compra-Venta		177	353	530	707	883	952	1.904	2.856	3.809	4.761
Centro											
COSTOS O&M		576	1.152	1.728	2.304	2.879	1.505	3.009	4.514	6.018	7.523
Beneficios Compra-Venta		1.367	2.733	4.100	5.466	6.833	7.365	14.730	22.095	29.461	36.826
Sur											
COSTOS O&M		161	321	482	643	803	428	855	1.283	1.710	2.138
Beneficios Compra-Venta		189	378	566	755	944	1.017	2.035	3.052	4.070	5.087
Costos Globales		889	1.779	2.668	3.557	4.446	2.340	4.680	7.019	9.359	11.699
Beneficios Globales		1.732	3.464	5.196	6.928	8.660	9.335	18.670	28.004	37.339	46.674
Inversión	CF 1	CF 2	CF 3	CF 4	CF 5	CF 6	CF 7	CF 8	CF 9	CF 10	
-29.709	843	1.686	2.528	3.371	4.214	6.995	13.990	20.985	27.980	34.975	
TIR	20%										

7.1.2.3.1 Financiación del sistema

Tal y como el principio de la Ley REP establece, serán los productores y/o importadores quienes tendrán que financiar el sistema de gestión de los productos tras el fin de vida útil de los mismos mediante el cobro anticipado de su gestión.

Como se ha detallado en los balances económicos, para cada una de las zonas consideradas en el estudio, los costos globales variaran, bien sea por las distancias a recorrer, por el precio del terreno o por la cantidad de vehículos a gestionar.

Tanto los costos de operación y mantenimiento como los costos de inversión, que a priori serán financiados mediante préstamos bancarios u otros fondos nacionales, son los que deberán ser cubiertos a través del principio de la Responsabilidad Extendida al Productor. En este sentido, el sistema debe garantizar que las nuevas matriculaciones cubran los costos de gestión de las unidades retiradas. Para hacer este cálculo se han tenido en cuenta los siguientes datos:

- Suma de los costos totales que supondrá la implementación del sistema (inversión, operación y mantenimiento, y gestión externa).
- Valor acumulado de la proyección de las unidades de vehículos matriculados entre 2014 y 2023 (ver Tabla 27).

Los valores orientativos a los que tendrá que hacer frente el distribuidor y por ende el comprador según el escenario de análisis contemplado son los siguientes:

- En el caso de la implementación del ESCENARIO 1 se deberá abonar un promedio de 19.846 \$ CLP por vehículo.
- En cambio, para abordar los costes del ESCENARIO 2 el precio o tasa promedio estará en torno a los 22.696 \$ CLP por vehículo nuevo vendido.

En ambos casos, el incremento de precio que supondrá la implementación de este sistema de gestión en los costos de venta al usuario no será superior al 1% del precio promedio de venta de un vehículo nuevo en Chile. De ahí se deduce que la implementación de la Ley REP no generará un retroceso en las ventas del mercado



automotriz de Chile, ya que el precio de venta al consumidor sufrirá un incremento prácticamente despreciable.

7.2 Evaluación ambiental de la implementación de la REP en VFU

Son multitud los impactos ambientales que se verán modificados tras la implementación de la Ley REP en Chile. La mayor parte de ellos jugarán en beneficio de la salud ambiental del planeta pero algunos otros podrán tener un papel opuesto, es decir, podrán incrementar el impacto de etapas específicas como por ejemplo del transporte. No obstante, la compactación de los vehículos previo a su traslado puede jugar un factor fundamental en la minimización del impacto ambiental generado durante esta etapa. Para conocerlo habrá que estimar el impacto generado por los cambios que en este estudio se plantean. En este sentido, el análisis del impacto ambiental es una herramienta imprescindible para el diseño final de una estrategia que, además de ser económicamente viable, sea a su vez sustentable ambientalmente.

A modo de análisis genérico, en la Tabla 35 se enumeran, desde el punto de vista ambiental, los beneficios e inconvenientes que supondrá la implementación de la REP. Este análisis se realiza partiendo de la base de que, en la actualidad, los vehículos fuera de uso generados en Chile no reciben ningún tipo de tratamiento y éstos suelen acumularse en corrales a expensas de ser desmantelados por gestores o chatarreros informales sin control alguno de los riesgos ambientales que estas prácticas pueden generar.

Tabla 35.- Identificación de los aspectos ambientales afectados por la implementación de la Ley REP sobre los vehículos.

Procesado de materiales	Transporte	Gestión de residuos
<ul style="list-style-type: none"> Ahorro energético durante el procesado de materiales por ser de origen reciclado. Recirculación de materiales en el mercado productivo. Preservación de los 	<ul style="list-style-type: none"> Incremento de las distancias de transporte a los lugares de gestión centralizados. 	<ul style="list-style-type: none"> Incremento de la vida útil de los Rellenos Sanitarios. Mayor control de la gestión y, por lo tanto, de la contaminación del agua, aire y el suelo. Minimización de la creación de corrales o lugares para el

Procesado de materiales	Transporte	Gestión de residuos
recursos naturales.		acopio de vehículos. <ul style="list-style-type: none"> • Reducción de los efectos adversos sobre la salud humana. • Reducción del impacto sobre fauna y flora. • Reducción del impacto visual.

Fuente: elaboración propia.

De la tabla anterior se deduce que la categoría que engloba los aspectos ambientales referentes a la gestión de residuos es la que afecta a un mayor número de variables, y por lo tanto, la que puede tener una mayor contribución, tanto energética como ambiental, en la reducción del impacto ambiental asociado a la gestión de los VFU.

7.2.1 Variación en el sistema de tratamiento

Más del 85% en peso de la composición de los vehículos está formada por **acero**, **aluminio** y **plásticos**. Todos estos elementos pueden ser recuperados y, además, en el caso específico de los metales su procesado tras el reciclaje es tanto energética como ambientalmente más favorable respecto al procesado de la materia prima. Por otro lado, tanto los plásticos como los metales, al no ser de naturaleza biodegradable su disposición en relleno sanitario no genera emisiones de metano pero eso no conlleva a que su disposición final no lleve asociado un potencial impacto ambiental. Dicho impacto se deriva de otras etapas:

- Transporte hasta el relleno sanitario.
- Colmatación de las instalaciones con residuos con alto potencial de reciclaje.
- Incremento del consumo energético asociado a la etapa de procesado de materiales a partir de las materias primas.

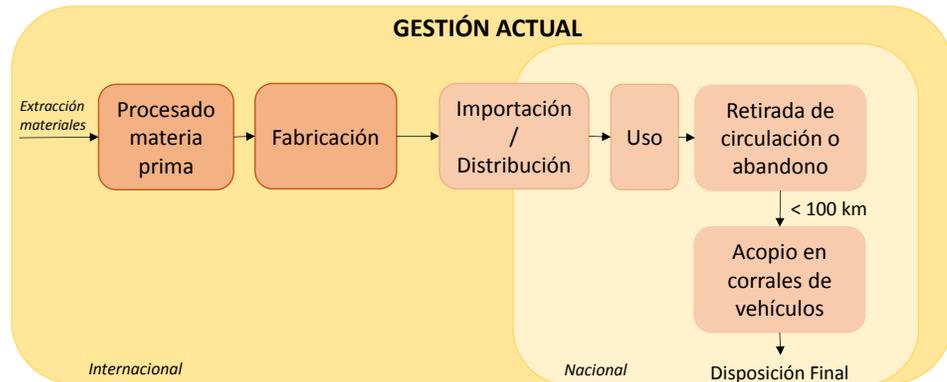
- Emisiones de otras sustancias contaminantes derivadas de los metales.

Con todo lo anterior, y a modo de resumen de los supuestos realizados para estimar el Impacto Ambiental que generará la implementación de la Ley REP en el mercado de la automoción se exponen a continuación los puntos clave a tratar según el tipo de gestión:

Gestión actual

Según la información recopilada en la fase de diagnóstico de este estudio, los vehículos retirados de la circulación se acumulan en corrales u otros lugares no autorizados donde no están libres de ser desmantelados mediante prácticas no respetuosas con el medio ambiente. En

este caso las distancias recorridas por los vehículos hasta su destino final son reducidas. Muchas veces los vehículos



se quedan abandonados en el mismo lugar que su usuario lo aparcó por última vez. Sin embargo, el no reciclado de sus materiales supone un mayor coste ambiental en la fabricación de nuevos vehículos u otros materiales debido a su contenido energético. A pesar de que los nuevos vehículos importados puedan estar fabricados con material reciclado, la retirada del mercado (abandono o disposición en relleno sanitario) de los componentes de los vehículos supone un costo energético y ambiental asociado a la fabricación a través de materia primas de estos mismos componentes u otros que pudieran ser fabricados a partir del reciclado de estas piezas. Igualmente, la mala gestión de los componentes de los vehículos puede generar multitud de impactos ambientales de magnitud difícil de calcular. Por ello, en esta evaluación se tendrán en cuenta los siguientes impactos ambientales:

- Procesado de materiales a partir de la materia primaria.

- Transporte hacia los lugares de destino final. En este caso, y al no tener ubicaciones centralizadas, se tomará como distancia promedio 300 km.
- Disposición final en relleno sanitario como valor de referencia para valorar el impacto ambiental del destino final desconocido.

Gestión mediante la Ley REP

La Ley REP de vehículos introducirá en el mercado la recirculación de ciertos materiales, mayoritariamente metales, aluminio y plásticos. A pesar de ello, los objetivos propuestos no son de recuperación total, por lo que, parte del contenido de los vehículos seguirá yendo a disposición final.

La estructura nacional que se plantea está clasificada en dos etapas. La primera en la que se realiza la descontaminación y compactación del vehículo de manera más descentralizada

reduciendo así el transporte de larga distancia de los vehículos no compactados. Y, una segunda etapa, está ya más centralizada, es decir, con



necesidad de recorrer mayores distancias, donde los vehículos ya compactados y, por lo tanto, más fácilmente transportables, se fragmentarán para facilitar su separación de materiales para su posterior reciclaje. Cabe remarcar que, al tratarse de un transporte de vehículos ya compactados, el costo asociado a su transporte (por unidad de vehículo transportado) es inferior al costo de transporte de vehículos sin compactar debido a la mayor capacidad de carga que esta compactación representa. Finalmente, el tratamiento que reciben los vehículos para su gestión no queda al margen de tener asociado un consumo energético y, por lo tanto, una contribución en el impacto ambiental.

Con todo lo anterior, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Procesado de materiales a partir materiales reciclados y/o reutilizados de la fracción de vehículos recuperados.
- Procesado de materiales a partir de la materia primarias de la fracción de vehículos no recuperados.
- Transporte hacia los lugares de gestión. En este caso, y al ser una única instalación centralizada en la zona central del país, se tomará como distancia promedio 1.500 km para el 20% de los vehículos (según datos actuales de distribución del parque automovilístico) y 80% a 500 km coincidiendo con el porcentaje de vehículos censados en la zona central del país.
- Tratamiento.

7.2.2 Análisis de Ciclo de Vida

Para elaborar un estudio comparativo del impacto ambiental sujeto a la implementación REP se partirá de los datos bibliográficos que se muestran en la Tabla 36.

Tabla 36.- Factores de emisión (expresado en unidades de CO₂ equivalente por vehículo) y consumo energético por proceso.

ETAPA	SIN RECUPERACIÓN		CON RECUPERACIÓN TOTAL	
	t CO ₂ ·veh ⁻¹	MWh·veh ⁻¹	t CO ₂ ·veh ⁻¹	MWh·veh ⁻¹
Procesado de materiales				
Acero	2,493 ¹	7,53 ¹	1,424*	2,738*
Aluminio	0,820 ¹	5,26 ¹	0,049*	0,421*
Plástico	0,053 ¹	0,21 ¹	0,004*	0,031*
Transporte¹	0,072	0,244	0,050	0,170
Disposición final²	0,815	0,640	n.a.	n.a.
Tratamiento¹	n.a.	n.a.	0,002	0,02
TOTAL	4,253	13,884	1,530	3,380

n.a.: no aplica.

*: datos estimados a partir de porcentajes de reducción bibliográficos.

Fuente: ¹Fedit, 2012. ²Vermeulen y col., 2012. Impactos asociados a todo el vehículo excepto neumático, líquidos de motor y refrigeración, y baterías.

Los datos referentes al procesado de materiales a partir de materiales reciclados (señalados con asterisco en la Tabla 36) se han estimado aplicando porcentajes de

reducción bibliográficos sobre el valor de referencia del procesamiento desde la fuente primaria (mostrados en la referencia a Sin Recuperación). Muchos son los trabajos que han analizado la **huella de carbono de los materiales a través de su procesamiento directo desde la materia prima o mediante la fuente secundaria o reciclada**. Algunos estudios detallan que, por ejemplo para el caso específico de los **plásticos PEAD** (polietileno de alta densidad), las emisiones de CO₂ equivalente para su procesamiento de fuente primaria y reciclada son 1,72 MTCO_{2-eq} y 0,13 MTCO_{2-eq} por tonelada, respectivamente y su consumo energético se reduce un 85% (*US Environmental Protection Agency*). El procesamiento de **aluminio** a partir del material reciclado necesita tan solo el 8% de la energía invertida en el procesamiento desde la fuente primaria (*Aluminium Industry Life-Cycle Assessment Report Briefing*, 2014) y, además, las emisiones de CO₂ se reducen en un 94% (*US Environmental Protection Agency*). En el caso del **acero**, la industria de producción primaria consume entre 2,5 y 3 veces más energía que la manufacturación a partir del material reciclado (Yellishetty y col., 2011) mientras que, según los modelos desarrollados por la *World Steel Association*, las emisiones de CO₂ pueden reducirse en 1.200 kg CO_{2-eq} por cada tonelada de acero procesado. En la Figura 22 se detallan las diferentes rutas de producción o reutilización del acero de los vehículos.

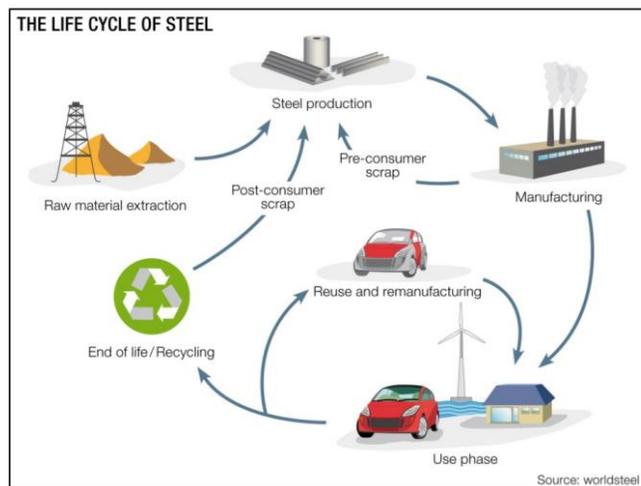


Figura 22.- Ciclo de vida del acero en la industria de la automoción.
(Fuente: *The World Steel Association website*).

Aplicando los datos anteriores sobre los valores de vehículos recuperados y no recuperados en el sistema mediante los escenarios de análisis definidos en el estudio, se

obtienen los balances de masa y energía que se detallan en la Tabla 37. En dicha tabla se presentan los valores desglosados por etapas. De esta manera uno puede identificar cuál o cuáles son las etapas de mayor impacto ambiental y, por lo tanto, las que requieren un mayor esfuerzo para alcanzar la sustentabilidad del proceso de gestión.

Tabla 37.- Contribución de las etapas consideradas en el impacto ambiental de cada escenario.

		Escenario 1		Escenario 2	
		2018	2023	2018	2023
Contribución al efecto invernadero [t CO ₂ -eq]	Procesado de materiales				
	Acero	421.520	437.365	391.880	339.624
	Aluminio	123.135	98.518	101.753	28.005
	Plástico	7.997	6.482	6.645	2.021
	Transporte	12.501	13.589	11.891	11.576
	Disposición final¹	120.576	92.631	97.968	18.074
	Tratamiento	74	216	129	399
Consumo energético [MWh]	Procesado de materiales				
	Acero	1.215.311	1.151.881	1.082.383	713.520
	Aluminio	793.760	643.335	659.520	200.641
	Plástico	32.234	27.274	27.282	10.944
	Transporte	42.387	46.112	40.334	39.342
	Disposición final¹	94.685	72.741	76.932	14.193
	Tratamiento	740	2.162	1.295	3.992

¹: Incluye todas las partes del vehículo excepto neumáticos, líquidos de motor y refrigerantes, y baterías.

Los datos demuestran que, en todos los casos, la etapa de procesamiento del acero es la que tiene una mayor contribución al global de emisiones de CO₂ equivalente y consumo energético. No obstante, esta contribución es menor al trabajar con materiales reciclados, tal y como se refleja en los valores definidos para el año 2023. En cuanto a las etapas más vinculadas con la gestión directa de los vehículos tras el fin de su vida útil (transporte, disposición final y tratamiento) es la etapa de disposición final la que desencadena un mayor impacto ambiental.

A nivel general, según las unidades de vehículos recuperados y no recuperados por escenario se deduce el balance que se detalla en la Tabla 38 y los porcentajes de reducción respecto a la línea base (modelo actual de gestión).

Tabla 38.- Balance ambiental de la gestión de los VFU según escenario de análisis.

Escenario		Escenario 1		Escenario 2	
Año	Actualidad	2018	2023	2018	2023
Recuperación (%)	0	20	48,8	35	90
<i>Estimación según cumplimiento de los escenarios de análisis:</i>					
Vehículos recuperados (ud.)	0	36.987	108.114	64.726	199.595
Contribución al efecto invernadero (t CO ₂ -eq)	n.a.	56.591	165.416	99.032	305.383
Consumo energético (MWh)	n.a.	125.034	365.477	218.805	674.727
Vehículos no recuperados (ud.)	227.310	147.946	113.658	120.206	22.177
Contribución al efecto invernadero (t CO ₂ -eq)	966.749	629.214	483.387	511.236	94.318
Consumo energético (MWh)	3.155.972	2.054.082	1.578.028	1.668.940	307.905
ACV (t CO₂-eq)	966.749	685.805	648.803	610.268	399.701
Consumo energético (MWh)	3.155.972	2.179.116	1.943.505	1.887.745	982.633
<i>Estimación sin implementación de la Ley REP¹:</i>					
ACV (t CO₂-eq)	966.749	786.520	943.196	786.516	943.196
Consumo energético (MWh)	4.128.859	2.567.610	3.079.082	2.567.596	3.079.082
<i>Comparativa²:</i>					
Reducción emisiones	0 %	12,8 %	31,2 %	22,4 %	57,6 %
Reducción consumo energético	0 %	15,1 %	36,9 %	26,5 %	68,1 %

Fuente: elaboración propia en base a los datos de la Tabla 36 y a las proyecciones de unidades de VFU generados (Tabla 27).

¹: Estimación, según la proyección de generación de VFU, de la huella de carbono y del consumo energético asociado al sector de VFU en Chile sin la implementación de la Ley REP ni de otras estrategias de gestión sustentable.

²: Comparativa entre los valores obtenidos mediante la implementación de la REP (considerando un cumplimiento de las metas) y la no implementación, según el escenario de análisis.

Del análisis anterior se desprende que la implementación de la Ley REP aportará mejoras sustanciales en la reducción del impacto ambiental que en la actualidad se está generando debido a la gestión de los vehículos fuera de uso en Chile. En el mejor de los escenarios se deduce que a largo plazo (año 2023) los impactos podrían reducirse en un 57,6% y en un 68,1% para el caso de emisiones de CO₂ y de consumo energético, respectivamente.

7.2.3 Otros impactos ambientales

Junto con los efectos potenciales que tiene la gestión de los VFUs sobre el efecto invernadero, existen otros impactos ambientales que tienen efectos directos sobre el agua, suelo y biodiversidad. En el contexto de la minimización del impacto ambiental de

los VFU existe un conjunto de buenas prácticas que se deben desarrollar en los CATs para prevenir la contaminación. Éstas se presentan en la matriz de impactos ambientales de la Tabla 39.

Tabla 39.- Matriz de impactos ambientales minimizados mediante las acciones de prevención definidas.

OPORTUNIDAD DE PREVENCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	Consumo de agua	Consumo de energía	Emisiones atmosféricas	Aguas residuales	Residuos	Ruido	Suelo
Formación del personal de descontaminación.							
Certificación del sistema de gestión ambiental.							
Implantación de un sistema de limpieza.							
Uso de equipos de prensado de filtros usados.							
Uso de bandejas anti-goteo.							
Realización de limpieza en seco de derrames.							
Uso de equipos móviles de recuperación por gravedad.							
Uso de equipos de recuperación para aspiración.							
Uso de aislamientos acústicos.							
Uso de trapos reutilizables.							
Mantenimiento y reciclaje de vehículos propios del establecimiento.							
Mantenimiento y reciclaje de la maquinaria.							
Vehículos eléctricos para el transporte interno.							
Emplazamiento de las materias primas cercano al punto de actuación.							
Instalación de cisternas de ahorro de agua.							
Uso de sistemas de iluminación de bajo consumo.							
Instalación de aireadores.							
Instalación de sistemas de recolección de aguas pluviales.							
Uso de energía solar.							



OPORTUNIDAD DE PREVENCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	Consumo de agua	Consumo de energía	Emisiones atmosféricas	Aguas residuales	Residuos	Ruido	Suelo
Desconexión de equipos tras su utilización.							

Fuente: Agencia de Residuos de Cataluña, España, 2009. Guía de Buenas Prácticas para el Reciclaje de Vehículos Fuera de uso.

7.3 Evaluación social de la implementación de la REP en VFU

Como se ha visto en la fase de diagnóstico del estudio, actualmente en Chile existe una baja concienciación social en materia de prevención de residuos en general. Específicamente, para el caso de los residuos de vehículos es frecuente encontrarlos abandonados en calzadas u otros lugares donde son desmantelados sin ningún tipo de prevención de la contaminación. Normalmente, esto sucede en zonas de mayor vulnerabilidad social donde además de los riesgos ambientales que estas prácticas generan se pueden desencadenar riesgos sociales como por ejemplo la aparición de conflictos derivados de la competitividad para la recuperación de materiales reutilizables. En este sentido, la implementación de la Ley REP, además de evitar la generación de dichos conflictos, puede fomentar la aparición de otros factores sociales, los cuales comportaran beneficios sociales para las comunidades. Estos factores se suelen clasificar en las categorías que se detallan en la Tabla 40.

Tabla 40.- Factores sociales derivados de la implementación de la Ley REP de VFU.

<u>Factores Culturales</u>	<u>Factores Socio-Económicos</u>	<u>Factores de Desarrollo Humano y Local</u>
<ul style="list-style-type: none">• Mayor concienciación ambiental.• Mayor información disponible.• Reducción del mercado informal.	<ul style="list-style-type: none">• Creación de empresas y de empleo.• Recirculación de materiales en el ciclo de materia.• Promoción de Chile en el mercado del reciclaje.	<ul style="list-style-type: none">• Mejora de la calidad de vida.• Reducción de la contaminación visual y de la proliferación de zonas vulnerables de acopio.• Creación de puestos de trabajo de mayor calidad.

Con la implementación de la Ley REP, Chile dispone de una buena oportunidad para posicionarse internacionalmente en el mundo del reciclaje y en las prácticas ambientales. Internacionalmente, el concepto de economía y/o crecimiento verde ocupa una de los retos prioritarios en las políticas y estrategias de los países, lo que ha evolucionado hacia una fuerte concienciación social en contribución de la reducción del calentamiento global del planeta y mitigación del cambio climático. De esta tendencia se derivan multitud de herramientas y aplicaciones que permiten calcular la huella de carbono que uno mismo genera diariamente debido a sus actividades cotidianas. Es por todo esto, que la implementación de políticas ambientales como la REP generan una mayor confianza e internacionalización del mercado chileno, que a su vez potenciará la economía nacional.

En este sentido, y con el fin de conocer los retos y aprovechar las oportunidades que la implementación de la REP desencadenará, se elabora el cuadro de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades mediante la matriz DAFO. Este se detalla en la Tabla 41.

Tabla 41.- Matriz DAFO. Factores sociales relacionados con la implementación de la REP para VFUs.

DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Falta de infraestructura. • Distancias a recorrer por la centralización de las instalaciones. • Mercado de salida de los materiales recuperados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado informal. • Desaparición de empresas que no se ajusten a la normativa. • Falta de concienciación social.
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Importancia de la industria metalúrgica en Chile. • Economía en expansión. • Experiencia internacional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Posicionamiento en el reciclaje de metales. • Creación de asociaciones y de nuevas empresas (con escasa competencia de mercado). • Creación de puestos de trabajo. • Desarrollo de I+D. • Mejora de la calidad de vida.

Fuente: elaboración propia.

7.3.1 Impacto sobre el desarrollo social y socio-económico

El desarrollo social y socio-económico se puede ver influenciado principalmente por la creación de nuevas empresas y la necesidad de cubrir nuevos puestos de trabajo de un mercado especializado en el mundo del reciclaje y, por lo tanto, en el progreso hacia la economía verde.

La implementación de la REP y específicamente para el caso que ocupa este estudio (la Ley REP de VFU) conllevará la creación de una estructura que permita la gestión adecuada y eficiente del mercado. Para ello se deberá desarrollar una estrategia de mercado formada por una red de infraestructuras que sea capaz de soportar la demanda de gestión de todo el territorio. Además, y tal como se destaca en las experiencias internacionales, es adecuado que toda esta red de infraestructuras se coordine mediante Sistemas Integrados de Gestión o asociaciones de logística.

De acuerdo con la propuesta de infraestructuras detallada en el apartado 7.1.2.1 para dotar al país de la capacidad de gestión suficiente para hacer frente a la gestión de las unidades de VFU proyectadas hasta 2023, se deduce que, a nivel nacional, se deberán construir 6 ó 12 Centros Autorizados de Gestión para el caso de implementar el escenario 1 ó 2, respectivamente.

La chatarra compactada resultante del tratamiento realizado en los CATs debe ser convenientemente fragmentada para su posterior reciclaje. Para ello, Chile cuenta con diversas plantas de reciclaje de metales y chatarra (en las cuales actualmente se gestionan mayoritariamente materiales procedentes de RAEEs). En dichas plantas además del reciclaje de los materiales se lleva a cabo una etapa inicial de fragmentación mediante la cual se separan los diferentes materiales que conforman la chatarra. GERDAU tiene en funcionamiento 2 plantas de reciclaje (Planta de Colina y Planta de Renca), las cuales mediante su adaptación y ampliación podrían recibir autorización para llevar a cabo la fragmentación de la chatarra resultante de la compactación de los vehículos junto con el posterior reciclaje de los materiales para convertirse de nuevo en materia prima. Esto supondría que, para procesar los residuos provenientes de los VFUs, GERDAU debería incrementar su capacidad progresivamente hasta abarcar entre un 6 y un 7% para el año 2023. La planta situada en Antofagasta podría centralizar la gestión integral de los vehículos de la zona norte. En el caso específico de los metales, la compañía GERDAU ha indicado recientemente que, en el año 2013, alcanzó una gestión

de chatarra de 481.120 toneladas. Igualmente, otras empresas recicladoras podrán ser reorientadas o ampliadas para cumplir con las premisas de la gestión de los VFU para proceder a la descontaminación y compactación de vehículos, así como para dar salida al incremento de materiales reciclados o reutilizados. En cambio, los trabajadores del mercado informal verán reducidos sus ingresos. Para evitar crear un nicho de mercado vulnerable, el sistema debe optimizar la reinserción en el mercado de los recicladores informales actuales.

Con la aparición de este nuevo mercado dentro del sector de la automoción se crearán puestos de trabajo temporales e indefinidos. Entre los temporales se encuentran los trabajos relacionados con el diseño estratégico y de ingeniería de las infraestructuras así como los trabajos de construcción o ampliación de las instalaciones. En cambio, se creará una gran variedad de trabajos indefinidos para los que se requerirán diferentes niveles de calificación. Por ejemplo, para cada centro autorizado de gestión deberá haber los siguientes puestos: 1 Gerente, 1 Administrativo, 1 Director Comercial, 1 Director de Compras y Logística, 1 Jefe de Planta, 1 encargado de máquinas así como demás puestos técnicos de gestión en función de la capacidad de la operación. Igualmente, la infraestructura deberá estar dotada de una red nacional de transportistas. En global, considerando los escenarios de análisis de este estudio se estima, que en el año 2023, se habrán creado 157 y 204 puestos de trabajo según si las metas objetivo planteadas son las definidas en el 1 y 2, respectivamente.

Tanto la creación de nuevas empresas como el incremento de puestos de trabajo contribuyen a una mayor renta per cápita de la población, condición que va sujeta a la mejora de la calidad de vida de las personas, al confort social y por ende a la prevención de los conflictos sociales.

7.3.2 Impacto sobre el desarrollo cultural

La entrada en vigor de la Ley REP de VFU conllevará, además de la creación de empresas y puestos de trabajo, la retirada de los vehículos en estado de abandono de las vías públicas así como la gestión de los vehículos que se acumulan en corrales u otros lugares perjudicando seriamente la imagen del país. Este simple hecho de limpieza y retiro generará una mayor calidad de vida de la ciudadanía y, a su vez, repercutirá en la

sensibilización social sobre la importancia de la prevención de residuos y la gestión adecuada, en el caso en que la prevención sea inviable.

Finalmente, y como ya se ha comentado con anterioridad, el mercado de la economía verde es un mercado en creciente expansión en las regiones desarrolladas en las que, a pesar de la fuerte crisis financiera que les afecta desde hace años, su crecimiento no se ha visto afectado. La

preocupación ambiental está en el día a día de las personas quienes de



una manera u otra se involucran en la reducción del impacto que sus actividades cotidianas generan. No quedan al margen de esta nueva tendencia los vehículos. Sus campañas publicitarias han dejado de regirse por la velocidad punta de los vehículos y han trasladado su objetivo en detallar las emisiones que uno u otro vehículo generan durante su uso, es decir, los automóviles se venden por menor emisión no por mayor velocidad tal y como años atrás sucedía. No obstante, es importante mencionar que ninguno de estos anuncios contempla en sus emisiones o en su valoración sobre el impacto ambiental que genera el producto a lo largo de su ciclo de vida (fabricación, uso y gestión final). Este hecho se deriva de dos motivos principales:

- Los indicadores de la Agencia Ambiental Europea basan las metas de reducción en las emisiones durante el uso de vehículos.
- La etapa que mayor impacto ambiental genera en un automóvil es la de su uso (ver Figura 11).

8. Conclusiones y recomendaciones

Como se ha visto a lo largo del estudio, la implementación y cumplimiento de la Ley REP para VFU generará beneficios tanto económicos como ambientales y sociales en el país. No obstante, para llevar a cabo el proceso será necesaria una fuerte campaña de información y concienciación social y una financiación inicial de la infraestructura, la cual podrá ser recuperada a través del sistema de autofinanciación que dicha Ley establece.

Según los datos obtenidos a partir de fuentes oficiales, el parque automovilístico de Chile es un mercado en expansión. Sin embargo, esto no significa que el número de vehículos retirados de la circulación sea también creciente, ya que este parámetro depende de otros factores tales como las unidades nuevas comercializadas y las exportaciones de vehículos usados. Ambos parámetros, durante los últimos 10 años, han experimentado también una tendencia clara en la que las unidades comercializadas han aumentado y las exportaciones han disminuido.

El exhaustivo análisis de datos desarrollado en el estudio ha demostrado que, desde el año 2003, la retirada de vehículos de la circulación en Chile ha no ha experimentado una evolución clara. Si bien hasta el año 2007 los números reflejan una decaída anual en el retiro de vehículos, con un claro repunte en el año 2008, fue entre los años 2009 y 2010 en los que el número de bajas de vehículos alcanzaron valores mínimos dentro del período de estudio debido al estallido de la crisis financiera mundial.

El diagnóstico de situación actual o línea base del sector ha puesto de manifiesto que lo habitual en Chile es que los vehículos fuera de uso se acumulen en centros metropolitanos, corrales o, en el peor de los casos restan abandonados en la vía pública. En algunos casos éstos son desmontados para recuperar la chatarra y demás materiales reutilizables, siendo el destino final de la mayoría el relleno sanitario (tejidos, plásticos, etc.). En este sentido, se destaca la importancia de proceder a la limpieza y acopio adecuado de los vehículos fuera de uso para minimizar la proliferación de puntos de acopio informales en las calles y zonas más vulnerables del país.

Dentro del estudio del caso chileno para la implementación de la REP específica para vehículos **se ha desarrollado una proyección de la generación de VFUs para los próximos 10 años**. Según estos datos se estima que para el **año 2023** se darán de baja

un total de **221.772 unidades de vehículos**, lo que traducido en peso suman 290 mil toneladas de materiales que deben ser gestionados.

Para hacer frente a la gestión de los VFUs generados año a año a través de la implementación de la Ley REP, el estudio ha propuesto diversos escenarios con diferentes metas de recolección y recuperación. En el caso **más permisivo**, el **ESCENARIO 1**, se pretende alcanzar en el año 2023 el 65% de recolección de vehículos y la recuperación del 75% del contenido de éstos, es decir, en términos globales el objetivo de gestión es alcanzar el 48% de la generación de VFUs. En cambio, el planteamiento **más restrictivo**, el **ESCENARIO 2**, pretende alcanzar en el año 2023 el 100% de recolección de vehículos y la recuperación del 90% del contenido de éstos.

En global se ha definido la ubicación de **6 ó 12 Centros Autorizados de Tratamiento** a lo largo del territorio para el caso de implementar el escenario 1 ó 2, respectivamente. En ambos casos, el proceso de fragmentación del material compactado se propone realizarlo centralizadamente mediante una planta ubicada en la zona central del país, donde se generará más del 80% de los VFUs.

Para llevar a cabo toda esta **infraestructura**, las estimaciones económicas desarrolladas muestran que las **inversiones** generaran una **Tasas Internas de Retorno de un 2%** en el escenario menos favorable y un **20%** en el más favorable. Así mismo, la implementación de dicha Ley supondrá la creación de más de 150 nuevos puestos de trabajo y no incrementará significativamente el precio de venta de los vehículos, por lo que, no repercutirá en una caída de las ventas.

A nivel ambiental, considerando las etapas de transporte hacia los centros de tratamiento, disposición final y procesado de materiales de materia primaria o reciclada, se obtiene una **reducción significativa de la huella de carbono del sector de los VFU**, llegando a alcanzar una reducción de 57,6 % para el año 2023 en cumplimiento de las metas del escenario 2, el más restrictivo.

Igualmente, y con el fin de fomentar la concienciación ambiental de los ciudadanos chilenos, ya no sólo en el ámbito de los residuos de vehículos sino en el término residuos como global, **se recomienda realizar constantes campañas de prevención de residuos** en las que se vaya introduciendo al consumidor final la importancia de una adecuada gestión así como su participación en la mejora del sistema. Estas campañas

pueden hacerse a través de los medios de comunicación y redes sociales, pero no hay que olvidar la realización de talleres y conferencias sobre todo en las zonas más extremas del país. Dichos lugares presentan una mayor vulnerabilidad y están expuestos a mayor riesgo de acopio de vehículos (y residuos en general) asumiendo a la vez los riesgos ambientales, otros riesgos económicos y sociales que estas malas prácticas pueden desencadenar.

Finalmente, tras el estudio específico de Chile y los antecedentes revisados de otros países se establecen una serie de recomendaciones:

- Fomento de la importancia del reciclaje a través de las distintas entidades públicas: campañas publicitarias, información en escuelas, realización de jornadas, etc.
- Difusión de la implementación de la REP VFU y de los pasos a seguir para dar de baja un vehículo. Esta información puede ser entregada en concesionarios o difundida a través de campañas publicitarias donde se detallen los principales pasos a seguir y se dirija al consumidor a visitar páginas web específicas para mayor detalle e información.
- Limpieza de las zonas no autorizadas de acopio de vehículos a cargo de las municipalidades.
- Retirada de vehículos abandonados en vías públicas e identificación y sanción de su titular a cargo de las municipalidades.
- Incentivar económicamente a los ciudadanos para que entreguen los vehículos en los lugares debidamente autorizados.
- Fomentar la reutilización de componentes en buen estado y permitir su comercialización en los centros autorizados de tratamiento.

Con la implementación de la Ley REP, Chile dispone de una buena oportunidad para posicionarse internacionalmente en el mundo del reciclaje y en las prácticas ambientales. A nivel internacional, el concepto de economía y/o crecimiento verde ocupa una de los retos prioritarios en las políticas y estrategias de los países, lo que ha evolucionado hacia una fuerte concienciación social en contribución de la reducción del calentamiento global



del planeta. De esta tendencia se derivan multitud de herramientas y aplicaciones que permiten calcular la huella de carbono que uno mismo genera diariamente debido a sus actividades cotidianas. Es por toso esto, que la implementación de políticas ambientales como la REP generan una mayor confianza e internacionalización del mercado chileno, que a su vez potenciará la economía nacional.

9. Referencias

Se listan a continuación los estudios, guías y portales web que han sido consultados para la elaboración del estudio.

Aceros Arequipa. Memoria Annual, 2005.

Aluminum Association. Aluminium Industry Life-Cycle Assessment Report Briefing, 2014.

Apolo, A., Villegas, S. 2013. Modelo de Negocio y Evaluación Técnico-Económica para un Empredimiento en Gestión de Residuos Reciclables en Comunidades de la Región Metropolitana. Universidad de Chile:

http://www.tesis.uchile.cl/bitstream/handle/2250/113864/cf-silva_av.pdf?sequence=1

Agencia de Residuos de Cataluña, 2009. Guía de Buenas Prácticas para el reciclaje de vehículos fuera de uso en CAT.

Agencia de Residuos de Cataluña, España:

http://residus.gencat.cat/ca/ambits_dactuacio/tipus_de_residu/vehicles_fora_dus/

EcoAS Corea:

http://www.keco.or.kr/en/core/operation_eco/contentsid/1978/index.do

Environmental Protection Agency, 2001. Management of End-of Life Vehicles (ELVs) in the US.

Eurostat:

<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/environment/waste/database>

OCDE, 2014. Growth prospects and fiscal requirements over the long term, Chapter 4.

OCDE website:

http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EO95_LTB

London Metal Exchange:

<https://www.lme.com/>

Ministerio de Medio Ambiente de Chile:

<http://www.mma.gob.cl/1304/w3-propertyvalue-16542.html>

Ministerio de Medio Ambiente de Chile, 2010. Diagnóstico producción, importación y distribución de equipos de informática y comunicaciones, aparatos eléctricos y alumbrado, y el manejo de los productos post-consumo.

Park, J.W., Yi, H.C., Park, M.W., Sohn, Y.T., 2014. A monitoring System Architecture and Calculation of Practical Recycling Rate for End-of-Life Vehicle Recycling in Korea. International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology 1:49-57.

Plan Integral de Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios de Tarapacá, 2013. Gobierno Regional de Tarapacá.

Plan Nacional de Vehículos Fuera de Uso 2001-2006. Ministerio de Medio Ambiente, España:

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2001-19205>

Real Decreto 1383/2002, Ministerio de Medio Ambiente de España:

http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2003-92

Sakai, S., y col., 2014. An international comparative study of end-of-life vehicle (ELV) recycling systems. Journal of Mater Cycles Waste Management 16:1-20.

Susín, A., Leal, V., Esteban, E., Benavente, J.M., Gallego, M., 2007. Planta de reciclaje de vehículos fuera de uso y aparatos eléctricos y electrónicos. Proyecto Empresarial MBA.

US Environmental Protection Agency:

http://www.epa.gov/oswer/international/factsheets/200811_elv_directive.htm

Agencia de Residuos de Cataluña, 2009. Guía de Buenas Prácticas para el reciclaje de vehículos fuera de uso en CAT.

Asociación Nacional Automotriz de Chile, 2012. Anuario ANAC.

Asociación nacional de importadores de motocicletas en Chile:

<http://www.anim.cl/infomercado.php>

AVINA, OIT y Movimiento Nacional de Recicladores, 2013. Políticas públicas para la inclusión de los recicladores de base al sistema de gestión de residuos municipales en Chile. Documento de trabajo para la mesa para la inclusión de los recicladores de base.

BBVA research, 2012. "Chile, Situación Automotriz 2012".

BBVA research, 2013. "Chile, Situación Automotriz 2013".

Chileagenda. Importadores ZOFRI Iquique:

www.chileagenda.cl

Fedit, 2012. Evaluación básica de análisis de ciclo de vida de la fabricación, uso y fin de vida de los automóviles y camiones en España.

IHOBE, 2003. Sociedad Pública de Gestión Ambiental, "Monografía sobre vehículos al final de su vida útil".

Instituto Nacional de Estadística de Chile:

http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/estadisticas_economicas/transporte_y_comunicaciones/parquevehiculos.php

Mas, P., Muñoz, D., 2002. Reciclado de vehículos: cálculo del impacto medioambiental. Universidad Católica de Ávila.

Ministerio de Ciencia y Tecnologías de España, 2001. Informe de resultados de valorización energética de residuos generados durante y tras el fin de vida útil de vehículos.

Ministerio de Salud, Chile. Listado de gestores autorizados de residuos. Última actualización 12/08/2014:

<http://www.asrm.cl/paginasSegundoNivel/NivelTecnico.aspx?param1=394¶m2=394¶m3=3>

Ministerio de Obras Públicas de Chile:

<http://www.custodiametropolitana.cl/>

Muñoz, C., Vidal, R., Garraín, D., Franco, V., 2007. Estudio de los centros autorizados de tratamiento de vehículos de la provincia de Castellón (España).

Organización Internacional de Constructores de Automóviles:

<http://www.oica.net/>

Plan Territorial Especial de Ordenación de Residuos de Tenerife, Vehículos Fuera de Uso.

PNUMA, Convenio de Basilea. El convenio de Basilea, Reseña:

http://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/convention/bc_glance-s.pdf

PNUMA, Convenio Basilea, sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación:

<http://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/text/BaselConventionText-s.pdf>

Servicio Nacional de Aduanas de Chile, 2014. Informes Mensuales de Comercio exterior:

http://www.aduana.cl/informe-mensual-de-comercio-exterior/aduana/2007-02-28/170134.html#vtxt_cuerpo_T0

Servicio de Impuestos Internos de Chile:

http://www.sii.cl/pagina/valores/bienes/bienes_f.htm

Servicio Nacional de Aduanas:

<http://www.aduana.cl/aduana/site/edic/base/port/inicio.html>

SIGRAUTO, 2008. Memoria Anual 2007.

United States Environmental Protection Agency. Plastics, Chapter 10:

<http://www.epa.gov/climatechange/wycd/waste/downloads/plastics-chapter10-28-10.pdf>

United States Environmental Protection Agency. Metals:

<http://epa.gov/epawaste/conserva/tools/warm/pdfs/Metals.pdf>

Vermeulen, I., Block, C., Caneghem, J., Dewulf, W., Sikdar, S., Vandecasteele, C., 2012. Sustainability assessment of industrial waste treatment processes: The case of automotive shredder residue. *Resource, conservation and recycling* 69, 17-28. (*Artículo de acceso restringido*).

Yellishetty, M., Mudd, G., Ranjith, P.G., Tharumarajah, A., 2011. Environmental life-cycle comparisons of steel production and recycling: sustainability issues, problems and prospects. *Environmental science and policy* 14, 650-663.

ANEXO 1. Gestores autorizados de materiales contenidos en los VFU para la RM

GESTOR	RUBRO
Comercial Praxedes Pizarro Landeró EIRL	Acumulación de residuos de chatarra de acero, fierro, bronce, aluminio y acopio de cartones procesados y limpios. Almacenamiento compactación y comercialización de residuos no peligrosos consistentes en metales ferrosos, no ferrosos, papel y cartón.
Aceros Chile S. A.	
Plásticos Dixie Ltda.	Acumulación, chipeado y reciclado de residuos de polipropileno y polietileno.
Manuel Llanos Bastías	Acumulación, selección y comercio de estructuras, despuntes, planchas, alambre, chatarra de hierro, acero inoxidable, aluminio, cobre, manganeso, viruta, equipo y material eléctrico.
Plásticos del Norte Ltda.	Acumulación, chipeado y reciclado de residuos de polipropileno y polietileno.
Comercial Romerelli S.A.	Acumulación, selección y tratamiento (trozado) de chatarras de fierro en general, aceros inoxidables, cobre, bronces, aluminio y zinc.
Inversiones San Jorge S. A.	Acumulación, selección, industrialización y comercialización de residuos industriales no peligrosos: polietileno de alta densidad (PEAD), polietileno de baja densidad (PEBD) y polipropileno (PP).
Industrial y Comercial de Fierro & Materiales de la Construcción S. A.	Almacenamiento de residuos industriales no peligrosos del tipo de chatarra de fierro, perfiles metálicos y acero inoxidable.
Manuel Llanos Bastías.	



GESTOR	RUBRO
Sociedad Comercial Chilemetales Ltda.	Almacenamiento y comercialización de chatarra de metales ferrosos y no ferrosos, tales como cobre, bronce, aluminio y acero.
Fernando Guajardo Venegas	Almacenamiento y comercialización de residuos no peligrosos tales como: chatarra de hierro, bronce, cobre, aluminio, latas de bebidas y neumáticos usados.
Hernán Gabriel Ale Gonzalez	Almacenamiento y comercialización de residuos no peligrosos consistentes en residuos de gomas.
Hugo Ruiz Poblete	Almacenamiento y compra venta de chatarra de cobre, bronce, aluminio, plomo, fierro y acero inoxidable.
Adrian Rojas Curiqueo	Almacenamiento y selección de residuos metálicos consistentes en chatarras de cobre, aluminio, bronce y hierro, latas de bebidas, papel y cartón.
Cía. Electrometalúrgica S. A. (Elecmetal)	Almacenamiento, preparación, selección, segregación y corte de chatarra de acero no peligrosa.
Sociedad Comercial Reciclamax Ltda.	Almacenamiento, selección y comercialización de residuos metálicos no peligrosos consistentes en metales ferrosos.
Victor Gonzalez Yañez	
Marco Antonio Rios Sepúlveda	
Gonzalo Martínez	
Sociedad Comercial y de Transportes PECH Ltda.	



GESTOR	RUBRO
Cecilia Muñoz Heitmann	
Mellafe y Salas S. A.	
Gustavo Lagos Pezoa	
Juan Andrade Labra	
Comercializadora de Metales Oxxo Ltda.	
Manuel Fuenzalida Pardo	Almacenamiento, selección, compra y venta de residuos no peligrosos del rubro automotriz, parachoques, llantas, focos, ruedas, puertas, capots y otros.
Sergio Aguayo Badilla	Almacenamiento, selección, desarme, corte y comercialización de residuos no peligrosos, consistentes en metales ferrosos, no ferrosos, vidrio, plásticos, cartón y neumáticos.
Nolberto O. Suarez Villar	Almacenamiento, selección, desarme, corte y comercialización de residuos no peligrosos, consistentes en chatarra ferrosa.
Danilo Saavedra Rojas	Almacenamiento, selección, limpieza, reciclaje y comercialización de residuos metálicos tales como: chatarras de cobre, aluminio, bronce, hierro y latas de bebidas.
Recuperadora de Metales Ingemett Ltda.	Almacenamiento, selección, pelado, trozado, molienda y comercialización de residuos no peligrosos consistentes en cobre, aluminio, bronce y acero inoxidable.
Carlos Caballero Nonquepan	Almacenamiento, selección y comercialización de residuos no peligrosos consistentes en chatarra de cobre, bronce, aluminio y acero.
Sociedad	Compra y venta de excedentes industriales como fierro, metales, papeles, cartón, vidrio, y latas de aluminio.



GESTOR	RUBRO
Comercial Leo Limitada	
Danilo Riquelme Urbina	Compra, acumulación y venta de residuos no peligrosos consistentes en acero, aluminio, papel, cartón, plástico, bronce, cobre, chatarras metálicas, fierro y vidrios.
Astrid Bailey	Compraventa y sitio de almacenamiento de residuos no peligrosos del tipo neumáticos usados.
Juan Carlos Herrera	Compraventa y sitio de almacenamiento de residuos no peligrosos tales como cobre, acero inoxidable, bronce, aluminio, latas de bebidas, fierro fundido, fierro dulce, chatarra, radiadores de vehículos y bandejas plásticas.
Gerdau Aza S.A.	Fundición de chatarra.
SONAMET Sociedad Nacional Metalúrgica Ltda.	Fundición y bodega de metales no ferrosos, tales como: bronce, aluminio, zinc, cobre, escoria de bronce y cobre.
Comercial Hual Ltda.	Planta de reciclaje de metales no peligrosos que contempla la compra, clasificación, briquetado, enfardado, almacenamiento y comercialización de chatarras metálicas limpia no contaminada de cobre, bronce, aluminio, acero inoxidable, hierros, plomo no dispensable tales como láminas, chapas, vigas y barras.
Manejo de Residuos Sólidos Industriales S. A. (Marsin S. A.)	Planta de reciclaje de residuos industriales metálicos ferrosos y no ferrosos (cobre, bronce, aluminio, acero inoxidable, plomo y sus aleaciones en forma no dispensable), chatarra electrónica (laptos, impresoras, Cpu), plásticos, cartón y madera. En el caso de chatarra electrónica, plomo y sus aleaciones, está autorizado sólo el almacenamiento y selección.
Albromet	Planta de reciclaje de residuos metálicos provenientes de proceso de fundición y de aserrines metálicos, excepto plomo.
Sociedad Comercial Degraf Ltda.	Planta recicladora de residuos no peligrosos tales como chatarra de aluminio, cobre, fierro y plásticos.
Proacer S.A.	Recepción de chatarra de fierro.



GESTOR	RUBRO
Industria Metalúrgica Sorena	Recepción selección y almacenamiento de residuos no peligrosos, consistentes en chatarra de bronce, chatarra de cobre, chatarra de plomo y chatarra de aluminio generados por terceros.
Ivan Jose Barra Rojas	Recepción selección, almacenamiento y comercialización de chatarra metálica no peligrosa generada por terceros cobre, bronce, aluminio, acero, lata de bebidas, fierro esmaltado, fierro.
Ivan Lopez Calderon	Recepción selección, almacenamiento y comercialización de chatarra metálica no peligrosa generada por terceros chatarra de cobre, bronce, aluminio, acero inoxidable.
Cambiaso Hermanos S.A.C.	Recepción selección, almacenamiento, compactación y posterior comercialización de residuos no peligrosos consistentes en residuos de polietileno de alta y baja densidad.
Harsco Metals Chile S.A.	Recepción y almacenamiento temporal de escoria proveniente del proceso de fundición de la empresa Gerdau Aza S.A.
Exportadora de Metales Cabildo Ltda.	Recepción, almacenamiento y comercialización de residuos no peligrosos, consistente en metales no ferrosos: cobre, aluminio y bronce y chatarra de acero inoxidable generados por terceros
Metalúrgica y Mecánicas Midas Ltda.	Recepción, almacenamiento y desarme de equipos eléctricos y electrónicos, pelado de cables forrados, recepción, almacenamiento, molienda, trituración, prensado y compactación de residuos no peligrosos
Fuentes Hermanos Limitada	Recepción, almacenamiento, clasificación, tratamiento y comercialización de residuos no peligrosos consistentes en chatarra de fierro.
Natalia Guajardo Castillo	Recepción, almacenamiento, corte clasificación y comercialización de residuos no peligrosos, consistentes en cobre aluminio, bronce, acero inoxidable, fierro, y latas de bebidas generados por terceros
Galdames y Otro Ltda.	Recepción, almacenamiento, segregación y comercialización de metales recuperados de residuos consistentes en mezclas de metales ferrosos y no ferrosos.

GESTOR	RUBRO
Yessica Celis Moreno	Recepción, almacenamiento, selección y comercialización de residuos no peligrosos provenientes de pequeños generadores consistentes en cobre, aluminio, bronce, fierro y acero inoxidable.
Excedentes Industriales Christian Rojas Concha	Recepción, almacenamiento, selección y comercialización de residuos no peligrosos, consistentes en metales ferrosos y no ferrosos como fierro, cobre, aluminio, bronce, acero inoxidable, lata, papel y cartón.
Victor Manuel Muñoz Muñoz	Recepción, almacenamiento, selección, corte y comercialización de residuos no peligrosos, consistentes en metales ferrosos y no ferrosos; cobre, aluminio, bronce, acero inoxidable y lata.
Plásticos Procesa Ltda.	Recepción, almacenamiento, trituración, molienda, y comercialización de residuos no peligrosos consistentes en polipropileno polietileno tereftalato, polietileno de baja y alta densidad
Global Recycling Compañía S.P.A.	Recepción, clasificación, almacenamiento y comercialización de acero inoxidable, cobre, aluminio.
Reciclajes Farex spa	Recepción, selección, almacenamiento de chatarra larga, chatarra corta, chatarra de acero inoxidable, chatarra bronce, chatarra de cobre, chatarra de aluminio.
Claudio Tapia López	Recepción, selección, almacenamiento y comercialización de chatarra metálica no peligrosa, bronce, cobre esmaltado, acero, aluminio, plomo, antimonio, radiadores de aluminio y latas de bebidas.
Danilo Vásquez López	Recepción, selección, almacenamiento y comercialización de fierro corto, fierro largo, latas, acero inoxidable, aluminio.
Elizabeth Ramírez Adasme	Recepción, Selección, almacenamiento y comercialización de residuos industriales no peligrosos consistentes en aluminio, bronce, cobre, fierro, acero inoxidable, latas de bebidas y cartón.
Cecilia Mora Ramírez	Recepción, selección, almacenamiento y comercialización de residuos no peligrosos consistentes en chatarra metálica, acero inoxidable, aluminio, bronce, cobre.
Jorge Llanos Gacitúa	Recepción, selección, almacenamiento y comercialización de residuos industriales no peligrosos consistentes en chatarra de bronce, aluminio, cobre, acero, fierro y latas de bebidas.



GESTOR	RUBRO
Sociedad Comercializadora de Desechos Metalicos y Papeles Reciclom Limitada	Recepción, selección, almacenamiento y comercialización de residuos industriales no peligrosos, consistentes en Chatarras de acero, fierro, bronce, aluminio, latas de bebidas y papel.
Ingrid Fuentes Tejo	Recepción, selección, almacenamiento y comercialización de residuos no peligrosos consistentes en chatarra de lata, chatarra de fierro, fierro de reemplazo, latas de bebidas, acero, bronce, fierro esmaltado, cobre, aluminio.
Víctor Ojeda Acuña	Recepción, selección, almacenamiento y comercialización de residuos no peligrosos consistentes en aluminio, bronce, cobre, fierro, acero inoxidable y latas de bebidas.
Patricio Sánchez Sanchez	Recepción, selección, almacenamiento y comercialización de residuos no peligrosos consistentes en chatarra de acero, chatarra de aluminio, chatarra de bronce, chatarra de cobre chatarra de fierro y latas de bebidas.
Roberto Bizama Arce Vargas	Recepción, selección, almacenamiento y comercialización de residuos no peligrosos consistentes en chatarra metálica, acero inoxidable, aluminio, bronce y cobre.
Adriana Del Carmen Berroeta Berroeta	Recepción, selección, almacenamiento y comercialización de residuos no peligrosos consistentes en chatarra metálica, acero inoxidable, aluminio, bronce, cobre y fierro.
Sendy Yasmin Rubio Cornejo	Recepción, selección, almacenamiento y comercialización de residuos no peligrosos consistentes en chatarra metálica, aluminio, bronce y cobre.
Miguel Angel Rodríguez Vega	Recepción, selección, almacenamiento y comercialización de residuos no peligrosos consistentes en chatarra metálica: acero inoxidable, aluminio, bronce y cobre.
Comercial Comepal S. A.	Recepción, selección, almacenamiento y comercialización de residuos no peligrosos consistentes en excedentes industriales: acero, aluminio, bronce y cobre.



GESTOR	RUBRO
Natalia Pino Bozo	Recepción, selección, almacenamiento y comercialización de residuos no peligrosos consistentes en fierro, aluminio, bronce, cobre y latas de bebidas.
Inmobiliaria e Inversiones Islan Ltda.	Recepción, selección, almacenamiento y comercialización de residuos no peligrosos consistentes en metales como cobre, acero inoxidable, aluminio y fierro, maquinarias en desuso, neumáticos, rollos de papel y pallets, briquetado de tambores y pelado de alambre de cobre.
Macarena Nuñez Melo	Recepción, selección, almacenamiento y comercialización de residuos no peligrosos, consistentes en aluminio, bronce, cobre, fierro, acero inoxidable y latas de bebidas.
Carola Ruiz Riquelme	Recepción, selección, almacenamiento y comercialización de residuos no peligrosos, consistentes en chatarra metálica: acero inoxidable, aluminio, bronce, cobre y fierro.
Jenny Alejandra Garcia John	Recepción, selección, almacenamiento y posterior comercialización de residuos no peligrosos, consistentes en chatarra de acero, aluminio, bronce, cobre y latas de bebidas
Greendot Chile S.A.	Recepción, selección, almacenamiento, compactación, molienda y comercialización de residuos no peligrosos: cartón, polietileno, tereftalato, polietileno de alta densidad, polietileno de baja densidad, polipropileno, policarbonatos.
Fernando Gonzalo Rodrigo Cornejo	Recepción, selección, almacenamiento, corte y comercialización de residuos no peligrosos, consistentes en chatarra, cobre, aluminio, bronce, acero inoxidable, fierro y latas de bebidas, generados por terceros.
Fundición Las Rosas S.A.	Recepción, selección, almacenamiento, industrialización y/o comercialización de residuos no peligroso, consistentes en: chatarra alto cromo, chatarra de acero inoxidable y chatarra de acero carbono, generados por terceros
Fundición y Maestranza Omamet Ltda.	Recepción, selección, almacenamiento, industrialización y/o comercialización de chatarra metálica generados por terceros consistente en acero inoxidable, aluminio, bronce, cobre, fierro fundido y restos de fierro.
Comercializadora de Insumos	Recepción, selección, almacenamiento, industrialización y/o comercialización de chatarra metálica generados por terceros consistentes en fierro fundido, acero alto cromo, manganeso y fierro dulce u oxicorte.



GESTOR	RUBRO
Industriales (Incometal S. A.)	
Luis Segundo Mariman Lara	Recepción, selección, almacenamiento, recuperación reacondicionamiento, y comercialización de tambores y contenedores IBC que contuvieron sustancias no peligrosas provenientes de terceros.
Cembrass S.A.	Recepción, selección, almacenamiento, tratamiento de residuos no peligrosos, consistente en chatarra de cobre y chatarra de latón generados por terceros y propios.
Enfaena S.A.	Recepción, selección, compactación y comercialización de residuos no peligrosos consistentes en plásticos, aluminio, fierro, madera, papeles, y cartones.
Patricio Marzano Donoso	Recepción, selección, corte, almacenamiento y comercialización de chatarra metálica consistente en fierro, latas de aluminio, cobre, bronce, aluminio y acero.
Galed Limitada	Recepción, selección, corte, almacenamiento y comercialización de residuos no peligrosos consistentes en chatarra de fierro y latas generadas por terceros.
Comercializadora de Metales Santa Cruz Limitada	Recepción, selección, limpieza, corte, almacenamiento y comercialización de residuos no peligrosos consistentes en chatarra metálica.
Polambiente S. A.	Recepción, selección, trituración, granulación, molienda, almacenamiento y comercialización de neumáticos usados, perforados o trozados.
Sociedad Comercial e Industrial Timberecco y Cia. Ltda.	Recepción, tratamiento y comercialización de residuos no peligrosos consistentes en polipropileno, polietileno de baja, media y alta densidad.



GESTOR	RUBRO
Metalúrgica y Mecánicas Midas Ltda.	Reciclaje de cables eléctricos y recuperación de residuos industriales no peligrosos como Aluminio, Latón, Cobre, Acero u otros provenientes de chatarra y desarme. Elaboración de lingotes no ferrosos a partir de escorias provenientes de fundiciones de Cobre, bronce y latón.
Recycla Chile S.A	Reciclaje de residuos metálicos ferrosos y no ferrosos tales como cobre, bronce, aluminio y acero inoxidable, limpios secos y sin contaminantes.
Jose Moises Arévalo García	Taller de trabajos con residuos metálicos y almacenamiento de residuos metálicos y ferrosos, excepto cobre, no peligrosos.

Fuente: Ministerio de Salud RM, Chile. Última actualización 12/08/2014.