



Licitación N° 608897-76-LE13
**EVALUACIÓN DE IMPACTOS ECONÓMICOS,
AMBIENTALES Y SOCIALES DE LA IMPLEMENTACIÓN
DE LA RESPONSABILIDAD EXTENDIDA
DEL PRODUCTOR EN CHILE
SECTOR LAMPARAS**

Informe Final



Diciembre 2013

Preparado por:



www.ecoing.cl

DATOS GENERALES DE LA EMPRESA



Razón Social: ECO-INGENIERÍA LIMITADA
RUT: 76.038.517-4
GIRO: Servicios de Ingeniería, Consultoría y Asesoría,
Gestión e Investigación
Dirección: Londres 36, Oficina 210, Santiago, Chile
Fono: 56-9/823 00 558
Contacto: Andreas Elmenhorst
ae@ecoing.cl

en alianza con:



Razón Social: C y V Medioambiente Ltda.
RUT: 76.065.390-k
GIRO: Servicios de Ingeniería, Consultoría y Asesoría en Medio
Ambiente
Fono: 56-9/62467000
Contacto: Sara Contreras B.
saracontrerasbravo@gmail.com



Licitación N° 608897-76-LE13
**EVALUACIÓN DE IMPACTOS ECONÓMICOS,
AMBIENTALES Y SOCIALES DE LA IMPLEMENTACIÓN
DE LA RESPONSABILIDAD EXTENDIDA
DEL PRODUCTOR EN CHILE
SECTOR LAMPARAS**

Resumen Ejecutivo
Informe Final



Diciembre 2013

Preparado por:



www.ecoing.cl

Resumen Ejecutivo

El presente documento corresponde al **informe final** del estudio titulado "Evaluación de impactos económicos, ambientales y sociales de la implementación de la Responsabilidad Extendida del Productor en Chile del Sector Lámparas", elaborado por Eco-Ingeniería Ltda. (ECOING) para la Subsecretaría del Medio Ambiente y contiene:

- Etapa 1: Diagnóstico a nivel nacional
- Etapa 2: Experiencias a nivel internacional
- Etapa 3: Escenarios para la evaluación
- Etapa 4: Evaluación de los Escenarios

El estudio forma parte de las actividades asociadas al proyecto de **Ley Marco para la Gestión de Residuos y Responsabilidad Extendida del Productor**, que el Ministerio de Medio Ambiente está impulsando y que fue ingresado al Congreso durante septiembre del 2013. Este estudio permitirá visualizar la realidad actual e identificar las políticas y acciones necesarias que se deben implementar en el corto, mediano y largo plazo, para la ejecución de la REP en el sector lámparas.

Los **tipos** de lámparas considerados son:

- Tubos fluorescentes,
- Lámparas fluorescentes compactas, y
- Lámparas LED.

Los **orígenes** de los respectivos residuos son:

- Domiciliario,
- Asimilable a domiciliario, e
- Industrial.

ETAPA 1: DIAGNÓSTICO A NIVEL NACIONAL

1. Experiencias de REP voluntarias

Hasta la fecha, en Chile no existen experiencias de REP voluntarias en el sector de lámparas.

2. Productos disponibles en Chile

En Chile no hay producción propia de los tipos de lámparas en estudio.

Para determinar la cantidad de luminarias disponibles en el país, se efectuó un análisis de los datos del Servicio de Aduanas, Información del Ministerio de Energía y de la SEC. Se reveló que los valores más confiables son los de Aduana, con los cuales se efectuó un balance de los flujos de importación y exportación.



Figura 1 Cuentas de luminarias disponibles en Chile (Unidades)

Se supone las siguientes tasas de crecimiento promedio anual:

Lámparas fluorescentes: 10%/año (basado en la evolución del sector)

Lámparas LED: 30%/año (valor conservador basado en proyecciones de las principales empresas del sector)

Lámparas incandescentes: Prohibición de venta a partir del año 2016

Tabla 1 Proyección de luminarias disponibles en Chile (Unidades)

Año	Fluorescentes	LED	Incandescentes
2013	24.855.101	840.630	21.879.122
2018	40.029.388	3.121.200	0
2023	64.467.730	11.588.796	0

3. Generación y gestión de residuos

Tabla 2 Supuestos para la generación de residuos

Tipo de lámpara	Peso promedio	Periodo de recambio	Contenido de Mercurio
Incandescentes	0,10 kg	1 año	No contiene
Tubos Fluorescentes	0,20 kg	5 años	4 mg/unidad
LFC	0,15 kg	5 años	4 mg/unidad
LED	0,10 kg	8 años	No contiene

Las **tasas de generación de residuos per cápita** estimadas al año 2012 son: 1 unidad/hab-año o 0,2 kg/hab-año para los fluorescentes, 1,65 unidades/hab-año o 0,16 kg/hab-año para los incandescentes, y todavía cero para los LED.

Tabla 3 Proyección de residuos generados

Año	Fluorescentes			LED	
	Unidades	ton	kg Mercurio	Unidades	ton
2012	16.752.333	2.764	67	0	0
2018	24.855.101	4.101	99	17.265	2
2023	40.029.388	6.605	160	1.420.664	142

Actualmente, en Chile **no hay valorización o reciclaje** de estos residuos.

Operan dos empresas **gestoras de lámparas fluorescentes** (consideradas como peligrosas), que ofrecen trituración y separación del gas mercurio de casquillos y vidrio (Ecolamp/Ecoser y Degraf). Pero los materiales recuperados son dispuestos en rellenos de seguridad, dado que en Chile todavía no hay tecnología para recuperar el material exento de mercurio y reciclarlo.

Respecto al **destino de los residuos**, sólo el 1,5% de las luminarias fluorescentes se dispone en rellenos de seguridad (sea con o sin trituración previa), el 98,5% restante termina junto a las otras ampollitas en vertederos o rellenos sanitarios.

4. Dimensión económica

Se identificaron más de 1.300 puntos de venta a nivel nacional, de los cuales la macrozona centro (V a VIII Región) concentra el 68%.

14 **empresas** concentran más del 93% de las importaciones de productos del tipo fluorescentes y 19 empresas concentran el 81% de las importaciones de productos del tipo LED. Se identificaron 49 **marcas** para los fluorescentes, de las cuales tan sólo 4 representan 78 % del mercado (General Electric, Philips, Osram y Westinghouse). En el caso de los LED se registran 25 marcas, de las cuales las mismas 4 abarcan alrededor del 40% de las importaciones.

En promedio, hay **13 ampollitas por vivienda**, equivalentes a 76 millones de unidades a nivel del país.

Tabla 4 Stock de ampolletas instalado en hogares por tipo (año 2012)

Tipo	%	Unidades instaladas
LFC	40%	30.360.013
Tubo fluorescente	7%	5.313.002
Incandescentes	49%	37.191.016
Dicroicas	3%	2.277.001
LED	1%	759.000
Total	100%	75.900.032

Se supone que un **60% de las ampolletas importadas se destina a hogares.**

Tabla 5 Generación de residuos de lámparas en hogares

LED (ton)	Fluorescentes (ton)	Incandescentes (ton)	LED (ton)
2012	1.658,5	1.640,9	0,0
2018	2.460,7	0,0	1,0
2023	3.962,9	0,0	85,2

El **costo actual de gestión** (transporte y eliminación) de los residuos de lámparas fluorescentes bordea los \$500/kg o \$100/unidad, equivalente a un 5-10% del valor del producto nuevo. A esto habría que sumar los costos del sistema de gestión en caso de implementar la REP.

5. Dimensión ambiental

De acuerdo a la información internacional, es posible recuperar **cerca de un 90%** de los residuos de lámparas, los que hoy en día no se están aprovechando. Los principales generadores de este tipo de residuos son los hogares (estimado en un 60%), los que se concentran en la zona centro del país (más del 70%).

El análisis del ciclo de vida de las lámparas indica que los principales impactos ambientales se producen en la etapa de uso (95%), siendo menores en la etapa de producción (4%) y fin de vida útil (1%).

El uso de ampolletas fluorescentes reduce las emisiones de CO₂, debido a un consumo energético cerca de 5 veces menor frente a una del tipo incandescente. Sin embargo, al contrario de las incandescentes, las fluorescentes contienen mercurio y deben ser eliminadas como residuos peligrosos, lo que hoy en día sólo se hace con el 1,5% de los mismos.

Estudios internacionales señalan que, si el suministro de energía eléctrica desde centrales termoeléctricas es a carbón, se liberaría cercano a cinco veces más mercurio al aire por el uso de lámparas incandescentes (debido a sus mayores

consumos energéticos), que el contenido de mercurio en las ampollas de bajo consumo que las reemplacen.

Se estima que el reemplazo de las ampollas a nivel del país permitiría un ahorro total de 2,8 TWh en el consumo anual de energía eléctrica, equivalentes a la reducción de 1,2 millones de toneladas anuales de CO₂ (comparativamente lo que emite el tránsito de 0,3 millones de autos de tamaño mediano).

6. Dimensión social

Actualmente, no existen iniciativas de reciclaje de este tipo de residuos, ni se ha detectado un mercado informal de los mismos, asimismo el usuario final en general desconoce alternativas de manejo, por lo que el tema social actual no tiene relevancia en comparación a otros tipos de residuos con potencial de implantación de la REP.

A nivel del país, se estima que no trabajan más que 100 personas en forma indirecta en el manejo de estos residuos, a través de los gestores mencionados.

ETAPA 2: EXPERIENCIAS A NIVEL INTERNACIONAL

7. Regulación Internacional de la REP

En la Unión Europea (UE) existe la Directiva [2002/96/CE](#) sobre Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), que se basa en la Responsabilidad Extendida del productor (REP) y tuvo las siguientes **metas a cumplir por los países miembros de la comunidad al 31 de diciembre de 2006**:

Recoger por medios selectivos un promedio de **4 kilogramos de RAEE** procedentes de hogares particulares por habitante y año.

Valorizar en peso medio por aparato, el **70 %** de los pequeños electrodomésticos y los **aparatos de alumbrado**, entre otros aparatos.

Reutilizar y reciclar el **80 %** (en peso medio) de los componentes, materiales y sustancias de las **lámparas** y el **50 %** de los pequeños electrodomésticos y los **aparatos de alumbrado**, entre otros aparatos.

Posteriormente, durante agosto de 2012 entró en vigencia la Directiva refundida (2012/19/UE), que presenta metas de recogida más elevadas a cumplir gradualmente para la totalidad de los RAEE y además para aparatos específicos, entre ellos los equipos de iluminación:

Tabla 6 Metas de recogida y reciclaje para equipos de iluminación de la UE

Fecha	Metas de recogida	Metas de reciclaje
Agosto 2015	70%	50%
Agosto 2015 – 2018	75%	55%
A partir del 15 de agosto 2018	n.a.	80%

Nota: Para las lámparas de descarga de gas no aplican metas de recogida, se exige una meta de reciclaje del 80% a partir de agosto del 2015.

Además, en la UE existen normativas que imponen **restricciones** al uso de ciertas **sustancias peligrosas** en los nuevos equipos eléctricos y electrónicos (2002/95/CE, identificada como RoHS) y otras que establecen requisitos para el **diseño ecológico** de equipos de iluminación (CE 244/2009 y CE 245/2009), entre otras.

Los 27 países miembros de la UE aprobaron en octubre del 2008 la **prohibición gradual de venta de ampollitas incandescentes** en sus territorios a partir del 2010, medida que han imitado varios países fuera de la UE.

Muchos países fuera de la UE promulgaron regulaciones parecidas a las aquí indicadas.

8. Sistemas de Gestión

Para poder cumplir con los compromisos de recogida y reciclaje, los productores generalmente se agrupan en **Sistemas Integrados de Gestión (SIG)**, compartiendo gastos con otros socios y alcanzando mejores resultados ambientales. Un SIG se trata de entidades constituidas **sin fin de lucro**, cuyo objetivo principal es el cuidado y protección del medio ambiente a través de la creación de una estructura organizativa que responde a las necesidades de gestión de los residuos de varios productores en conjunto.

En Europa existe el "European Lamp Companies Federation" (ELC) que agrupa a los principales fabricantes de lámparas a nivel europeo, el cual promovió la aparición de los 29 SIG existentes hoy en día en Europa:

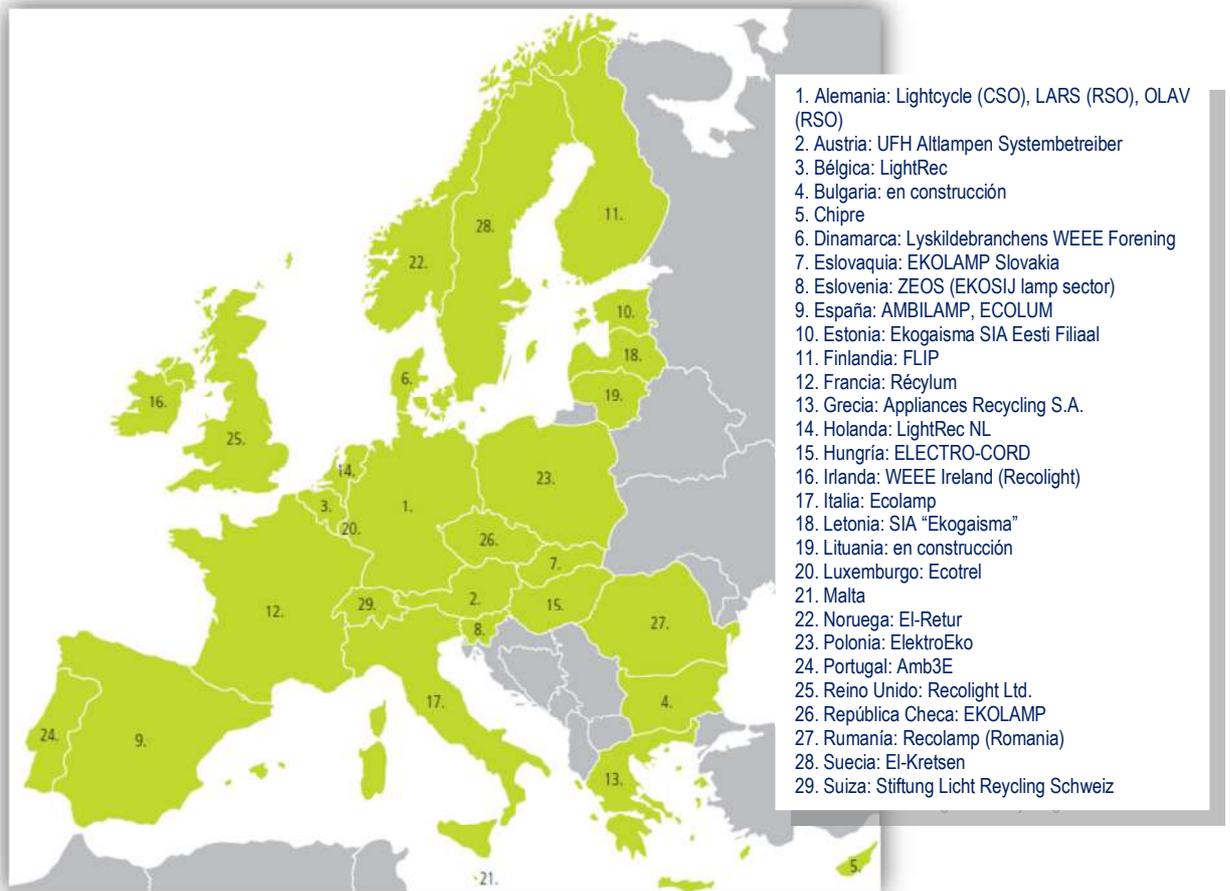


Figura 2: Sistemas Colectivos de Gestión de Residuos de Lámparas y Luminarias en Europa

Fuente: AMBILAMP 2013

9. Situación en Latinoamérica

En Latinoamérica, los países más avanzados con regulaciones y SIG asociadas a la gestión de RAEE y Lámparas basada en la REP son:

Colombia (cuenta con metas de cumplimiento vigentes para el sector de lámparas y con un SIG colectivo funcionando desde 2012),

Perú (cuenta con metas a cumplir al 2017 y los productores recién están organizándose), y

Costa Rica (cuenta con regulación, pero sin metas de cumplimiento, por lo que en la práctica se trata de una REP voluntaria).

10. Tasas de recuperación y costos

En la media de la UE, los países sólo logran recuperar alrededor del 30% de las lámparas posconsumo, de acuerdo a un análisis efectuado en 18 países europeos. La tasa promedio incluso está bajando gradualmente del 2008 al 2012 y países como España e Italia apenas alcanzan una tasa del 20%:

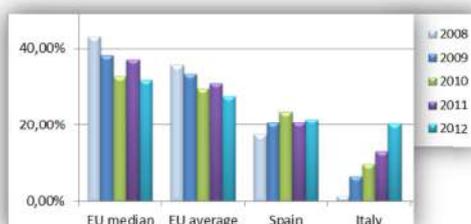


Figura 3: Resultados de recolección de lámparas posconsumo en la EU: 2008 - 2012

Fuente: Presentación C. Vanderstricht, Seminario de Valorización de Residuos, REP de Lámparas y Luminarias Post-Consumo, Santiago 17 de Octubre 2013

Los costos asociados a los sistemas de recuperación y valorización de una lámpara en diferentes países de Europa se mueven en un rango bastante amplio de 600 €/t a 3.300 €/t, equivalente a **84 hasta 462 Ch\$/unidad**.

En **España**, que tiene varios SIG y es uno de los países más caros de Europa, este costo está entre los 30 ó 40 céntimos de Euro por unidad, equivalente a **\$Ch 210 a 280 por unidad recuperada**.

En **Colombia** se logró cumplir la meta impuesta al 2012 de recuperar el 5% de las luminarias fluorescentes comercializadas, con un presupuesto aproximado de \$380 millones de pesos chilenos, equivalente a un costo unitario de alrededor \$9 pesos chilenos por ampolleta comercializada.

ETAPA 3: ESCENARIOS PARA LA EVALUACIÓN

11. Propuesta de Escenarios y Metas para Evaluación

Tomando en cuenta los logros de Europa y que en la actualidad la recuperación de los tubos y ampolletas fluorescentes en Chile es de tan sólo 1,5% y sólo a nivel industrial y comercial, se ha propuesto evaluar los siguientes escenarios para la implementación de la REP en el sector lámparas en Chile.

Tabla 7 Metas de recuperación de lámparas posconsumo propuestas para escenarios de evaluación

Escenario	2013	2018	2023
1	1,5%	5%	20%
2	1,5%	10%	25%

Fuente: Metas acordadas con MMA

Para ambos Escenarios se ha supuesto que inicialmente (año 2018) un 80% del total de los residuos recuperados provendría de la "Industria y grandes generadores" y sólo un 20% de los "Domicilios". Sin embargo, en el **Escenario 2 se supone un mayor esfuerzo de sensibilización poblacional**, por lo que se logra una recuperación del 30% proveniente del sector domiciliario al año 2023.

12. Sistemas de recuperación considerados para la evaluación de los escenarios

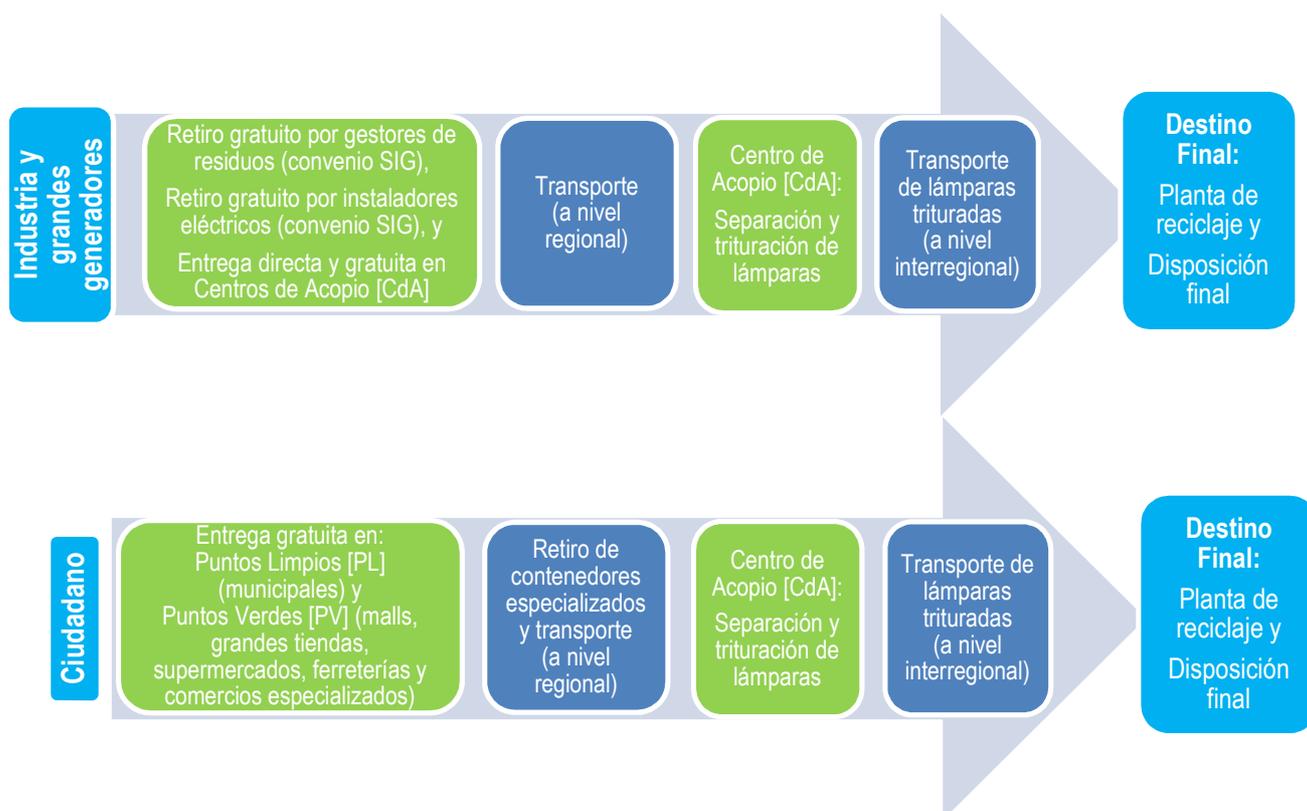


Figura 4 Sistema de recuperación propuesto el sector industrial y grandes generadores (arriba) y para el sector domiciliario (abajo)

Fuente: Elaboración propia, ECOING

En la tabla a continuación se resumen los sistemas de recuperación considerados para cada Escenario y las tasas de recuperación resultantes según sistema y origen de generación.

Tabla 8 Tasas de recuperación de residuos según origen y sistemas de recuperación supuestos según Escenario

Origen	Valor base	Escenario 1		Escenario 2		Comentario
	2012	2018	2023	2018	2023	
Tasa global de recuperación:	1,5%	5,0%	20,0%	10,0%	25,0%	Tasas acordadas con MMA
a) Industria y grandes generadores (generan el 40% del total de residuos de lámparas)	Recuperación a través de gestores de residuos	Entrega gratuita en 16 CdA (con 4 Trituradoras) + Retiro por gestores de residuos	Entrega gratuita en 16 CdA (con 8 Trituradoras) + Retiro por gestores de residuos + Retiro gratuito por instaladores eléctricos	Entrega gratuita en 16 CdA (con 16 Trituradoras) + Retiro por gestores de residuos	Entrega gratuita en 16 CdA (con 16 Trituradoras) + Retiro por gestores de residuos + Retiro gratuito por instaladores eléctricos	Escenario 2 tiene más Trituradoras. Escenario 2 cuenta con más difusión y sensibilización poblacional.
Tasa de recuperación:	3,8%	10,0%	40,0%	20,0%	43,8%	
b) Domicilios (generan el 60% del total de residuos de lámparas)	Sin sistema de recuperación	Implementación de 250 Puntos de Entrega gratuita: PL (municipales) PV (malls, grandes tiendas, supermercados, ferreterías y comercios especializados)	Aumento a 500 Puntos de Entrega gratuita: PL (municipales) PV (malls, grandes tiendas, supermercados, ferreterías y comercios especializados)	Implementación de 250 Puntos de Entrega gratuita: PL (municipales) PV (malls, grandes tiendas, supermercados, ferreterías y comercios especializados) + Mayor esfuerzo en sensibilización poblacional	Aumento a 500 Puntos de Entrega gratuita: PL (municipales) PV (malls, grandes tiendas, supermercados, ferreterías y comercios especializados) + Mayor esfuerzo en sensibilización poblacional	Escenario 1 + 2 tienen la misma cantidad de puntos de entrega. Escenario 2 tiene mayor esfuerzo en difusión y sensibilización poblacional.
Tasa de recuperación:	0,0%	1,7%	6,7%	3,3%	12,5%	

Se considerado asignar una parte importante (10% a 20%) del costo total anual de la REP a la **difusión y educación** para crear consciencia y cambiar los hábitos de los ciudadanos hacia una sociedad del reciclaje. Esto es fundamental para poder lograr una participación activa en la recuperación de las Lámparas.

ETAPA 4: EVALUACIÓN DE LOS ESCENARIOS

13. Resumen de los Impactos

Los principales **impactos ambientales, sociales y económicos** asociados a la implementación de la REP bajo los escenarios evaluados corresponden a los presentados en la siguiente tabla.

Tabla 9 Resumen de Impactos por Escenarios

Impactos	Unidad	Escenario 1		Escenario 2	
		2018	2023	2018	2023
Datos base					
Lámparas comercializadas	Nº	40.029.388	64.467.730	40.029.388	64.467.730
Lámparas posconsumo (residuos)	Nº	24.855.101	40.029.388	24.855.101	40.029.388
Meta de recuperación	%	5%	20%	10%	25%
Impactos ambientales					
Lámparas recuperadas (recicladas)	Nº	1.242.755	8.005.878	2.485.510	10.007.347
Lámparas recuperadas (recicladas)	ton	205	1.321	410	1.651
Recuperación de materia prima: vidrio (reducción uso nuevo recurso)	ton	105,7	680,6	211,3	850,8
Recuperación de materia prima: metal (reducción uso nuevo recurso)	ton	34,4	221,7	68,8	277,2
Recuperación de materia prima: polvo fósforos (reducción uso nuevo recurso)	ton	0,8	5,2	1,6	6,6
Recuperación de materia prima: plásticos (reducción uso nuevo recurso)	ton	43,7	281,3	87,3	351,6
Ahorro de energía (producción desde material reciclado en el país)	GJ	3.481	22.424	6.962	28.030
Reducción de Gases de Efecto Invernadero (producción desde material reciclado)	ton CO2 eq	161	1.034	321	1.292
Impactos positivos (no cuantificables)	global	Reducción de: Impactos a suelo, agua, vegetación, fauna y paisaje, Riesgos a la salud (alto, medio bajo)			
Impactos negativos (no cuantificables)	global	No se detecta			
Impactos sociales					
Empleos netos generados	Nº	29	33	41	41
Impactos positivos (no cuantificables)	global	Nuevas cadenas de valor, Renta empresarial, Creación de empleo, Mejoras laborales, Aporte al PIB, Adecuado manejo de residuos garantizado, Imagen país			
Impactos negativos / Costos socioeconómicos (no cuantificables)	global	Compromiso de entrega del consumidor (cambio de hábito), Superficies de acopio requeridas, Esfuerzo de educación ambiental, Dependencia del mercado de materiales recuperados, Riesgos financieros			
Impactos económicos					
Costos anuales de recuperación	MM\$	\$ 1.290	\$ 3.148	\$ 1.850	\$ 3.832
Costo por Lámpara comercializada	\$/Unidad	\$ 32	\$ 48	\$ 48	\$ 64
Costo por Lámpara posconsumo	\$/Unidad	\$ 51	\$ 77	\$ 77	\$ 103
Costo por Lámpara recuperada	\$/Unidad	\$ 1.027	\$ 384	\$ 775	\$ 411

Fuente: Elaboración propia, ECOING

14. Conclusiones

Todos los **impactos ambientales resultan positivos**. Respecto al consumo de energía y la emisión de CO₂ (cambio climático) asociado al transporte de los residuos, se recomienda minimizar el número de viaje mediante trituración previa de las lámparas posconsumo.

En el **ámbito social**, el principal impacto es el contar con puntos de recolección donde el usuario pueda dejar sus lámparas fuera de uso, lo que involucra un cambio de hábitos. Sin embargo, este impacto y los otros detectados y resumidos en la tabla precedente, se consideran de relevancia baja. Por otra parte, se crean algunos nuevos empleos formales, evaluando el **impacto social global resultante como positivo**.

Históricamente, el reciclador de base no se ha interesado en la recuperación de lámparas, por lo que la REP no crearía un sistema de competencia para el sector informal. En todo caso, no se recomienda incorporar al reciclador de base ni a las escuelas en la recuperación de lámparas, debido a fragilidad y peligrosidad del residuo.

Respecto al **ámbito económico**, se ha determinado que la REP para la recuperación y valorización de Lámparas no se autofinancia y que los productores deben financiar entre \$ 1.290 a \$ 3.832 millones de pesos anuales, dependiendo del año y escenario.

Tabla 10 Resumen de los costos anuales de recuperación y reciclaje de lámparas
(millones de pesos)

Síntesis de Costos Anuales	Escenario 1		Escenario 2	
	2018	2023	2018	2023
PV y PL (para Hogares)	484	1.072	484	1176
Transporte a CdA (Hogares)	260	520	260	520
Difusión (principalmente para Hogares)	117	286	308	639
Transporte a CdA desde Industrias	36	233	72	255
CdA	94	264	361	455
Eliminación ResPel	1	4	1	5
Transporte a Planta Reciclaje	61	194	24	98
Reciclaje	103	440	205	550
SIG y Contraparte	134	134	134	134
Valor Total (millones \$)	1.290	3.148	1.850	3.832

Fuente: Elaboración propia, ECOING

Esto equivale a un costo de recuperación y reciclaje de entre **\$ 1.027 a \$ 411 por lámpara recuperada**. Desde la perspectiva de los consumidores, se recargarían los

productos para obtener los fondos necesarios para lo anterior; una nueva ampolleta de bajo consumo por ejemplo, costaría entre **\$32 a \$64 pesos adicionales**, equivalente a una recarga del precio de venta en **1,6% a 3,0%**, dependiendo del escenario.

Los resultados dejan en evidencia la dificultad económica de lograr la recuperación desde los hogares (considerando las tres primeras filas de la tabla anterior), cuyos costos representan a más que el 50% del sistema global, mientras que la tasa de recuperación a nivel domiciliario sólo aporta en 20% a 30% a la recuperación total de las lámparas posconsumo (70% a 80% proviene del sector industrial). Una forma para abaratar costos a nivel domiciliario es concentrarse en las regiones más pobladas y en las ciudades de mayor tamaño, disminuyendo los costos fijos de puntos de recuperación y de transporte a CdA y a Planta de Reciclaje, así como se plantea en el **sistema alternativo** presentado en el estudio que logra **bajar los costos en un 30%** para el Escenario 1 al 2018.

Dado que se trata de una REP, los objetivos de política pública deben generar una exigencia nacional específica para los residuos que genera el uso industrial; y se concibe como eficiente la operación mediante una red regional de CdA y trituradoras para lograr reducir los costos de transporte.

Además, parece razonable plantear exigencias diferenciadas por agente generador de residuos, porque puede tener impactos importantes en los costos de inversión y de operación de la red de recuperación y reciclaje.

15. Consideraciones finales

Finalmente, es importante recordar que la presente evaluación está basada en una serie de **supuestos**, que pueden no corresponder totalmente a la realidad o que simplemente podrían cambiar en el transcurso del tiempo. Se espera que el mercado siga cambiando fuertemente, desde la ampolleta incandescente hacia la fluorescente de bajo consumo, pero recientemente también hacia la luminaria LED. **Lo anterior tendrá implicancias impredecibles en el mercado de las lámparas, lo que puede distorsionar los resultados de la evaluación del presente estudio.**

Otro eventual incidencia económica es que las lámparas posconsumo son considerados **residuos peligrosos**, por lo que la Autoridad competente podría aplicar exigencias que encarecen los sistemas de recuperación de las lámparas.



Licitación N° 608897-76-LE13
**EVALUACIÓN DE IMPACTOS ECONÓMICOS,
AMBIENTALES Y SOCIALES DE LA IMPLEMENTACIÓN
DE LA RESPONSABILIDAD EXTENDIDA
DEL PRODUCTOR EN CHILE
SECTOR LAMPARAS**

Informe Final



Diciembre 2013

Preparado por:



www.ecoing.cl

DATOS GENERALES DE LA EMPRESA



Razón Social: ECO-INGENIERÍA LIMITADA
RUT: 76.038.517-4
GIRO: Servicios de Ingeniería, Consultoría y Asesoría,
Gestión e Investigación
Dirección: Londres 36, Oficina 210, Santiago, Chile
Fono: 56-9/823 00 558
Contacto: Andreas Elmenhorst
ae@ecoing.cl

en alianza con:



Razón Social: C y V Medioambiente Ltda.
RUT: 76.065.390-k
GIRO: Servicios de Ingeniería, Consultoría y Asesoría en Medio
Ambiente
Fono: 56-9/62467000
Contacto: Sara Contreras B.
saracontrerasbravo@gmail.com

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	24
1.1 Contexto del estudio.....	24
1.2 Objetivos del estudio.....	26
1.3 Alcances	26
1.4 Resultados esperados.....	26
2. ETAPA 1: DIAGNÓSTICO A NIVEL NACIONAL.....	27
2.1 Experiencias de REP voluntarias.....	27
2.2 Productos Disponibles en Chile.....	27
2.2.1 Importación	27
2.2.2 Exportación	28
2.2.3 Balance de luminarias disponibles en el país	28
2.2.4 Evolución del sector y proyecciones	31
2.3 Generación de residuos a nivel nacional.....	32
2.3.1 Supuestos	32
2.3.2 Proyección de cantidades de residuos	32
2.3.3 Proyección del contenido de mercurio	33
2.3.4 Indicadores de generación de residuos.....	34
2.3.5 Destino de los residuos	34
2.4 Dimensión económica.....	35
2.4.1 Organización de los mercados, incluyendo al menos un análisis de incentivos	35
2.4.1.1 Productores	35
2.4.1.2 Puntos de venta al consumidor	36
2.4.1.3 Gestores de los residuos	38
2.4.2 Tipos de residuos que por sus características no tienen mercado de valorización ...	39
2.4.3 Estimación de cantidades generadas en los hogares por tipo de lámpara y por región	39
2.4.4 Estimación de cantidades (clasificados por tipo) susceptibles de ser valorizadas	43
2.4.5 Costos y beneficios actuales en el ciclo de vida de los productos a nivel nacional... 45	
2.4.6 Gasto municipal y regional actual para el manejo de los residuos generados por los productos señalados, incluyendo su reciclaje, disposición final y planes de limpieza	47
2.4.7 El mercado de materias secundarias, incluyendo su recuperación, reciclaje (a nivel nacional y en la exportación de materiales) y valorización energética.....	47

2.5	Dimensión ambiental.....	48
2.5.1	Análisis del actual sistema de eliminación (reciclaje, valorización energética y disposición final) de los residuos de los productos en estudio, ventajas y desventajas	48
2.5.1.1	Recolección y tratamiento de trituración previa	49
2.5.1.2	Disposición en relleno de seguridad	51
2.5.1.3	Disposición en relleno sanitario	52
2.5.1.4	Disposición en vertederos ilegales de residuos sólidos, VIRS y microbasurales	52
2.5.2	Análisis del ciclo de vida de los productos a nivel nacional, considerando al menos los requerimientos de energía e insumos	52
2.5.2.1	Tipo, características y composición de productos comercializados	53
2.5.2.2	Ciclo de vida: Canales de Comercialización de Productos y Manejo de Residuos	58
2.5.2.3	Ciclo de vida: uso de energía y generación de gases efecto invernadero (GEI)	60
2.5.3	Impacto sobre los factores suelo, agua, aire, fauna y flora, con especial enfoque al clima	63
2.6	Dimensión social	67
2.6.1	Formalidad e informalidad del mercado	67
2.6.2	Cantidad de empresas que trabajan en el manejo de residuos en estudio	68
2.6.3	Cantidad de personas que trabajan en el manejo de estos residuos, diferenciado por sector social.....	68
2.6.4	Rol de los colegios en el reciclaje de los residuos en estudio	68
2.6.5	Rol de las municipalidades en el reciclaje de los residuos en estudio	69
2.6.6	Rol del Estado en el manejo de los productos y residuos en estudio	69
2.6.6.1	Plan Nacional de Gestión de Riesgos del Mercurio	69
2.6.6.2	Convenio MINAMATA	71
2.6.6.3	Iniciativas específicas del Ministerio de Energía	72
2.6.6.4	Iniciativas específicas del Ministerio del Medio Ambiente	74
2.6.6.5	Otras iniciativas del Estado.....	75
3.	ETAPA 2: EXPERIENCIAS A NIVEL INTERNACIONAL.....	76
3.1	Regulación internacional de la REP	76
3.1.1	Unión Europea (UE)	76
3.1.1.1	Clasificación de residuos electrónicos	76
3.1.1.2	Gestión de residuos electrónicos y lámparas	77
3.1.1.3	Metas (nuevas) de recogida y reciclaje actualizadas	79
3.1.1.4	Restricciones al uso de sustancias peligrosas	80
3.1.1.5	Eficiencia energética y erradicación de las ampollitas incandescentes	81
3.1.2	España.....	82
3.2	Descripción de los Sistemas Colectivos e Individuales de Gestión.....	86
3.2.1	Unión Europea (UE)	86
3.2.2	España.....	87

3.2.2.1	ECOLUM.....	87
3.2.2.2	AMBILAMP.....	91
3.2.3	Suiza	99
3.2.4	Estados Unidos	101
3.2.5	Logros de los sistemas de gestión	105
3.3	REP del Sector de Lámparas en América Latina	106
3.3.1	América Latina	106
3.3.2	Perú	108
3.3.3	Costa Rica	110
3.3.4	Colombia	111
3.3.4.1	Marco legal y proceso de implementación de la REP.....	112
3.3.4.2	Gestión de los residuos	113
3.3.4.3	Presupuesto	114
3.3.4.4	Organización	116
3.4	Cálculo de la contribución de los adherentes en los sistemas colectivos	116
3.5	Los mercados en el manejo de residuos	118
3.5.1	Alternativas de almacenamiento y recogida	118
3.5.2	Alternativas tecnológicas de recuperación.....	120
3.5.3	Posibilidad de exportar los residuos de lámparas	122
3.6	Experiencias de los principales productores multinacionales	123
3.6.1	PHILIPS	123
3.6.2	GENERAL ELECTRIC	124
3.6.3	OSRAM	125
3.6.4	LG ELECTRONICS	125
4.	ETAPA 3: ESCENARIOS PARA LA EVALUACIÓN	127
4.1	Método de evaluación.....	127
4.2	Principales antecedentes para la definición de los escenarios.....	128
4.3	Escenarios y metas para evaluación	129
4.4	Cantidades de residuos susceptibles de ser recolectados.....	129
4.4.1	Cantidades totales según Escenario	129
4.4.2	Cantidades según fuente de generación	130
4.5	Sistemas de recuperación y destinos considerados	131
4.5.1	Sistemas de recuperación supuestos según fuente de generación	131
4.5.2	Cuantificación de las instalaciones	133

4.5.3	Resumen de sistemas de recuperación y tasas resultantes	134
4.6	Balance de masa por escenario	135
5.	ETAPA 4: EVALUACIÓN DE ESCENARIOS.....	137
5.1	Evaluación ambiental	137
5.1.1	Aspectos ambientales generales.....	137
5.1.2	Análisis del ciclo de vida.....	137
5.1.2.1	Variación en la recuperación de materiales y potencial reducción de uso de nuevos recursos	138
5.1.2.2	Variación en el uso de materia prima primario y materia prima secundario... ..	139
5.1.3	Variación en el sistema de eliminación de los residuos (reciclaje, valorización energética y disposición final)	139
5.1.4	Variación en el uso de energía	140
5.1.5	Variación en la generación de dióxido de carbono y su impacto al calentamiento global	143
5.1.6	Variación en la contaminación de agua, aire y suelos	145
5.1.7	Variación en el riesgo de salud a las personas.....	146
5.1.8	Otros impactos ambientales y sanitarios identificados en el diagnóstico.....	147
5.1.9	Resumen Evaluación Ambiental de la Aplicación de la REP Escenario 1	148
5.1.10	Resumen Evaluación Ambiental de la Aplicación de la REP Escenario 2	149
5.2	Evaluación social	150
5.2.1	La percepción a nivel de consumidores.....	150
5.2.1.1	Voluntad de Cambio y Adaptación	150
5.2.1.2	Responsabilidad y Roles	153
5.2.1.3	Percepción REP	154
5.2.1.4	Sugerencias de Implementación.....	155
5.2.2	Evaluación de impactos sociales	156
5.2.3	Recomendaciones.....	158
5.2.3.1	Recomendaciones Generales.....	158
5.2.3.2	Recomendaciones para la inclusión del sector informal.....	159
5.2.3.3	Recomendaciones para la educación y capacitación	159
5.3	Evaluación económica	161
5.3.1	Resumen del sistema de recuperación.....	161
5.3.2	Distribución de lámparas recuperadas.....	161
5.3.3	Recuperación desde Domicilios.....	163
5.3.4	Recuperación desde industria y de grandes generadores	167
5.3.5	Centros de Acopio	168
5.3.6	Transporte a planta de reciclaje	173
5.3.7	Eliminación de residuos peligrosos.....	175
5.3.8	Planta de reciclaje	176

5.3.9	Otros costos	177
5.3.10	Empleo generado	177
5.3.11	Resumen de Costos	178
5.3.12	Sistema alternativo para el Escenario 1 - 2018 (Sistema abaratado).....	179
5.4	Evaluación de otros aspectos	180
5.5	Conclusiones y recomendaciones	180
5.5.1	Conclusiones.....	180
5.5.2	Recomendaciones ámbito económico	182
5.5.3	Recomendaciones para la implementación de la REP.....	183
5.6	Consideraciones finales respecto a supuestos y riesgos.....	185
6.	BIBLIOGRAFIA	187
6.1	Literatura	187
6.2	Páginas WEB	189
7.	ACRONIMOS Y ABREVIATURAS.....	191
8.	GLOSARIO DE TÉRMINOS	194
ANEXO 1	BASES DE DATOS PUNTOS DE VENTA	
ANEXO 2	MARCAS AMPOLLETAS	
ANEXO 3	EMPRESAS GESTORAS	
ANEXO 4	ANTECEDENTES ECONÓMICOS DE ECOLUM (ESTADO FINANCIERO) Y DE AMBILAMP (BALANCES DE SITUACIÓN Y CUENTAS DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS)	
ANEXO 5	REGLAMENTO SIG COLOMBIA	
ANEXO 6	COTIZACIONES	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Importación de luminarias (unidades).....	27
Tabla 2-2 Principales países de origen de los productos (base 2012).....	28
Tabla 2-3 Exportación de luminarias (unidades).....	28
Tabla 2-4 Productos disponibles en el país en base a balance importación-exportación (unidades).....	29
Tabla 2-5 Productos disponibles en el país en base a ventas (unidades).....	30
Tabla 2-6 Comparación valores acumulados periodo 2007-2012 (unidades).....	30
Tabla 2-7 Proyección de crecimiento luminarias (unidades).....	31
Tabla 2-8 Supuestos utilizados en la estimación de residuos de luminarias.....	32
Tabla 2-9 Generación estimada de residuos de luminarias (unidades).....	32
Tabla 2-10 Generación estimada de residuos de luminarias (toneladas).....	33
Tabla 2-11 Generación estimada de mercurio desde residuos de luminarias.....	33
Tabla 2-12 Generación per cápita (año 2012).....	34
Tabla 2-13 Estimación de destinos y cantidades de residuos gestionados (2012).....	35
Tabla 2-14 Principales marcas de aparatos de alumbrado.....	36
Tabla 2-15 Puntos de venta de luminarias.....	37
Tabla 2-16 Empresas de gestión de aparatos de alumbrado.....	38
Tabla 2-17 Estimación de ampollitas en uso en hogares (año 2012).....	40
Tabla 2-18 Stock de ampollitas instalado en hogares por tipo (año 2012).....	42
Tabla 2-19 Estimación de la generación de residuos de lámparas desde hogares.....	43
Tabla 2-20 Estimación de materiales recuperables desde residuos de lámparas fluorescentes (toneladas) (máximo teórico 90%).....	44
Tabla 2-21 Estimación de materiales recuperables desde residuos de lámparas LED (toneladas) (máximo teórico supuesto 90%).....	45
Tabla 2-22 Evaluación beneficios a nivel de hogares.....	46
Tabla 2-23 Clasificación de lámparas presentes en el mercado actual.....	54
Tabla 2-24 Características de las lámparas más representativas de cada tipo.....	55
Tabla 2-25 Vida media de las lámparas según fabricantes.....	57
Tabla 2-26 Composición promedio lámparas de tipo fluorescentes (%).....	57
Tabla 2-27 Composición promedio polvo fósforos en tubos fluorescentes (%).....	57
Tabla 2-28 Ejemplo composición lámpara LED 12,5 W (%).....	58
Tabla 2-29 Composición de metales diodo LED.....	58
Tabla 2-30 Estimación de generación de mercurio por reemplazo de LFC (base 2012).....	65
Tabla 2-31 Prohibición de lámparas según contenido de mercurio.....	71
Tabla 3-1 Clasificación de los residuos electrónicos y composición.....	77
Tabla 3-2 Tasas mínimas para la recogida selectiva de los RAEE en la UE.....	79
Tabla 3-3 Metas de recogida y reciclaje para equipos de iluminación de la UE.....	80
Tabla 3-4 Aspectos relevantes del Real Decreto 208/2005 de España.....	85
Tabla 3-5 Canales de recogida de AMBILAMP.....	92
Tabla 3-6 Evolución de Puntos y Cantidades de Recogida de AMBILAMP 2011 y 2012.....	93
Tabla 3-7 Evolución de las cantidades de lámparas recolectadas por AMPILAMP.....	96
Tabla 3-8 Proyección de luminarias disponibles en Colombia (Unidades).....	112
Tabla 4-1 Metas de recuperación de lámparas posconsumo propuestas para escenarios de evaluación..	129
Tabla 4-2 Proyección de las tasas de recuperación de residuos según Escenario.....	129
Tabla 4-3 Cantidades de residuos recuperados según fuente de generación y Escenario.....	131
Tabla 4-4 Puntos de entrega para envases y embalajes considerados en Escenario 1, con potencial de agregar contenedores para lámparas.....	133
Tabla 4-5 Puntos de entrega para lámparas consideradas para evaluación y cantidades asociadas.....	134
Tabla 4-6 Capacidad requerida de la planta de reciclaje de lámparas según Escenario.....	134
Tabla 4-7 Tasas de recuperación de residuos según origen y sistemas de recuperación supuestos según Escenario.....	135
Tabla 4-8 Balance de masa por escenario y destino residuos de lámparas fluorescentes.....	136
Tabla 5-1 Análisis ciclo de vida en el país lámparas fluorescentes.....	138
Tabla 5-2 Recuperación de materias primas secundarias (ton).....	138
Tabla 5-3 Estimación de recuperación de metales ratos desde polvo de fósforo (kg).....	139
Tabla 5-4 Reducción de volumen en relleno sanitario por recuperación.....	140

Tabla 5-5 Consumos y ahorro energía en procesamiento materiales reciclados	140
Tabla 5-6 Energía ahorrada por valorización de materia primas secundarias	141
Tabla 5-7 Consumo unitario de energía por transporte de residuos de lámparas.....	141
Tabla 5-8 Consumo ponderado de energía por transporte según distancia.....	142
Tabla 5-9 Resumen de energía consumida por transporte de residuos de Aluminio a nivel país y ahorrada por valorización	142
Tabla 5-10 Consumos y ahorro energía en procesamiento materiales reciclados.....	143
Tabla 5-11 Reducción de CO ₂ por valorización de materias primas secundarias	144
Tabla 5-12 Generación de emisiones de CO ₂ por transporte de residuos.....	144
Tabla 5-13 Generación ponderada de emisiones por transporte según distancia	144
Tabla 5-14 Resumen de generación de CO ₂ por transporte de residuos a nivel país y reducción por valorización.....	145
Tabla 5-15 Recuperación de mercurio desde residuos según Escenario	145
Tabla 5-16 Estimación de reducción de impacto al aire, agua y suelo por recuperación de mercurio.....	146
Tabla 5-17 Niveles máximos recomendados de mercurio para proteger la salud pública.....	147
Tabla 5-18 Resumen de los Impactos Ambientales - Escenario 1	148
Tabla 5-19 Resumen de los Impactos Ambientales - Escenario 2	149
Tabla 5-20 Porcentaje por Comuna de respuesta frente a la voluntad de pagar un adicional por producto que se garantice ser reciclado	152
Tabla 5-21 Porcentaje por Rango de edad frente a la voluntad de pagar un adicional por producto que se garantice ser reciclado	153
Tabla 5-22 Efectos sociales generales	156
Tabla 5-23 Recomendaciones para capacitación de los diversos actores involucrados en la implementación de la REP en Chile	159
Tabla 5-24 Residuos generados y recuperados según metas de recuperación	162
Tabla 5-25 Unidades de lámparas recuperadas por región según metas de recuperación	162
Tabla 5-26 Estimación del número de lámparas recuperadas por región desde hogares	163
Tabla 5-27 Parámetros para estimar PV y PL regionales y fletes a CdA	164
Tabla 5-28 Estimación del número de PV y PL por región	164
Tabla 5-29 Estimación del número de contenedores por región	165
Tabla 5-30 Estimación del número de fletes anuales desde PV y PL a CdA.....	166
Tabla 5-31 Estimación del número de lámparas recuperadas por región desde industria y grandes generadores	167
Tabla 5-32 Estimación del número de fletes anuales desde industria y de grandes generadores a CdA ...	168
Tabla 5-33 Ficha técnica de equipos de trituración	169
Tabla 5-34 Estimación del costo fijo de un CdA por año	169
Tabla 5-35 Nº de Barriles con Residuos de Lámparas trituradas por CdA y Año - Escenario 1	170
Tabla 5-36 Nº de Barriles con Residuos de Lámparas trituradas por CdA y Año - Escenario 2	171
Tabla 5-37 Estimación del Costo de Operación del CdA por Región - Escenario 1	172
Tabla 5-38 Estimación del Costo de Operación del CdA por Región - Escenario 2	172
Tabla 5-39 Estimación de fletes por año a planta de reciclaje - Escenario 1	173
Tabla 5-40 Estimación de fletes por año a planta de reciclaje - Escenario 2	174
Tabla 5-41 Estimación de valor de fletes a planta de reciclaje (Pesos chilenos)	175
Tabla 5-42 Ficha técnica de planta de reciclaje - Modelo BALCAN MP6000	176
Tabla 5-43 Costo unitario y anual del reciclaje	176
Tabla 5-44 Resumen de los costos anuales de recuperación y reciclaje de lámparas (millones de pesos)	178
Tabla 5-45 Costo unitario global del sistema REP por lámpara comercializada, desechada y recuperada ..	178
Tabla 5-46 Comparación de los costo anuales de recuperación y reciclaje de lámparas del Escenario 1 - 2018 con un Sistema alternativo (abaratado) (millones de pesos)	179
Tabla 5-47 Comparación del costo unitario global del sistema REP por lámpara del Escenario 1 - 2018 con un Sistema alternativo (abaratado)	180
Tabla 5-48 Resumen de Impactos por Escenarios	181

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Balance de luminarias disponibles	29
Figura 2-2 Distribución geográfica de puntos de venta de luminarias.....	37
Figura 2-3 Distribución del consumo de energía eléctrica residencial	40
Figura 2-4 Distribución regional ampollitas en uso a nivel residencial	41
Figura 2-5 Tipo de ampollitas por vivienda.....	42
Figura 2-6 Estimación de beneficios económicos a nivel país por reemplazo de luminarias bajo el estándar mínimo de eficiencia energética.	46
Figura 2-7 Esquema del sistema de trituración de tubos y lámparas fluorescentes.....	50
Figura 2-8 Máquina de trituración de tubos y lámparas fluorescentes	51
Figura 2-9 Clasificación de las fuentes luminosas más importantes	53
Figura 2-10 Vida media y útil según tipo de lámpara	56
Figura 2-11 Flujo de comercialización de productos y manejo de residuos	60
Figura 2-12 Estimación de cambios el mercado por recambio de luminarias.....	62
Figura 2-13 Estimación de reducción de emisiones por recambio de luminarias	62
Figura 3-1 Países que utilizan la REP como mecanismo de valorización	76
Figura 3-2 Sistemas Colectivos de Gestión de Residuos de Lámparas y Luminarias en Europa	86
Figura 3-3 Cantidades de residuos gestionados por ECOLUM.....	88
Figura 3-4 Modelo logístico del SIG ECOLUM para la gestión de luminarias.....	89
Figura 3-5 Comparación anual del porcentaje de residuos recogidos por ECOLUM según origen	90
Figura 3-6 Cantidades de residuos de luminarias gestionados y número de puntos de recolección ECOLUM	91
Figura 3-7 Esquema de operación AMBILAMP	92
Figura 3-8 Contenedores para Pequeño Comercio	94
Figura 3-9 Contenedores para Grandes Generadores.....	94
Figura 3-10 Contenedores para Instaladores.....	95
Figura 3-11 Multicontenedor	96
Figura 3-12 Evolución de Puntos de Recogida - Gran Contenedor	97
Figura 3-13 Evolución de Puntos de Recogida - Pequeño y Mediano Contenedor.....	97
Figura 3-14 Fracciones recicladas al 2012.....	98
Figura 3-15 Gestión de residuos electrónicos en Suiza	101
Figura 3-16 Resultados de recolección de lámparas posconsumo en 18 países de Europa: 2008 - 2012... ..	106
Figura 3-17 Ejemplo de un punto de retiro	114
Figura 3-18 Presupuesto proyectado según meta de recolección.....	115
Figura 3-19 Costos de logística/reciclaje por tonelada de lámparas posconsumo recogidas/recicladas	117
Figura 3-20 Ejemplos de almacenamiento para lámparas	119
Figura 3-21 Plantas de reciclaje de lámparas fluorescentes.....	121
Figura 3-22 Trituradoras de lámparas.....	122
Figura 4-1 Resultados de recolección de lámparas posconsumo en la EU: 2008 - 2012.....	128
Figura 4-2 Sistema de recuperación propuesto para el sector industrial y grandes generadores	132
Figura 4-3 Sistema de recuperación propuesto para el sector domiciliario	132
Figura 5-1 Disposición de los encuestados en relación a la entrega de los EyE (o lámparas) para su reciclaje	150
Figura 5-2 Disposición de los encuestados a pagar un adicional por producto para garantizar que los EyE (o lámparas) sean reciclados	151
Figura 5-3 Responsables identificados por los encuestados en relación al reciclaje de EyE (o lámparas) ..	154
Figura 5-4 Sugerencias de implementación de la REP en Chile según porcentaje de encuestados	155

INFORME FINAL

Licitación N° 608897-76-LE13

EVALUACIÓN DE IMPACTOS ECONÓMICOS, AMBIENTALES Y SOCIALES DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RESPONSABILIDAD EXTENDIDA DEL PRODUCTOR EN CHILE SECTOR LAMPARAS

16. INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al **informe final** del estudio titulado "Evaluación de impactos económicos, ambientales y sociales de la implementación de la Responsabilidad Extendida del Productor en Chile del Sector Lámparas", elaborado por Eco-Ingeniería Ltda. (ECOING) para la Subsecretaría del Medio Ambiente, que contiene los resultados de todos los informes de avance, además de la **Evaluación de los Escenarios**.

16.1 Contexto del estudio

El estudio forma parte de las actividades asociadas al proyecto de **Ley Marco para la Gestión de Residuos y Responsabilidad Extendida del Productor**, que el Ministerio de Medio Ambiente está impulsando y que fue ingresado al Congreso durante septiembre del presente.

Lo anterior tiene relación con el ingreso de Chile a la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), que supone una serie de desafíos y oportunidades en materia medioambiental.

En este contexto, Chile quiere seguir avanzando en materia medioambiental y continuar con el trabajo que ha iniciado hace algunos años con la incorporación paulatina del concepto de la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) en la gestión integral de residuos sólidos. Este moderno concepto ha sido desarrollado en Europa en los años 90 y los resultados positivos de la REP han significado una aplicación a, cada vez, una mayor cantidad de productos. La REP significa que un productor (o importador) se debe hacer cargo, o ser, como mínimo, co-responsable, de un producto una vez terminada su vida útil. El concepto es especialmente aplicable a los productos de consumo masivo, tales como envases, neumáticos, refrigeradores, baterías, lámparas y vehículos. Una de las principales ventajas que se aprecian para establecer este concepto es la posibilidad de eliminar distorsiones en el mercado, ya que actualmente entre los costos de muchos productos no se considera el costo para financiar su manejo al momento de convertirse

en residuo. Con la incorporación de los costos totales de todo el ciclo de vida del producto hasta su fin como residuo se cumple con el principio de “quien contamina paga”.

La REP comprende una estrategia central en el diseño de instrumentos para el manejo de lámparas 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 ha fomentado que se hagan esfuerzos por buscar innovaciones vinculadas a la prevención y a la separación de los residuos para facilitar su valorización y/o manejo adecuado.

Las políticas gubernamentales sobre Responsabilidad Extendida del Productor hacen del medio ambiente una prioridad en las distintas fases del ciclo de vida de productos y servicios, obligando a las empresas a pensar en lo que ocurre fuera de sus instalaciones. Esto demanda al productor a hacer un análisis minucioso de lo que sus actividades implican hacia arriba y hacia abajo de la cadena productiva y a pensar en las acciones correctivas para mitigar los impactos perjudiciales.

Las políticas de REP son también fuentes de oportunidad para que las empresas replanteen sus negocios, pues abren las puertas para crear valor agregado a los clientes a través de la oferta de servicios postventa y de disposición de productos. Asimismo, el tratar de ofrecer una gama de servicios, brinda la oportunidad a la empresa de obtener un mejor conocimiento de las necesidades presentes y futuras de sus clientes.

Es preciso señalar que algunas lámparas son consideradas residuos peligrosos, de acuerdo al Reglamento Sanitario sobre manejo de Residuos Peligrosos (D.S. 148/03), al contener mercurio. Estos residuos en general, ocasionan una amplia gama de efectos sistémicos, que además son bioacumulativos.

Por otra parte, de acuerdo a un estudio del PRIEN al 2008¹, los requerimientos de energía para iluminación corresponderían entre un 5 a 7% del total de electricidad consumida en las actividades de minería e industria, un 29% para los centros comerciales, 24% para supermercados, un 10% para el comercio menor y un 60% en el sector público, lo que demuestra la importancia del sector.

En virtud de los antecedentes expuestos y con el fin de evaluar la factibilidad económica, social y ambiental de la obligatoriedad de la REP en el país para el sector de lámparas a través de una reglamentación, es que se requiere un estudio de evaluación de impactos.

¹ PRIEN, 2008. Estimación del Aporte Potencial del Uso Eficiente de la Energía Eléctrica 2008-2025.

16.2 Objetivos del estudio

El objetivo general del estudio corresponde a: "Evaluar la sustentabilidad de la implementación de la Responsabilidad Extendida del Productor en el sector lámparas".

Los objetivos específicos corresponden a los siguientes:

- Actualizar y complementar el diagnóstico de la situación actual del país, caracterizando la gestión de estos residuos.
- Evaluar los impactos de la implementación de la REP, concernientes al área ambiental, social y económica, identificando los principales costos y beneficios que traerá para los diversos actores que interactúan.

16.3 Alcances

Los tipos de lámparas considerados son:

- Tubos fluorescentes,
- Lámparas fluorescentes compactas, y
- Lámparas LED.

Los orígenes de los respectivos residuos son:

- Domiciliario,
- Asimilable a domiciliario, e
- Industrial.

16.4 Resultados esperados

Este estudio permitirá visualizar la realidad actual e identificar las políticas y acciones necesarias que se deben implementar en el corto, mediano y largo plazo, para la ejecución de la REP en lámparas.

El **informe final** incluye los resultados de todos los informes de avances, además de la evaluación de los escenarios, es decir:

- Etapa 1: Diagnóstico a nivel nacional
- Etapa 2: Experiencias a nivel internacional
- Etapa 3: Escenarios para la evaluación
- Etapa 4: Evaluación de los Escenarios

17. ETAPA 1: DIAGNÓSTICO A NIVEL NACIONAL

17.1 Experiencias de REP voluntarias

Hasta la fecha, en Chile no existen experiencias de REP voluntarias en el sector de lámparas.

Sin embargo, el MMA trabajó varios años en el Proyecto de **Ley Marco para la Gestión de Residuos y Responsabilidad Extendida del Productor** (ingresado recientemente para su tramitación al congreso), con el cuál específicamente se busca incentivar el reciclaje y la adecuada disposición final de las lámparas fuera de uso, entre otros residuos. El presente estudio forma parte de esa iniciativa, la cual involucró mesas de trabajo con los principales productores del sector, justamente con el fin de introducir y anticipar el concepto REP.

17.2 Productos Disponibles en Chile

Dado que no hay producción propia dentro del país de los tipos de lámparas materia del presente estudio, la determinación del tamaño del sector luminarias a nivel nacional se determina en base al balance de los flujos de importación y exportación de los últimos años, ya que si bien no corresponden directamente a las ventas anuales, sí permiten establecer el flujo que queda disponible en el país y, a futuro, el flujo de residuos anual y acumulado.

17.2.1 Importación

La evolución histórica de las importaciones de las lámparas bajo estudio en los últimos años se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 17-1 Importación de luminarias (unidades)

Año	Fluorescentes	LED
2003	5.206.529	
2004	7.682.077	
2005	8.120.338	
2006	31.627.534	
2007	16.752.333	
2008	85.073.220	
2009	10.138.279	
2010	20.317.117	17.265
2011	25.901.046	68.633
2012	22.595.546	666.835

Fuente: Estadísticas Servicio de Aduanas, Información Ministerio Energía

El origen de los productos se muestra en la tabla 2.2. Es importante indicar que éste prácticamente no ha variado en los últimos años, manteniéndose China como el principal país de origen.

Tabla 17-2 Principales países de origen de los productos (base 2012)

Tipo Producto	Principales países de origen
Fluorescentes	China, Brasil
Incandescentes	China
LED	China

Fuente: Estadísticas Servicio de Aduanas

17.2.2 Exportación

En el análisis de información se determinó un flujo mínimo de exportación de lámparas desde Chile, excepto para el segmento de lámparas fluorescentes (equivalente al 1,1% de las importaciones), según se detalla en la siguiente tabla. El destino de los productos es básicamente a países de la región, destacando Argentina con el mayor volumen, seguido por Bolivia y Perú.

Tabla 17-3 Exportación de luminarias (unidades)

Año	Fluorescentes	LED
2002	869.132	
2003	1.203.345	
2004	825.280	
2005	93.012	
2006	174.435	
2007	67.686	
2008	92.297	
2009	1.760.690	
2010	599.799	
2011	394.047	4.286
2012	263.430	20.197

Fuente: Estadísticas Servicio de Aduanas

17.2.3 Balance de luminarias disponibles en el país

La cantidad de luminarias disponibles en el país se estimó en base al balance entre la importación y exportación, según el detalle que se muestra en la Tabla 2.4, en la cual se incluyen el balance para las lámparas incandescentes a modo comparativo.

Tabla 17-4 Productos disponibles en el país en base a balance importación-exportación (unidades)

Año	Fluorescentes	Incandescentes	LED
2003	5.206.529	42.271.668	
2004	7.682.077	45.119.145	
2005	8.120.338	38.375.247	
2006	31.627.534	45.654.173	
2007	16.752.333	50.529.373	
2008	85.073.220	32.103.331	
2009	10.138.279	37.153.293	
2010	20.303.705	48.381.262	17.265
2011	25.901.046	30.000.000	64.347
2012	22.595.546	27.348.902	646.638

Fuente: Estadísticas Servicio de Aduanas.

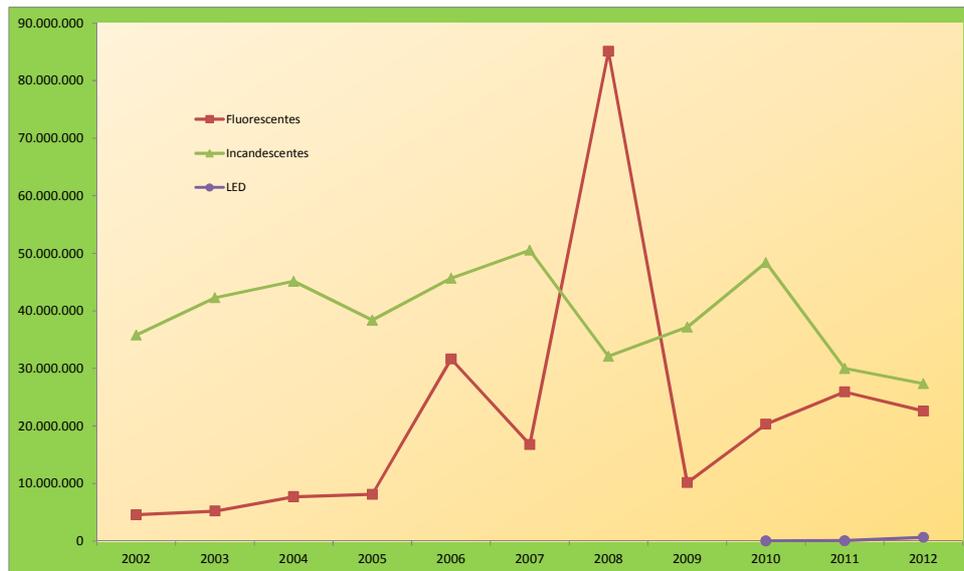


Figura 17-1 Balance de luminarias disponibles

Fuente: Estadísticas Servicio de Aduanas

Se destaca claramente que los productos más relevantes corresponden a fluorescentes e incandescentes, seguidos, muy de lejos, por las lámparas LED que han comenzado a ingresar recientemente al mercado.

Igualmente se pudo contar con datos de ventas de los últimos años, en base a información recopilada por la SEC desde productores, lo cual se incluye en la tabla siguiente.

Tabla 17-5 Productos disponibles en el país en base a ventas (unidades)

Año	Fluorescentes	Incandescentes	LED
2007	10.102.745	25.957.706	0
2008	17.234.637	27.220.892	0
2009	15.600.387	31.348.982	1.421
2010	14.966.359	27.215.555	4.654
2011	9.740.567	12.168.565	126.135
2012	11.090.749	14.427.158	344.991

Fuente: Estadísticas SEC

Los valores de venta reportados a la SEC son menores a los datos obtenidos de estadísticas del Servicio de Aduanas, como se puede observar en la siguiente tabla, donde se presenta una comparación de ambas fuentes de los valores acumulados entre los años 2007 a 2012 (tablas 2.4 y 2.5).

Tabla 17-6 Comparación valores acumulados periodo 2007-2012 (unidades)

Origen de la información	Fluorescentes	Incandescentes	LED
Servicio Aduanas	180.764.129	225.516.161	728.250
SEC	78.735.444	138.338.858	477.201
% de la cantidad disponible país informada como ventas	44%	61%	66%

Fuente: Elaboración propia, ECOING

De la tabla comparativa anterior resulta que las ventas reportadas por la SEC equivalen a poco más del 60% de la cantidad disponible país para incandescentes y LED, y sólo al 44% de la disponibilidad de fluorescentes. Lo anterior se explica debido a que no todas las empresas importadoras han enviado la información a la SEC, según indicaciones de la misma institución².

Debido a la falta de información completa desde las estadísticas de ventas, se utilizará el balance desde los datos de importación-exportación para la proyección del crecimiento del sector y la estimación de residuos generados.

² La SEC estima que para los años 2011 y 2012 sólo ha recibido información del 40% del mercado.

17.2.4 Evolución del sector y proyecciones

La tasa de crecimiento total del sector hasta el 2008 fue superior al 10 %, verificándose una baja importante entre el 2008 y 2009 dada la condición de la economía, repuntándose levemente en los años posteriores. Por ello se asume como supuesto un **crecimiento promedio anual del 10% para las lámparas fluorescentes**, basado en datos de importación y proyecciones de las empresas del sector. En el caso de las lámparas **LED** es difícil establecer una tendencia certera, ya que su crecimiento en los dos últimos años ha sido exponencial, por ello se utiliza una **tasa anual conservadora de crecimiento del 30%**, en base a proyecciones entregadas por empresas del sector.

A modo comparativo se incluye el caso de las lámparas **incandescentes**, ya que se espera una disminución de las mismas en función de las regulaciones nacionales que tienden hacia su prohibición de venta desde el año 2016 (por su baja eficiencia energética) tal como ha ocurrido a nivel internacional, (ver sección 2.4).

Tabla 17-7 Proyección de crecimiento luminarias (unidades)

Año	Fluorescentes	LED	Incandescentes
2013	24.855.101	840.630	21.879.122
2014	27.340.611	1.092.819	15.315.385
2015	30.074.672	1.420.664	9.189.231
2016	33.082.139	1.846.864	4.594.616
2017	36.390.353	2.400.923	0
2018	40.029.388	3.121.200	0
2019	44.032.327	4.057.559	0
2020	48.435.560	5.274.827	0
2021	53.279.116	6.857.275	0
2022	58.607.027	8.914.458	0
2023	64.467.730	11.588.796	0

Fuente: Elaboración propia, ECOING

17.3 Generación de residuos a nivel nacional

17.3.1 Supuestos

La estimación de generación de residuos se basa en los supuestos indicados en la tabla 2.8, validados por los principales productores, considerando tanto la disponibilidad histórica de luminarias en el país hasta el 2012, como la proyección de crecimiento detallada previamente.

Tabla 17-8 Supuestos utilizados en la estimación de residuos de luminarias

Tipo de lámpara	Periodo de recambio (años)	Peso promedio (kg)
Fluorescentes: tubos LFC	5	0,2 0,15 (*)
LED	8	0,1

Fuente: Elaboración propia, ECOING
(*) Peso de LFC varía actualmente entre 0,1 y 0,2 kg/unidad en promedio

Por otra parte, se supone las tasas de crecimiento indicadas en la sección 2.2.4 "Evolución del sector y proyecciones".

17.3.2 Proyección de cantidades de residuos

La estimación de generación de residuos de las lámparas bajo estudio es la siguiente:

Tabla 17-9 Generación estimada de residuos de luminarias (unidades)

Año	Fluorescentes	LED
2011	31.627.534	0
2012	16.752.333	0
2013	85.073.220	0
2014	10.138.279	0
2015	20.303.705	0
2016	25.901.046	0
2017	22.595.546	1.421
2018	24.855.101	17.265
2019	27.340.611	64.347
2020	30.074.672	646.638
2021	33.082.139	840.630
2022	36.390.353	1.092.819
2023	40.029.388	1.420.664

Fuente: Elaboración propia, ECOING

Tabla 17-10 Generación estimada de residuos de luminarias (toneladas)

Año	Fluorescentes	LED
2011	5.218,5	0,0
2012	2.764,1	0,0
2013	14.037,1	0,0
2014	1.672,8	0,0
2015	3.350,1	0,0
2016	4.273,7	0,0
2017	3.728,3	0,1
2018	4.101,1	1,7
2019	4.511,2	6,4
2020	4.962,3	64,7
2021	5.458,6	84,1
2022	6.004,4	109,3
2023	6.604,8	142,1

Fuente: Elaboración propia, ECOING

17.3.3 Proyección del contenido de mercurio

Para calcular la cantidad de **mercurio** generado en los residuos de luminarias fluorescentes, bajo el supuesto de un contenido promedio de 4 mg/unidad³, se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 17-11 Generación estimada de mercurio desde residuos de luminarias

Año	Mercurio contenido en Fluorescentes (kg)
2011	126,5
2012	67,0
2013	340,3
2014	40,6
2015	81,2
2016	103,6
2017	90,4
2018	99,4
2019	109,4
2020	120,3
2021	132,3
2022	145,6
2023	160,1

Fuente: Elaboración propia, ECOING

3 Dato entregado por productores.

De acuerdo a lo anterior, los residuos generados al 2012 contendrían 67 Kg de mercurio, cantidad que se duplicaría al año 2023, suponiendo que se mantiene el mismo contenido de mercurio en las lámparas.

17.3.4 Indicadores de generación de residuos

De acuerdo a la evaluación realizada, las tasas de generación per cápita (kg/hab. año) de residuos para los diferentes tipos de luminarias consideradas, al año 2012⁴ son las siguientes.

Tabla 17-12 Generación per cápita (año 2012)

Tipo lámpara	Unidades/habitante-año	kg/habitante-año	Generación total (ton/año)
Fluorescente	1	0,2	2.764
LED	0	0	0
Incandescentes	1,65	0,16	2.735

Fuente: Elaboración propia, ECOING

El contenido de mercurio equivalente en los residuos de fluorescentes es de 67 kg.

17.3.5 Destino de los residuos

Actualmente, la única gestión adecuada de residuos asociada al sector corresponde a una eliminación de luminarias tipo fluorescente, consideradas como peligrosas, en rellenos de seguridad, previa trituración y separación del gas mercurio de casquillos y vidrio, en algunos casos (más detalles ver sección 2.4.1.3). No obstante, esa gestión es realizada sólo por algunas pocas industrias y parte del sector comercial de mayor tamaño, no existiendo programas desde los productores a la fecha que aporten a dicha gestión.

Sólo se cuenta con información parcial acerca de la cantidad de lámparas del tipo fluorescente destinadas a rellenos de seguridad. Se solicitó información a los principales gestores del sector, pero no se recibió respuesta de todos hasta la fecha.

En base a lo anterior se han establecido las siguientes cantidades gestionadas.

4 La población según datos preliminares del Censo 2012 es de 16.572.475 habitantes. Fuente: INE.

Tabla 17-13 Estimación de destinos y cantidades de residuos gestionados (2012)

RE	Residuos generados (ton)	Disposición relleno de seguridad (ton, %)		Disposición desconocida (relleno sanitario, vertedero, otros) (ton, %)	
Residuos luminarias con Mercurio					
Fluorescentes	2.764,1	40	1,5%	2.724,1	98,5%
Residuos luminarias sin Mercurio					
Incandescentes	2.735	0	0%	2.735	100%

Nota: Los datos actuales indican que los residuos gestionados son principalmente tubos fluorescentes.

Fuente: Información de empresas de tratamiento y estimaciones del estudio en función del consumo por sector.

17.4 Dimensión económica

17.4.1 Organización de los mercados, incluyendo al menos un análisis de incentivos

El mercado actual de estos productos se encuentra conformado por empresas productoras, representantes de marcas específicas (importadoras) y sus locales de distribución, así como retail o empresas importadoras de menor tamaño que comercializan distintas marcas directamente a los consumidores (hogares y empresas).

Por otra parte, al final del ciclo de vida de estos productos, existe ya un mercado de gestores autorizados, que se encargan de la eliminación del residuo.

En todo caso, actualmente **no hay incentivos** ni exigencias para que los actores de los mercados se hagan cargo adecuadamente de la gestión de los residuos. Se espera que esto cambie con la entrada en vigencia de ley REP.

17.4.1.1

Productores

Los productores del sector corresponden a empresas representantes de marcas que importan estos productos, ubicadas preferentemente en la Región Metropolitana, ya que en el país no existen empresas de fabricación de estos aparatos. Asimismo se encuentra una gran cantidad de importadores directos que ingresan productos de diversas marcas y los comercializan directamente, entre los cuales destacan alguna grandes tiendas de retail.

De acuerdo a datos del año 2012, 14 **empresas** concentran más del 93% de las importaciones de productos del tipo fluorescentes y 19 empresas concentran el 81% de las importaciones de productos del tipo LED.

Dentro del mercado existe una amplia variedad de **marcas**, dentro de la cual se destacan algunas por su mayor grado de comercialización, como las presentadas en la siguiente tabla. Se identificaron 49 marcas para los productos del tipo fluorescentes y 25 para la del tipo LED. En el Anexo 1 se entrega el detalle de las mismas.

Tabla 17-14 Principales marcas de aparatos de alumbrado

Fluorescentes	LED
GENERAL ELECTRIC	GENERAL ELECTRIC
PHILIPS	PHILIPS
OSRAM	WESTINGHOUSE
WESTINGHOUSE	DAIKO
SILVANYA	MEGAMAN
ZHEJIANG	GOOD START
LEEDARSON	ZHEJIANG
JIANGSU	GUANGZHOU
GREAT VALUE TERRA	EKOLINE

Fuente: Elaboración propia en base a estadísticas Servicio de Aduanas.

Al 2012, las importaciones de 4 marcas representaban cerca del 78 % del mercado para fluorescentes (General Electric, Philips, Osram y Westinghouse). Para las lámparas LED, las 4 empresas abarcaron más del 40% de las importaciones en igual período.

17.4.1.2

Puntos de venta al consumidor

De la información recabada desde bases de datos y directorios comerciales de empresas, se identificaron más de 1.300 puntos de venta representativos a nivel nacional.⁵

Dentro del universo se consideran tanto las empresas dedicadas a la venta específica de los productos bajo estudio así como las cadenas de retail que también los comercializan (73 locales correspondientes a grandes tiendas y 975 grandes supermercados), destacándose el hecho de que la mayoría de los locales de venta son multimarcas.

El mayor número de puntos de venta corresponde al retail, seguido de los distribuidores directos a nivel de todo el país (253 puntos en total), los cuales en general compran a otros importadores o realizan importación directa. Esta información se detalla en la Tabla 2.15 y Figura 2.2.

⁵ Incluyendo locales de la zona franca de Iquique, Arica y Punta Arenas.

Tabla 17-15 Puntos de venta de luminarias

Región	Retail	Distribuidores	Total	Distribución regional	Distribución macrozonas
XV	5	2	7	0,5%	2,4%
I	12	12	24	1,8%	
II	28	16	44	3,4%	8,5%
III	13	7	20	1,5%	
IV	32	14	46	3,5%	
V	109	25	134	10,3%	67,8%
RM	531	113	644	49,5%	
VI	40	4	44	3,4%	
VII	50	10	60	4,6%	
VIII	106	16	122	9,4%	
IX	37	6	43	3,3%	19,0%
XIV	20	3	23	1,8%	
X	47	12	59	4,5%	
XI	3	3	6	0,5%	2,4%
XII	15	10	25	1,9%	
Total	1.048	253	1.301	100%	

Fuente: Elaboración propia en base a datos comerciales

La macrozona centro del país concentra casi el 68% de los puntos de venta, en tanto las zonas extremas del norte y del sur concentran sólo el 2,4%.

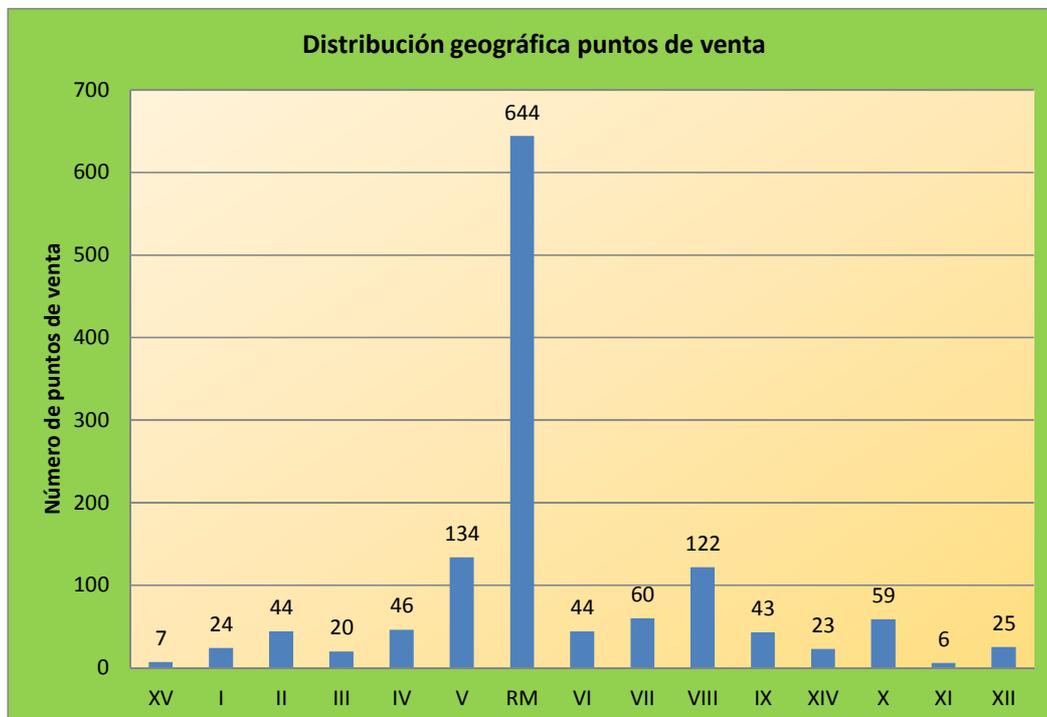


Figura 17-2 Distribución geográfica de puntos de venta de luminarias

Fuente: Elaboración propia, ECOING

Es importante destacar que los locales de retail también corresponden a grandes usuarios de este tipo de productos (utilizados en gran cantidad para la iluminación de las áreas de ventas) y, por tanto son generadores relevantes.

17.4.1.3

Gestores de los residuos

Actualmente, se encuentran operando dos empresas gestoras en la RM: Ecolamp (Ecoser) y Degraf, que cuentan con equipos para trituración de lámparas fluorescentes, además de las empresas destinatarias de residuos peligrosos (Hidronor en la RM y con centros de acopio transitorio en la II y VIII Región, Hera Ecobio y Copiulemu en la VIII Región y Solenor en la II Región), como muestra la tabla 2.16, todas ellas con autorización sanitaria (ver también Anexo 3). Estas empresas reciben y gestionan los residuos generados principalmente por la industria y las grandes empresas (servicios o retail).

Tabla 17-16 Empresas de gestión de aparatos de alumbrado

EMPRESA	UBICACIÓN PROYECTO	TECNOLOGÍA	TIPO DE PRODUCTO A GESTIONAR	CAPACIDAD
DEGRAF	RM	Máquina de trituración, separa gas mercurio de casquillos y vidrio	Residuos peligrosos	Aprox. 100 ton/año
ECOLAMP	RM	Máquina de trituración, separa gas mercurio de casquillos y vidrio in situ	Residuos peligrosos	10 ton/año
HIDRONOR	RM	Relleno de seguridad	Residuos peligrosos	142.000 m ³
HERA ECOBIO	VIII Región	Relleno de seguridad	Residuos peligrosos	35.000 ton/año
COPIULEMU	VIII Región	Relleno de seguridad	Residuos peligrosos	100.000 m ³
SOLENOR	III Región	Relleno de seguridad	Residuos peligrosos	2 celdas para ResPel de 16.000 m ³ c/u

Fuente: Elaboración propia, ECOING

17.4.2 Tipos de residuos que por sus características no tienen mercado de valorización

En base a la información proveniente tanto de contactos con empresas del sector así como de empresas de valorización que hoy operan, se determina que **todos los residuos provenientes de las luminaria en estudio hoy en día no presentan mercado de valorización**, debido tanto a la falta de tecnologías de valorización en el país, como por las características de parte de sus materiales constituyentes (mercurio).

17.4.3 Estimación de cantidades generadas en los hogares por tipo de lámpara y por región

De acuerdo a estimaciones del año 2010 del Ministerio de Energía⁶, el **16% del consumo de electricidad residencial se debe a la iluminación** (sobre 1500 GWh), mientras que a nivel global, la Agencia Internacional de Energía (International Energy Agency) indica que la iluminación es responsable de aproximadamente 19% del consumo global de energía eléctrica. Se estima que en **promedio se utilizan 13 ampollitas por hogar**, de ellas no más del 20% correspondían a luminarias eficientes al año 2007 y al año 2010 bordeaban el 48% a nivel de viviendas⁷. En función de los datos anteriores se determina que al 2012 se encontrarían en uso sobre 75 millones de ampollitas en las viviendas, siendo cerca de 36 millones del tipo eficientes.⁸

Para la estimación de las cantidades generadas a nivel de hogares se utilizó información actualizada del número de viviendas en Chile por región, basada en datos preliminares del Censo 2012⁹. En relación con la cantidad de ampollitas en uso por vivienda, se utilizaron datos del "Estudio de Usos Finales y Curva de Oferta de Conservación de la Energía en el Sector Residencial de Chile", realizado para el Programa País de Eficiencia Energética del Ministerio de Energía el año 2010, en el cual se establece un promedio de 13 unidades (con un mínimo de 10,7 unidades y un máximo de 14,5, según zona térmica del país).

El mismo estudio indica que el consumo promedio por iluminación es de 289,4 kWh/año, representando el 16% del consumo total de energía eléctrica residencial.

⁶ Estudio de usos finales y curva de oferta de la conservación de la energía en el sector residencial, Ministerio de Energía, 2010

⁷ Fuente: Ministerio Energía, CDT 2010

⁸ Considerando que la estimación actual es de 2,89 personas por hogar y la población nacional al 2012 es de 16.572.475 habitantes. Fuente: INE.

⁹ Para un total de viviendas a nivel país al 2012 de 5.729.977; fuente INE Censo 2012.

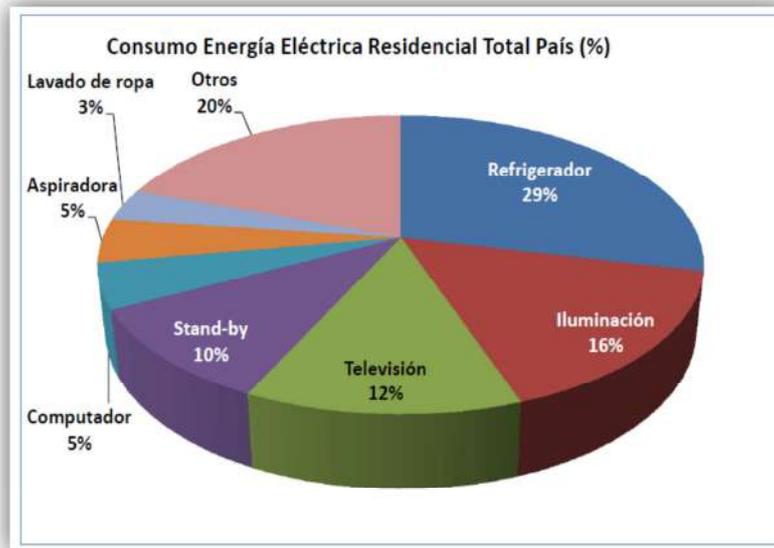


Figura 17-3 Distribución del consumo de energía eléctrica residencial
Fuente: Ministerio de Energía 2010

Los resultados de la estimación de número de ampolletas en uso por vivienda a nivel regional y nacional se presentan en la siguiente tabla. Se observa que la macrozona centro concentra más del 75% del producto en uso mientras que las zonas extremas del norte y el sur sólo representan el 2,5 y 1,5% respectivamente.

Tabla 17-17 Estimación de ampolletas en uso en hogares (año 2012)

Región	N° Viviendas	% Viviendas por región	N° Ampolletas según Zona térmica	% Ampolletas según Zona térmica	% Ampolletas por Macrozona
XV	66.761	1,17%	714.343	0,9%	10,85%
I	101.889	1,78%	1.090.212	1,4%	
II	159.173	2,78%	1.918.035	2,5%	
III	99.944	1,74%	1.269.289	1,7%	
IV	255.587	4,46%	3.245.955	4,3%	
V	709.142	12,38%	9.124.294	12,0%	75,29%
RM	2.096.962	36,60%	30.405.949	40,1%	
VI	312.014	5,45%	4.524.203	6,0%	
VII	362.971	6,33%	4.718.623	6,2%	
VIII	683.184	11,92%	8.369.004	11,0%	
IX	342.554	5,98%	4.133.485	5,4%	13,86%
XIV	138.887	2,42%	1.675.903	2,2%	
X	300.396	5,24%	3.514.633	4,6%	
XI	41.164	0,72%	489.852	0,6%	
XII	59.349	1,04%	706.253	0,9%	
Total	5.729.977	100,00%	75.900.032	100%	100%

Fuente: Elaboración propia, ECOING

La cantidad total de ampolletas en uso a nivel residencial, estimada para el 2012, fue de cerca de 76 millones de unidades¹⁰.



Figura 17-4 Distribución regional ampolletas en uso a nivel residencial

Fuente: Ministerio de Energía 2010

Adicionalmente, el estudio consultado indica que un 47% de las ampolletas en uso sería de bajo consumo (fluorescentes), un 49% ampolletas incandescentes, 3% halógenas y un 1% de tipo LED.

¹⁰ El estudio del ministerio de Energía del año 2010 estableció un total de 69.448.526 unidades en uso para 5.261.256 viviendas.

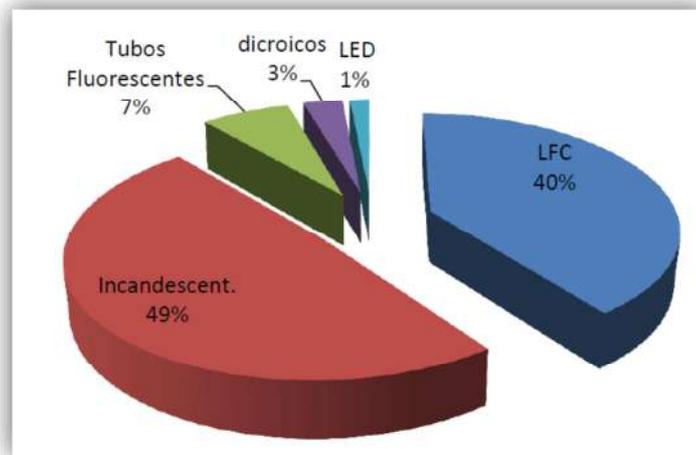


Figura 17-5 Tipo de ampolletas por vivienda

Fuente: Ministerio de Energía 2010.

De acuerdo a los datos anteriores y asumiendo una tendencia similar al año 2012, se obtiene la siguiente distribución de stock de ampolletas instalado en los hogares.

Tabla 17-18 Stock de ampolletas instalado en hogares por tipo (año 2012)

Tipo	%	Unidades instaladas
LFC	40%	30.360.013
Tubo fluorescente	7%	5.313.002
Incandescentes	49%	37.191.016
Dicroicas	3%	2.277.001
LED	1%	759.000
Total	100%	75.900.032

Fuente: Elaboración propia, ECOING

En cuanto a la generación de residuos, según datos entregados por los principales productores del sector, la tasa de recambio promedio en los hogares es de 4 unidades por año, aunque de los datos de ventas al sector residencial reportados por la SEC (años 2007 a 2010), se obtiene una tasa de recambio de 6 unidades (4 de tipo incandescentes y 2 del tipo fluorescente). Sin embargo, en la medida que se reduzca la venta y el uso de los incandescentes, el recambio tendería a bajar.

Al comparar datos de ventas al sector residencial con datos de importación, se obtiene que entre un 50 a 60 % de los productos nuevos se venden al sector residencial. En

base a ello y a los datos del Ministerio de Energía, se supone que un **60% de la importación de ampolletas es destinado a los hogares**. Este último valor permite estimar la cantidad de los residuos generados desde hogares¹¹.

Es importante mencionar que los diversos estudios realizados sobre la composición de los residuos sólidos municipales (RSM), no se detalla la presencia de residuos de luminarias.

Tabla 17-19 Estimación de la generación de residuos de lámparas desde hogares

LED (ton)	Fluorescentes (ton)	Incandescentes (ton)	LED (ton)
2011	3.131,1	1.800,0	0,0
2012	1.658,5	1.640,9	0,0
2013	8.422,2	1.312,7	0,0
2014	1.003,7	918,9	0,0
2015	2.010,1	551,4	0,0
2016	2.564,2	275,7	0,0
2017	2.237,0	0,0	0,1
2018	2.460,7	0,0	1,0
2019	2.706,7	0,0	3,9
2020	2.977,4	0,0	38,8
2021	3.275,1	0,0	50,4
2022	3.602,6	0,0	65,6
2023	3.962,9	0,0	85,2

Fuente: Elaboración propia, ECOING

17.4.4 Estimación de cantidades (clasificados por tipo) susceptibles de ser valorizadas

En base a la estimación de residuos por tipo de lámparas, se analizó la situación de aquellos que hoy tienen como destino la eliminación autorizada y los que van a destino desconocido, estableciendo para cada **tipo de lámpara la cantidad teórica total que podría ser recuperada y valorizada**. De acuerdo a la información internacional, es posible recuperar **cerca de un 90%** de los materiales generados por los residuos de lámparas, si se cuenta con la tecnología adecuada¹².

Para esta primera estimación no se considera algunas variables que afectarían un mayor o menor grado de recuperación, por ejemplo la forma de manejo y transporte del residuo previo a su disposición, la calidad del material recuperado, el grado de mezcla con otros materiales y el potencial de recuperación en base a la ubicación

¹¹ Este supuesto también es considerado en las proyecciones de los estudios del Ministerio de Energía

¹² Fuente Ambilamp

geográfica, entre otros. Al respecto se deben tener en cuenta además los siguientes aspectos:

- Actualmente no existe ningún grado de valorización, por lo que se realiza una estimación bajo el supuesto de contar con tecnología adecuada.
- Los sistemas actuales de recuperación a nivel mundial (por ejemplo en Europa y Estados Unidos) tienen una eficiencia de recuperación y reciclaje cercana al 90%.
- La mayoría de las potenciales instalaciones nacionales de valorización hoy en día se ubican en la zona centro o centro-sur del país, por lo que las distancias de transporte serán una variable crítica.
- Los principales generadores de este tipo de residuos son los hogares (estimado en un 60%), los que se concentran en la zona centro del país (más del 70%).

Las cantidades teóricas de materiales valorizables, en base a la estimación de residuo generado por año y su composición promedio (analizada en la sección 2.5.2.1) se indican en las siguientes tablas. Los valores efectivos de una eventual valorización que podrían suponerse, se evaluarán en la segunda etapa del estudio, dentro del análisis de escenarios.

Tabla 17-20 Estimación de materiales recuperables desde residuos de lámparas fluorescentes (toneladas) (máximo teórico 90%)

Componente	2012	2018	2023
Polvo de fósforos (para recuperar mercurio y metales raros)	10,9	16,2	26,2
Vidrio	1.424,2	2.113,1	3.403,1
Metales			
Hierro	209,5	310,8	500,5
cobre	117,3	174,0	280,3
Plomo	0,2	0,3	0,4
Antimonio	0,5	0,8	1,3
Aluminio	133,6	198,2	319,2
Estroncio	2,9	4,3	6,9
Plástico	588,6	873,3	1.406,4
Total	2.487,7	3.691,0	5.944,4

Fuente: Elaboración propia basado en estimación de residuos generados

**Tabla 17-21 Estimación de materiales recuperables desde residuos de lámparas LED (toneladas)
(máximo teórico supuesto 90%)**

Materiales	2012	2018	2023
Aluminio	0%	0,60%	48,99%
Cobre	0%	0,04%	3,59%
Acero	0%	0,03%	2,87%
Componentes diodo LED (para recuperar metales raros)	0%	0,84%	69,17%
Total	0%	0,92%	75,64%

Fuente: Elaboración propia basado en estimación de residuos generados

Importante es mencionar que, a la fecha no existen estímulos o incentivos para las empresas de valorización presentes en el país por incorporar nuevas tecnologías para recuperar y valorizar materiales desde estos residuos. Lo anterior podría cambiar en la medida que se apruebe la Ley de Residuos y los productores pongan en funcionamiento algún sistema de gestión.

17.4.5 Costos y beneficios actuales en el ciclo de vida de los productos a nivel nacional

Para evaluar los costos y beneficios del ciclo de vida de los productos a nivel nacional, es importante identificar el tipo y características de los productos comercializados, así como su cadena de comercialización, los cuales se detallan dentro de la dimensión ambiental (ver sección 2.5).

El ciclo de vida de los productos en el país incluye básicamente su comercialización, uso y posterior transporte del residuo y eliminación, ya que no existe producción a nivel nacional.

Actualmente y en base a las políticas del Ministerio de Energía, se está en una etapa de transición para eliminar en el corto plazo (al 2016), las ampollas de baja eficiencia y reemplazarlas por ampollas de bajo consumo, considerando la inclusión de "estándares mínimos de eficiencia energética", lo cual traerá como consecuencia un ahorro importante en el consumo energético a nivel residencial, comercial, industrial y alumbrado público.

De acuerdo a evaluaciones del PNUMA en el proyecto "En-Lighten", este reemplazo permitirá un ahorro total de 2,8 TWh en el consumo anual de energía eléctrica (ver figura siguiente), lo que equivale al 4,8% del consumo total nacional y al 34,4 del consumo destinado a iluminación. Lo anterior se traduciría en un beneficio económico de 596 MM US\$/año.

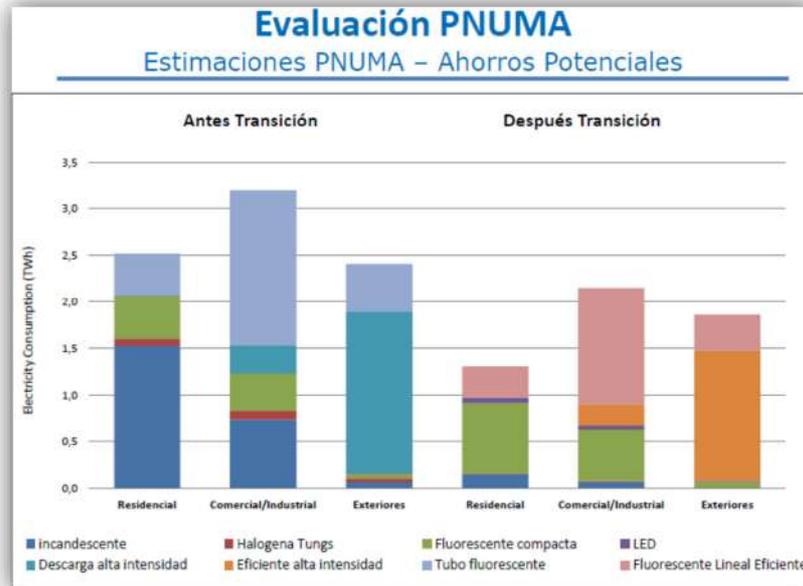


Figura 17-6 Estimación de beneficios económicos a nivel país por reemplazo de luminarias bajo el estándar mínimo de eficiencia energética.

Fuente: Presentación Ministerio de Energía (agosto 2013). Resultados Proyecto En.lighten - Chile

A nivel de hogares, como ejemplo, el reemplazo de una lámpara incandescente de 100W por su alternativa equivalente LFC de 20 W, por una parte reduce 5 veces el consumo, pero además tiene una vida útil 5 a 6 veces mayor, lo que se traduce en una rebaja importante de costos.

Tabla 17-22 Evaluación beneficios a nivel de hogares

Categoría Lámpara Incandescente	Costo en el ciclo de vida Caso Base	Categoría Lámpara Fluorescente Compacta (LFC)	Costo en el ciclo de vida LFC	Periodo de retorno de la inversión (años)
100W	\$50.303	20W	\$14.427	0,41
75W	\$38.196	15W	\$10.635	0,37
60W	\$35.913	15W	\$11.311	0,34
40W	\$24.567	10W	\$9.138	0,63
25W	\$15.814	10W	\$9.294	1,23

Fuente: Presentación Marcelo Padilla Ministerio de Energía (agosto 2013). Resultados Proyecto En.lighten - Chile

Sin embargo, se debe considerar que parte de las lámparas de reemplazo contienen mercurio y al término de su vida útil deben ser manejadas como residuo peligroso. El costo actual de gestión (transporte y eliminación) de este tipo de residuos bordea los \$500/kg, por lo que el costo por lámpara sería del orden de los \$100/unidad, equivalente a un 5-10% del valor del producto nuevo, para efectos de transporte y eliminación, a lo que habría que sumar otros costos del sistema de gestión¹³.

17.4.6 Gasto municipal y regional actual para el manejo de los residuos generados por los productos señalados, incluyendo su reciclaje, disposición final y planes de limpieza

Las municipalidades cobran por la eliminación de residuos, aunque actualmente solo el 35% de todos los hogares contribuye financieramente, dado que muchos de los hogares bajo un cierto avalúo de su propiedad están exentos de ese pago y porque otros simplemente no pagan. En promedio, solo un 15 por ciento del costo real de la gestión municipal se cubre con esa contribución. Como consecuencia, es frecuente que los recursos necesarios para la gestión adecuada de los residuos son inexistentes y sólo algunas pocas municipalidades cuentan con iniciativas de recuperación de algunos materiales valorizables a nivel del país.

Un problema adicional es que la legislación hasta ahora no especifica claramente ni los tipos de residuos ni los correspondientes métodos de tratamiento final. Como resultado, la gran mayoría de las municipalidades no ofrece alternativas para un manejo final diferenciado, salvo algunos puntos limpios o puntos verdes para la recuperación de materiales reciclables o valorizables. En el caso los residuos de lámparas, hoy en día sólo tienen como único destino autorizado posible la eliminación.

Por lo anterior, a la fecha no se han desarrollado instancias de recuperación de este tipo de residuos desde los RSM por parte de las municipalidades a nivel nacional, manteniéndose su eliminación en mezcla con otros residuos. Si bien existen puntos limpios y verdes en varias municipalidades, hasta la fecha ninguno recibe ampolletas fuera de uso.

17.4.7 El mercado de materias secundarias, incluyendo su recuperación, reciclaje (a nivel nacional y en la exportación de materiales) y valorización energética

A la fecha no existe un mercado de materias secundarias proveniente del reciclaje de residuos de lámparas. Todo lo recuperado se envía directamente, o con trituración previa, a rellenos de seguridad. Para estos residuos no aplica la valorización energética.

¹³ De acuerdo a estimaciones de AMBILAMP en España, el costo de gestión y reciclaje varía entre el 10 y el 60% del costo de este tipo de producto.

Dado que hoy en día nadie exige y no hay estímulos para reciclar las luminarias, tampoco hay tecnología para recuperar materiales con valor en el mercado, como metales y vidrio, previa separación del mercurio, en el caso de los residuos de lámparas fluorescentes. Para los residuos de LED, que aún no se generan, podría existir alguna capacidad de recuperación y reciclaje en varios años más, cuando el volumen de ellos lo haga atractivo.

A diferencia de otros residuos electrónicos, no se visualiza un mercado de exportación para los materiales, salvo para la recuperación de algunos metales de alto valor, como se indica en la sección 2.4.4.

17.5 Dimensión ambiental

17.5.1 Análisis del actual sistema de eliminación (reciclaje, valorización energética y disposición final) de los residuos de los productos en estudio, ventajas y desventajas

En este ítem cabe indicar que la **valorización energética no aplica** para luminarias fuera de uso. Por otra parte, como se ha mencionado previamente, en Chile **no hay reciclaje** de este tipo de residuos.

A pesar del **carácter peligroso de las luminarias fluorescentes**, sólo hay una gestión incipiente de este tipo de residuos, especialmente a nivel domiciliario y gran parte del sector comercial. Es decir, prácticamente no existe ningún control en su recogida y posterior disposición final.

Aunque algunos usuarios particulares separan dichos residuos, colocando tubos y ampollitas fuera de uso en recipientes especiales (por ejemplo tambores), al momento de su recogida en los camiones de recolección junto a otros residuos, se procede a compactar, y triturar las lámparas, contaminando toda la carga con el mercurio presente, la que luego es llevada a rellenos sanitarios o vertederos.

No obstante, a nivel industrial, en algunos casos, se ha comenzado a desarrollar una gestión de las luminarias que contienen mercurio, que actualmente se incluyen dentro de planes de manejo, de acuerdo a lo indicado en el DS 148/03.

Por otra parte, algunas empresas de retail, bajo su carácter de generadores de importantes cantidades de estos residuos, han comenzado a desarrollar la gestión de los mismos, enviándolos a instalaciones de tratamiento y disposición final autorizada.

Un avance en el último tiempo ha sido el trabajo que se ha comenzado a desarrollar en forma conjunta entre el Ministerio del Medio Ambiente y los principales productores (importadores) de productos de iluminación, con el fin de establecer las bases de un

sistema de gestión basado en el concepto de la responsabilidad extendida del productor (REP).

Inicialmente, los grandes productores presentaron una primera propuesta para dicho sistema, que considera un sistema de regulación mixta tanto desde los productores como del Estado, basada en los avances actuales del anteproyecto de la Ley de Residuos, ya que en este caso particular, el residuo no tiene ningún valor económico y se estima que los costos de manejo y disposición serían equivalentes, como mínimo, al costo del producto nuevo.

17.5.1.1

previa

Recolección y tratamiento de trituración

Como ya se ha indicado, existen empresas que cuentan con autorización sanitaria para hacerse cargo de la recolección y tratamiento de los residuos por medio de procedimientos apropiados a las características del mismo y de acuerdo a lo establecido en el DS 148/03, Reglamento de Manejo de Residuos Peligrosos. La mayor parte de los residuos hoy gestionados por estas empresas provienen del sector industrial y grandes empresas, y no del sector residencial. A la fecha, no existen alternativas de recuperación y valorización.

Los residuos peligrosos se deben identificar y etiquetar, desde su almacenamiento hasta su eliminación, de acuerdo a la clasificación y tipo de riesgo que establece la Norma Chilena Oficial NCh 2190. Los tubos y lámparas fluorescentes reciben el número NU 3077, correspondiente a "sustancias sólidas potencialmente peligrosas para el medio ambiente, no especificadas en otra parte", y se clasifican en la Clase 9.

De acuerdo a la normativa vigente se debe realizar su transporte a través de empresas autorizadas. No obstante, lo anterior no es necesario si se transporta menos de 2 toneladas de estos y otros residuos peligrosos que no presenten la característica de toxicidad aguda.

Los sistemas de trituración en uso consideran equipos fijos y móviles, de acuerdo a los requerimientos de la Autoridad Sanitaria; para los sistemas fijos se requiere transportar los residuos desde su punto de generación hasta la planta de procesamiento.

Debido al tamaño y forma de los tubos y ampollitas fluorescentes, las empresas gestoras entregan una caja o contenedor debidamente señalizado, en la cual deben colocarse los tubos o lámparas fluorescentes, impidiendo su rotura y liberación del gas de mercurio para facilitar su posterior separación. Este sistema es el utilizado en general a nivel mundial.

Para su tratamiento, los tubos y ampollitas fluorescentes enteros se ingresan a una máquina trituradora donde pasan por tres etapas: Trituración (en cilindro colector de residuos), Filtración (captación de polvo de mercurio) y depósito de residuos triturados (tambor).

En el interior de la maquina se muelen y separan los componentes de los tubos y ampollitas fluorescentes, almacenándose los casquillos y el vidrio en el depósito de residuos tratados (tambor).

En la unidad de filtración queda retenido el gas de mercurio. La máquina cuenta con un sistema de triple filtrado, que permite alcanzar una eficiencia del 99,99 % en el proceso. El primer filtro remueve el 99% del polvo y partículas mayores, el segundo filtro captura un 99,97% de polvo con partículas iguales o mayores a 0,3 micrones y el tercer filtro corresponde a un filtro de carbón activado que permite capturar y adsorber altas concentraciones de vapor de mercurio. La tasa de recambio de los filtros es la siguiente:

- Filtro primera etapa cada 500 tubos
- Filtro segunda etapa cada 10.000 tubos
- Filtro carbón activado cada 5 millones de tubos

Cada vez que se reemplaza un filtro debe disponerse en un destino autorizado para residuos peligrosos. La máquina posee un contador de tubos que indica el momento de recambio.

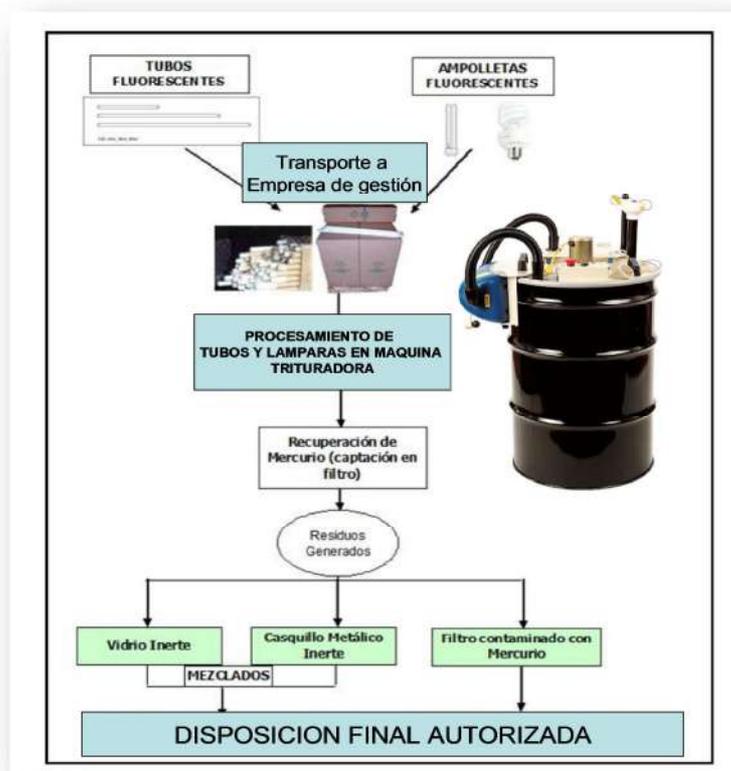


Figura 17-7 Esquema del sistema de trituración de tubos y lámparas fluorescentes

Fuente: Adaptado de DIA ECOSER y DIA DEGRAF



Figura 17-8 Máquina de trituración de tubos y lámparas fluorescentes

Fuente: Adaptado de DIA ECOSER y DIA DEGRAF

La máquina trituradora cumple con los límites autorizados por la EPA, NIOSH, y estándares de calidad del aire en Europa. Actualmente, todas las fracciones de residuos generadas desde la trituración de tubos y lámparas fluorescentes se destinan a instalaciones de residuos peligrosos (rellenos de seguridad), ya que en el país no existen aún las condiciones para el reciclaje seguro de algunos de los componentes del residuo.

Las ventajas del sistema del tratamiento son un manejo más seguro de estos residuos, una considerable reducción del volumen que debe ser manipulado y, eventualmente, del costo de disposición, pues en ocasiones se cobra por volumen transportado y recibido en las instalaciones de destino final.

17.5.1.2

Disposición en relleno de seguridad

Las lámparas con contenido de mercurio pueden ser enviadas a rellenos de seguridad directamente o pasar por un proceso de trituración previa, para luego enviar todas las fracciones a dicha instalación. El costo de disposición final es muy variable, pues en ocasiones se cobra por peso y en otras por volumen, y además a este costo se le debe agregar el transporte. Según información recibida de algunas empresas generadoras, el costo es cercano o incluso superior a las 20 UF/ton, dependiendo de las distancias de transporte a los sitios de eliminación autorizados.

A la fecha, las instalaciones que cuentan con autorización para recibir estos residuos peligrosos son Hidronor, Copiulemu, Hera Ecobio y Solenor.

17.5.1.3

Disposición en relleno sanitario

Dada la falta de sistemas de gestión apropiados principalmente a nivel de los usuarios de hogares o comerciales, el mayor porcentaje de los residuos de lámparas y tubos fluorescentes se está disponiendo en rellenos sanitarios o vertederos autorizados en todo el país, a través de los sistemas de recolección municipal, situación que debe comenzar a revertirse.

Este tipo de eliminación no es adecuado, ya que los residuos de aparatos de alumbrado con mercurio generan impactos ambientales negativos en los rellenos sanitarios comunes, dada la presencia de metales que podrían lixiviar (producto de la naturaleza ácida del relleno) o evaporar. Por lo anterior, la disposición debe focalizarse a rellenos de seguridad.

En los rellenos de seguridad, el residuo se somete a procesos de estabilización, agregando aditivos para reducir la naturaleza peligrosa del desecho, evitando la migración de los contaminantes o reduciendo su nivel de toxicidad. La estabilización es un método de confinamiento total o parcial a través de la adición de un medio de soporte, ligante u otro agente que altera la naturaleza física del desecho, por ejemplo su compresibilidad o permeabilidad.¹⁴

17.5.1.4

Disposición en vertederos ilegales de residuos sólidos, VIRS y microbasurales

Corresponde a una disposición que podría considerarse todavía frecuente, ya que se estima que una parte no menor de los residuos bajo estudio podría estar llegando a vertederos ilegales y microbasurales.

17.5.2 Análisis del ciclo de vida de los productos a nivel nacional, considerando al menos los requerimientos de energía e insumos

El ciclo de vida de cualquier producto considera las etapas de extracción de materias primas, producción, comercialización, uso y gestión al final de su vida útil.

Dado que la totalidad de los productos bajo estudio son de origen importado, el análisis del ciclo de vida a nivel nacional sólo incluye las etapas de comercialización, uso y gestión del residuo.

Para la evaluación de los impactos del ciclo de vida a nivel nacional, es necesario primeramente evaluar las características de cada producto bajo estudio.

¹⁴ Fuente: Fernández, 2007

17.5.2.1 productos comercializados

Tipo, características y composición de

Las lámparas producen luz de distintas formas, ya sea calentando cuerpos sólidos hasta alcanzar su incandescencia, provocando una descarga eléctrica a través de un gas o de un cuerpo sólido. Actualmente, en el alumbrado artificial se emplean casi con exclusividad las lámparas eléctricas y existe una gran variedad de ellas, una forma de clasificarlas es según el fenómeno involucrado en la generación de luz: incandescencia o luminiscencia. La elección de un tipo u otro depende de las necesidades concretas de cada aplicación.

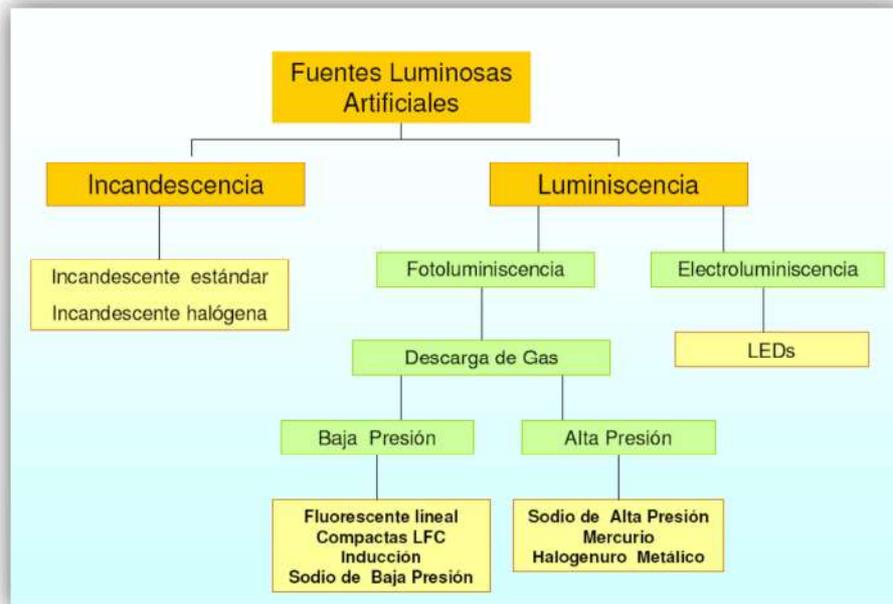


Figura 17-9 Clasificación de las fuentes luminosas más importantes

Fuente: IES, 2000

La tabla a continuación describe cada tipo de lámpara de acuerdo a su funcionamiento diferenciando tres grandes grupos: (i) lámparas incandescentes, (ii) lámparas fluorescentes y (iv) lámparas LED.

Tabla 17-23 Clasificación de lámparas presentes en el mercado actual

Tipo de lámpara	Descripción
<p>Incandescentes convencionales</p> 	<p>La luz se produce haciendo pasar corriente eléctrica a través de un delgado filamento de wolframio (tungsteno), el cual se calienta y por lo tanto emite calor y luz. En general, el rendimiento de este tipo de lámparas es bajo, puesto que la mayor parte de la energía se convierte en calor.</p> <p>Un factor importante que condiciona la vida del filamento es la evaporación, debido a las elevadas temperaturas del filamento se emiten partículas que lo van adelgazando lentamente hasta provocar su ruptura. Normalmente contienen argón y nitrógeno como gas de relleno, cuya proporción depende de la aplicación a que se destina y de la tensión de la lámpara.</p>
<p>Incandescentes halógenas</p> 	<p>Producen luz de la misma manera que las lámparas incandescentes convencionales; la diferencia es que utilizan un gas halógeno de relleno que disminuye el fenómeno de vaporización del filamento, ya que el gas halógeno hace que las partículas vaporizadas de tungsteno vuelvan a depositarse nuevamente sobre el filamento.</p> <p>De esta forma, las lámparas tienen mayor durabilidad, obteniéndose a la vez mayor eficacia luminosa, pues la temperatura de funcionamiento es más elevada. Como consecuencia de esto, se construyen de un material más resistente como es el cuarzo. Debido a la forma más compacta de estas lámparas, la presión admisible del gas puede ser mayor, con lo cual se reduce su velocidad de evaporación, y da la posibilidad de usar un gas de mayor densidad, como el xenón, en lugar de argón o nitrógeno. Este proceso aumenta su vida.</p>
<p>Fluorescentes</p>  <p>F. Tubular</p>	<p>Su efecto luminoso se basa en la fluorescencia, propiedad que poseen determinadas sustancias en virtud de la cual transforman las radiaciones no visibles que inciden sobre ellas, generalmente UV (producidas por el fenómeno de luminiscencia), en radiación visible. Estas sustancias son unos polvos fluorescentes que se sitúan en la pared interna del tubo de descarga.</p> <p>La corriente eléctrica es conducida a través de un tubo o bulbo que contiene vapor de mercurio, el cual genera la luz ultravioleta (UV) invisible, la que luego excita la capa fluorescente en el interior del tubo, irradiando la energía en forma de luz visible. Además del mercurio, el bulbo contiene un gas o una mezcla de gases inertes a baja presión para facilitar el encendido de la descarga. Las lámparas fluorescentes convencionales emplean argón o una mezcla de argón, neón y xenón.</p> <p>Los polvos fluorescentes, o fósforos, usados en las lámparas son compuestos inorgánicos de alta pureza, generalmente óxidos o compuestos oxi-haluros, tales como fosfatos, aluminatos, boratos y silicatos. Además, estos fósforos contienen iones activadores</p> <p>Los tubos fluorescentes se construyen con bulbos tubulares rectos cuyo diámetro varía entre aproximadamente 12 mm, designados T4, y 54 mm designados como T17. Generalmente, su longitud varía entre 100 mm y 2.440 mm. La letra de la designación indica la forma del bulbo (T por "tubular"; C por "circular" o U indicando que el bulbo ha sido doblado sobre sí mismo).</p>

Tipo de lámpara	Descripción
 <p>F. Compacta (LFC)</p>	<p>Las lámparas fluorescentes compactas han surgido como consecuencia del uso de fósforos activados con tierras raras. En ellas se usan los tubos T-4 y T-5 de forma curvada o plegada de manera compacta y plana, o bien dos o más tubos paralelos de pequeño diámetro, interconectados entre sí y con un solo casquillo.</p> <p>Se las conoce como lámparas de bajo consumo, aunque en realidad la diferencia con las lámparas fluorescentes lineales radica en su menor tamaño, forma y la posibilidad de que pueden adaptarse a una instalación diseñada para lámparas incandescentes. Por ejemplo, una lámpara fluorescente compacta frente a una incandescente consume una cantidad de energía 4 veces menor aproximadamente para igual flujo luminoso, dependiendo del tipo de lámpara, y tiene una vida de 3 a 10 veces mayor, según el modelo.</p>
 <p>Tecnología LED</p>	<p>Un LED, o diodo emisor de luz, es un componente electrónico de estado sólido. Un diodo es un pequeño dispositivo recubierto de plástico, que lleva un “hilo” semiconductor dentro y que, al aplicarle una corriente eléctrica, emite luz de un color predeterminado. En su fabricación se utilizan materiales semiconductores cuya base es el arseniuro de galio combinado con otros materiales</p> <p>Un LED difiere tanto de una lámpara incandescente como de una de descarga. No incluye ningún filamento como las incandescentes, que pueden romperse o quemarse, ni electrodos como la mayoría de las lámparas de descarga. Tampoco generan radiación UV o IR.</p>

Fuente: Luminotecnia 2010, GE 2008, Comunidad de Madrid 2006, Energy Star 2011, ELI 2002

Cada tipo de lámpara presenta características propias de eficacia luminosa (relación entre el flujo luminoso de la fuente de luz y la potencia suministrada a ella, expresada en lm/W) y duración promedio, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 17-24 Características de las lámparas más representativas de cada tipo

Tipo de Lámpara	Potencia (W)	Eficacia (lm/W)	Vida Útil Promedio (horas)
Incandescente Convencional	100	15	1.000
Inc. Halógena lineal	300	18	2.000
Inc. Halógena Reflector	100	15	2.500
Inc. Halógena de baja tensión	50	18	3.000
Fluorescente Lineal T5 alta frecuencia	28	104	12.000
Fluorescente compacta	36	80	12.000

Fuente: IES, 2000

El tiempo de vida de una lámpara depende de un sinnúmero de factores, tales como la cantidad de encendidos, posición de funcionamiento, tensión de alimentación y también de factores ambientales como la temperatura y las vibraciones, por lo que sólo es

posible estimar un valor medio de vida sobre la base de una muestra representativa. Las dos formas de definir la vida de las lámparas son¹⁵:

- Vida media (nominal): Indica el número de horas de funcionamiento en las cuales la mortalidad de un lote representativo de fuentes de luz del mismo tipo alcanza el 50 % en condiciones estandarizadas.
- Vida útil (económica): Indica el tiempo de funcionamiento en el cual el flujo luminoso de la instalación ha descendido a un valor tal, que la fuente de luz no es rentable y es recomendable su sustitución, teniendo en cuenta el costo de la lámpara, el precio de la energía consumida y el costo de mantenimiento.

La figura siguiente muestra el promedio de vida media y útil de las lámparas bajo estudio y la tabla 2.23 señala la vida media de varios tipos de lámpara, de acuerdo a información proporcionada por diversos fabricantes.

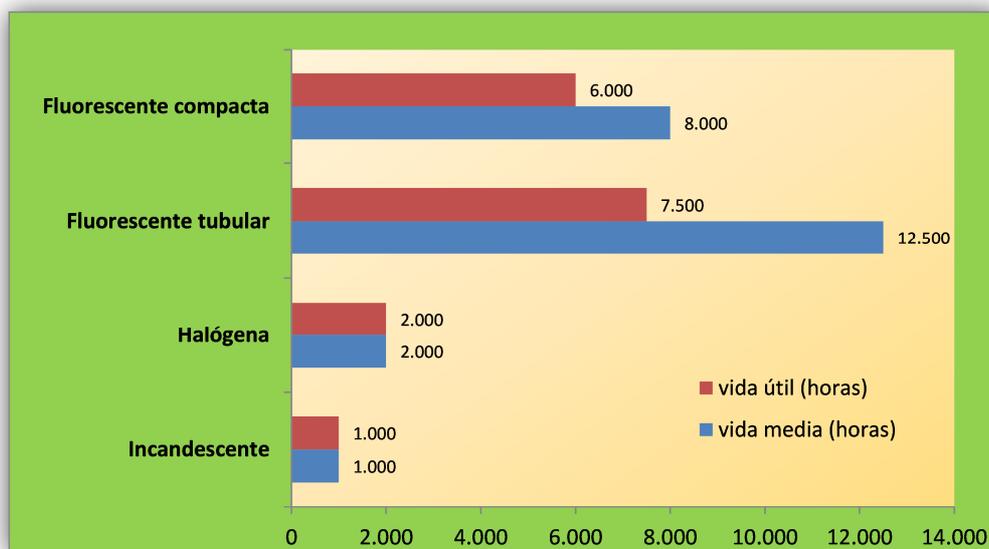


Figura 17-10 Vida media y útil según tipo de lámpara

Fuente: Comunidad de Madrid, 2006

¹⁵ Comunidad de Madrid, 2006

Tabla 17-25 Vida media de las lámparas según fabricantes

Tipo de Lámpara	Vida media (horas) según fabricantes, 2011				
	Ecolight	General Electric	Philips	Westinghouse	Osram
Incandescente Convencional	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Incandescente halógena	2.000	2.000 - 3.000	2.000 - 5.000	2.000 - 3.000	2.000
Fluorescente tubular	8.000 - 10.000	9.000 - 20.000	13.000 - 25.000	5.000 - 30.000	2.000 - 13.000
Fluorescente compacta	10.000	4.000 - 10.000	8.000 - 10.000	6.000 - 10.000	3.000 - 6.000

Desde el punto de vista de la composición de los productos fluorescentes, los principales componentes de las lámparas bajo estudio se indican en las siguientes tablas.

Tabla 17-26 Composición promedio lámparas de tipo fluorescentes (%)

Componente	LFC (peso promedio 150 gr)	Tubo fluorescente (peso promedio 200 gr)
Polvo de fósforos	0,2	1
Vidrio	41,5	94
Metales		
Hierro	11,6	1,000
Cobre	6,5	0,550
Plomo	0,01	0,001
Antimonio	0,03	0,003
Aluminio	7,4	0,630
Estroncio	0,16	0,016
Plástico	32,6	2,800
Total	100	100

Fuente: Ramroth 2008, Martínez 2005.

Tabla 17-27 Composición promedio polvo fósforos en tubos fluorescentes (%)

Elemento	Contenido (gr)	%
Mercurio	0,004	0,002
Itrio	0,126	0,063
Tierras raras (Europio, Galio, otros)	0,08	0,04
Trifosforos y otros	1,79	0,895

Fuente: Martínez 2005.

Tabla 17-28 Ejemplo composición lámpara LED 12,5 W (%)

Componente	%
Aluminio	38,3%
Cobre	2,8%
Acero	2,2%
Resina epóxica	2,5%
Componentes diodo LED	54,1%
Total	100%

Fuente: Scholand, Dillon 2012.

Tabla 17-29 Composición de metales diodo LED

Componente	µg/gr
Aluminio	153
Antimonio	1,3
Arsénico	5,7
Cromo	30,3
Cobre	2153
Galio	1,5
Oro	118,6
Hierro	256499
Níquel	1741
Fosforo	84,3
Plata	721
Zinc	36,7
Indio	0,029
Galio (Ga)	0,0325
Cerio (Ce)	0,002
Europio (Eu)	0,0006
Gadolinio (Gd)	0,015
Itrio (Y)	0,032

Fuente: Lims et al 2011, ÖKO-INSTITUT E.V. 2012.

17.5.2.2 Productos y Manejo de Residuos

Ciclo de vida: Canales de Comercialización de

A nivel nacional, el flujo de comercialización de los aparatos de alumbrado y también el ciclo de vida, se inicia con el importador, el cual recibe el producto y puede comercializar directamente o entregar el producto a locales de distribución. Se incluye aquí también a las empresas de retail, que suelen actuar como importadores y como distribuidores, por lo cual la principal característica de este mercado es una gran cantidad de distribuidores, a lo que se suma una amplia variedad de marcas.

Un importante número de artículos de este tipo corresponde a marcas con representación en el país, las que son comercializadas por grandes distribuidores del área eléctrica.

Un número menor, pero con gran crecimiento en el último tiempo corresponde a marcas propias de los distribuidores, la mayoría provenientes de China, que se ofrecen en el mercado mediante dos modalidades: con una marca definida por el distribuidor (el producto es fabricado especialmente para éste) o vendidas directamente un producto de origen Chino. Este fenómeno también es común en las grandes tiendas de retail. Esto se detecta principalmente en las lámparas orientadas al consumidor domiciliario, situación que además se ha visto aumentada por la gran cantidad de aparatos de iluminación importados por las grandes cadenas, no así en productos más específicos como de iluminación industrial o pública, la que sigue normas más estrictas y donde las marcas reconocidas mantienen su supremacía.

Si bien las grandes marcas representadas en Chile respaldan sus productos a través de certificación internacional, además de estar establecidas en el país, no ocurre lo mismo con otros productos de marca desconocida, que van orientados al consumidor doméstico, en donde prima su menor costo.

Respecto al destino de estos productos, el grupo más importante en número son los consumidores de hogares y comercio, quienes los adquieren principalmente desde el retail. Al término de la vida útil, el producto fuera de uso va a la basura doméstica y es retirado por los camiones de recolección municipal, donde es automáticamente es triturado. A diferencia de otros equipos electrónicos, en general no existe un almacenamiento temporal. El destino final actual es un relleno sanitario o un vertedero, ya que estos productos no poseen ningún valor económico, a diferencia de otros residuos electrónicos.

Otro grupo importante de generadores son las industrias y grandes empresas, las cuales en los últimos años han debido incorporar planes de manejo de sus residuos para dar cumplimiento a la normativa vigente. En este caso, el residuo es retirado por empresas autorizadas, quienes lo transportan a instalaciones donde se realiza un tratamiento controlado de trituración previo a su eliminación en lugares autorizados para residuos peligrosos, o bien se envían directamente a disposición en dichos sitios, sin trituración previa. A la fecha no existen canales de recuperación de este tipo de residuo.

Finalmente, un tercer gran grupo de consumidores son las empresas de retail (que tienen la característica de ser tanto productores como usuarios), algunas de las cuales aún no cuentan con sistemas de manejo de estos residuos, aunque suelen acopiarlos en forma separada del resto de los residuos, pero al momento del retiro y envío a disposición siguen la misma vía de los residuos generados por los hogares. Sólo en el último tiempo las empresas del sector han comenzado a gestionar estos residuos a través de su envío a tratamiento y disposición adecuada.

Actualmente, existen empresas autorizadas que reciben luminarias del tipo fluorescentes para su gestión ubicadas en la RM, así como destinatarios autorizados para residuos peligrosos en la RM, II y VIII región (detallados en la sección 2.4.1.3).

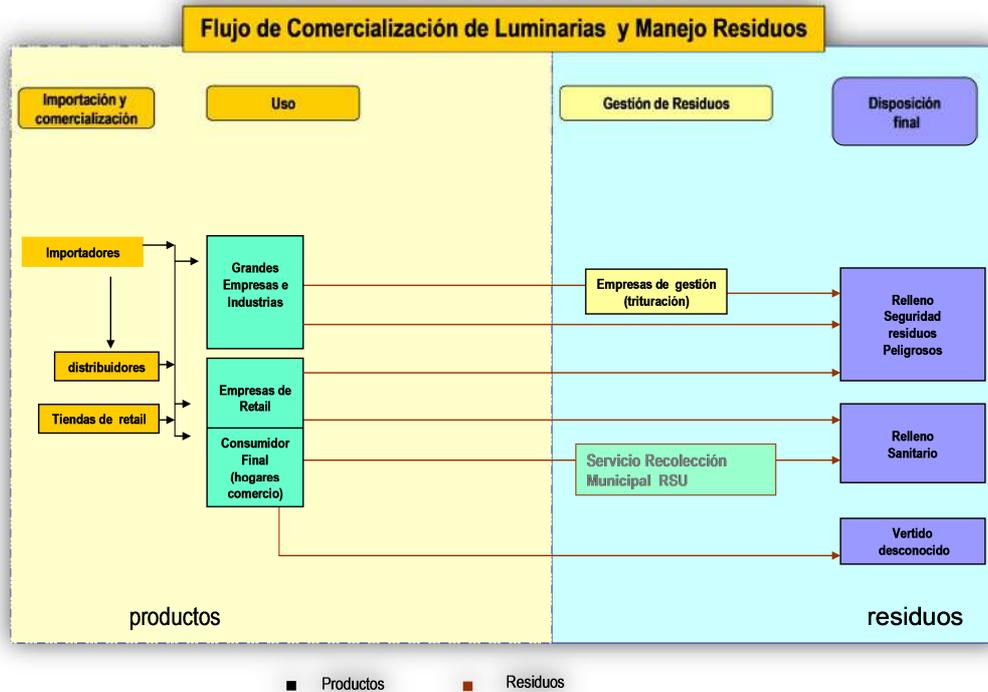


Figura 17-11 Flujo de comercialización de productos y manejo de residuos

17.5.2.3 Ciclo de vida: uso de energía y generación de gases efecto invernadero (GEI)

El análisis del ciclo de vida de las lámparas indica que los principales impactos ambientales se producen en la etapa de uso (95%), siendo menores en la etapa de producción (4%) y fin de vida útil (1%).¹⁶

Un análisis comparativo entre ampollas incandescentes y fluorescentes respecto los impactos más significativos en la etapa de consumo, son la contaminación atmosférica por energía a partir de los combustibles fósiles, que emplea para generar luz y la generación de residuos derivados.

¹⁶ Fuente: Ambilamp

El principal impacto ambiental positivo producido por uso de lámparas fluorescentes compactas (LFC) está asociado a su mayor nivel de eficiencia en la transformación de energía eléctrica en luz, los potenciales beneficios del ahorro energético se traducen en términos de disminución de emisiones de los denominados gases invernadero, de conservación de recursos naturales, y de disminución de emisiones de mercurio que, en menor o mayor medida, se producen asociadas a las distintas fuentes de generación.

El uso de ampollitas fluorescentes reduce las emisiones de CO₂, debido a un consumo energético cerca de 5 veces menor frente a una del tipo incandescente. Como ejemplo, una sola ampollita tradicional de 100 W puede consumir anualmente cerca de 146 kWh¹⁷, en cambio una ampollita LFC, para igual condición de luminosidad, consume un poco más de 29 kWh anuales, lo que genera un ahorro anual de cerca de 116,5 kWh, equivalentes a la reducción de 58,2 kg de CO₂¹⁸. Lo anterior es equivalente a una reducción de 50.000 ton CO₂/GWh consumido.

Por otra parte, existen algunos estudios que indican que donde se utiliza carbón como fuente principal para el suministro de energía eléctrica (centrales termoeléctricas), se libera más mercurio al aire (en un factor cercano a 5) por el uso de lámparas incandescentes, debido a sus mayores consumos energéticos¹⁹, que el contenido en las ampollitas de bajo consumo.

Como ya se ha indicado, a nivel nacional se está en una etapa de transición para eliminar en el corto plazo las ampollitas de baja eficiencia, considerando la inclusión de estándares mínimos de eficiencia energética. De acuerdo a evaluaciones del PNUMA en el proyecto En-Lighten²⁰, el reemplazo permitirá un ahorro total de 2,8 TWh en el consumo anual de energía eléctrica, equivalentes a la reducción de 1,2 millones de toneladas anuales de CO₂ (comparativamente lo que emite el tránsito de 0,3 millones de autos de tamaño mediano).

Por otra parte, la reducción del consumo energético también se traduce en reducción de emisiones desde las instalaciones generadoras de energía, equivalentes a 77 kg de mercurio, 2.500 toneladas de dióxido de azufre y 4.600 toneladas de óxido de nitrógeno.

Las siguientes figuras muestran la situación actual y proyectada en la cantidad de ampollitas en uso y su impacto en la generación de emisiones de dióxido de carbono, según el estudio citado.

¹⁷ Asumiendo un uso diario de 4 horas

¹⁸ Considerando un factor de emisión de 0,5 kg CO₂/kWh

¹⁹ Fuente: Parsons (2006). The environmental impact of compact fluorescent lamps for Australian conditions.

²⁰ Fuente: Presentación resultados proyecto En-lighten; Seminario Agosto 2013, Ministerio de Energía.

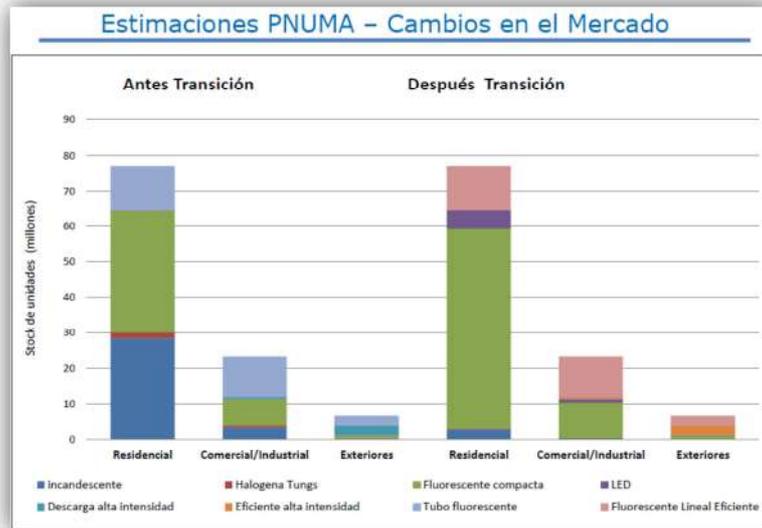


Figura 17-12 Estimación de cambios el mercado por recambio de luminarias
Fuente: Presentación Ministerio de Energía (agosto 2013); Resultados Proyecto En.lighten - Chile

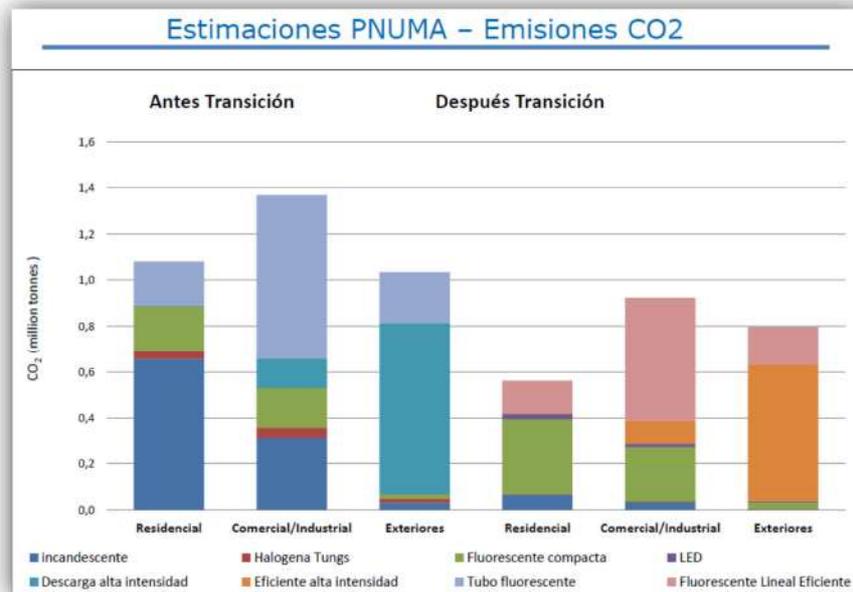


Figura 17-13 Estimación de reducción de emisiones por recambio de luminarias
Fuente: Presentación Ministerio de Energía (agosto 2013); Resultados Proyecto En.lighten - Chile

17.5.3 Impacto sobre los factores suelo, agua, aire, fauna y flora, con especial enfoque al clima

Los sistemas de iluminación producen diversos tipos de desechos, siendo las lámparas agotadas con mercurio los de mayor riesgo e impacto. Estos son potenciados si la ampolla es destruida, cuando la basura es comprimida para facilitar su traslado.

Los tubos y ampollas fluorescentes en uso son considerados como un residuo sólido peligroso por su contenido de mercurio y otros metales pesados²¹. La cantidad de mercurio en una lámpara varía desde 3 a 50 miligramos. Según las Directivas ROHS y WEEE de la CE, los contenidos de Mercurio en lámparas fluorescentes actuales deben ser menores a 5 mg. Si bien los materiales que componen los tubos fluorescentes varían entre los distintos fabricantes, una lámpara fluorescente de 200 g contiene además en promedio 0,0104 g de plomo, 0,03 g de antimonio y 0,06 g de bario, entre otros.

De acuerdo a lo que establece el Reglamento Sanitario sobre el Manejo de Residuos Peligrosos, D.S. 148/2003 del Ministerio de Salud, los tubos fluorescentes pueden clasificarse como:

- **II.11** Mercurio y compuesto de mercurio
- **A1030** Residuos que tengan como constituyentes o contaminantes, mercurio o compuestos de mercurio

Los tubos fluorescentes tienen la característica de Toxicidad Extrínseca (artículo 14° del DS 148/2003).

Por otra parte, algunos aspectos que se deben controlar durante el almacenamiento de estos residuos son los siguientes:

- El período de almacenamiento no puede exceder de 6 meses.
- El lugar de almacenamiento debe estar identificado como un lugar de almacenamiento de residuos peligrosos.
- Se debe almacenar y manipular los tubos fluorescentes con cuidado para evitar que se rompan. Para este efecto es conveniente utilizar el envase de cartón original del tubo fluorescente nuevo, para guardar el que se haya sustituido o usar contenedores apropiados.
- Si se quiebra un tubo fluorescente, se debe ventilar el área y tomar las precauciones habituales para recoger vidrios rotos evitando levantar polvo. Se debe evitar ocupar una aspiradora para recoger el material, pues el aire que sale de la aspiradora puede dispersar el mercurio en el ambiente. Se debe primero recoger la mayor cantidad

²¹ Comparativamente el contenido de mercurio en un termómetro equivale a cerca de 90 a 180 tubos de los usados actualmente.

posible del material y limpiar el polvo con una toalla de papel húmeda. Una vez recogido el material, se debe colocar en un contenedor cerrado para evitar la dispersión de polvo.

- Los tubos fluorescentes se deben almacenar en zonas protegidas de la lluvia, de manera tal que si se quiebra alguno, el mercurio no sea arrastrado con el agua.

Los materiales de los tubos fluorescentes se encuentran dentro de un sistema cerrado, por lo cual su uso adecuado no representa riesgos o impactos sobre el medio ambiente o la salud. Dichos materiales entran en contacto con el medio ambiente solamente en caso de rotura o destrucción. El principal riesgo corresponde a la liberación de mercurio.

Bajo ninguna circunstancia se pueden poner en contacto entre sí residuos que sean de naturaleza **incompatible**; en el caso de los tubos fluorescentes, éstos se deben mantener separados de otros residuos inflamables o explosivos. De lo contrario, existe el riesgo de emisión de sustancias tóxicas en caso de fuego o explosión.

Una vez liberado por actividades al medio ambiente, el mercurio puede permanecer por mucho tiempo en la atmósfera antes de depositarse, lo que permite que se transporte lejos de la fuente de emisión.

Los tubos fluorescentes tradicionales T12 de 40W llevaban alrededor de 30 mg de mercurio. Según la información revisada²², las lámparas T10 de 40W, contienen cerca de 8 mg de mercurio, mientras que otros modelos más recientes (tipo T8) contienen tan sólo 4,5 mg del metal en cuestión y las nuevas tecnologías de tubos T5 tienen menos de 1,4 mg por tubo.

La sustitución de lámparas incandescentes por fluorescentes compactas ha implicado un aumento en la cantidad de lámparas con mercurio y su eventual liberación al medio ambiente al término de su vida útil. El contenido de las LFC típicamente varía desde 3 a 5 mg por lámpara. No obstante, en la medida que los productos se hacen más eficientes y de mayor duración y con menor contenido de mercurio por lámpara, se espera una importante reducción de la cantidad de mercurio liberado al ambiente, aún sin considerar ningún tratamiento.

Las actuales actividades de recuperación y eliminación apropiada del mercurio están reduciendo su emisión en tan sólo 0,8 kg anuales, de acuerdo con la estimación realizada en este estudio.²³

²² Fuente: www.osram.cl.

²³ 40 ton dispuestos en rellenos de seguridad equivalen a 200.000 unidades recuperadas con un promedio de 4 mg de mercurio c/u.

De acuerdo a las estimaciones realizadas, actualmente existe un stock de 35,67 millones de unidades de lámparas del tipo fluorescentes en uso a nivel nacional. Considerando un promedio de 4 mg de mercurio por unidad, resulta un total de 142,7 kg de mercurio. Considerando un recambio de 2 ampollas LFC por año, la cantidad de mercurio eliminado a nivel país sería cercana a 46 kg/año (ver tabla siguiente).

Tabla 17-30 Estimación de generación de mercurio por reemplazo de LFC (base 2012)

Región	N° Viviendas	Recambio LFC 2 por año	Mercurio eliminado (kg/año)	Distribución por Zonas (kg/año)
XV	66.761	133.522	0,53	5,47
I	101.889	203.778	0,82	
II	159.173	318.346	1,27	
III	99.944	199.888	0,80	
IV	255.587	511.174	2,04	
V	709.142	1.418.284	5,67	33,31
RM	2.096.962	4.193.924	16,78	
VI	312.014	624.028	2,50	
VII	362.971	725.942	2,90	
VIII	683.184	1.366.368	5,47	
IX	342.554	685.108	2,74	7,06
XIV	138.887	277.774	1,11	
X	300.396	600.792	2,40	
XI	41.164	82.328	0,33	
XII	59.349	118.698	0,47	
Total	5.729.977	11.459.954	45,84	

Fuente: Elaboración propia, ECOING

Al evaluar los impactos de este tipo de residuos se puede distinguir:

a) Impacto al aire

Destrucción de las ampollas: La destrucción de las ampollas libera mercurio al aire, el cual puede persistir en la atmósfera por varios días. Se estima que cerca de un tercio del mercurio en las lámparas permanece en la fase vapor al final de su vida útil y puede ser liberado a la atmósfera, si estas son destruidas, persistiendo el gas alrededor de una semana.²⁴

Quema incontrolada: La quema incontrolada de basura con residuos de tubos y/o ampollas fluorescentes al aire libre es una práctica prohibida ya que se liberan niveles peligrosos de mercurio en el humo hacia la atmósfera. Además, luego de la

²⁴ Fuente: NRDC, 2003.

quema al aire libre, quedan restos de compuestos orgánicos, pudiendo además causar daños ambientales al suelo, flora y la fauna.

b) Impacto al suelo y al agua

Acopio no controlado: Los tubos y ampollitas fluorescentes dispuestos en acopios sin manejo pueden producir problemas, debido que al quebrarse el tubo se libera gas de mercurio, el que al mezclarse con aguas lluvia pueden percolar y contaminar las napas subterráneas. Se indica que 1 mg de mercurio puede contaminar 30.000 litros de agua.

Envío a relleno sanitario: Una gran cantidad de tubos y ampollitas fluorescentes usados, por no tener otra forma de eliminación, son enviados directamente a rellenos sanitarios, lo que genera contaminación por liberación del mercurio al mezclarse con el resto de los residuos y los lixiviados. Dado que el relleno sanitario no cuenta con los sistemas propios de un relleno de seguridad, existe el riesgo de liberación de lixiviados con mercurio al suelo y napas subterráneas.

c) Impacto al flora y fauna

El Mercurio elemental y sus compuestos pueden resultar muy tóxicos para seres humanos, ecosistemas y la vida silvestre, dependiendo de la forma química (Mercurio elemental, compuestos orgánicos e inorgánicos). En dosis elevadas, puede ser mortal para seres humanos y en dosis relativamente bajas, puede causar graves problemas de desarrollo neurológico.

Además, disminuye la actividad microbiológica en los suelos y constituye una sustancia persistente que, en contacto con el ambiente, puede transformarse en metilmercurio, una forma química muy tóxica, persistente en los suelos y bioacumulable, que además se absorbe fácilmente en el tracto gastrointestinal humano.

Finalmente, es importante mencionar que a pesar de las opiniones encontradas que existen respecto al reemplazo de la ampollitas incandescentes tradicionales por otras de bajo consumo que contienen mercurio, existen algunos estudios en Australia que indican que donde se utiliza carbón como fuente principal para el suministro de energía eléctrica (centrales termoeléctricas), se libera más mercurio al aire (en un factor cercano a 5) por el uso de lámparas incandescentes debido a sus mayores consumos energéticos²⁵.

Asimismo, el uso de estas ampollitas reduce las emisiones de CO₂, debido a un consumo energético que normalmente se estima cerca de 5 veces menor frente a una del tipo incandescente. Como ejemplo, una sola ampollita tradicional de 100 W puede consumir

²⁵ Fuente: Parsons (2006). The environmental impact of compact fluorescent lamps for Australian conditions.

anualmente cerca de 146 kWh²⁶, en cambio una ampolleta LFC, para igual condición de luminosidad, consume un poco más de 29 kWh anuales, lo que genera un ahorro anual de cerca de 116,5 kWh, equivalentes a la reducción de 58,2 Kg de CO₂.²⁷ Lo anterior es equivalente a una reducción de 50.000 ton CO₂/GWh consumido.

Por otra parte, el reemplazo paulatino a lámparas de tipo LED también supone un impacto positivo, pues estas últimas no contienen mercurio, como se indicó en las tablas 2.28 y 2.29 al evaluar su composición. Se consultó un estudio realizado sobre una marca de diodos LED²⁸ para evaluar sus características de toxicidad extrínseca mediante análisis TCLP²⁹ (o capacidad de lixiviar compuestos en un ambiente ácido como el de un relleno sanitario), el cual determinó que los mismos no presentan dichas características de peligrosidad para los metales presentes, excepto los LEDs rojos de baja intensidad, los cuales presentaron niveles de lixiviación de plomo por sobre los límites regulados (186 mg/L; límite regulado: 5 mg/L).

17.6 Dimensión social

La dimensión social fue cubierta a través de sondeo de datos, opiniones y percepciones de actores involucrados en el proceso de la REP.

Actualmente, **no existen iniciativas de reciclaje** de este tipo de residuos, ni se ha detectado un mercado informal de los mismos, asimismo el usuario final en general desconoce alternativas de manejo, por lo que el tema social actual requiere un análisis menos exhaustivo que otros tipos de residuos donde se considera la implantación de esquemas de gestión REP.

Los temas claves evaluados desde la dimensión social se presentan a continuación.

17.6.1 Formalidad e informalidad del mercado

A partir de información secundaria disponible y sondeos a través de actores relevantes del sector, se determinó que actualmente **no existe un mercado informal** para los residuos materia de este estudio.

²⁶ Asumiendo un uso diario de 4 horas.

²⁷ Considerando un factor de emisión de 0,5 kg CO₂/kWh.

²⁸ Fuente: Lims et al 2011.

²⁹ Según artículo 14 del DS 148/2003.

17.6.2 Cantidad de empresas que trabajan en el manejo de residuos en estudio

Actualmente, sólo hay seis empresas que trabajan en el manejo de residuos de luminarias, de los cuales dos efectúan un tratamiento de los mismos y cuatro se dedican a su disposición final, de acuerdo a lo indicado en la Tabla 2-16.

A estos se agregan las empresas que realizan el transporte de residuos peligrosos en general, las que entregan estos residuos directamente a las instalaciones de eliminación.

No se identificaron empresas intermediarias ni posibles lugares de acopio a nivel de las regiones.

17.6.3 Cantidad de personas que trabajan en el manejo de estos residuos, diferenciado por sector social

En base a la información indicada previamente, se estima que el universo de personas involucradas en el manejo de estos residuos no supera las 20 personas en forma directa y tal vez las 100 personas en forma indirecta, considerando los transportistas.

No aplica una diferenciación por sector social, como es el caso para otros tipos de residuos.

17.6.4 Rol de los colegios en el reciclaje de los residuos en estudio

Las actuales políticas establecidas por el Ministerio de Educación incorporan la educación ambiental en la enseñanza y el desarrollo de proyectos ambientales específicos de Certificación Ambiental de establecimientos educacionales impulsados por el MMA. En las escuelas el programa de certificación ambiental, dentro de sus requisitos, exige un manejo de los residuos escolares, por lo mismo se han levantado varios "puntos limpios" en escuelas del país. En el caso de las Universidades, aquellas que han suscrito el Protocolo Marco de Campus Sustentables, también deben hacer una correcta gestión de sus residuos.

No obstante lo anterior, el principal foco de la recuperación en estos sitios corresponde a materiales reciclables, y a la fecha no se incorporan los residuos de lámparas.

Por otra parte, el Departamento de Educación ambiental del Ministerio del Medio Ambiente indica no contar con un programa específico de educación y sensibilización relacionado con eficacia energética, debido a que es un tema con competencias alojadas en el Ministerio de Energía.³⁰ Sin embargo, a través de los programas Sistema Nacional de Certificación de Establecimientos Educacionales (SNCAE) y Forjadores Ambientales, se impulsa la temática ambiental concerniente a la utilización eficiente de

³⁰ Respuesta a solicitud de información al Ministerio del Medio Ambiente; carta 133571 del 10 de septiembre del 2013.

la energía. Se realizan capacitaciones en la educación formal para los docentes y en la educación no formal para la ciudadanía en general. En el caso de la gestión de residuos se impulsa a que los establecimientos educacionales y jardines infantiles puedan tener un sistema de gestión acorde a su realidad local y se les apoya en talleres para la comprensión de que es un residuo y como incorporar un sistema de gestión en sus dependencias.

17.6.5 Rol de las municipalidades en el reciclaje de los residuos en estudio

Actualmente, sólo algunas municipalidades cuentan con iniciativas de recuperación de ciertos materiales valorizables, incluso en ciertos casos con el apoyo de privados, pero el foco de la recolección se orienta principalmente a materiales reciclables que ya tiene un mercado de valorización (papel y cartón, botellas PET, envases multicomponentes o de vidrio, entre otros). Por lo anterior, aún no se ha definido un rol de los municipios en el manejo de los residuos bajo estudio, los que en general se recolectan y van mezclados con el resto de los residuos domésticos.

La legislación hasta ahora no especifica claramente ni los tipos de residuos ni los correspondientes métodos de tratamiento final. Como resultado, la gran mayoría de las municipalidades no ofrece alternativas para un manejo final diferenciado.

De acuerdo a información del MMA³¹, en el sistema de Certificación Ambiental Municipal se aborda la eficiencia energética en sus distintas fases. El propósito es que los municipios mejoren la gestión y uso de los recursos energéticos en la medida que avanzan en el proceso de certificación. Las acciones que se abordan en las distintas fases se detallan en el Manual de Certificación Ambiental Municipal.

17.6.6 Rol del Estado en el manejo de los productos y residuos en estudio

A nivel nacional ya se han comenzado a desarrollar algunas iniciativas para la gestión de los productos y residuos con mercurio, las que se detallan a continuación.

17.6.6.1 Mercurio

Plan Nacional de Gestión de Riesgos del

Desde hace unos años, el Departamento de Residuos Peligrosos de la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA), actualmente Ministerio del Medio Ambiente comenzó a trabajar en el "Plan Nacional de Gestión de Riesgos del Mercurio". Este proyecto es coordinado por el Departamento de Control de la Contaminación, a través de sus áreas de Sustancias Químicas y Sitios Contaminados y Gestión de la Información. Para la

³¹ Respuesta a solicitud de información al Ministerio del Medio Ambiente; carta 133571 del 10 de septiembre del 2013.

definición de dicho plan se conformó un Comité Operativo compuesto por instituciones públicas (Ministerios), privadas y ONGs.

A la fecha, se han realizado dos estudios al respecto: "Inventario de usos, consumo y liberaciones de mercurio" y "Catastro de sitios contaminados con mercurio", donde se identifican los lugares y/o funciones con potencial exposición a este material. Las ampolletas eficientes y fluorescentes fueron abordadas en dichas investigaciones, aunque no incluye datos de su destino final.

Los problemas detectados, relacionados a los productos bajo análisis (que se ratifican en este diagnóstico) fueron sido los siguientes³²:

- Los productos con contenido de mercurio son difíciles de identificar, debido a la falta de descriptores³³ específicos para su ingreso al país, lo cual no permite conocer su número exacto.
- No existe normativa sobre ingreso, manejo y disposición para productos que contienen mercurio.
- Escasa iniciativa por parte de los importadores y distribuidores sobre manejo de productos que contienen mercurio.
- Los importadores no tienen ninguna responsabilidad en la disposición final de los productos con contenido de mercurio que ingresan al país.
- No hay instrucciones por parte de la Autoridad Sanitaria hacia las empresas de cómo deben informar la cantidad de mercurio en sus residuos.
- Falta de capacitación, información y difusión acerca de los riesgos que involucra un mal uso, manipulación y disposición de los productos que contienen mercurio.

A respecto se ha propuesto avanzar los siguientes aspectos:

- Implementar campañas de educación respecto a los riesgos del consumo de productos con Mercurio.
- Apoyar el desarrollo de especificaciones técnicas en el etiquetado de productos.
- Fortalecer las iniciativas voluntarias para la gestión del mercurio, en el sector público y privado.
- Revisar los vacíos legales relacionados con el mercurio y definir normativas nacionales basadas en recomendaciones Internacionales, además de potenciar la aplicación de la legislación vigente y en estudio y mejorar el control aduanero de los productos que ingresan al país.

³² Fuente: CONAMA 2009, Plan Nacional de Gestión de Riesgos del Mercurio.

³³ corresponden a Códigos de aduana específicos.

17.6.6.2

Convenio MINAMATA

Actualmente, Chile está por ratificar el **Convenio de MINAMATA** sobre el Mercurio, cuyo objetivo es proteger la salud humana y el medio ambiente de las emisiones y liberaciones antropógenas de mercurio y compuestos de mercurio.

El convenio establece que "...cada Parte prohibirá, adoptando las medidas pertinentes, la fabricación, la importación y la exportación de los productos con mercurio añadido incluidos en la parte I del anexo A después de la fecha de eliminación especificada para esos productos, salvo cuando se haya especificado una exclusión en el anexo A o cuando la Parte se haya inscrito para una exención..." En particular, para los productos bajo estudio, la fecha de eliminación corresponde al 2020, según se indica a continuación.

Tabla 17-31 Prohibición de lámparas según contenido de mercurio

Productos con mercurio añadido	Fecha después de la cual no estará permitida la producción, importación ni exportación del producto (fecha de eliminación)
Lámparas fluorescentes compactas (CFL) para usos generales de iluminación de ≤ 30 vatios con un contenido de mercurio superior a 5 mg por quemador de lámpara	2020
Lámparas fluorescentes lineales (LFL) para usos generales de iluminación: a) fósforo tribanda de menos de 60 vatios con un contenido de mercurio superior a 5 mg por lámpara; b) fósforo en halofosfato de ≤ 40 vatios con un contenido de mercurio superior a 10 mg por lámpara.	2020
Lámparas de vapor de mercurio a alta presión (HPMV) para usos generales de iluminación	2020
Mercurio en lámparas fluorescentes de cátodo frío y lámparas fluorescentes de electrodo externo (CCFL y EEFL) para pantallas electrónicas: a) de longitud corta (≤ 500 mm) con un contenido de mercurio superior a 3,5 mg por lámpara; b) de longitud media (> 500 mm y $\leq 1\ 500$ mm) con un contenido de mercurio superior a 5 mg por lámpara; c) de longitud larga ($> 1\ 500$ mm) con un contenido de mercurio superior a 13 mg por lámpara.	2020

Fuente: Presentación MMA del Convenio MINAMATA, Seminario En.lighten 29 de agosto de 2013.

17.6.6.3 Energía

Iniciativas específicas del Ministerio de

En los últimos dos años, el Ministerio de Energía está impulsando una estrategia nacional denominada "Estrategia de Iluminación Eficiente para Chile", entre cuyos objetivos se encuentran:

- a) Promover la innovación tecnológica, habilitando la adopción de productos eficientes de iluminación.³⁴
- b) Avanzar en el cumplimiento de la reducción de 12% de la demanda de energía al 2020 según el Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020 (PAEE20).
- c) Aportar a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.³⁵
- d) Controlar los niveles de mercurio en los productos de iluminación y asegurar su disposición adecuada al final de la vida útil, actuando acorde con los compromisos que el país está evaluando adquirir ante la firma del Convenio de Minamata.

Para desarrollar esta Estrategia, el Ministerio de Energía cuenta con la colaboración del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), a través de la iniciativa **En.Lighten**, con Fundación Chile como contraparte, trabajando con una red internacional de expertos y otros organismos de Gobierno, en particular el Ministerio del Medio Ambiente.

El enfoque a utilizar en la definición de la Estrategia corresponde a una política integrada basada en cuatro prioridades estratégicas: desarrollo de estándares mínimos de eficiencia energética (MEPS) y etiquetado de productos; apoyo de las MEPS con políticas adicionales y otros mecanismos; control, verificación y fiscalización (MVE); y gestión ambiental sostenible de los productos de iluminación. En esta última prioridad se inserta el trabajo con las empresas productoras del sector y el Ministerio del Medio Ambiente.

Como información adicional, se puede mencionar que desde el año 2007 se cuenta con estándares de eficiencia para ampollas incandescentes y LFC, desde el 2011 para lámpara fluorescente con casquillo único y doble, mientras que en octubre del 2013 se espera ya comenzar a aplicar estándares para halógenas y LED con balastro incorporado.³⁶

³⁴ Green Paper Lighting the Future Accelerating the deployment of innovative lighting technologies EU 2011

³⁵ Chile se asoció al Acuerdo de Copenhague en Enero del 2010 y el 26 de Agosto de ese año presentó la información requerida para su inclusión en el Anexo II del Acuerdo de Copenhague, indicando: "...lograr una desviación hacia abajo de un 20% de la trayectoria proyectada de crecimiento de emisiones del escenario BAU 2020 (base 2007).

³⁶ Fuente Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).

Dentro de las acciones en desarrollo por el Ministerio de Energía se cuentan además:³⁷

- Programa de aceleración de recambio tecnológico en iluminación residencial: Desarrollado entre el Ministerio de Energía y el Fondo de Solidaridad e Inversión Social FOSIS y orientado a beneficiarios de los diferentes programas sociales de FOSIS a nivel país. Se entregarán cuatro lámparas por beneficiario: dos que reemplazan a las incandescentes de 100 W y otras dos que reemplazan a las incandescentes de 75 W, incluyendo capacitación en eficiencia energética. Se espera que el programa se mantenga en los próximos años hasta que el MEPS cubra la totalidad de las lámparas incandescentes.
- Proyecto Piloto Archipiélago Juan Fernández: El objetivo del proyecto es facilitar la transición hacia una iluminación más eficiente a los hogares de la comuna de Juan Fernández, a través de la entrega de 1.000 lámparas LED, las cuales serán donadas por la empresa Philips. Esto permitirá disminuir el gasto en electricidad a las familias residentes y contribuirá a hacer de la isla un lugar más sustentable, lo cual puede ser una ventaja al momento de fomentar el turismo en la isla, actividad que ha sido fuertemente afectada posterior al tsunami del año 2010. El programa además de entregar las lámparas LED, realizará una actividad de sensibilización y capacitación a los habitantes, dándoles a conocer los beneficios que trae consigo el recambio tecnológico y otros consejos prácticos que pueden realizar tanto dentro como fuera del hogar.
- Programas de educación y comunicación: Se desarrollan campañas de comunicación del Ministerio de Energía sobre la importancia de utilizar iluminación eficiente. Además, a través de En.lighten se generarán canales de colaboración con instituciones extranjeras que cuentan con material técnico que será validado y difundido en el país. A nivel local, en conjunto a Chilecompra se utilizarán las diferentes plataformas disponibles por el servicio para capacitar a compradores públicos. El Servicio Nacional del Consumidor también será un colaborador importante, considerando la relación que tiene con las asociaciones de consumidores y su experiencia en generar material de clara comprensión para la ciudadanía.

Adicionalmente, y través de la **ACHEE**, se realizan una serie de programas de educación de eficiencia energética, donde se abordan temas de iluminación eficiente:

- Incorporación de la eficiencia energética en la educación escolar y la ciudadanía.
- Financiamiento de proyectos de eficiencia energética en la educación superior.
- Financiamiento de proyectos de I+D en todos los sectores de consumo.

No obstante, en consultas directas al Ministerio, se indica que las lámparas utilizadas en el Ministerio son tubos fluorescentes, lámparas fluorescentes compactas y halógenas y no se utilizan incandescentes. De acuerdo a las etiquetas disponibles, tanto los tubos

³⁷ Fuente Seminario Ministerio de Energía Agosto 2010; Políticas de Apoyo: Programas de eficiencia energética para impulsar la iluminación eficiente.

como las LFC son eficientes. No existen exigencias de la cantidad de mercurio, pues ese parámetro no se mide en los requisitos técnicos. El Ministerio tampoco cuenta con estadísticas de recambio ni requerimientos de disposición final específicos a la empresa externa que realiza el servicio³⁸.

17.6.6.4

Medio Ambiente

Iniciativas específicas del Ministerio del

El MMA trabajó varios años en el Proyecto de **Ley Marco para la Gestión de Residuos y Responsabilidad Extendida del Productor** (ingresado recientemente al congreso), con el cuál específicamente se busca incentivar el reciclaje y la adecuada disposición final de las lámparas fuera de uso, entre otros residuos. El presente estudio forma parte de esa iniciativa, la cual involucró un diagnóstico previo (C Y V MEDIOAMBIENTE, 2009) y mesas de trabajo con los principales productores del sector. Adicionalmente, se mantiene el trabajo en el Plan Nacional de Gestión de Riesgos del Mercurio (ver sección 2.6.6.1).

Por otra parte, el MMA está trabajando en el **Convenio MINAMATA** (ver sección 2.6.6.2).

Al consultar oficialmente acerca de la **gestión de residuos de luminarias en las dependencias del ministerio**, el MMA responde lo siguiente³⁹:

- No existen estadísticas específicas respecto al recambio de luminarias en el propio ministerio, pero se estima que existe un recambio mensual de 15 a 20 tubos fluorescentes.
- En el ámbito de compras públicas sustentables de lámparas, se indica que se está en proceso de cambio a un nuevo edificio institucional, para el cual se ha considerado el recambio total a luminarias LED, existiéndose ya una orden de compra, además de una licitación en curso para las nuevas luminarias LED. Todas las compras consideran exigencias de eficiencia energética, contenido de metales pesados y recambio con manejo y disposición final autorizada.
- Adicionalmente, desde junio del 2013, el MMA ha implementado mecanismo para eliminar adecuadamente estos residuos a través de la empresa ECOSER.

³⁸ Fuente solicitud de información N° AU002W-0000594 Ministerio Energía.

³⁹ Respuesta a solicitud de información Ministerio del Medio Ambiente; Carta 133571 del 10 de septiembre del 2013.

17.6.6.5

Otras iniciativas del Estado

Otras iniciativas del Estado para una mejor gestión de estos productos al término de su ciclo de vida son las siguientes:

- “Instructivo Presidencial para el Uso Eficiente de la Energía en el Sector Público” (2007), el cual impartió una serie de medidas de eficiencia energética para todos los edificios y sedes de la administración pública del país, entre las que se incluyó el recambio de ampolletas incandescentes por eficientes (medida no aplicable en dependencias que atienden público, por razones de seguridad y mantenimiento)⁴⁰, no obstante dicho instructivo no indicaba cómo se debía gestionar los residuos generados al momento del recambio y para las futuras ampolletas eficientes.
- Campaña “ilumínate con buena energía” del Programa País de Eficiencia Energética de la CNE: En el año 2008 se entregó 1,5 millones de ampolletas LFC y cerca de 1,4 millones el 2009 a familias de escasos recursos en distintas regiones del país dentro del Programa Nacional de Recambio de Ampolletas (PNRA). Junto con ello, y en conjunto con el Ministerio de Salud, se dieron los primeros pasos en cuanto a educar a la comunidad en relación con recomendaciones sobre el manejo seguro de este tipo de ampolletas. Las ampolletas incandescentes retiradas de los hogares fueron enviadas a Hidronor, aunque no son considerados como peligrosos.⁴¹

⁴⁰ Según un estudio encargado por el PPEE al Programa de Estudios e Investigaciones en Energía (PRIEN) de la Universidad de Chile en el 2005, el sector público utiliza cerca de 40 mil ampolletas incandescentes que se encienden un promedio de 10 horas al día. Un recambio de estas luminarias significaría un ahorro de energía cercano al 80 por ciento. Fuente: www.accionse.cl.

⁴¹ Fuente: www.ppee.cl.

18. ETAPA 2: EXPERIENCIAS A NIVEL INTERNACIONAL

Los países que utilizan la REP como mecanismo de valorización se presentan en la siguiente figura.



Figura 18-1 Países que utilizan la REP como mecanismo de valorización

Fuente: MMA 2013

A continuación, se analiza la experiencia a nivel internacional asociada a la REP del sector lámparas, especialmente de la Unión Europea (UE) y de países seleccionados.

18.1 Regulación internacional de la REP

18.1.1 Unión Europea (UE)

18.1.1.1

Clasificación de residuos electrónicos

La Directiva del Parlamento Europeo 2002/96/CE sobre Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), define como residuos electrónicos (RE) a "todos los aparatos eléctricos o electrónicos que pasan a ser residuos; este término comprende todos aquellos componentes, subconjuntos y consumibles que forman parte del producto en el momento en que se desecha".

El desglose de los RE en diferentes categorías no tiene una sola definición a nivel internacional y a veces tampoco es unívoco, existiendo varias clasificaciones que se distinguen no sólo por el número de categorías, sino también por los criterios que las

originan. De acuerdo a la Directiva 2002/96/CE, éstos se clasifican en diez categorías, orientadas desde la perspectiva del productor de los equipos listadas en la tabla siguiente.

Tabla 18-1 Clasificación de los residuos electrónicos y composición

Nº	Categoría (1)	Composición (% en peso) (2)
1	Grandes electrodomésticos	42,1
2	Pequeños electrodomésticos	33,9
3	Equipos de informática y telecomunicaciones	13,7
4	Aparatos eléctricos de consumo	4,7
5	Aparatos de alumbrado	1,9
6	Herramientas eléctricas y electrónicas (con excepción de las herramientas industriales fijas de gran envergadura)	1,4
7	Juguetes o equipos deportivos y de tiempo libre	0,2
8	Aparatos médicos (con excepción de todos los productos implantados o infectados)	1,0
9	Instrumentos de vigilancia y control	1,0
10	Máquinas expendedoras	0,7

Fuentes: (1) Directiva 2002/96/CE; (2) Asociación de Fabricantes de Plásticos en Europa: Plásticos – Imagen del Consumo y Recuperación en Europa Occidental 2000, citado en International Copper Study Group (2003).

Los **aparatos de alumbrado** están clasificados dentro de la categoría 5 y además se identifican por ser residuos que requieren de procesos especiales de reciclaje o valorización.

18.1.1.2

Gestión de residuos electrónicos y lámparas

La **Directiva 2002/96/CE** sobre Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) de 27 de enero de 2003, modificada por la Directiva 2003/108/CE del 8 de diciembre de 2003, **se apoya en la responsabilidad del productor sobre los equipos que pone en el mercado, lo que incentiva la búsqueda de diseños más ecológicos**, ya que la prevención de la contaminación, en la fase de diseño, es crucial para el costo final de gestión del residuo. Estas regulaciones además establecen que los productores son los principales responsables de establecer y financiar canales de recogida y reciclado para sus productos, en los que los consumidores puedan entregar los equipos obsoletos.

Entre los aspectos relevantes de la Directiva 2002/96/CE se puede señalar:

- **Diseño del producto:** Los Estados miembros deben fomentar un diseño y una producción de aparatos eléctricos y electrónicos que tenga en cuenta y facilite su desarmado y valorización, y en particular la reutilización y el reciclado de sus residuos.

- **Recogida selectiva:** Los Estados miembros deben reducir al mínimo la eliminación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos con los residuos urbanos no seleccionados y establecer una recogida selectiva de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, debiendo velar para que:
 - Los poseedores finales y los distribuidores puedan devolver gratuitamente estos residuos;
 - Los distribuidores de un producto nuevo garanticen que tales residuos puedan ser devueltos de forma gratuita y uno por uno;
 - Los fabricantes puedan crear y explotar sistemas de recogida individual o colectiva;
 - Los fabricantes deben encargarse de recoger los residuos no procedentes de hogares particulares.
- **Meta (inicial) de Recogida:** A más tardar el 31 de diciembre de 2006, se debía llegar a recoger, por medios selectivos, un promedio de **4 kilogramos** de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos procedentes de hogares particulares por habitante y año.
- **Tratamiento:** Los fabricantes deben aplicar las mejores técnicas de tratamiento, valorización y reciclado disponibles. El tratamiento incluye eliminación de todos los fluidos y tratamiento selectivo. El tratamiento puede realizarse fuera del Estado (Reglamento (CEE) nº 259/93); el exportador debe demostrar que el tratamiento se realizó en condiciones equivalentes a los requisitos impuestos por la directiva.
- **Valorización:** Los fabricantes deben organizar sistemas para la valorización de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos recogidos de forma selectiva.
- **Meta (inicial) de Valorización:** A más tardar el 31 de diciembre de 2006, el porcentaje de **valorización** en peso medio por aparato debía aumentar hasta el **70 %** en el caso de los pequeños electrodomésticos, los **aparatos de alumbrado**, las herramientas eléctricas y electrónicas, los juguetes y equipos deportivos y de tiempo libre, así como en el caso de los instrumentos de mando y control.
- **Meta (inicial) de reutilización y reciclado:** Para esa misma fecha, el porcentaje de reutilización y reciclado de componentes, materiales y sustancias debía aumentar al **80 %** en peso medio por aparato en el caso de las **lámparas**, y el **50 %** en el caso de los pequeños electrodomésticos, los **aparatos de alumbrado**, las herramientas eléctricas y electrónicas, los juguetes, los equipos deportivos y de tiempo libre y los instrumentos de mando y control.
- **Financiamiento:** Los fabricantes deben financiar, al menos, la recogida, tratamiento, valorización y eliminación no contaminante de los RAEE. Al comercializar un producto, deben dar garantías sobre la financiación de la gestión de sus residuos. La garantía podrá consistir en la participación del productor en sistemas adecuados de gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, un seguro de reciclado o una cuenta bancaria bloqueada. El financiamiento de los costos de gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos procedentes de productos comercializados antes del 13 de agosto de 2005 ("residuos históricos") corresponde a

los productores, contribuyendo de manera proporcional, por ejemplo, de acuerdo con su cuota de mercado.

- **Informes y sanciones:** Los Estados miembros de la UE deben elaborar un registro de productores y recabar información sobre cantidades y categorías de aparatos eléctricos y electrónicos comercializados, recogidos, reciclados y valorizados en su territorio. Los Estados miembros determinan las sanciones aplicables a las infracciones de la directiva. Estas sanciones deberán ser efectivas, proporcionadas y disuasorias.

Los principales socios comerciales de la UE han seguido el ejemplo europeo y han adoptado una legislación similar, por ejemplo **China, Corea, Japón y algunos estados de los Estados Unidos**.

18.1.1.3

Metas (nuevas) de recogida y reciclaje

actualizadas

El 13 de agosto 2012 entró en vigencia la Directiva refundida (2012/19/UE)⁴², que presenta metas de recogida más elevadas a cumplir gradualmente y que se aplicarán a partir de 2016 y 2019, de acuerdo a lo presentado en la siguiente tabla.

Tabla 18-2 Tasas mínimas para la recogida selectiva de los RAEE en la UE

Fecha	Tasa mínima de recogida anual
Al 31 de diciembre 2015	Al menos 4 kg / habitante de los RAEE procedentes de hogares particulares; O, alternativamente: el mismo peso del valor medio de los RAEE recogidos en ese Estado miembro en los tres años anteriores; las cifras más alta de las dos continuará aplicarse.
Desde 2016 hasta 2018	45% de AEE puesto en el mercado, calculado sobre la base de: - El peso total de RAEE recogidos y - El peso medio de AEE puestos en el mercado en los tres años anterior.
A partir del 2019	65% de AEE puesto en el mercado, calculado sobre la base de: - El peso total de RAEE recogidos y - El peso medio de AEE puestos en el mercado en los tres años anterior. O, alternativamente: 85% de los RAEE generados en el territorio del Estado miembro. (Los Estados miembros podrán elegir cuál de estos dos formas equivalentes para medir el objetivo desean informar.)

⁴²http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/waste/key_waste_streams/waste_electrical_electronic_equipment_weee

Además, se estipulan las siguientes **metas de recogida y reciclaje para equipos de iluminación** en la UE, de acuerdo a la Directiva 2002/96/EC (Art.7(2)) y Directiva 2012/19/EC (Anexo V):

Tabla 18-3 Metas de recogida y reciclaje para equipos de iluminación de la UE

Fecha	Metas de recogida	Metas de reciclaje
Agosto 2015	70%	50%
Agosto 2015 – 2018	75%	55%
a partir del 15 de agosto 2018	n.a.	80%

Nota: Para las lámparas de descarga de gas no aplican metas de recogida, se exige una meta de reciclaje del 80% ya a partir de agosto del 2015.

Algunos Estados miembros podrán establecer excepciones a las nuevas metas para un tiempo limitado, cuando esté justificado por la falta de la infraestructura necesaria o los bajos niveles de consumo de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE).

A partir de 2018, dicha Directiva se extenderá de su actual ámbito restringido a todas las categorías de AEE, en consecuencia, la definición y el número de las categorías van a cambiar.

18.1.1.4

Restricciones al uso de sustancias peligrosas

La segunda directiva de la Unión Europea relacionada con los RAEE es la **2002/95/CE**, (identificada como **RoHS**) y sus complementos. En ella se imponen restricciones al uso de ciertas sustancias peligrosas en los nuevos equipos eléctricos y electrónicos con el fin de proteger la salud y establecer sistemas de disposición ambientalmente amigables.

El ámbito de aplicación de la directiva es el mismo que el de la directiva sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (con excepción de los materiales médicos y de los instrumentos de mando y control). Se aplica asimismo a las **bombillas y las luminarias** de los hogares particulares.

A partir del 1 de julio de 2006 el plomo, el **mercurio**, el cadmio, el cromo hexavalente, los bifenilos polibromados (PBB) y los difeniléteres polibromados (PBDE) contenidos en los aparatos eléctricos y electrónicos debían sustituirse por otras sustancias. Inicialmente, la directiva planteó la eliminación completa de estas sustancias, aunque posteriormente, dado que para algunas de ellas es imposible conseguir actualmente la supresión total (como es el caso de las lámparas fluorescentes), se imponen reducciones drásticas que cumplan con los valores máximos de concentración permitidos.

Entre otras sustancias, la Comisión prevé una tolerancia del 0,1 % para el mercurio. Por otra parte, se toleran algunas utilidades mencionadas en el anexo de esta directiva.

Adicionalmente, la Regulación **EC1907/2006**, denominada **REACH** (Registro, evaluación, autorización y restricción del uso de **sustancias químicas**), hace responsables a los productores e importadores de sustancias químicas de obtener información sobre sus productos y registrarla en una base de datos central. Será implementada en fases durante un período de 11 años.

18.1.1.5 Eficiencia energética y erradicación de las ampolletas incandescentes

Con la **Directiva 2005/32/CE**, la UE fijó el marco para establecer los requisitos en el ecosistema (**diseño ecológico**) de los productos que utilizan energía (PUE). Esta Directiva se sustituyó en noviembre de 2009 por la normativa 2009/125/EG sobre el diseño ecológico de productos relacionados con la energía (ERP). En las medidas ya emitidas este cambio no tendrá efecto. En concreto, deberán ahorrarse en el campo de la iluminación profesional unos 20 millones de toneladas de CO₂ y otros 24 millones de toneladas en la iluminación doméstica. En abril de 2009, basado en el artículo 15 de la Directiva EUP, la Comisión Europea emitió dos reglamentos conocidos como "medidas de ejecución", que establecen requisitos específicos para una parte de la iluminación eléctrica.

Adicionalmente, el **Reglamento CE 244/2009 sobre iluminación doméstica** (modificado por el Reglamento CE 859/2009), establece los requisitos para el cambio con diseño ecológico de las lámparas domésticas. Incluye las tecnologías que se utilizan generalmente en los hogares particulares como son las lámparas incandescentes, halógenas, fluorescentes compactas con balasto integrado y LED.

Por otra parte, el **Reglamento CE 245/2009 para la iluminación profesional** establece requisitos para el diseño ecológico de productos que se utilizan principalmente en las carreteras, iluminación industrial y de oficinas como son las lámparas fluorescentes, lámparas fluorescentes compactas sin balasto integrado, lámparas de descarga de alta presión con casquillos E27, 40 y PGZ12 y balastos y luminarias para lámparas fluorescentes y lámparas de descarga de alta presión⁴³.

Lo anterior determina requisitos de eficacia energética que llevarán hasta el 2020 a un **ahorro energético** estimado de 38 TWh (aproximadamente el consumo de electricidad de 11 millones de hogares europeos), así como a una reducción de las **emisiones de CO₂** de más de 15 millones de toneladas anuales.

⁴³ Fuente: www.osram.es

A través de tres etapas de aplicación (2010, 2012 y 2017), los fabricantes tienen la posibilidad de modificar su producción mediante alternativas eficaces. En lo referente a las lámparas no admisibles en el futuro, por ejemplo las lámparas de vapor de mercurio, las compañías deberán contar con productos alternativos.

Bajo el contexto anterior, es importante mencionar que una gran parte de los países desarrollados introdujo, en los dos últimos años, regulaciones sobre estándares mínimos de eficiencia energética, **los que sacarán a las ampolletas incandescentes gradualmente del mercado, entre el 2009 y el 2014.**

Los 27 países miembros de la **Unión Europea** aprobaron en octubre del 2008 la **prohibición gradual de venta de ampolletas incandescentes** en sus territorios a partir del 2010, medida que han imitado varios países fuera de la UE, como por ejemplo **Canadá y Nueva Zelanda.**

Por ejemplo, en febrero del 2007, **Australia** aprobó un plan trienal para la **erradicación de las ampolletas incandescentes**, que parte el 2010 con la prohibición de vender las de 100 watts. Estas regulaciones se harán progresivamente más estrictas, reduciendo cada año la potencia máxima de las ampolletas que se pueden vender, hasta culminar desde el 2012 con la prohibición total de la venta de ampolletas de filamento.

Estados Unidos promulgó en diciembre del 2007 la Ley de Seguridad e Independencia Energética (Energy Independence and Security Act), que promueve el uso eficiente de la energía en todas las áreas e introduce requerimientos mínimos en el campo de la iluminación que sacarán gradualmente del mercado las ampolletas de filamento⁴⁴. Sin embargo, atendiendo a la petición de la Asociación Internacional de Diseñadores de Iluminación (International Association of Lighting Designers, IALD), EE.UU. optó por un mayor período de gracia para las ampolletas tradicionales, iniciando su erradicación en el 2012 (partiendo por las ampolletas de 100 watts) para completar el proceso en el año 2014.

18.1.2 España

En **España**, las normas relacionadas con la gestión de lámparas se basan en el **Real Decreto 208/2005** sobre Aparatos Eléctricos y Electrónicos y la Gestión de sus Residuos (denominado también como normativa RAEE), el cual establece metas similares a la Directiva de la CE y la **obligación REP.**

El Decreto determina que el **usuario doméstico puede entregar los aparatos desechados al distribuidor cuando adquiera uno nuevo equivalente, con el**

⁴⁴ Fuente: Electroindustria Abril 2009

costo a cargo del productor. Por otra parte, exigía - antes de final de 2006 - recoger de media como mínimo 4 kg de residuos de aparatos eléctricos domésticos por habitante y año, los que incluyen dentro de la categoría 5 todas las bombillas y luminarias que debemos reciclar:

- bombillas de bajo consumo,
- tubos fluorescentes,
- bombillas de descarga,
- LEDS retrofit,
- luminarias,
- rótulos luminosos y
- luminarias de emergencia.

De acuerdo con el Real Decreto 208/2005, son **Productores**:

- Los fabricantes de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Las empresas importadoras que venden un aparato eléctrico y electrónico por primera vez en el mercado nacional.
- Aquellas empresas que ponen en el mercado nacional, aparatos eléctricos y electrónicos con marca propia.

Las principales **obligaciones** que marca el Real Decreto para el **Productor** son:

- Diseñar y producir los aparatos eléctrico y electrónico de forma que se facilite su desmontaje, reparación y su reutilización y reciclaje.
- Responsabilizarse de la gestión de los residuos de los aparatos al final de su vida útil.
- Disponer de un sistema de recogida selectiva de los residuos de los aparatos que pone en el mercado, bien sea de forma individual o acogiendo a un sistema integrado de gestión (SIG), en colaboración con otros agentes económicos.
- Financiar los costos inherentes al SIG, que no se pueden mostrar por separado a los consumidores en el momento de la venta. Cualquier suministrador de estos productos debe tener un registro de reciclaje, quien carezca de él no puede suministrar legalmente. Si alguien compra un producto a quien no tenga un registro de reciclaje se habrá de hacer cargo de éste.
- Informar a los usuarios sobre los criterios para una correcta gestión ambiental de los residuos procedentes de hogares particulares, los sistemas de devolución y su gratuidad y su recogida selectiva.
- Identificar con el símbolo de la "Recogida Selectiva" al aparato. Excepcionalmente si el aparato no puede etiquetarse por su dimensión o por la función que debe desarrollar, el símbolo se estampará en el envase, en las instrucciones de uso y en la garantía del aparato.

- Informar sobre el significado del símbolo en las instrucciones de uso, garantía o documentación que acompañe al aparato, así como de los posibles efectos sobre el medio ambiente o la salud humana de las sustancias peligrosas que puede contener.
- Proporcionar información a los gestores de RE, respecto al desmontaje, que permita la identificación de los componentes susceptibles de reutilización y reciclado, así como la localización de las sustancias peligrosas.
- Declarar su condición de productor en la CCAA (comunidad autónoma) donde se encuentre su sede social.
- Inscribirse en el Registro Nacional de Productores de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (REI-RAEE) del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITyC) a través del SIG correspondiente.

El **registro REI-RAEE** tiene carácter único y estatal y responde a los requerimientos de la Directiva 2002/96/CE sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), en la que se prevé la creación de un registro estatal en cada uno de los Estados miembros. Según se indica debe realizarse:

- La inscripción en el Registro de Productores.
- La declaración trimestral de aparatos eléctricos y electrónicos puestos en el mercado.
- La asignación de la cuota de mercado para cada productor o Sistema Integrado de Gestión (SIG) para el establecimiento de las responsabilidades sobre los residuos históricos.
- Acceso público a información relevante.

El papel principal que se les atribuye a los **usuarios** es en relación a la entrega de RE para que sean gestionados correctamente. La entrega será, al menos, sin costo para el último poseedor. Cuando el usuario adquiera un nuevo producto, que sea del tipo equivalente o realice las mismas funciones que el aparato que se desecha, podrá entregarlo al distribuidor, el que deberá recepcionarlo temporalmente, siempre que contenga los elementos esenciales y no incluya otros residuos no pertenecientes al aparato.

Algunos aspectos relevantes del Real Decreto 208/2005 se señalan en la siguiente tabla.

Tabla 18-4 Aspectos relevantes del Real Decreto 208/2005 de España

Ámbito	Descripción	Artículo
Medidas de prevención	Los productores de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE), de sus materiales y de sus componentes deberán diseñar todos los aparatos y las bombillas y luminarias de hogares particulares, de forma que no contengan plomo, mercurio (en lámparas fluorescentes compactas si no sobrepasan los 5 mg por unidad), cadmio, entre otros, diseñar y producir los aparatos de forma que se facilite su desmontaje, reparación y, en particular, su reutilización y reciclaje.	Extracto del Artículo 3
Entrega de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)	Los usuarios de AEE utilizados en sus hogares deberán entregarlos, cuando se deshagan de ellos, para que sean gestionados correctamente. A tal fin, cuando el usuario adquiera un nuevo producto, que sea de tipo equivalente o realice las mismas funciones que el aparato que se desecha, podrá entregarlo en el acto de la compra al distribuidor, que deberá recepcionarlo temporalmente. Los productores establecerán sistemas para la recogida selectiva de los RAEE que no procedan de los hogares particulares y para que sean transportados a los centros de tratamiento autorizados.	Extracto del Artículo 4
Tratamiento de RAEE	Los RAEE que contengan materiales o elementos peligrosos serán descontaminados. Las operaciones de tratamiento tendrán como prioridad, por este orden, la reutilización, el reciclado, la valorización energética y la eliminación.	Extracto del Artículo 5
Sistemas Integrados de Gestión (SIG) de los RAEE	Los productores de AEE podrán cumplir las obligaciones establecidas participando, en colaboración con otros agentes económicos, en uno o varios SIG, éstos, deberán ser autorizados por las comunidades autónomas en las que se implanten territorialmente.	Extracto del Artículo 8

18.2 Descripción de los Sistemas Colectivos e Individuales de Gestión

Hacerse cargo de forma individual de la basura tecnológica es una tarea complicada y costosa, por eso, los productores tienen la posibilidad de agruparse en **Sistemas Integrados de Gestión (SIG)**, para poder cumplir con los compromisos de recogida y reciclaje, compartiendo gastos con los otros socios y alcanzando mejores resultados ambientales. Un SIG se trata de entidades constituidas **sin fin de lucro**, cuyo objetivo principal es el cuidado y protección del medio ambiente a través de la creación de una estructura organizativa que responde a las necesidades de gestión de los residuos de varios productores en conjunto.

18.2.1 Unión Europea (UE)

En Europa existe el "European Lamp Companies Federation" (ELC) que agrupa a los principales fabricantes de lámparas a nivel europeo, el cual promovió la aparición de los Sistemas Integrados de Gestión (SIG) en todos los países europeos, siendo hoy en día 29 SIG, los que se muestran en la figura a continuación.

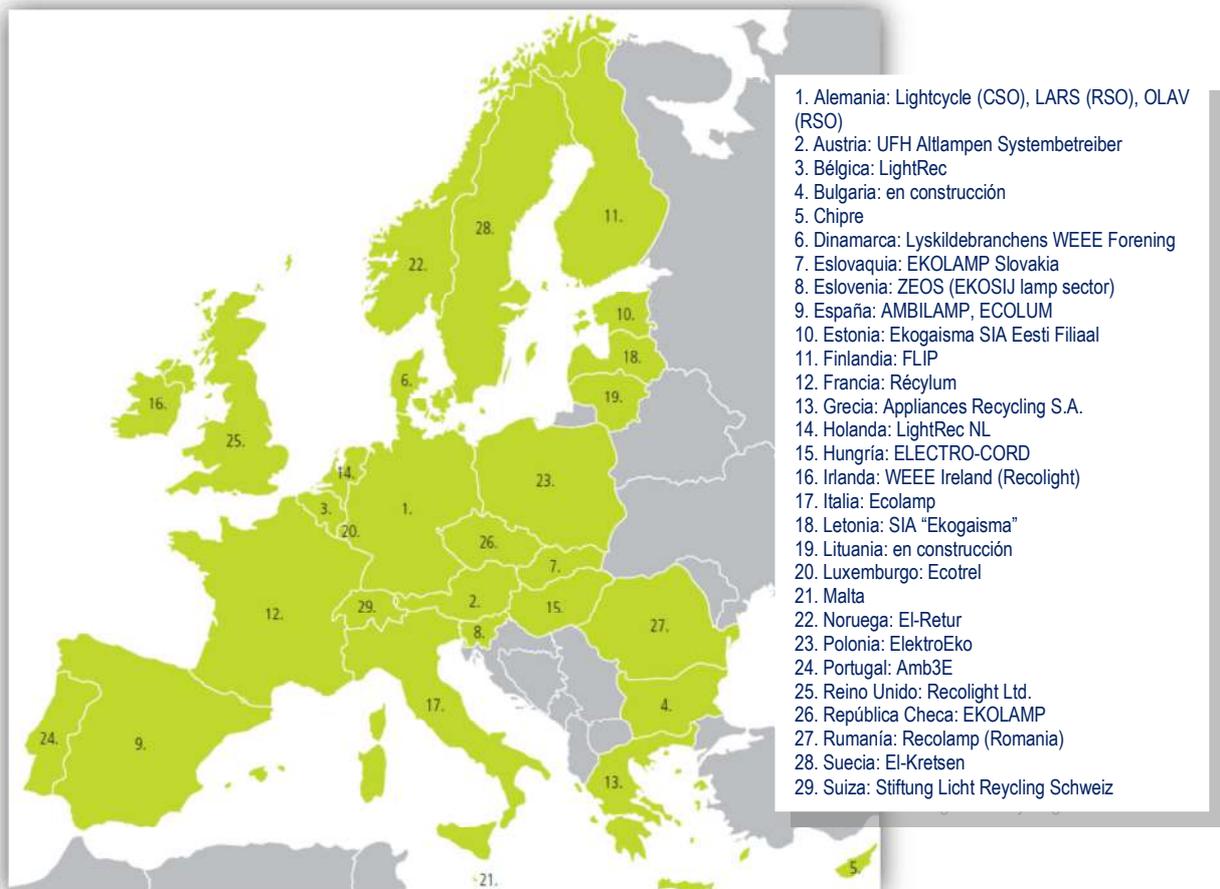


Figura 18-2 Sistemas Colectivos de Gestión de Residuos de Lámparas y Luminarias en Europa

Fuente: AMBILAMP 2013

18.2.2 España

España es uno de los pocos países de la CE que **tiene varios Sistemas de Gestión en el sector de iluminación**. A continuación se presentan detalles de de los SIG de ECOLUM y de AMBILAMP.

18.2.2.1

ECOLUM⁴⁵

La Fundación **ECOLUM** (Fundación para el Reciclaje de Residuos de Luminarias y Regeneración del Medio Ambiente), representan el **30% de los residuos recogidos a nivel nacional**.

La organización **ECOLUM**, fue creado el año 2004 por la asociación de fabricantes ANFALUM. Se trata de una fundación sin fines de lucro bajo el control y supervisión del Ministerio de Medio Ambiente, que se encarga de que estos productos sean trasladados, una vez haya terminado su ciclo, desde el usuario al gestor de residuos.

De acuerdo al Real Decreto, el objeto de ECOLUM es, tanto el establecimiento de un sistema integrado de gestión (SIG) para la recogida y reciclado de residuos, como el fomento del diseño y producción de lámparas y luminarias reciclables. También se incluye la promoción y difusión de estos procesos y la formación adecuada en empresas, asociaciones y otras entidades.

Forman parte de su junta rectora las empresas Philips, Osram, General Electric y Sylvania.

La financiación de ECOLUM se efectúa principalmente por medio de la tasa visible de los productores de lámparas y luminarias, aunque también están previstas subvenciones y donaciones.⁴⁶

ECOLUM cierra el año 2012 con **232 productores adheridos**. A pesar de la crisis económica de España, las recogidas de residuos de luminarias han mantenido un crecimiento constante durante los últimos años.

Las cantidades de residuo gestionado por ECOLUM durante el año 2012 llegaron a las 610 toneladas, un 12% más aproximadamente con respecto al año pasado, como se puede observar en la siguiente figura.

45 Fuente: www.ecolum.es y Memoria de Actividades 2012, ECOLUMB 2013

46 Más información en www.ecolum.es

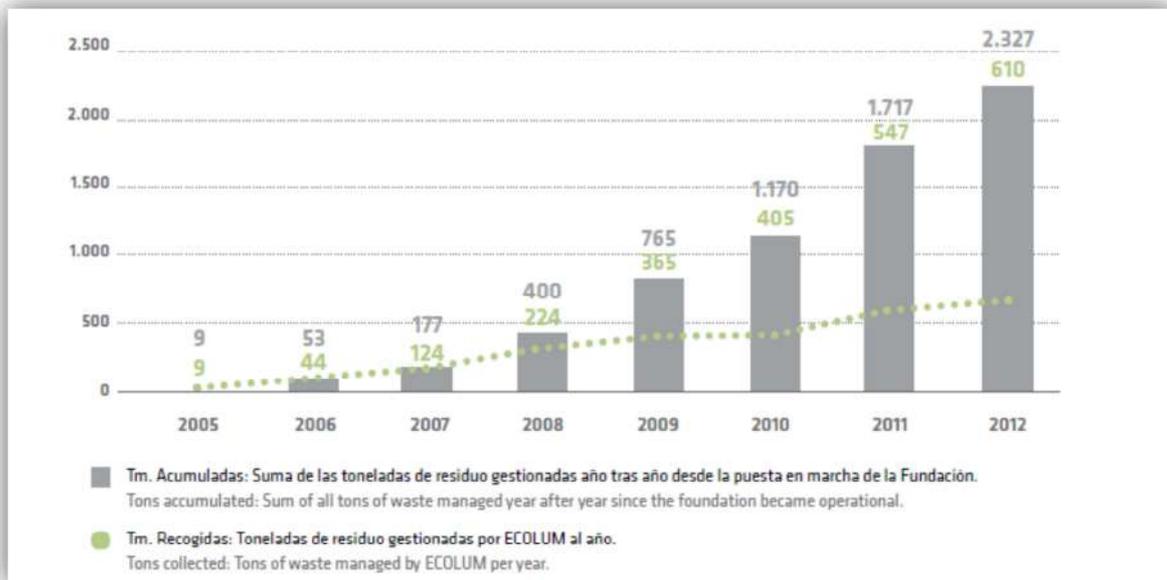


Figura 18-3 Cantidades de residuos gestionados por ECOLUM

Fuente: Memoria de Actividades 2012, ECOLUMB 2013

Las operaciones de recuperación de los aparatos posconsumo realizadas por los SIG generalmente se basan en la **logística inversa** y consiste básicamente en gestionar el movimiento de residuos devuelta desde el consumidor hacia el fabricante. Sin embargo, las luminarias requieren de procesos de recolección y transporte especiales, debido a su fragilidad y peligrosidad, características que imposibilitan que los residuos de lámparas sean tratados en el mismo flujo logístico que otros aparatos electrónicos incluidos en la normativa de RAEE.

En la siguiente figura se presente el **modelo logístico del SIG** ECOLUM para la gestión de los residuos de luminarias.

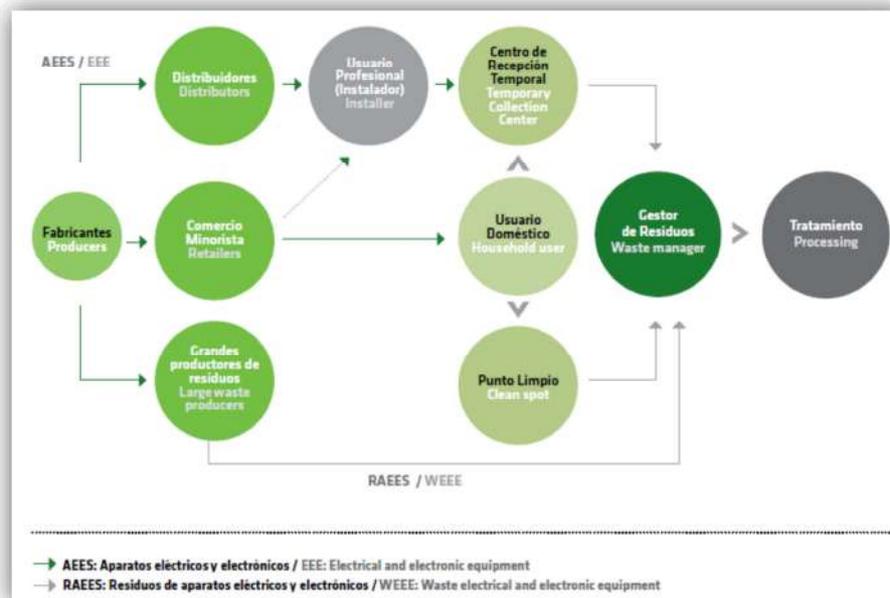


Figura 18-4 Modelo logístico del SIG ECOLUM para la gestión de luminarias

Fuente: Memoria de Actividades 2012, ECOLUMB 2013

A fines del 2012 se contaba con 351 **Centros de Distribución de Material Eléctrico**: Respecto al 2011 donde se disponía de 317 centros colaboradores, se ha aumentado en 34 centros. Este crecimiento es más moderado que los otros tipos de recogida, debido a que muchos centros de distribución de este sector están cerrando y desapareciendo grupos enteros a nivel nacional, arrastrados por la falta de inversión actual.

Por otra parte, a fines del 2012 se contaba de 524 Centros de diferentes tipologías que no son distribuidores de material eléctrico mediante **Recogidas Puntuales**: Ayuntamientos, grandes generadores, universidades, empresas de mantenimiento, instaladores. Debido a la coyuntura que la red comercial se ha encontrado a nivel nacional, los esfuerzos de esta han ido orientados a crear nuevos focos potenciales de recogidas. De tal manera se ha incrementado el número de centros en 121 con una tasa de incremento de casi un tercio respecto al 2011.

En la siguiente figura se presenta una comparación anual del porcentaje de residuos recogidos por ECOLUM según origen, diferenciando:

- **Recogidas Domésticas:** Cantidades de residuo de luminarias recogidas en los Puntos de Acopio Municipal.
- **Recogidas en la Distribución:** Cantidades de residuo de luminarias recogidas en los almacenes de material eléctrico que colaboran con la Fundación ECOLUM.
- **Recogidas Puntuales:** Son recogidas de grandes volúmenes de residuo de luminarias o rótulos luminosos (300 Kg o 300 unidades) realizadas in-situ previa solicitud telefónica por parte del centro.

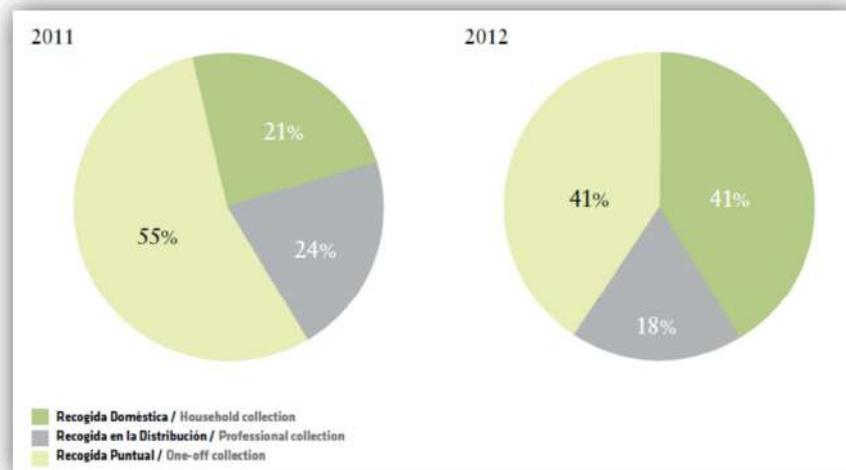


Figura 18-5 Comparación anual del porcentaje de residuos recogidos por ECOLUM según origen

Fuente: Memoria de Actividades 2012, ECOLUMB 2013

En la siguiente figura se puede observar la situación actual de ECOLUM en España al año 2012 respecto a las cantidades gestionados y el número de los puntos de recolección:

- Tm.: Toneladas de residuos gestionadas por la Fundación Ecolum en cada C.C.A.A durante el año 2012.
- N° de C.R.T: Número de Centros de Recepción Temporal de residuos. Son almacenes de material eléctrico que disponen de una jaula de Ecolum en sus instalaciones para la recepción del residuo de luminarias.
- N° de C.R.E: Número de Centros con Recogidas Puntuales. Son centros en donde se realizan recogidas de grandes volúmenes de residuo (superiores a 300 Kg o 300 unidades) in-situ y previa solicitud telefónica.
- N° de PRM: Número de Centros de Acopio Municipal. En determinadas Comunidades Autónomas, existen Convenios Marco firmados por los respectivos gobiernos autonómicos que han permitido el establecimiento de centros de recogida de luminarias en sus instalaciones municipales. Además se incluyen las entidades locales que han firmado convenios bilaterales para la recogida de luminarias.

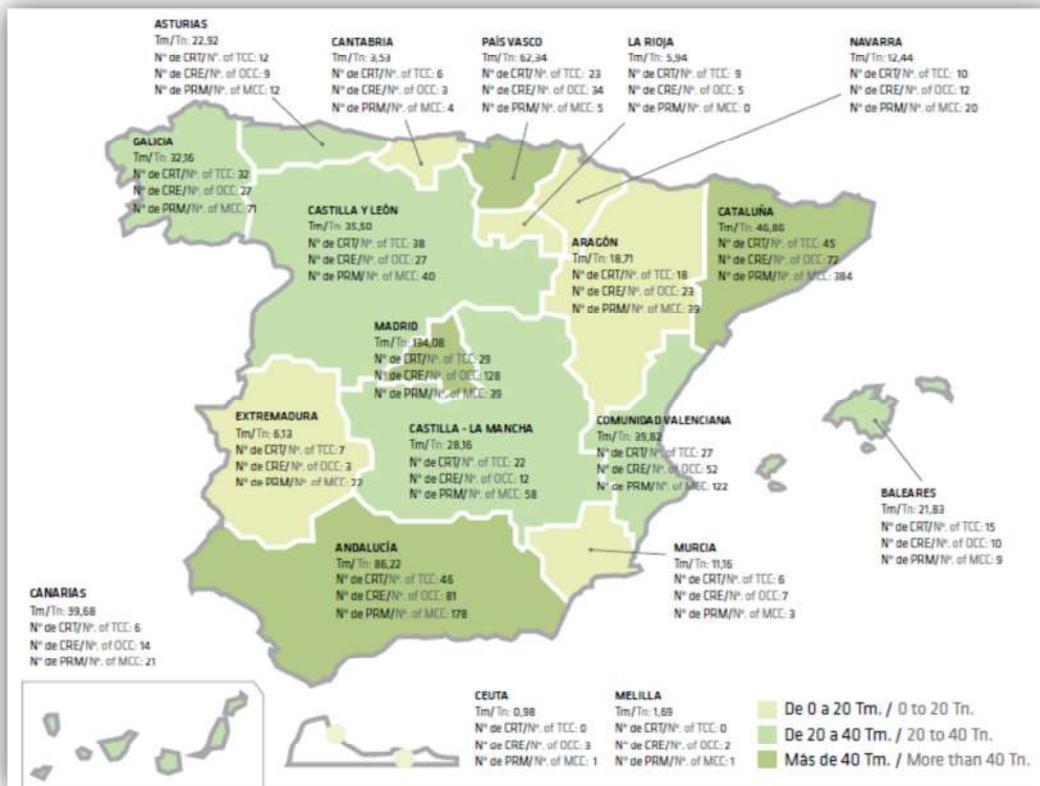


Figura 18-6 Cantidades de residuos de luminarias gestionados y número de puntos de recolección ECOLUM
Fuente: Memoria de Actividades 2012, ECOLUMB 2013

18.2.2.2

AMBILAMP⁴⁷

Otro importante SIG en España es **AMBILAMP**, Asociación fundada en 2005 por los principales productores de alumbrado. A 31 de diciembre de 2012, el número de productores adheridos alcanzó los 184 productores, de los cuales, 21 son también productores de luminarias.

AMPILAMP opera a nivel de la mayoría de los distribuidores mayoristas así como en gran parte de los grandes instaladores y grandes usuarios, incluyendo además los puntos limpios municipales. Asimismo, desarrolló una red de recogida a menor escala con la implantación de pequeños contenedores en comercios pequeños, ferreterías y grandes superficie, según se muestra en la siguiente figura.

⁴⁷ Fuente: www.ambilamp.es

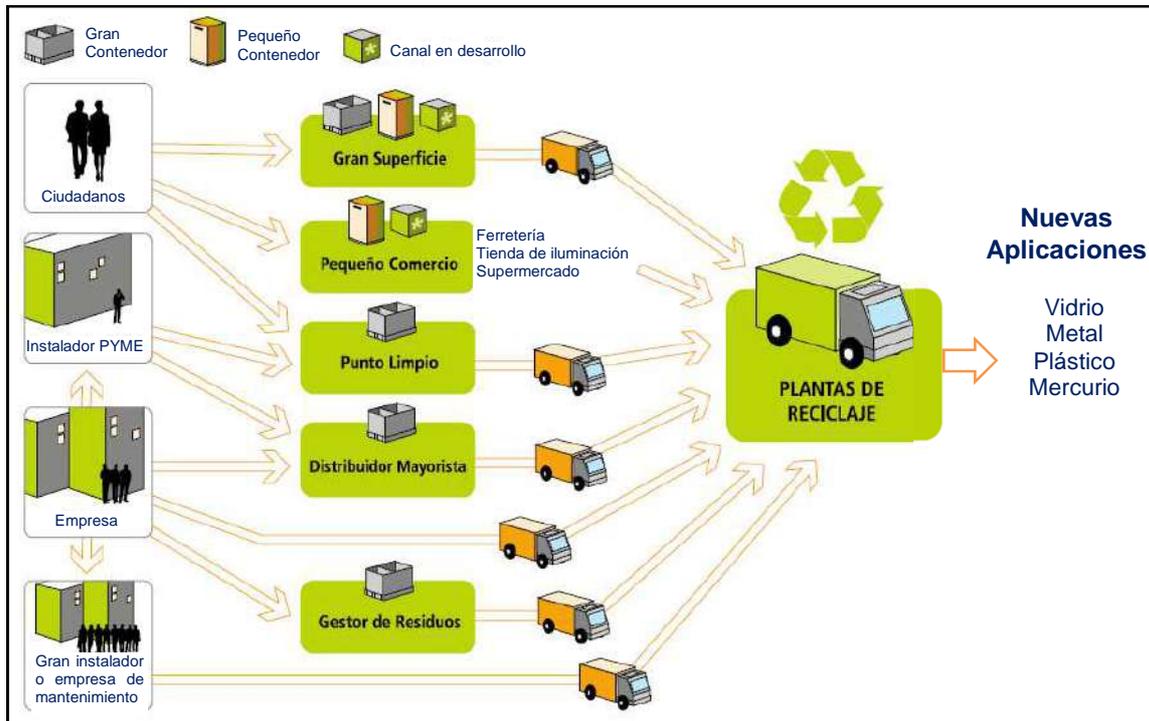


Figura 18-7 Esquema de operación AMBILAMP
Fuente: AMBILAMP, 2013

Los canales de recogida de AMBILAMP se dividen en los siguientes bloques:

Tabla 18-5 Canales de recogida de AMBILAMP

Origen	Descripción
Distribución mayorista	Empresas de distribución de material eléctrico que suministran a empresas de instalaciones eléctricas o clientes finales. Cuando sus clientes se dirigen a sus mayoristas habituales para adquirir material nuevo, entregan allí los residuos de lámparas y luminarias que han generado en el desarrollo de su actividad laboral.
Grandes usuarios y empresas	Compañías privadas, instituciones y organismos públicos cuya actividad e infraestructuras generan un gran volumen de residuos. AMBILAMP puede facilitarles un gran contenedor para el almacenaje y recogida de residuos de lámparas o jaulas para el almacenaje y recogida de residuos de luminarias de sus propias instalaciones.
Puntos limpios	Mediante la firma de acuerdos marco con las Comunidades Autónomas o a través de acuerdos puntuales con Ayuntamientos, se pone a disposición de las instalaciones municipales contenedores para la recogida del residuo.
Gestores de residuos	Empresas que se encargan de la recogida de residuos y dan este servicio a terceros, bien sean empresas, organismos públicos y puntos limpios.
Facility managers y grandes instaladores	Empresas que prestan servicios de mantenimiento en los que se incluye la parte de iluminación. Este grupo recoge también todas aquellas empresas de alumbrado público.

Origen	Descripción
Gran comercio	Establecimientos que pertenecen a cadenas de distribución y que cuentan con venta al ciudadano y grandes instalaciones propias. En este caso AMBILAMP desarrolla una doble vía de recogida. La Asociación dota a este tipo de establecimientos con un sistema para la recogida del propio residuo que genera, además de dotarle de los contenedores adecuados para poder recoger el residuo del ciudadano que visita dichas instalaciones. Para este canal AMBILAMP también ha desarrollado un nuevo multicontenedor para la recogida simultánea y separada del residuo de lámparas, pilas y pequeños aparatos electrónicos en un contenedor común. Dicho contenedor se ha desarrollado en colaboración con los SIGs ECOPILAS y ECOASIMELEC.

Fuente: AMBILAMB, 2013

Tabla 18-6 Evolución de Puntos y Cantidades de Recogida de AMBILAMP 2011 y 2012

Canal de Recogida	Evolución Puntos de Recogida (Nº)			Evolución de Cantidades (ton)		
	2011	2012	% (11-12)	2011	2012	% (11-12)
Adherido	44	55	25%	20	18	-10%
Distribuidor mayorista	1.337	1.311	-2%	579	532	-8%
Gran Comercio	639	661	3%	144	134	-7%
Grandes empresas de instalación	808	902	12%	165	178	8%
Grandes usuarios y ocasionales	3.132	3.741	19%	407	435	7%
Gestores de residuos	276	313	13%	186	197	6%
Puntos limpios	1.741	2.063	18%	313	316	1%
Pequeño comercio	14.722	17.307	18%	331	405	22%
Ocasional				24	31	29%
TOTAL PEQUEÑO CONTENEDOR	14.722	17.307	18%			
TOTAL GRAN CONTENEDOR	7.977	9.046	13%			
TOTAL	22.699	26.353	16%	2.169	2.246	4%

Fuente: Memoria Anual 2012, AMBILAMB, 2013

AMBILAMP maneja los siguientes **tipos de recogida de lámparas usadas**:

1. **COMERCIOS Y OTROS PUNTOS DE VENTA:** Para usuarios domésticos. Todas las ferreterías, tiendas de iluminación y supermercados que venden entre sus productos fluorescentes y lámparas de ahorro pueden disponer de un pequeño contenedor para ofrecer a sus clientes un servicio adicional de recogida de residuo. Se trata de un servicio sin coste añadido ni para el establecimiento ni para el cliente.



Figura 18-8 Contenedores para Pequeño Comercio

Fuente: AMBILAMP, 2013

2. **GRAN GENERADOR:** Para un gran generador de residuo (gran usuario de lámpara, distribuidor mayorista, gran instalador...), AMBILAMP pone a disposición un servicio de recogida de residuo de fluorescentes y bombillas de bajo consumo a través de un gran contenedor diseñado especialmente para la recogida en grandes superficies y de grandes cantidades de residuo.



Figura 18-9 Contenedores para Grandes Generadores

Fuente: AMBILAMP, 2013

3. DISTRIBUIDORES ELECTRICOS: para un instalador o profesionales de la iluminación.



Figura 18-10 Contenedores para Instaladores

Fuente: AMBILAMP, 2013

4. PUNTOS LIMPIOS: Condiciones variables según la administración que los gestione.

En trabajo conjunto de los SIGs AMBILAMP, ECOPILAS y ECOASIMELEC se desarrolló un **Multicontenedor** para facilitar la recogida de diferentes residuos RAEE en Grandes Cadenas. Consta de cuatro espacios diferenciados para los residuos. Un primer espacio reservado a los pequeños aparatos eléctricos donde los usuarios y clientes del centro podrán depositar desde una batidora hasta una videoconsola. Asimismo, un segundo espacio está adecuado para el depósito de pilas y pequeñas baterías. Finalmente, existe un tercer espacio subdividido en tres partes que está destinado al depósito por separado de bombillas de bajo consumo y de tecnología LEDs, fluorescentes rectos y por último fluorescentes circulares.



Figura 18-11 Multicontenedor
 Fuente: AMBILAMB, 2013

La evolución de las cantidades de lámparas recolectadas por AMPILAMP se presenta en la tabla a continuación.

Tabla 18-7 Evolución de las cantidades de lámparas recolectadas por AMPILAMP

Años	toneladas	Unidades
2009	1,707	11.607.600
2010	1,903	12.940.400
2011	2,170	14.773.410
2012	2,246	15.296.465

Fuente: Memoria Anual 2012, AMBILAMB, 2013

Para lograr lo anterior, se tuvo que aumentar el número de los puntos de recogida, como se demuestra en la figura siguiente.

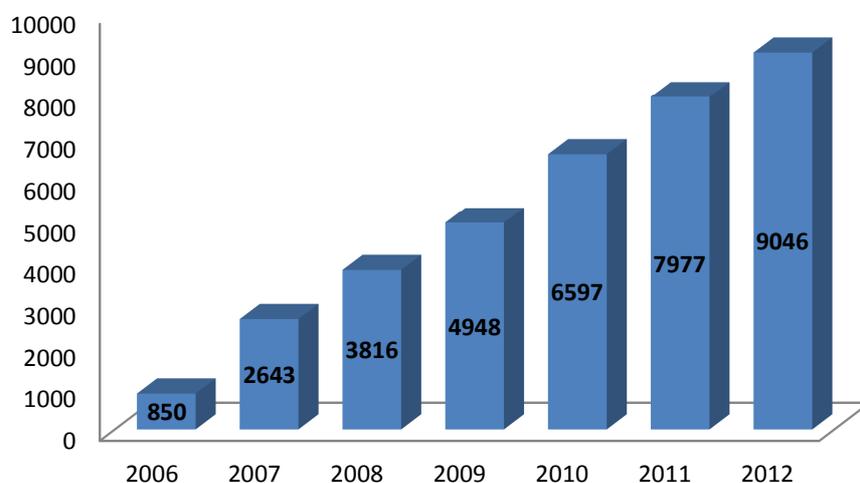


Figura 18-12 Evolución de Puntos de Recogida - Gran Contenedor

Fuente: AMBILAMB, 2013

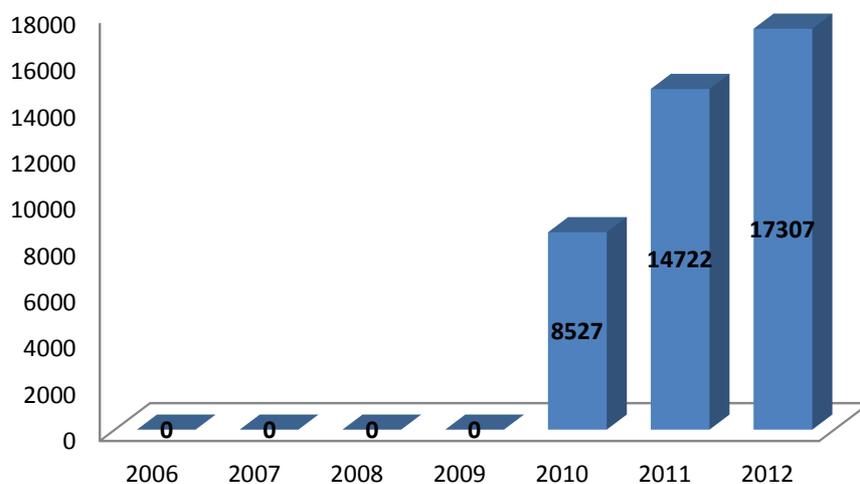


Figura 18-13 Evolución de Puntos de Recogida - Pequeño y Mediano Contenedor

Fuente: AMBILAMB, 2013

AMBILAMP ha trabajado durante 2012 con seis empresas de recogida y transporte a nivel del país y cinco plantas de tratamiento y reciclaje de lámparas.

El **porcentaje de valorización promedio** alcanzado por las plantas para 2012 fue del **86%**. Las fracciones recicladas al 2012 se presentan en la figura a continuación.

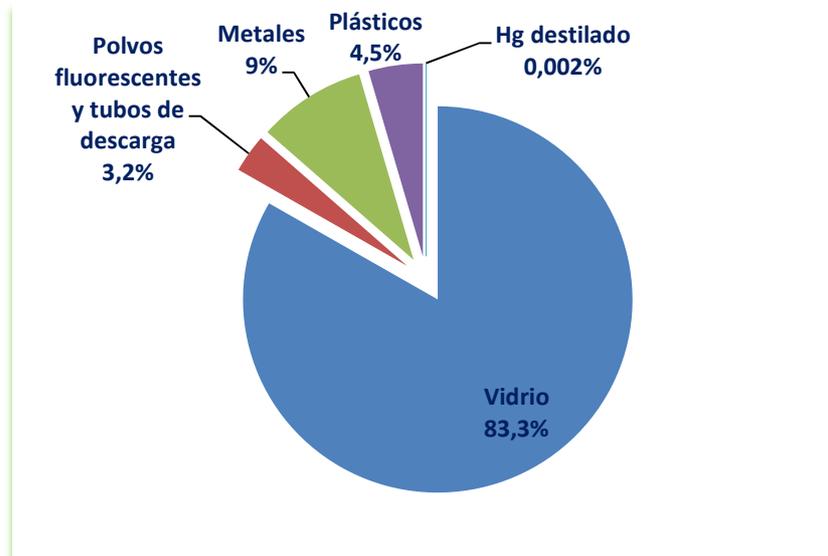


Figura 18-14 Fracciones recicladas al 2012
Fuente: AMBILAMB, 2013

En cuanto al proceso de **reciclaje** para lámparas hay que hablar de tres tipos de proceso implantados en España: El corte de terminales, la tritución y la separación de materiales. Mientras que el corte de terminales es un proceso exclusivo para los fluorescentes rectos, el proceso de tritución/separación es utilizado para todos los tubos, rectos y circulares, así como para las lámparas compactas de bajo consumo (integradas y no integradas) y LEDs retrofit.

Para el proceso de corte de terminales los tubos fluorescentes rectos son introducidos en una **máquina descapsuladora** con la que se separarán los diferentes componentes del tubo: casquillo metálico, vidrio y polvo fluorescente que se extrae del interior. La máquina está sometida a depresión, mediante fricción, por lo que el aire generado se hace pasar por un sistema de filtros de mangas y unos filtros de carbón activo donde se eliminan las trazas de mercurio que se pudieran arrastrar.

Los tubos rectos y circulares así como las lámparas de bajo consumo se pueden procesar también mediante un **sistema de tritución** sometido, a su vez, a depresión. En este proceso se separa vidrio, casquillos metálicos y de plástico y polvo fluorescente.

El proceso de **molienda y tritución** industrial posterior consiste en un conjunto de procesos de molienda y de separación a través de sistemas magnéticos, neumáticos en diferentes fases para poder separar al máximo los metales férricos y no férricos contenidos en las luminarias y lograr concentraciones fundamentalmente de materiales como hierro, aluminio y cobre.

El vidrio se comercializa directamente mientras que los casquillos y el polvo luminiscente se tratan en un destilador con el fin de separar el mercurio que contienen. El proceso de destilación y extracción del mercurio es bastante sencillo y automático. En primer lugar, mediante una bomba de vacío se consigue una presión lo más pequeña posible, luego, mediante unas resistencias se calienta el sistema hasta 500° ó 600°C para asegurar la evaporación del mercurio.

18.2.3 Suiza⁴⁸

En Suiza se producen alrededor de 5 millones de toneladas de desechos municipales anuales, gran parte de los cuales se incineran, ya que no existe disposición en rellenos sanitarios. Más del 50% se recicla y de ello un 4% corresponde a desechos electrónicos (100.000 toneladas/año).

Hasta el año 1988, los desechos electrónicos fueron incinerados o triturados, lo que implicaba costos bastante altos. Entre el año 1989 y 1993, las empresas individualmente establecieron sus propios sistemas.

Luego, algunas empresas consumidoras presionaron por el establecimiento de un sistema unitario, que es lo que hoy existe en Suiza. SWICO, la asociación de empresarios de tecnologías de la información con más de 500 miembros, estableció 4 ejes centrales de trabajo al iniciar el sistema:

- El productor debe ser responsable.
- Cada persona que consume un producto, tiene el derecho de llevarlo de regreso al sistema, asegurando una aceptación nacional del artefacto.
- Si hay costos hay que asumirlos.
- Debe existir un sistema de reciclaje controlado.

Antes de 1994 sólo existía una ley de medio ambiente general. Cuatro años después, en 1998, el gobierno estableció una base legal denominada "Ordinance on the return, the taking back and the disposal of electrical and electronic equipment", ley que en términos simples establece que el consumidor final es responsable de entregar de vuelta el producto, el vendedor está obligado a recibir el producto de vuelta sin costo (take back) y es el encargado de enviar a gestores de reciclaje autorizados. Por último, señala que no se puede exportar desechos electrónicos por regla general, salvo permiso especial. En este sistema los free riders, los ensambladores de clones y los distribuidores de piezas también pueden participar.

⁴⁸ Fuente: Bornand P, 2007

Dentro de la ley de Suiza, los equipos fuera de uso (enteros, sin desmontaje) no se consideran como residuos peligrosos, las fracciones con riesgo y su manejo si caen dentro de esta categoría⁴⁹.

Existen 3 sistemas para abordar las denominadas 10 categorías de RREE:

- SWICO es responsable por los equipos médicos, equipos electrónicos y telecomunicaciones.
- SENCE para los equipos del hogar, electrodomésticos y juguetes; y
- SRS para los equipos de iluminación.

El sistema suizo no separa el sistema en empresa-empresa y empresa-consumidor, lo que difiere del mecanismo de la UE. La relación *Business to Business* ocupa el 43%, mientras la *Business to Consumer*, un 57%. El usuario particular puede llevar sus aparatos en desuso a más de 400 puntos de recolección que existen, o bien, devolverlo donde lo compró.

El sistema se financia mediante el pago de una tasa anticipada de reciclaje visible (el consumidor sabe que está pagando por el sistema de reciclaje). El productor cobra a la empresa que vende y la empresa que vende cobra al consumidor. Es un sistema totalmente abierto, y para el consumidor final, la tasa está incluida en el precio del artefacto. Se ideó llegar a un punto de equilibrio de financiamiento, de modo que, si hay excedente, se debe bajar la tasa, mientras por el contrario, si hay déficit, se debe subir. El 60% del valor de la tasa se destina al reciclaje, mientras que para la logística, recolección y el sistema todo en uno, se destina un 40%.⁵⁰

Del total de residuos, un 30% va a tratamiento mecánico directo, mientras un 70% se desarma por instituciones sociales que generan 1.200 empleos en Suiza. El último paso es el tratamiento mecánico de todos los productos. En teoría se puede manejar todo el equipo en forma mecánica, pero se optó por una solución intermedia, ambiental y socialmente adecuada, como es el combinar el desensamblaje manual y mecánico como técnicas complementarias. Además, esta técnica presenta beneficios económicos adicionales, ya que evitando la trituración total, se reduce la tasa de pérdida de metales preciosos a través del material particulado.

⁴⁹ Fuente: Bornard P. Presentación SWICO 17 Abril 2009. RELAC SUR

⁵⁰ Mayor información: <http://www.swicorecycling.ch/en/home>



Figura 18-15 Gestión de residuos electrónicos en Suiza

Fuente: Boeni, 2007

El sistema establece **responsabilidades compartidas** y se ha determinado que la modalidad take-back permite lograr el **retorno del 60 al 70% de los productos**. Opera desde el consumidor hacia el productor, a diferencia del sistema general establecido en Europa que opera desde el productor. Dentro de la gestión, el reuso se considera como un paso previo y separado del proceso de reciclaje, apareciendo éste sólo al fin de la vida del aparato. Típicamente el producto tiene 7 u 8 años de antigüedad cuando entra a la etapa de reciclaje.

18.2.4 Estados Unidos

Al 2005 en Estados Unidos, el número de unidades (lámparas y tubos) generadas como residuo era de 514 millones/año, siendo 142 millones de origen residencial y 372 millones de origen comercial, gubernamental e institucional, con porcentajes de reciclaje del 2% y del 29,2%, respectivamente. Si bien el porcentaje reciclado aún era bajo, se debe considerar que a principios de los años 90 sólo se reciclaba el 10% del total. El cambio logrado respondió no solo a una toma de conciencia sobre las características

peligrosas del residuo, sino también a las exigencias establecidas por el gobierno principalmente a los grandes consumidores.⁵¹

En Estados Unidos existe la normativa de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) que regula la gestión de los "Residuos Universales", los cuales incluyen a las baterías, pesticidas, equipos que contienen mercurio y lámparas (EPA, 2012). Está contenido en el Título 40 del Código de Regulaciones Federales (CFR), que es una colección de todos los reglamentos federales codificados y aplicados por todas las agencias federales (EPA, 2012).

Estas regulaciones alivian la carga reguladora de las tiendas minoristas y otras personas que deseen recoger estos residuos y fomentar el desarrollo de programas municipales y comerciales para reducir la cantidad de estos residuos que van a los vertederos municipales. Además, las regulaciones también aseguran que los desechos sometidos a este sistema pasarán por un tratamiento adecuado o servicios de reciclado de conformidad con los controles de residuos peligrosos (EPA, 2012).

Los Estados pueden modificar la norma para la Gestión de Residuos Universales establecidas en 40 CFR (parte 273) y agregar más desechos universales de regulaciones individuales del estado, a fin de comprobar con el estado de las regulaciones exactas que se aplican. Algunos estados y jurisdicciones locales tienen regulaciones más estrictas que la EPA de EE.UU., por ejemplo: en California, Maine, New Hampshire, Minnesota, Vermont y Massachusetts, está **prohibido desechar o eliminar las lámparas que contienen mercurio en vertederos** (EPA, 2012).

Estas regulaciones definen a las lámparas como la porción de bulbo o un tubo de un dispositivo de iluminación eléctrica que está diseñada específicamente para producir energía radiante. Ejemplos de lámparas comunes de residuos eléctricos universales incluyen (pero no se limitan) a, la descarga fluorescente, de alta intensidad, neón, vapor de mercurio, de sodio de alta presión y las lámparas de haluros metálicos. Estas regulaciones no aplican para las lámparas que aún no son desechadas y que no son residuos peligrosos⁵².

La campaña "**Plug-In a eCycling**", que comenzó en 2003, liderada por la Environmental Protection Agency, EPA, está encaminada a aumentar el número de dispositivos electrónicos reciclados adecuadamente en EEUU. Se centra en proveer información pública sobre las oportunidades de reciclaje, facilitar las iniciativas conjuntas entre fabricantes, minoristas y comunidades para promover la responsabilidad compartida, y establecer proyectos pilotos. Además, en EEUU se han puesto en marcha

⁵¹ Fuente: Reciclaje obligado por la directiva RAAE de las lámparas fluorescentes, <http://www.voltimun.es>

⁵² Una lámpara es un residuo peligroso si presenta una o más de las características de inflamabilidad, corrosividad, reactividad o toxicidad (40 CFR part 261, sub parte C sobre la identificación y registro de residuos peligrosos, características de residuos peligrosos).

o están en fase de propuesta leyes locales, provinciales y estatales encaminadas a mejorar la gestión de los residuos electrónicos.

Por ejemplo, California (Electronic Waste Recycling Act) ha establecido un sistema de recogida y reciclado de equipos electrónicos peligrosos y dispone también de una normativa, similar a la europea, que restringe el uso de sustancias peligrosas en los equipos electrónicos. Existen iniciativas similares en Maine (Electronic Waste Recycling Act) o Maryland (Statewide Computer Recycling Law) y Washington. Las normativas de Reciclaje de Desechos Electrónicos establecen el cobro al consumidor de una tasa por desechar sus equipos. **No se trata de REP**, pues el consumidor financia directamente el programa de reciclaje.

Uno de los programas voluntarios en desarrollo es **EPEAT** (Electronic Product Environmental Assessment Tool). Es un programa del Green Electronic Council de Estados Unidos, que promueve la compra de productos electrónicos "verdes", en el cual los productores de equipos electrónicos adscritos declaran la conformidad de sus equipos respecto a una serie de criterios ambientales definidos dentro de 8 categorías. La operación de EPEAT y los criterios ambientales se encuentran definidos dentro del estándar IEEE 1680. Para mantener la validez de las declaraciones, EPEAT selecciona periódicamente algunos productos para verificar si los mismos mantienen los criterios que han declarado.⁵³

Las 8 categorías y los 51 criterios ambientales definidos por EPEAT (basados en el estándar IEEE 1680) son los siguientes:

Reducción/ eliminación de materiales ambientalmente sensibles

- R 4.1.1.1 Cumplimiento de Directiva Europea RoHS
- O 4.1.2.1 Eliminación de cadmio (niveles menores al 5% del valor umbral definido en RoHS)
- R 4.1.3.1 Reporte de cantidad de mercurio usado en fuentes de luz (mg)
- O 4.1.3.2 Bajos niveles de mercurio usado en fuentes de luz
- O 4.1.3.3 Eliminación del mercurio usado en fuentes de luz
- O 4.1.4.1 Eliminación del plomo utilizado en ciertas aplicaciones (niveles menores al 5% del valor umbral definido en RoHS)
- O 4.1.5.1 Eliminación del cromo hexavalente (niveles menores a la mitad del valor umbral definido en RoHS)
- R 4.1.6.1 Eliminación de retardantes de llama y plastificantes con SCCP (Short Chain Chlorinated Paraffins) en ciertas aplicaciones
- O 4.1.6.2 Piezas de plástico de más de 25 gramos libres de retardantes de llama clasificados bajo la Directiva 67/548/EEC (directiva de clasificación de sustancias peligrosas)
- O 4.1.7.1 Baterías libres de plomo, cadmio y mercurio
- O 4.1.8.1 Piezas de plástico de más de 25 gramos libres de PVC

Selección de Materiales

- R 4.2.1.1 Declaración de contenido de plástico reciclado postconsumo (% , si es mayor al 5%)
- O 4.2.1.2 Contenido mínimo de plástico reciclado postconsumo (10%)
- O 4.2.1.3 Alto contenido de plástico reciclado post consumo (al menos 25%)
- R 4.2.2.1 Declaración del contenido de material bioplásticos renovables (sobre 5%)
- O 4.2.2.2 Contenido mínimo de bioplástico renovable (AL menos 10%)
- R 4.2.3.1 Declaración del peso del producto (lb)

⁵³ Fuente: <http://www.epeat.net>

Diseño para el término de la vida útil

- R 4.3.1.1 Identificación de materiales con necesidades especiales de manejo
- R 4.3.1.2 Eliminación de pinturas o recubrimientos que no son compatibles con reuso o reciclaje
- R 4.3.1.3 Fácil desensamblaje de cubiertas externas
- R 4.3.1.4 Identificación de las resinas que componen las piezas de plástico
- R 4.3.1.5 Identificación clara y facilidad de remoción de componentes que contengan materiales peligrosos
- O 4.3.1.6 Reducir los diferentes tipos de materiales plásticos utilizados
- O 4.3.1.7 Eliminar los insertos de metal moldeados o pegados en piezas plásticas a menos que sean fácilmente removibles
- R 4.3.1.8 Contenido mínimo de materiales reusables o reciclables 65%
- O 4.3.1.9 Contenido mínimo de materiales reusables o reciclables 90%
- O 4.3.2.1 Las partes plásticas deben ser fácilmente separables en forma manual
- O 4.3.2.2 Todas las piezas plásticas, excepto las muy pequeñas deben tener indicada la resina plástica constituyente

Longevidad del producto / extensión del ciclo de vida

- R 4.4.1.1 Disponibilidad de tres años de garantía o servicio técnico
- R 4.4.2.1 Posibilidad de actualización (Upgrade) con herramientas comunes disponibles
- O 4.4.2.2 Diseño modular
- O 4.4.3.1 Disponibilidad de piezas de reemplazo

Eficiencia energética

- R 4.5.1.1 Certificación ENERGY STAR®
- O 4.5.1.2 Adopción temprana de especificaciones ENERGY STAR®
- O 4.5.2.1 Disponibilidad de accesorios de poder basados en energías renovables
- O 4.5.2.2 Inclusión de componentes estándar basados en energías renovables

Gestión al final del ciclo de vida

- R 4.6.1.1 Proporcionar servicio de retorno (take back) y reciclaje del producto de acuerdo a estándar EPA
- O 4.6.1.2 Auditoría anual de empresas de reciclaje y sus instalaciones
- R 4.6.2.1 Disponibilidad de un servicio de retorno de baterías recargables ión litio

Manejo corporativo

- R 4.7.1.1 Demostración de existencia de política ambiental corporativa consistente con la ISO 14.000
- R 4.7.2.1 Demostrar la implementación de un sistema de manejo ambiental para el diseño y la organización bajo estándares ISO 14.000, EMAS o US EPA Performance
- O 4.7.2.2 Contar con certificación externa de un sistema de manejo ambiental para el diseño y la organización bajo estándares ISO 14.000, EMAS o US EPA Performance
- R 4.7.3.1 Entregar un reporte anual consistente a US EPA Performance
- O 4.7.3.2 Entregar un reporte anual público consistente a US EPA Performance

Embalaje

- R 4.8.1.1 Reducción/ eliminación de sustancias tóxicas en envases (por ejemplo, metales pesados)
- R 4.8.2.1 Los materiales de empaque deben ser fácilmente separables, sin uso de herramientas adicionales
- O 4.8.2.2 Un 90% del material de embalaje deben ser fácilmente reciclaje y estar identificado
- R 4.8.3.1 Se debe incluir una declaración del contenido de material reciclado en el embalaje
- O 4.8.3.2 Los embalajes deben poseer un mínimo de contenido material reciclado postconsumo de acuerdo a estándar US EPA
- O 4.8.4.1 Proporcionar servicio de retorno (take back) para envases y embalajes
- O 4.8.5.1 Documentar el reuso de envases/embalajes reusables (para el mismo producto, por un mínimo de 5 veces)

(R: Requerido O: Opcional)

Si un producto cumple con el total de 23 de los criterios Requeridos se le asigna un sello de **bronce**, si cumple los Requeridos más la mitad de los Opcionales se le asigna un sello de **plata** y si cumple los Requeridos más un 75% de los Opcionales se le asigna un sello de **oro**. Actualmente, dentro de los productos registrados se encuentran componentes de las principales marcas de computadores a nivel mundial.⁵⁴

⁵⁴ Dentro del link de EPEAT es posible revisar los listados de todos los productos registrados y el sello

Otro programa voluntario es **ENERGY STAR**, el cual es un programa conjunto entre la Environmental Protection Agency (EPA) y el Departamento de Energía de Estados Unidos. El sello ENERGY STAR se encuentra actualmente en más de 50 tipos de productos, incluyendo electrodomésticos mayores, **iluminación**, equipos electrónicos para el hogar, y productos para la oficina.⁵⁵

El consumo de energía durante su uso es un aspecto muy importante en el desempeño ambiental total de los equipos. Por esta razón, el estándar IEEE 1680 también incluye como criterio que cada producto registrado en EPEAT considere la versión actualizada del estándar ENERGY STAR. Asimismo, todos los productos registrados en EPEAT deben también tener una calificación ENERGY STAR.

18.2.5 Logros de los sistemas de gestión

En agosto del 2005 entró en vigencia la Directiva europea 2002/96/CE sobre Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), que fijaba las metas a cumplir al 31 de diciembre de 2006 para todos los países miembros de la Comunidad. Entre ellas una **meta de recogida** de 4kg/hab/año de RAEE procedentes de hogares particulares, una **meta de valorización** del 70 % en caso de los aparatos de alumbrado y una **meta de reutilización y reciclado** de componentes, materiales y sustancias del 80 % en peso medio por aparato en el caso de las lámparas, y el 50 % en el caso de aparatos de alumbrado.

Sin embargo, al año 2009 y pese a la existencia de la Directiva, **sólo un tercio de los residuos eléctricos y electrónicos de la Comunidad se trataba adecuadamente**.⁵⁶ Los otros dos tercios iban a parar a vertederos y potencialmente a centros de tratamiento que incumplen las normas dentro o fuera de la UE. El comercio ilegal de residuos eléctricos y electrónicos a países no miembros de la UE sigue siendo generalizado. Los productos que no han recibido el tratamiento adecuado plantean riesgos graves para el medio ambiente y la salud.

En la siguiente figura se puede observar la variación durante los años 2008 a 2012 de las tasa de recolección de las lámparas posconsumo en 18 países de Europa.

asignado, diferenciados por categorías.

⁵⁵ Fuente: www.energystar.gov

⁵⁶ Fuente: COM (2009) 633 final Bruselas, 20.11.2009. Informe de la Comisión al Consejo, al Parlamento Europeo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones.

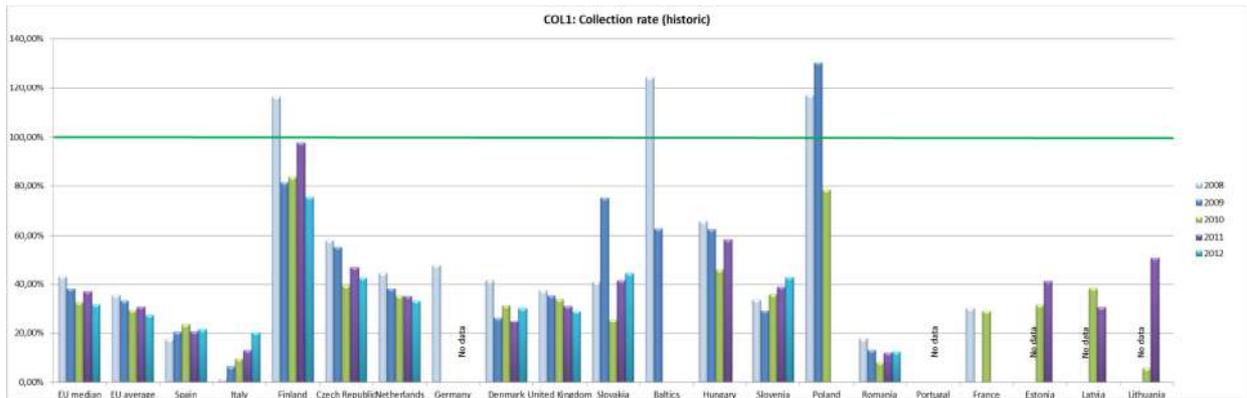


Figura 18-16 Resultados de recolección de lámparas posconsumo en 18 países de Europa: 2008 - 2012

Fuente: Presentación Christoph Vanderstricht, Seminario de Valorización de Residuos, REP de Lámparas y Luminarias Post-Consumo, Santiago, 17 Octubre 2013

Analizando el grafico, se puede deducir lo siguiente:

- en promedio, los 18 países logran recuperar aproximadamente el 30% de las lámparas posconsumo,
- sólo 4 de ellos logran recuperar más que el 50%,
- en varios países se nota un caída de las tasas de recuperación,
- temporalmente algunas tasas están por encima del 100%, lo que significa que se generan más unidades de residuos que unidades de lámparas comercializadas (probablemente por considerar el volumen histórico acumulado).

18.3 REP del Sector de Lámparas en América Latina

18.3.1 América Latina

En América Latina, el **Acuerdo de Gestión Ambiental de Residuos Especiales y Responsabilidad Post Consumo**⁵⁷, firmado durante la "IV Reunión Extraordinaria de Ministros de Medio Ambiente del **MERCOSUR**", establece el compromiso de "*incorporar patrones de producción y consumo sustentables con el fin de minimizar la cantidad y peligrosidad de los residuos generados*".

Dicho acuerdo define en el Artículo N 4º a los "*Residuos Especiales de Generación Universal a "todo aquel que se encuentre incluido en el ANEXO I, siempre que su*

⁵⁷ Fuente: MERCOSUR IV Reunión de Ministros de Medio Ambiente del MERCOSUR ANEXO III MERCOSUR/IV CMC/ P.DEC N° 02/05.

generación se efectuó de manera masiva o universal y que por sus consecuencias ambientales, características de peligrosidad, riesgo o potencial efecto nocivo para el ambiente, requieran de una gestión ambientalmente adecuada y diferenciada de otros residuos". Así, cada país deberá:

- Desarrollar criterios comunes respecto de la gestión ambiental de dichos residuos.
- Desarrollar normativas y guías técnicas sobre la constitución de determinados productos respecto a requisitos ambientales mínimos.
- Elaborar guías técnicas que incorporen criterios de gestión integrada que contemplen especialmente la minimización en la generación de residuos y su aprovechamiento dentro de un ciclo productivo, considerando para esto último las mejores técnicas disponibles, tecnologías limpias y las mejores prácticas ambientales.

Entre sus objetivos busca adoptar políticas y estrategias que garanticen la gestión adecuada de residuos a fin de proteger la salud de la población y el ambiente. Dicho Acuerdo es un paso adelante en pos de definir el problema y plantear una estrategia conjunta sudamericana para armonizar criterios y fortalecer la capacidad de gestión de los residuos o la **responsabilidad postconsumo**. El circuito se genera cuando un poseedor de un residuo tiene la intención u obligación de deshacerse de él, sea por:

- Obsolescencia (de funciones, prestaciones, escala, moda, entorno tecnológico, etc.).
- Recambio tecnológico del conjunto o parte del mismo (upgrade, cambio de sistemas, requerimientos de software o actualizaciones).
- Rotura, daño o pérdida de funciones.

La **Organización de Estados Americanos (OEA)** expresó en su conferencia de Santo Domingo en 2006 su voluntad de cooperar y establecer medidas adecuadas para prevenir y mitigar el impacto ambiental negativo de los productos relacionados con las TIC durante su ciclo de vida, en particular en lo concerniente al reciclaje inadecuado.

Por otra parte, la iniciativa más relevante en Latinoamérica es la **Plataforma Regional de Residuos Eléctricos y Electrónicos - RELAC**, que regularmente organiza reuniones internacionales con participación de países latinoamericanos, donde se intercambian experiencias sobre la generación, gestión y disposición final de los RAEE, así como los procesos de formulación e implementación de normas que favorezcan el adecuado manejo de este tipo de residuos en beneficio del ambiente y la salud de las personas. El año 2008, RELAC resumía la situación en América Latina de la siguiente forma:

- Actualmente prácticamente no hay legislación específicamente referida a RAEE.
- El Convenio de Basilea es el marco internacional de transferencia de los residuos electrónicos que se aplica en la Región.
- Las Leyes de residuos peligrosos y de residuos sólidos son las reglamentaciones con que se están gestionando los RAEE.

- Tanto las normativas nacionales como las internacionales en LAC se aplican a las empresas de reciclaje, y no establecen obligaciones ni para los productores ni consumidores de RAEE.

Sin embargo, desde entonces la situación ha cambiado, de acuerdo al Boletín RELAC 28⁵⁸: En el año 2012 se han observado significativos progresos en la región: **Costa Rica, Colombia** y especialmente **Perú** son países que han logrado establecer normativas específicas sobre RAEE y actualmente están dirigiendo sus esfuerzos para su adecuada implementación. Sin embargo, también vemos paralizados algunos proyectos normativos en países que tienen un gran volumen de importación y consumo de aparatos eléctricos y electrónicos. Estos países no han podido concretar políticas para la gestión de los residuos generados por estos aparatos. Hay un tercer grupo de países latinoamericanos que están en una etapa inicial en los procesos de gestión integral de RAEE.

A continuación se analizan estos tres países destacados por RELAC.

18.3.2 Perú

La actual Ley General de Residuos Sólidos (Ley N° 27314) del Perú no define el concepto de la REP, sino la responsabilidad compartida, definida como un "*sistema en el que se atribuye a cada persona la responsabilidad por los residuos que genera o maneja en las distintas etapas de la vida de un producto o del desarrollo de una actividad en las que ella interviene.*" Sin embargo, está en proceso la elaboración de una nueva Ley donde sí se pretende incluirlo.

En el Perú se generan más de 90.000 toneladas de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, con una tendencia de crecimiento sostenido que ha permitido proyectar la producción de un total de 155.000 toneladas anuales de residuos electrónicos para el año 2015.⁵⁹

Para enfrentar lo anterior, el 27 de junio del 2012 se publicó el Reglamento Nacional para la Gestión y Manejo de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, el DECRETO SUPREMO N° 001-2012-MINAM, que establece en sus objetivos (Artículo 1) "***un sistema de responsabilidad compartida, diferenciada y con un manejo integral de los residuos sólidos, que comprenda la responsabilidad extendida del productor (REP)***". En este Decreto se incorpora explícitamente los **Aparatos de alumbrado**, cuya definición incluye variados tipos de luminarias o lámparas.

En su Artículo 11 se definen las Obligaciones de los Productores de AEE. Se considera como Productor de AEE a toda persona natural o jurídica que realiza actividades

⁵⁸ <http://www.residuoselectronicos.net/wp-content/uploads/2013/01/BOLETIN-28.html>

⁵⁹ Fuente: <http://www.minam.gob.pe>

vinculadas a los aparatos eléctricos y electrónicos sea como fabricante o ensamblador, importador, distribuidor o comercializador. Son **obligaciones de los Productores** de AEE, de manera individual o como agrupación entre varios productores, las siguientes:

- Diseñar, implementar y administrar un sistema de manejo de RAEE, el cual puede ser individual, colectivo o ambos.
- Recibir, sin costo, los RAEE de sus clientes dentro del área geográfica correspondiente al sistema de manejo de RAEE establecido.
- Garantizar el manejo ambiental adecuado de los RAEE, mediante su entrega a operadores de RAEE debidamente registrados.
- Presentar un Plan de Manejo de RAEE (de manera individual o como agrupación de productores) a la autoridad sectorial competente, para su aprobación.
- Implementar el Plan de Manejo de RAEE aprobado.
- Proveer a sus clientes información, al momento de la venta de sus equipos, acerca de la forma de manejo ambiental de los RAEE que se generen, haciendo hincapié en que deben ser separados de los residuos sólidos municipales y manejados por operadores de RAEE. Asimismo, proveer datos del portal electrónico donde encontrarán mayor información.
- Informar a sus clientes, al momento de la venta de sus AEE, que los RAEE generados serán recibidos, sin costo, en los respectivos sistemas de manejo de RAEE implementados.
- Informar a los operadores de RAEE, cuáles componentes contienen material peligroso.
- En caso de exportar RAEE deberán cumplir los procedimientos establecidos por la autoridad competente en concordancia con la normatividad vigente.

Actualmente, los **productores** de los AEE están elaborando y tramitando sus Planes de Manejo de RAEE en el marco del Reglamento, cuyo plazo para su presentación venció a fines de junio del 2013. El plazo máximo para su implementación es de 06 meses a partir de la aprobación.

Una de las funciones específicas del MINAM en materia del Reglamento es "*Aprobar las **metas anuales de manejo de los RAEE y la gradualidad de su aplicación** en el país*". Por otra parte, se señala que los Planes de Manejo de RAEE a elaborar por los productores deben comprender una "*Meta anual de manejo de RAEE (en unidades de peso), considerando los lineamientos que señale el MINAM al respecto.*"

En este contexto, el **MINAM** aplica el Plan Nacional de Acción Ambiental (PLANAA 2011-2021), que indica que para el **2017 el 50% de los RAEE deben ser reaprovechados**

y dispuestos adecuadamente, mientras que para el **2021 la meta es llegar al 100%** de este tipo de residuos reaprovechados y dispuestos adecuadamente.⁶⁰

Actualmente, MINAM -con el apoyo de IPES y de la Sociedad Nacional de Industrias- está realizando reuniones con los miembros del "Comité de Apoyo Técnico RAEE", en el que participan entidades del sector público y privado; productores y las empresas especializadas en el tratamiento de estos residuos. Además, se vienen realizando campañas de acopio y la preparación del Sistema Colectivo de manejo de RAEE con los principales productores del país.

Finalmente, cabe mencionar que hasta la fecha **no existen programas para recuperar y reciclar lámparas fluorescentes** (con mercurio) en el país.⁶¹

18.3.3 Costa Rica

Costa Rica ha sido un país pionero en Latino América y que llevaba hace unos años atrás el mayor avance a nivel legislativo respecto a la gestión de los residuos electrónicos. Tempranamente ya se propuso un modelo de gestión que consideraba cuotas de recuperación para el tratamiento de residuos de equipo electrónico que debían cumplir las empresas de producción, importación y distribución. Para ello debían organizarse, crear una Unidad Ejecutora, y definir los mecanismos de recuperación y pago del sistema. Por otra parte, se definió la responsabilidad del Ministerio del Ambiente supervisar el cumplimiento de la cuota establecida.⁶²

Finalmente, el 13 de julio del 2010 se publicó la Ley de Gestión Integral de Residuos, que tiene por objeto regular la gestión integral de residuos y el uso eficiente de los recursos, mediante la planificación y ejecución de acciones regulatorias, operativas, financieras, administrativas, educativas, ambientales y saludables de monitoreo y evaluación. Esta Ley incluye la **REP** como un principio político, sin embargo, está herramienta no está suficientemente detallada.

Prácticamente en paralelo, el 5 de mayo de 2010 se publicó el Reglamento de Centros de Recuperación de Residuos Valorizables, que tiene por objeto establecer los requisitos y condiciones físico sanitarias que deben cumplir los centros de recuperación de residuos valorizables para su funcionamiento, en armonía con la salud y el ambiente en el territorio nacional.

Por su parte, también el 5 de mayo de 2010 se promulgó el Reglamento para la Gestión Integral de Residuos Electrónicos, que tiene los siguientes objetivos:

60 Fuente: www.minam.gob.pe

61 Fuente: ECO Consultorías e Ingeniería SAC, 2013

62 Fuente: ACEPESA 2007

- Reducir la contaminación al ambiente y afectaciones a la salud de la población que provoca la gestión no integral de residuos electrónicos;
- Establecer la **responsabilidad del manejo de estos residuos a sus productores** y demás actores de la cadena, incluyendo a los consumidores finales;
- Promover el establecimiento de unidades de cumplimiento como instrumentos de la gestión de residuos electrónicos;
- Minimizar la cantidad de residuos electrónicos generados, tanto en peso como en volumen, así como en relación a su potencial contaminante, mediante la recolección selectiva, recuperación, el reuso y reciclaje de materiales residuales; y,
- Informar a la población sobre la gestión integral de los residuos electrónicos a fin de crear una cultura de protección ambiental y consumo sostenible.

Sin embargo, este reglamento no acoge todas las ideas discutidas anteriormente en el país respecto a la REP. El reglamento se aprobó ya hace 3 años y aún no tienen metas los productores, y en la práctica no se obliga a los productores implementar un sistema de gestión. Hoy en día existen un par de Unidades de Cumplimiento (igual al SIG), la más grande es ASEGIRE (www.asegire.com), pero las cantidades manejadas son muy bajas.

De acuerdo a lo informado por SOLIRSA, no existen programas o iniciativas formales de recuperación y reciclaje de lámparas en el país, estimándose una cantidad máxima recuperada en forma semi-formal de 200 toneladas mensuales de residuos electrónicos y de 2 a 3 toneladas al mes de lámparas.

18.3.4 Colombia

A continuación, se presenta un resumen basado en una reunión efectuada el 19.10.2013 con el coordinador Wilson Contreras del programa posconsumo de Iluminación - LUMINA, de la Cámara del Sector de Electrodomésticos de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia - ANDI.

Colombia tiene aproximadamente 48 millones de habitantes y distancias de uno u otro extremo de 1.000 a 1.500 km y se comercializan aproximadamente las siguientes cantidades de luminarias:

Tabla 18-8 Proyección de luminarias disponibles en Colombia (Unidades)

Año	Fluorescentes	LED	Incandescentes
2013	50.874.791	S/I	28.745.000
2018	58.575.625	S/I	0
2023	65.244.354	S/I	0

S/I: Sin información
Fuente: LUMINA, 2013

En Colombia se estima que el 70% de las luminarias fluorescentes se destinan al sector industrial y comercial, y tan sólo el 30% al sector residencial.

18.3.4.1 Marco legal y proceso de implementación de la REP

Para recuperar las luminarias fuera de uso con contenido de mercurio, consideradas como residuos peligrosos, se implementó el programa REP "LÚMINA" (www.lumina.com.co), conforme a lo exigido en la resolución 1511 de Agosto de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo (MAVDT). El programa se inició el año 2012, encontrándose en el segundo año de implementación.

Cuándo se promulgó dicha normativa, que obliga a los productores hacerse responsable de sus productos posconsumo, se reunieron inicialmente 86 productores para discutir y acordar los procedimientos para la implementación del sistema de recuperación asociado a la REP. Este proceso fue liderado por la Cámara del Sector de Electrodomésticos de Colombia y demoró 6 meses hasta lograr un acuerdo. Finalmente quedaron 76 productores asociados al programa, representando a aproximadamente el 90% del mercado nacional.

En septiembre del 2011 se logró fijar los acuerdos entre los participantes en un "**Reglamento** del Colectivo conformado para desarrollar al interior de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia – ANDI, un Programa Posconsumo de Bombillas".

Entre los acuerdos se estableció que la Cámara del Sector de Electrodomésticos se hiciera cargo de implementar el sistema integrado de gestión (SIG), asignando de común acuerdo un presupuesto para la ejecución del programa REP y dándole atribuciones para contratar en forma pública a los gestores recuperación de las lámparas.

El reglamento también contiene artículos muy estrictos sobre la "**Confidencialidad de la Información de los Miembros**".

La **resolución 1511** del MAVDT exige un aumento de recuperación del 5% por año de las luminarias comercializadas, hasta llegar a la meta de recolección del 60% el año 2023.

Los productores que comercializan menos que 3.000 lámparas al año están **exentos al cumplimiento** de la normativa y no participan entonces de la REP, lo mismo aplica a

productores de ampolletas especiales como los provenientes del sector salud automotriz y aeronáutica.

No se permite cobrar al consumidor al momento de la recuperación o entrega del producto posconsumo (residuo), el costo respectivo debe considerarse dentro del precio del producto.

También cabe mencionar la reciente Ley N° 1672 sobre gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos - RAEE, publicado el 19 de julio de 2013, que tiene en cuenta entre sus principios rectores: la **responsabilidad extendida del productor**, participación activa de productores, comercializadores y usuarios, la creación de estímulos, la descentralización, la innovación de ciencia y tecnología, el ciclo de vida del producto, la producción y el consumo sostenible, y la prevención.⁶³ Sin embargo, dicha ley no menciona nada específico en relación a las lámparas.

18.3.4.2

Gestión de los residuos

Como **destino final** de las lámparas con mercurio, en el país existen tres rellenos de seguridad además de una planta de proceso térmico⁶⁴ que recupera el mercurio mediante evaporación y succión, quedando el vidrio restante libre de mercurio. Del vidrio obtenido se fabrican por ejemplo bloques para aplicaciones en la construcción. Mientras que del mercurio no se ha logrado obtener la pureza suficiente para reincorporarlo en los procesos productivos en Colombia, por lo que se acopia para su exportación. Se pretende implementar más de estas plantas de recuperación de mercurio en el país.

Para la **recolección**, se han implementado 7 centros de acopio en el país, donde el **sector industrial y comercial** (incluidos edificios corporativos y públicos, hospitales, etc.) entrega directamente sus lámparas al programa de posconsumo. De estos centros, cuatro se ubican directamente en el destino final, es decir en rellenos de seguridad para residuos peligrosos. Este sector es responsable de llevar un registro del origen como las cantidades y tipos de lámparas generados, para así garantizar la trazabilidad del residuo.

Por otra parte, se han implementado 160 puntos de recolección para el **sector residencial** a nivel del país.

Los puntos de recolección consisten en pequeños contenedores de polietileno especialmente diseñados, con una capacidad máxima de 40 kg, ubicados principalmente en centros comerciales o lugares de afluencia masiva. Un punto de recolección generalmente cuenta con un contenedor grande para el almacenamiento de tubos 35

63 Ver ley: www.residuoselectronicos.net/archivos/documentos/LEY_1672_DEL_19_DE_JULIO_DE_2013.pdf

64 Contacto: Elena Gavrilova, Gerencia@innovaambiental.com.co

mm y otro mediano para tubos 26 mm, además de uno pequeño para las lámparas de bajo consumo (bajo la mesa, ver fotografía a continuación).



Figura 18-17 Ejemplo de un punto de retiro

Fuente: Programa Posconsumo Iluminación, Cámara Electrodomésticos de Colombia

Actualmente, se ha contratado 4 empresas **gestores de residuos** para efectuar el retiro de las lámparas recolectadas en los puntos de recolección residencial y el transporte hacia 7 centros de acopio en el país. Un aspecto relevante en este contexto ha sido que, al inicio del programa sólo hubo dos gestores a nivel país, mientras que el aumento a 4 gestores ha permitido generar una mayor competitividad y una reducción de los costos específicos.

18.3.4.3

Presupuesto

El programa REP se inició el año 2012 con un presupuesto aproximado de \$380 millones de pesos chilenos (\$COP 1.400.000.000), aportado por los productores, con el fin de cumplir la meta de recuperar el 5% de las luminarias con mercurio vendidas, lo que se cumplió totalmente.

Para poder cumplir la meta al 2013 de un 10%, se aumentó el presupuesto a alrededor de 580 millones pesos chilenos (\$COP 2.150.000.000).

Se estima que al 2012 se recolectaron cerca de 254 toneladas de estos residuos⁶⁵.

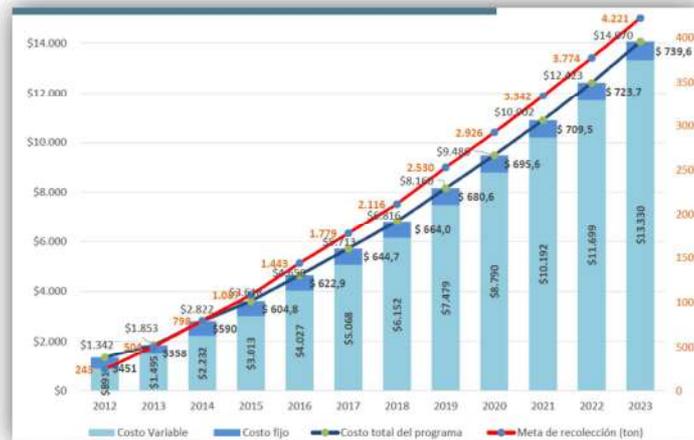


Figura 18-18 Presupuesto proyectado según meta de recolección
Fuente: Programa Posconsumo Iluminación, Cámara Electrodomésticos de Colombia

Las 76 empresas asociadas al programa pagan alrededor de \$1,25 millones de pesos chilenos por año como costo fijo en forma igualitaria, más un costo variable según el flujo de comercialización, es decir de la cantidades puestas en el mercado, fluctuando en un costo adicional de \$0,75 millones por año para las empresas más pequeñas (ventas de alrededor de 25.000 ampollitas) hasta 150 millones de pesos chilenos por año en caso de la empresa más grande. Lo anterior, resulta en un **costo unitario de aproximadamente 9 pesos por ampollita comercializada**. Obviamente, este costo unitario aumentará en la medida que incrementen las metas de recuperación.

Por lo anterior, se indica que no tiene sentido visualizar impreso el costo de la recuperación por ampollita en su envase, dado que este valor está aumentando progresivamente.

Por otra parte, las cantidades de residuos a recuperar no aumentan linealmente en relación con el crecimiento de la tasa de recuperación, sino que en una proporción mayor, dado que como segunda variable influye el aumento explosivo de venta de luminarias fluorescentes de bajo consumo. Es decir, no solo aumenta anualmente la tasa

⁶⁵ Estudio de recopilación y análisis de experiencias de gestión público-privada relacionadas con la Responsabilidad Extendida del Productor desarrollados en Chile y Colombia, con sus respectivas propuestas de mejoramiento. GIZ, MMA Colombia y Chile 2013.

de recuperación sino además la cantidad de luminarias sobre la cual se aplica dicha tasa, por lo que las cantidades a recuperar crecen rápidamente. Cabe mencionar, que en caso de Colombia la venta de fluorescentes aumentó de 24 millones de unidades al 2007 a 45 millones al 2012.

18.3.4.4

Organización

Por el momento (año 2013) sólo trabajan un coordinador y un asistente en el programa, no obstante para el año 2014 está considerado contratar adicionalmente un profesional que audite a los gestores y un auxiliar.

El Ministerio del Medio Ambiente colombiano tiene profesionales especialmente contratados para los diversos programas de posconsumo (REP) quienes vigilan los puntos de recogida de los residuos y hacen un control anual de los programas respectivos. Si bien el programa de lámparas cumplió con la meta del 5%, hay algunos productores que no participan en el programa, los que no son sancionados, dado que la normativa no señala nada concreto al respecto. Este es un aspecto relevante que debería cambiarse para crear un mercado de competencia leal.

El programa de posconsumo también se encarga de la **difusión** del programa REP en regiones, en donde también se incorporan las municipalidades para educar y capacitar a los ciudadanos. Esto es muy importante para que los ciudadanos (generadores de residuos), se hagan co-responsables y partes del programa REP, pues es prácticamente imposible controlar y obligar a los ciudadanos a llevar estos residuos a los puntos de retiro.

En Anexo 5 se presenta reglamento del programa post-consumo de bombillas de Colombia.

18.4 Cálculo de la contribución de los adherentes en los sistemas colectivos

A grandes rasgos, se trata de llevar los fluorescentes a puntos verdes (por ejemplo en centros comerciales) o puntos limpios (normalmente municipales), y desde allí transportarlos hasta centros de acopio y las plantas de reciclaje, cuyo costo finalmente terminan pagando los usuarios. Recoger un fluorescente en una zona apartada puede representar incluso un valor equivalente al de varias veces el propio costo del producto, sólo debido al costo del transporte.

El programa REP en **Colombia**, que recién se inició el año 2012, tuvo un presupuesto aproximado de \$380 millones de pesos chilenos (\$COP 1.400.000.000), aportado por los productores, con el fin de cumplir la meta de recuperar el 5% de las luminarias con mercurio vendidas, lo que se cumplió totalmente. Para poder cumplir la meta al 2013 de un 10%, se aumentó el presupuesto a alrededor de 580 millones pesos chilenos (\$COP 2.150.000.000). Lo anterior, resulta en un costo unitario de aproximadamente **\$Ch 9 por ampolleta comercializada**. Obviamente, este costo unitario aumentará en la

medida que incrementen las metas de recuperación. Más detalles se encuentran en la sección 2.3.3.3 Presupuesto.

Como media en **España**, este costo está entre los 30 ó 40 céntimos de Euro por unidad, equivalente a **\$Ch 210 a 280 por unidad recuperada**.⁶⁶ Sin embargo, dado que España tiene varios SIG, también es uno de los más caros de Europa.

En Anexo 4 se presentan antecedentes económicos de ECOLUM (estado financiero) y de AMBILAMP (Balances de situación y Cuentas de pérdidas y ganancias).

El costo de los SIG varía mucho según país, debido a variables territoriales locales, tales como distancias de transporte, topografía, clima y logística en general. Pero también depende del poder entregado a los productores y su SIG de negociar los precios para los servicios de logística y reciclaje. De acuerdo a la experiencia internacional, los precios son 3 veces más altos dentro de un mercado con alto poder del Productor, como se puede observar en el siguiente gráfico.



Figura 18-19 Costos de logística/reciclaje por tonelada de lámparas posconsumo recogidas/recicladas

Fuente: Presentación Christoph Vanderstricht, Seminario de Valorización de Residuos, REP de Lámparas y Luminarias Post-Consumo, Santiago, 17 Octubre 2013

Del rango visualizado en el gráfico, se puede deducir lo siguiente respecto a los costos:

⁶⁶ Fuente: Reciclaje obligado por la directiva RAAE de las lámparas fluorescentes, <http://www.voltimun.es>.

- En un mercado con alto poder del Productor, el costo específico asociada a la logística de residuos de lámparas recolectados se mueve en un rango bastante amplio de 400 a 2.200 €/t, mientras que el costo relacionado a los procesos de reciclaje es por sobre los 1.100 €/t, equivalente a un total promedio de 2.400 €/t y total máximo de 3.300 €/t.
- En un mercado con alto poder del Comprador, el costo específico asociada a la logística de residuos de lámparas recolectados se mueve en un rango bastante pequeño de 300 a 500 €/t, mientras que el costo relacionado a los procesos de reciclaje de 200 a 500 €/t, equivalente a un total promedio de 750 €/t y total mínimo de 600 €/t.
- Considerando un peso promedio de un tubo fluorescente de 0,2kg, el costo por su recuperación y reciclado se encuentra, dependiendo del país y SIG, en un rango de entre 0,12 y 0,66 €/unidad, equivalente a **84 a 462 Ch\$/unidad**.

18.5 Los mercados en el manejo de residuos

La constitución propia de las lámparas hace que el transporte, la recolección y el almacenamiento sean procesos delicados. Entre los aspectos físicos a tener en cuenta están:

- **Fragilidad:** están constituidas en su mayoría por vidrio de pocos milímetros de espesor, por lo tanto se trata de un producto frágil, lo que afecta considerablemente las condiciones de transporte y almacenamiento.
- **Contenido:** los constituyentes son de carácter nocivo, por lo tanto es necesario tomar precauciones durante su manipulación. Una rotura del recipiente provoca la fuga de los materiales, truncando cualquier acción posterior sobre la lámpara.
- **Relación peso/volumen:** son elementos de poco peso en comparación con su volumen, lo que dificulta su transporte y almacenamiento.
- **Forma:** tienen múltiples formas y tamaños lo que no facilita su apilamiento.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que se trata de un producto de **consumo disperso**, lo que dificulta su recolección. En resumen, **se trata de residuos voluminosos que no se pueden compactar, de difícil recolección, clasificación, transporte y almacenaje**. A lo anterior se agrega que se trata de un **residuo peligroso**, lo que involucra **exigencias especiales y costosos** para su manejo.

18.5.1 Alternativas de almacenamiento y recogida

Debido a lo anterior y para un adecuado transporte, el almacenamiento de los tubos y ampollitas debe impedir que se rompan y se libere vapor de mercurio. Para esto existen pallets que impiden que los tubos se deslicen y cajas o contenedores especiales, como los que se muestran en la figura siguiente.



Figura 18-20 Ejemplos de almacenamiento para lámparas

Fuente: MAVDT, 2010 y www.ambilamp.es

En todo el mundo, existen tres **tipos de consumidores** de lámparas bien diferenciados:

- Sector industrial,
- Sector servicios, y
- Pequeño consumidor.

En el primer y segundo caso, por tratarse de grandes consumidores, resulta más fácil realizar la recolección. En contrapartida, para el pequeño consumidor, cuando la lámpara llega al final de su vida útil representa un objeto de manejo engorroso, si se pretende participar en un **sistema de recolección selectiva**.

Una estrategia incorporada en países que cuentan con sistemas de gestión, es establecer **puntos de recolección** de los residuos, ya sea en centros municipales, en comercios y otros establecimientos, de forma de facilitar la inclusión de los pequeños consumidores, en el circuito de reciclaje.

Más detalles respecto al almacenamiento se presentan en la sección 2.2.2.2 AMBILAMP.

18.5.2 Alternativas tecnológicas de recuperación

En relación a las **emisiones antropogénicas de mercurio** al medio ambiente, la disposición final de lámparas de mercurio representa solamente el 1% del total. Sin embargo, se ha despertado un especial interés en el manejo de esta corriente de residuos, dado que representa una de las principales fuentes de ingreso de mercurio a los vertederos y rellenos sanitarios municipales. Esta condición ha incentivado el desarrollo de tecnologías que permitan la recuperación del mercurio contenido en las lámparas antes de desecharlas.

De acuerdo a estudios de ECOLUM, un 76,47% de los tubos fluorescentes es reciclable, un 22,93% es valorizable energéticamente y solo un 0,6% debería ir a disposición como residuo peligroso.

Las tecnologías utilizadas van desde máquinas modulares que trituran las lámparas y tubos empacando los residuos en contenedores especiales para su posterior procesamiento o reciclado, hasta instalaciones de mayor escala. Por lo general, las tecnologías para reciclar los fluorescentes son destilación al vacío o tratamiento térmico con recuperación de mercurio. Estos sistemas de procesamiento en seco por lo general separan y rompen todas las formas geométricas de lámparas fluorescentes en sus diferentes componentes: vidrio, aluminio, mercurio y un polvo con contenido de fósforo. Además utilizan filtros (de presión y de carbón) para asegurar que las emisiones atmosféricas estén libres de vapor de mercurio. Estos sistemas por lo general permiten procesar la mayoría de tipos de lámparas, incluidas las rectas, las en forma de U y las revestidas fluorescentes, así como de vapor de mercurio, sodio de alta presión, de halogenuros de metales, rayos ultravioleta, fluorescentes compactas y lámparas de descarga de alta intensidad HID.

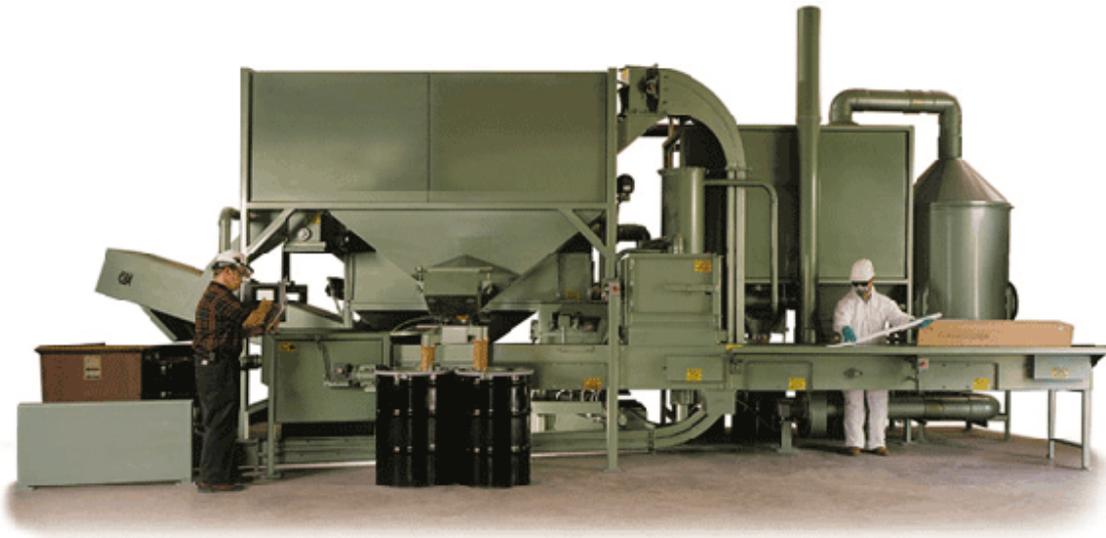


Figura 18-21 Plantas de reciclaje de lámparas fluorescentes

Fuente: www.lampequipment.com, www.cfl-lamprecycling.com

Como tratamiento "in situ" existen las trituradoras de lámparas también llamadas "Bulb Eater", que rompen y transforman lámparas fluorescentes usadas de cualquier longitud en material reciclable, captando los vapores de mercurio liberados en un filtro de carbono activado. El sistema, que está montado en un contenedor permite adecuar de manera eficaz los tubos para su posterior envío a una planta procesadora de tubos fluorescentes.



Figura 18-22 Trituradoras de lámparas

Fuentes: <http://www.lwsd.org/News/News-and-Announcements/Pages/Bulb-Eater-Saves-LWSD-Green.aspx>;
<http://www.indiamart.com/saradjain-associates/products.html>
www.cfl-lamprecycling.com

18.5.3 Posibilidad de exportar los residuos de lámparas

Respecto a la posibilidad de exportar los residuos hacia países que cuenten con la infraestructura requerida, cabe mencionar el **Convenio de Basilea**, que es un tratado ambiental internacional vigente desde 1992 ratificado por Chile, que regula estrictamente el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y estipula obligaciones a las partes para asegurar el manejo ambientalmente racional de los mismos, particularmente en lo referente a su disposición

Dado que los tubos y ampollas fluorescentes contienen mercurio, este tratado aplica a estas lámparas posconsumo.

El convenio impone reglas para la importación y exportación de desechos peligrosos, lo que implica el establecimiento de protocolos para manejar su movimiento y disposición

final. Además, reconoce que la forma más efectiva para proteger la salud humana y el ambiente de los daños producidos por los desechos se basa en la máxima reducción de su generación en cantidad y/o peligrosidad. Los principios básicos del Convenio de Basilea son:

- El tránsito transfronterizo de desechos peligrosos debe ser reducido al mínimo consistente con su manejo ambientalmente apropiado.
- Los desechos peligrosos deben ser tratados y dispuestos lo más cerca posible de la fuente de su generación. Si el país cuenta con la tecnología necesaria para su adecuada gestión e incluso valorización, no deben ser exportados.
- Los desechos peligrosos deben ser reducidos y minimizados en su fuente.

En este contexto, Chile actualmente no cuenta con la infraestructura necesaria para la valorización de algunos componentes de las lámparas (por ejemplo tierras raras o mercurio), por lo que eventualmente la exportación podría ser una alternativa, si existiese un destino autorizado que pudiese recuperar materias primas secundarias (como es el caso, por ejemplo, de algunos componentes de residuos electrónicos), aunque a la fecha no se tiene información al respecto.

18.6 Experiencias de los principales productores multinacionales

Para revelar posibles experiencias REP en el sector de lámparas, se envió una encuesta a los principales productores del país, cuyos resultados revelan que actualmente no se está desarrollando iniciativas de recogida de luminarias en Chile, ya que están a la espera de la promulgación de Ley de Residuos que incluye a la REP.

No obstante, estas empresas cuentan con políticas a nivel internacional que incluyen la REP dentro de sus fundamentos, como se indica a continuación.

En general, se observa que todas las marcas asociadas a grandes empresas a nivel internacional cuentan con políticas o declaraciones orientadas al desarrollo del ecodiseño y a la gestión apropiada de los residuos fuera de uso, pero no todas han aplicado aún dichos estándares a nivel nacional.

18.6.1 PHILIPS⁶⁷

Hace más de tres décadas que la empresa viene incorporando la **responsabilidad ambiental** en su estrategia de desarrollo de productos y procesos, de modo cada vez más determinante. La preocupación con la preservación del medio ambiente está directamente relacionada al planeamiento estratégico, donde productos, procesos y

⁶⁷ Fuente: www.philips.com

servicios son revisados, planeados y producidos con ese objetivo. Desarrollar productos que causen el menor impacto posible al medio ambiente es la base del principio del negocio sustentable, sea por la disminución de su peso, menor uso de sustancias tóxicas, reducción de consumo de energía, reciclaje y desecho de embalajes, o por creer que la prevención es aún la mejor solución.

La empresa anunció sus planes para ayudar a los consumidores a reciclar los productos electrónicos por medio de las siguientes iniciativas:

- Proyectos-piloto de reciclaje voluntario de productos en India, en el año 2008, y luego en Brasil y Argentina, en 2009, mercados donde aún no hay leyes sobre la descarga de productos electrónicos o donde las leyes todavía se discuten y no han sido implementadas. Dichos proyectos posibilitarán una experiencia importante para la creación de la infraestructura necesaria para los sistemas de reciclaje de productos electrónicos en estos países. Ello representará el punto de partida para proyectos potenciales en otros países.
- En América del Norte, Japón y en los 27 países miembros de la Unión Europea - donde la legislación define la infraestructura de reciclaje -, trabajará en conjunto con varios stakeholders, como gobiernos nacionales y locales, representantes de la industria, minoristas y empresas de reciclaje para maximizar los resultados y mejorar el desempeño de la mencionada infraestructura.
- Philips complementará la información disponible en su página web, a fin de ayudar a los consumidores para que depositen en estaciones de recolección los productos que ya no utilizan.
- La empresa integra una iniciativa global llamada Solving the E-Waste Problem (StEP), que se lanzó oficialmente en marzo de 2007 e incluye miembros como las Naciones Unidas, gobiernos, ONGs, empresas como Hewlett-Packard, Microsoft, Dell, Ericsson, Cisco Systems y compañías de reciclaje. Uno de sus principales objetivos es estandarizar los procesos de reciclaje en el ámbito mundial y, con ello, facilitar la separación de componentes valiosos, ampliar el ciclo de vida de los productos y armonizar el marco legal y las políticas mundiales acerca del tema. Otra de las grandes metas de la iniciativa es elaborar una guía mundial sobre cómo manejar la basura electrónica, a fin de apurar al máximo la recuperación de los materiales. StEP pretende asimismo aplicar su especialidad en beneficio de la capacitación en los países en vías de desarrollo.

18.6.2 GENERAL ELECTRIC⁶⁸

GENERAL ELECTRIC DE CHILE S.A, representa a Consumer & Industrial de GE en Chile.

⁶⁸ Fuente: www.generalelectric.com

GE se ha comprometido a lograr un nivel de excelencia en términos de medio ambiente, salud y seguridad (EHS en sus siglas en inglés). Esta responsabilidad se extiende a directivos y empleados de todos los sectores por igual. A nivel internacional mantiene el programa Ecoimagination.

Ecomagination, es una iniciativa de negocio, a través de la cual, GE viene desarrollando soluciones amigables con el medio ambiente que permiten poner al alcance de los consumidores y clientes productos con eficiente consumo de energía e impacto ambiental.

El programa ha hecho posible que GE no sólo ajuste sus unidades de negocios para lanzar más de 80 productos amigables con el medio ambiente en 2009, sino que internamente, la compañía ha modificado sus operaciones para reducir sus impactos ambientales. Entre 2006 y 2008, GE redujo sus emisiones de carbono de 10.8 millones de toneladas a 6.5 millones. Así mismo, para 2012, GE se comprometió públicamente a reducir su consumo de energía en un 20%.

18.6.3 OSRAM⁶⁹

La empresa mantiene actualmente un programa denominado Global Care, e indica que la protección del medio ambiente ha sido durante mucho tiempo el centro de sus esfuerzos. Desde el uso económico de los recursos, prescindir de los residuos y materiales dañinos hasta el desarrollo de lámparas de bajo consumo y sistemas - desde el desarrollo y fabricación comercial hasta su eliminación y reciclaje.

En su política indica que: "La Sostenibilidad representa un compromiso de responsabilidad medioambiental a nivel mundial. Como líder en soluciones innovadoras de luz, estamos plenamente volcados en que nuestros productos y procesos contribuyan a solventar situaciones de peligro medioambiental, abordando necesidades económicas y protegiendo el medio ambiente tanto para el presente como para el futuro".

Uno de los aspectos clave que evidencia la empresa es el constante desarrollo de productos de ahorro energético, que contribuyen de una forma importante a reducir el cambio climático.

18.6.4 LG ELECTRONICS⁷⁰

De acuerdo a la información declarada, LG Electronics practica cuatro estrategias clave de diseño ecológico:

⁶⁹ Fuente: www.osram.cl

⁷⁰ Fuente: www.lg.com

- Mejorar la eficiencia de uso de recursos al utilizar materiales naturales y/o reciclables.
- Reducir el uso de materiales peligrosos; prohíbe el uso de seis sustancias peligrosas (plomo, mercurio, cadmio, cromo hexavalente y PBB/PBDE), emplea retardantes a la llama libres de halógenos y se abstiene de usar cualquier otra sustancia que pudiera ser perjudicial para el cuerpo humano.
- Mejorar el ahorro de energía minimizando el consumo de energía y el uso de electricidad en modo de espera.
- Mejorar la capacidad de reciclaje eligiendo materiales que puedan reciclarse fácilmente. Durante las etapas de producción y planificación, se busca asegurar que un producto determinado pueda desmontarse fácilmente. Luego, se mejora la capacidad de reciclaje en general al reducir la cantidad de piezas individuales.

LG Electronics adoptó el sistema Análisis del ciclo de vida [LCA] para el desarrollo de sus productos y continúa con el desarrollo de sus productos ecológicos por etapas.

Aunque el desarrollo de numerosos esquemas de reciclaje para cumplir con las normas de devolución ha alcanzado beneficios ambientales considerables a bajo costo, LG indica que no proporcionan incentivos directos de diseño ecológico para los fabricantes individuales y que se estima que los sistemas de devolución basados en la responsabilidad de los productores individuales podría proporcionar tales incentivos. También creemos que una posible solución de identificación técnicamente y económicamente viable estará disponible en un futuro cercano.

Se promueve el uso de plásticos reciclados como un medio para reducir la cantidad de desperdicio generado durante el desarrollo del producto y su fabricación, y para minimizar en general el desperdicio de recursos. Como resultado, el uso de plásticos reciclados (plásticos postindustriales) en los productos LGE representa aproximadamente un 11 por ciento. Se espera aumentar el uso de plásticos reciclados al 25%.

Junto con otras compañías asociadas, se lleva a cabo el Green Program de LG Electronics, un programa de certificación que promueve la conciencia ambiental, en un intento para lograr la reducción del uso de sustancias peligrosas en los productos de consumo y para reducir los daños al medio ambiente causados por estas sustancias. Este programa fue diseñado para cumplir con las normas internacionales sobre sustancias peligrosas, eliminando su uso durante la etapa de producción de materias primas y piezas, así como para minimizar el impacto negativo en el medio ambiente. El programa está, por lo tanto, destinado a todas las compañías asociadas con LG Electronics que suministran piezas y otros materiales. Desde 2005, los productos LG no contienen ninguna de las seis sustancias peligrosas especificadas por la Unión Europea.

LG Electronics Chile se comprometió a diseñar un sistema logístico de entrega de residuos a instituciones autorizadas por el Gobierno y entregar información detallada sobre los productos electrónicos presentes en el mercado nacional.

19. ETAPA 3: ESCENARIOS PARA LA EVALUACIÓN

19.1 Método de evaluación

La evaluación de los impactos ante la implementación de la REP en el sector lámparas en Chile (Etapa 4 del presente estudio), se efectúa en base a **dos escenarios** de implementación de la REP en Chile, cada uno con diferentes **metas de recuperación de las lámparas posconsumo para los años 2018 y 2023**, los que se contrastan con el Escenario Base, evaluando en cada uno de ellos los elementos económicos, ambientales y sociales resultantes.

Para lo anterior, se propone el siguiente método de evaluación de impactos (ver recuadro).

MÉTODO DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS

- **Base de Evaluación:** Corresponde a la situación actual de los productos comercializados y recuperados, y del actual manejo de sus residuos, sin reglamentación.
- **Escenario 1 de Evaluación:** Considera la implementación de la REP con metas blandas de recuperación de las lámparas fluorescentes posconsumo, fáciles de alcanzar.
- **Escenario 2 de Evaluación:** Contempla la implementación de la REP con metas más duras de recuperación de las lámparas fluorescentes posconsumo, a cumplir comparablemente con más esfuerzo.
- **Metas:** Definidas en porcentajes de recuperación de las lámparas fluorescentes comercializadas en promedio durante los últimos 5 años (con el fin de equilibrar las fuertes fluctuaciones anuales del mercado). Las metas no se diferencian por tipo de lámpara (tubos o ampollita) ni por su procedencia (domiciliario, servicios o industrial). No se ha considerado metas de reciclaje, dado que inicialmente, lo más importante es recuperarlas y disponerlas adecuadamente, por tratarse de residuos peligrosos.
- **Gradualidad de la REP:** Considera una implementación paulatina de la REP, que supone la promulgación de la "Ley Marco para la Gestión de Residuos y REP" y el fomento de REP voluntaria durante el 2014, un proceso participativo con los productores que finaliza durante el 2015 con la promulgación de un Decreto REP para lámparas, que fija una meta de recuperación para el año 2018 y otra más exigente para el año 2023.

19.2 Principales antecedentes para la definición de los escenarios

Considerando que en la actualidad la recuperación de los tubos y ampollas fluorescentes en Chile para su eliminación autorizada es de tan sólo 1,5% y sólo a nivel industrial y comercial (ver Etapa 1: "Diagnóstico"), debe implementarse un sistema completamente nuevo. De acuerdo a la Etapa 2: "Experiencias a Nivel Internacional" del presente estudio, en esta misma situación estaban los países de la comunidad europea (CE), antes de la entrada de vigencia de la Directiva RAEE (2002/96/CE), que les imponía la REP y las primeras metas a cumplir para fines del año 2006. Entonces, en la CE se cuenta con más de 10 años de experiencia de la REP en el sector lámparas y más de 7 años respecto al control de cumplimiento de las metas.

De acuerdo a esa experiencia, y como se detalla en la sección 2.2.5 *Logros de los sistemas de gestión* del presente estudio, los 18 países allí analizados, a fines del año 2012 lograron recuperar en promedio alrededor del 30% de las lámparas posconsumo. En la siguiente figura, que es un extracto de la figura 2-16, se puede observar que la tasa promedio de recuperación en la UE estaba bajando gradualmente del 2008 al 2012 y que países como España e Italia apenas alcanzan una tasa del 20%.

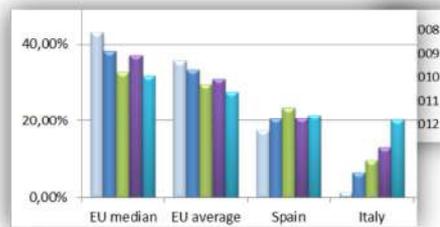


Figura 19-1 Resultados de recolección de lámparas posconsumo en la EU: 2008 - 2012

Fuente: Extracto Figura 2-16

Estos antecedentes son **indicadores para suponer que en Chile difícilmente sería factible lograr tasas de recuperación más altas que el 25% durante los próximos 10 años (año 2023)**, tomando en cuenta además las dispersión de los residuos generados a largo de los más de 4.000 km del país y la respectiva logística para su recolección requerida.

19.3 Escenarios y metas para evaluación

Tomando en cuenta lo anterior, se ha propuesto evaluar los siguientes escenarios para la implementación de la REP en el sector lámparas en Chile.

Tabla 19-1 Metas de recuperación de lámparas posconsumo propuestas para escenarios de evaluación

Escenario	2013	2018	2023
1	1,5%	5%	20%
2	1,5%	10%	25%

Fuente: Metas acordadas con MMA

Cabe mencionar que estos escenarios y metas fueron acordados previamente con la Contraparte en una reunión efectuada el 22 de noviembre del 2013 en el MMA.

19.4 Cantidades de residuos susceptibles de ser recolectados

19.4.1 Cantidades totales según Escenario

Basado en las metas de recuperación de residuos supuestos por escenario (tabla 4-1), se proyectan las siguientes cantidades a recuperar en Chile.

Tabla 19-2 Proyección de las tasas de recuperación de residuos según Escenario

Lámparas	Situación base	Escenario 1		Escenario 2	
	2012	2018	2023	2018	2023
Total residuos de lámparas fluorescentes generados					
Toneladas generadas	2.764 t	4.101 t	6.605 t	4.101 t	6.605 t
Unidades generadas	16.752.333	24.855.101	40.029.388	24.855.101	40.029.388
Residuos de lámparas fluorescentes recuperados de acuerdo a Escenarios de evaluación					
Tasa de recuperación	1,5%	5%	20%	10%	25%
Cantidades recuperadas	40 t	205 t	1.321 t	410 t	1.651 t
Unidades recuperadas	200.000	1.242.755	8.005.878	2.485.510	10.007.347

Fuente: Elaboración propia, ECOING

19.4.2 Cantidades según fuente de generación

Estas cantidades de residuos de lámparas se deben diferenciar por su origen o actor generador, dado que requieren diferentes sistemas de recuperación. Estos actores corresponden a:

- a) **Industria y grandes generadores** (incluido instituciones públicas y privadas, edificios corporativos, centros comerciales), que actualmente **generan aproximadamente el 40%** del total de residuos de lámparas.
- b) **Domicilios**, que actualmente **generan aproximadamente el 60%** del total de residuos de lámparas.

Tomando en cuenta la experiencia internacional, se debe considerar para Chile que con la REP y la implementación de un sistema integrado de gestión será mucho **más fácil acceder a los residuos provenientes de la "Industria y grandes generadores" que a los provenientes de los "Domicilios"**, debido a las siguientes razones:

- La industria y los grandes generadores concentran grandes cantidades de lámparas posconsumo en un punto mientras los domicilios los generan dispersamente en pequeñas cantidades a lo largo del país.
- La industria generalmente cuenta con políticas ambientales y compromisos asociados a permisos ambientales, que les obligan a disponer sus residuos adecuadamente, especialmente los de tipo peligroso, como es el caso de las lámparas fluorescentes.
- Los ciudadanos están acostumbrados a eliminar sus lámparas fuera de uso con la basura, dado que nunca existió otra alternativa.
- Los ciudadanos no las consideran como un residuo peligroso, lo que involucra crear conciencia sobre la peligrosidad y la necesidad de disponerlos adecuadamente.
- Dada la baja cantidad y frecuencia de los residuos generados en los domicilios, no es factible y no aplica una recolección casa a casa, por lo que hay que acostumbrar a los ciudadanos llevar sus lámparas fuera de uso a puntos de entrega específicamente habilitados.
- En consecuencia, para los Domicilios se requiere de un proceso de mayor esfuerzo, especialmente relacionado con la educación y sensibilización ciudadana, y que es comparativamente más lento hasta poder recuperar residuos en cantidades relevantes.

Dado lo anterior, se ha supuesto para ambos Escenarios que inicialmente (año 2018) un 80% del total de los residuos recuperados provendría de la "Industria y grandes generadores" y sólo un 20% de los "Domicilios". Sin embargo, en el **Escenario 2 se supone un mayor esfuerzo de sensibilización poblacional**, por lo que se logra una recuperación del 30% proveniente del sector domiciliario al año 2023.

Tabla 19-3 Cantidades de residuos recuperados según fuente de generación y Escenario

Ítem	Valor base	Escenario 1		Escenario 2	
	2012	2018	2023	2018	2023
Tasa de recuperación	1,5%	5%	20%	10%	25%
Total Unidades recuperadas	200.000	1.242.755	8.005.878	2.485.510	10.007.347
Total Cantidades recuperadas	40 t	205 t	1.321 t	410 t	1.651 t
a) Industria y grandes generadores	100%	80%	80%	80%	70%
Unidades recuperadas	251.285	994.204	6.404.702	1.988.408	7.005.143
Cantidades recuperadas	40 t	164 t	1.057 t	328 t	1.156 t
b) Domicilios	0%	20%	20%	20%	30%
Unidades recuperadas	0	248.551	1.601.176	497.102	3.002.204
Cantidades recuperadas	0 t	41 t	264 t	82 t	495 t

Fuente: Elaboración propia, ECOING

Comparando los resultados plasmados en la tabla anterior, se revela lo siguiente:

- Resulta una duplicación de las cantidades recuperadas desde los Domicilios comparando los años 2018 y 2023 en ambos Escenarios, lo que se considera factible de lograr mediante el mayor esfuerzo de sensibilización poblacional.
- En caso de la Industria y grandes generadores, el aumento de recuperación entre los años 2018 y 2023 es considerable, aproximadamente 650% y 350%, de acuerdo al Escenario. Esto se logra fácilmente mediante comunicación directa con las industrias, comercios e instituciones, pero también a través de las asociaciones gremiales y otras agrupaciones.

19.5 Sistemas de recuperación y destinos considerados

Por lo general, se distinguen entre dos sistemas de recuperación de residuos:

- Sistemas de entrega: El generador entrega sus residuos en un punto determinado.
- Sistema de recogida: Un tercero recolecta los residuos en la fuente de generación.

19.5.1 Sistemas de recuperación supuestos según fuente de generación

Como ya se ha mencionado, el sistema de recogida casa a casa de las lámparas fuera de uso generalmente no aplica en caso de los **Domicilios**, dado las pequeñas cantidades de residuos y la baja e irregular frecuencia de generación. En consecuencia, para efectos de la presente evaluación, se ha considerado que los ciudadanos (Domicilios) entregan sus residuos en Puntos Limpios [PL] (municipales) y Puntos Verdes [PV] (malls, grandes tiendas, supermercados y comercios especializados), donde se colocan contenedores especializados. Con cierta frecuencia, estos contenedores se retiran y transportan a Centros de Acopio [CdA] asociados al sistema de gestión integrado (SIG) de lámparas.

Para las **Industrias y grandes generadores**, generalmente a partir de cierta cantidad, se prevé un servicio de retiro gratuito, sea por parte de los gestores de residuos o por los instaladores eléctricos que hacen el recambio de lámparas fluorescentes. Para esto, los gestores e instaladores serán pagados por el SIG, para lo cual deben firmar un convenio respectivo. Los residuos recogidos por estos actores se transportan y entregan en los mismos CdA asociados a los residuos provenientes de los Domicilios.

Cabe mencionar, que tanto los domicilios como las industrias pueden entregar sus lámparas también en forma directa y gratuita en los CdA.

En las siguientes figuras se presentan los sistemas de recuperación considerados para la evaluación de los escenarios.



Figura 19-2 Sistema de recuperación propuesto para el sector industrial y grandes generadores

Fuente: Elaboración propia, ECOING



Figura 19-3 Sistema de recuperación propuesto para el sector domiciliario

Fuente: Elaboración propia, ECOING

19.5.2 Cuantificación de las instalaciones

Respecto al número de los **puntos de entrega** para los ciudadanos (Domicilios), en principio sería posible agregar contenedores especializados en los puntos considerados para recuperar envases y embalajes (EyE), que de acuerdo al Escenario 1 del respectivo estudio de evaluación de impactos⁷¹ correspondía a:

- Puntos Verdes (PV)⁷² a una densidad de cada 5.000 habitantes al año 2016 y cada 2.500 habitantes al año 2021.
- Puntos Limpios (PL)⁷³ en los Municipios con más de 50.000 habitantes al año 2016 y en los Municipios con más de 20.000 habitantes al año 2021.

Tabla 19-4 Puntos de entrega para envases y embalajes considerados en Escenario 1, con potencial de agregar contenedores para lámparas

Ítem	Año 2016	Año 2021
Nº PV	3.600	7.466
Nº PL	87	161
∑ Nº Puntos de Entrega	3.687	7.627

Fuente: Estudio ECOING, 2012

En comparación, cabe mencionar que Santiago Recicla proyecta instalar 1.000 puntos de entrega para los residuos reciclables en general.

Sin embargo, no es factible de instalar en cada uno de estos puntos contenedores para lámparas, dado que deben ubicarse en lugares protegidos con control de acceso para evitar actos maliciosos, robos y accidentes. Además, esta cantidad de puntos sería exagerada para la baja cantidad y frecuencia de generación de las lámparas consideradas a recuperar desde los Domicilios, por lo que para la evaluación se ha considerado habilitar tan solo **250 puntos al 2018 y 500 puntos al 2023** en ambos escenarios, sin distinguir entre PV y PL.

71 ECOING, 2012. Estudio de Evaluación de Impactos Económicos, Ambientales y Sociales de la Implementación de la Responsabilidad Extendida del Productor en Chile - Sector Envases y Embalajes.

72 Un Punto Verde (PV) corresponde a una agrupación de contenedores para EyE, puesto en lugares públicos o privados, en su mayoría sin atención de personal.

73 Un Punto Limpio (PL) corresponde a un centro municipal de recuperación de residuos abierto al público, donde los habitantes acceden con sus automóviles. Generalmente cuenta con atención de personal y se pueden entregar variados residuos, tales como peligrosos, muebles, electrodomésticos y escombros, aparte de EyE.

Tabla 19-5 Puntos de entrega para lámparas consideradas para evaluación y cantidades asociadas

Ítem	Valor base	Escenario 1		Escenario 2	
	2012	2018	2023	2018	2023
Tasa de recuperación proyectado sector domiciliario (%)	0,0%	1,7%	6,7%	3,3%	12,5%
Lámparas recogidas (Unidades/año)	0	248.551	1.601.176	497.102	3.002.204
Lámparas recogidas (ton/año)	0	41	264	82	495
Nº de Puntos de retiro supuestos	0	250	500	250	500
Lámparas recuperadas por punto (Unidades / año)	0	994	3.202	1.988	6.004
Lámparas recuperadas por punto (Unidades / semana)	0	19	62	38	115
Lámparas recuperadas por punto (kg / semana)	0	3	10	6	19

Fuente: Elaboración propia, ECOING

Para cada región se proyecta la habilitación de un **Centro de Acopio [CdA]**, cada uno con trituradores de lámparas con filtro de carbono activado para retener el vapor de mercurio, si el flujo de lámparas lo amerita. Lo anterior permite reducir el volumen a transportar en casi cinco veces.

Finalmente, se ha considerado la instalación de una **planta de reciclaje**, donde se separan y recuperan los diferentes materiales, como vidrio, metales, plástico, etc. A pesar de las importantes distancias de transporte en Chile, sólo se ha considerado la **implementación de una sola planta a nivel central**, dada las pequeñas cantidades de residuos generadas.

Tabla 19-6 Capacidad requerida de la planta de reciclaje de lámparas según Escenario

Ítem	Escenario 1		Escenario 2	
	2018	2023	2018	2023
Meta de recuperación (%)	5,0%	20,0%	10,0%	25,0%
Lámparas recogidas (Unidades)	1.242.755	8.005.878	2.485.510	10.007.347
Lámparas recogidas (ton)	205	1.321	410	1.651
Procesamiento en planta de reciclaje (Unidades / día)	3.884	25.018	7.767	31.273
Procesamiento en planta de reciclaje (ton / día)	0,6	4,1	1,3	5,2
Procesamiento en planta de reciclaje (Unidades / minuto)	8	52	16	65

Fuente: Elaboración propia, ECOING

Nota: Se ha considerado 1 turno de 8 horas y 320 días de funcionamiento durante el año. Cabe aclarar que la capacidad de procesamiento supone lámparas enteras, aunque las provenientes de regiones ingresarían en su mayoría previamente trituradas.

19.5.3 Resumen de sistemas de recuperación y tasas resultantes

En la tabla a continuación se resumen los sistemas de recuperación considerados para cada Escenario y las tasas de recuperación resultantes según sistema y origen de generación.

Tabla 19-7 Tasas de recuperación de residuos según origen y sistemas de recuperación supuestos según Escenario

Origen	Valor base	Escenario 1		Escenario 2		Comentario
	2012	2018	2023	2018	2023	
Tasa global de recuperación:	1,5%	5,0%	20,0%	10,0%	25,0%	Tasas acordadas con MMA
a) Industria y grandes generadores (generan el 40% del total de residuos de lámparas)	Recuperación a través de gestores de residuos	Entrega gratuita en 16 CdA (con 4 Trituradoras) + Retiro por gestores de residuos	Entrega gratuita en 16 CdA (con 8 Trituradoras) + Retiro por gestores de residuos + Retiro gratuito por instaladores eléctricos	Entrega gratuita en 16 CdA (con 16 Trituradoras) + Retiro por gestores de residuos	Entrega gratuita en 16 CdA (con 16 Trituradoras) + Retiro por gestores de residuos + Retiro gratuito por instaladores eléctricos	Escenario 2 tiene más Trituradoras. Escenario 2 cuenta con más difusión y sensibilización poblacional.
Tasa de recuperación:	3,8%	10,0%	40,0%	20,0%	43,8%	
b) Domicilios (generan el 60% del total de residuos de lámparas)	Sin sistema de recuperación	Implementación de 250 Puntos de Entrega gratuita: PL (municipales) PV (malls, grandes tiendas, supermercados, ferreterías y comercios especializados)	Aumento a 500 Puntos de Entrega gratuita: PL (municipales) PV (malls, grandes tiendas, supermercados, ferreterías y comercios especializados)	Implementación de 250 Puntos de Entrega gratuita: PL (municipales) PV (malls, grandes tiendas, supermercados, ferreterías y comercios especializados) + Mayor esfuerzo en sensibilización poblacional	Aumento a 500 Puntos de Entrega gratuita: PL (municipales) PV (malls, grandes tiendas, supermercados, ferreterías y comercios especializados) + Mayor esfuerzo en sensibilización poblacional	Escenario 1 + 2 tienen la misma cantidad de puntos de entrega. Escenario 2 tiene mayor esfuerzo en difusión y sensibilización poblacional.
Tasa de recuperación:	0,0%	1,7%	6,7%	3,3%	12,5%	

Fuente: Elaboración propia, ECOING

19.6 Balance de masa por escenario

Cabe mencionar que la alternativa de recuperación para reuso en productos similares corresponde al proceso ambientalmente más deseado, de acuerdo a la estratégica jerarquizada de la política de gestión integral de residuos sólidos. Basado en esta jerarquía, idealmente se puede suponer que del total de **metal** recuperado, un **95%** se destina al reciclaje como materias primas secundarias en plantas de fundición, generándose un 5% de pérdidas destinadas a relleno sanitario. Para los **otros materiales** posibles de recuperar se puede suponer tasas de reciclaje del **90%**. De acuerdo a lo anterior, el resumen del balance de masa para cada escenario sería el siguiente.

Tabla 19-8 Balance de masa por escenario y destino residuos de lámparas fluorescentes

Ítem	Valor base	Escenario 1		Escenario 2	
	2012	2018	2023	2018	2023
Datos base					
Total (ton)	2.764	4.101	6.605	4.101	6.605
Meta de recuperación (%)	1,50%	5%	20%	10%	25%
Lámparas recuperadas (ton)	40	205	1.321	410	1.651
Lámparas no recuperadas (ton)	2.724	3.896	5.284	3.691	4.954
Destinos supuestos					
Reciclaje en el país (ton)	0	184	1.184	367	1.480
Reciclaje fuera de país / exportación (ton)	0	0,8	5,2	1,6	6,6
Disposición legal en relleno sanitario (ton) *	0	20,5	132,1	41,0	165,1
Disposición ilegal en relleno o vertedero (ton)	2.724	3.896	5.284	3.691	4.954
Recuperación de principales materias primas secundarias					
Vidrio (ton)	0	105,7	680,6	211,3	850,8
Metal (ton)	0	34,4	221,7	68,8	277,1
Polvo de fosforo (con mercurio y tierras raras)	0	0,8	5,2	1,6	6,6
Plástico	0	43,7	281,3	87,3	351,6

(*) Corresponde al 10% de las lámparas recuperadas
Fuente: Elaboración propia, ECOING

20. ETAPA 4: EVALUACIÓN DE ESCENARIOS

20.1 Evaluación ambiental

La evaluación de los impactos ambientales se concentra en las cantidades de materias primas secundarias recuperadas, las emisiones de gases de efecto invernadero expresado como CO₂ y la demanda de energía. Adicionalmente, se toma en cuenta la reducción esperada de los impactos a las diferentes componentes ambientales, como son los suelos, aguas, aire, vegetación, etc.

20.1.1 Aspectos ambientales generales

Los residuos de lámparas fluorescentes se clasifican como un residuo peligroso por su contenido de mercurio y generan impactos negativos si se les maneja en forma inadecuada.

A nivel nacional, actualmente no existe valorización. Teóricamente es posible recuperar el 90% de los materiales mediante procesos de reciclaje que ya están siendo utilizados a nivel internacional.

20.1.2 Análisis del ciclo de vida

Para evaluar el impacto de la recuperación de residuos se debe considerar el análisis del uso de materiales, energía y emisiones de CO₂ por tonelada de lámparas en las diferentes etapas de su ciclo de vida. Siendo un producto importado, las etapas de extracción de materias primas y fabricación del producto, donde se hace uso de distintos materiales, no son considerados.

El análisis del ciclo de vida de las lámparas indica que los principales impactos ambientales se producen en la etapa de uso (95%), siendo menores en la etapa de producción (4%) y fin de vida útil (1%).⁷⁴

Las etapas relevantes dentro del país corresponden al transporte para distribución, uso y transporte para eliminación y su consecuente uso de energía y generación de CO₂. Se ha determinado que la etapa de mayor impacto en cuanto a estos componentes es el uso, si bien existe un impacto importante en la etapa de eliminación, el cual se evalúa en otros apartados de esta sección.

⁷⁴ Fuente: Ambilamp 2013

Tabla 20-1 Análisis ciclo de vida en el país lámparas fluorescentes

Etapa del ciclo de vida		Entero			Triturado		
		Energía	Materias primas (combustible)	Emisión CO ₂ equiv.	Energía	Materias primas	Emisión CO ₂ equiv.
		GJ	ton	Kg	GJ	ton	Kg
Uso (1 ton)	Transporte y distribución (radio 2.500 km)	3,4	-0,07	-232,1	3,4	-0,07	-232,1
	Uso (1)	-3.240,0	0	-450.000,0	-3.240,0	0	-450.000,0
Gestión producto fuera de uso (1 ton)	Transporte a planta de reciclaje (2)	-0,3	-0,007	-23,2	-0,07	-0,007	-4,6
	Transporte a disposición final	-2,20	-0,037	-150,2	-0,44	-0,007	-30,0
Total		-3.239,14	-0,12	-450.405,52	-3.237,11	-0,09	-450.266,80

(1) Se ejemplifica con ampolletas LFC 20 W, consumo anual 30 kWh/año, duración 6 años, peso 0,2 Kg/ampolleta

(2) Se ejemplifica con 10% a reciclaje y 90% a eliminación en relleno de seguridad

20.1.2.1

Variación en la recuperación de materiales y potencial reducción de uso de nuevos recursos

Como se indicó en el capítulo de diagnóstico, teóricamente es posible recuperar el 90% de los materiales mediante los procesos de reciclaje utilizados a nivel internacional. Del material reciclado es posible recuperar metales para fundición en nuevos usos, vidrio para uso en nuevos tubos y ampolletas o como materiales de construcción y plástico como uso alternativo en nuevos productos o en valorización energética, además de polvo de fósforo con metales raros que podría exportarse para recuperación en países que cuenten con la tecnología necesaria.

Según los escenarios propuestos, si se reciclara todo el material recuperado en procesos que eliminaran todo resto de mercurio, se obtendrían las siguientes cantidades de materias primas secundarias.

Tabla 20-2 Recuperación de materias primas secundarias (ton)

Material recuperado	Situación al 2012	Escenario 1		Escenario 2	
		2018	2023	2018	2023
Polvo de fósforos (para recuperar mercurio y metales raros)	0	0,8	5,2	1,6	6,6
Vidrio	0	105,7	680,6	211,3	850,8
Hierro	0	15,5	100,1	31,1	125,1
Cobre	0	8,7	56,1	17,4	70,1
Plomo	0	0,015	0,1	0,030	0,100
Antimonio	0	0,040	0,3	0,080	0,325
Aluminio	0	9,9	63,8	19,8	79,8
Estroncio	0	0,22	1,4	0,43	1,73
Plástico	0	43,7	281,3	87,3	351,6
Total	0	184,6	1.188,9	369,1	1.486,1

Fuente: Elaboración propia, ECOING

Considerando el escenario 1, se logra recuperar más de 34 toneladas de **metales** al año 2018 y más de 221 toneladas al año 2023, lo cual implica un ahorro equivalente en la cantidad materia prima de extracción primaria. Para el escenario 2, las cantidades a valorizar oscilan entre 69 y 277 toneladas, respectivamente.

Para el **vidrio**, se logra recuperar 105 toneladas al año 2018 y más de 680 toneladas al año 2023. Para el escenario 2, las cantidades oscilan entre 211 y 851 toneladas, respectivamente. Las cantidades recuperadas de **plástico** son similares en orden de magnitud a los metales.

Las cantidades recuperables de **polvo de fósforo**, si bien son menores, igualmente representan un aporte de materias primas secundarias. En el escenario 1 se logra recuperar 0,8 toneladas al año 2018 y más de 5 toneladas al año 2023. Para el escenario 2, las cantidades a valorizar oscilan entre 1,6 y 6,6 toneladas, respectivamente.

Tabla 20-3 Estimación de recuperación de metales ratos desde polvo de fósforo (kg)

Metal	Contenido (mg/unidad)	Escenario 1		Escenario 2	
		2018	2023	2018	2023
Itrio	126	157	1.009	313	1.261
Tierras raras (Europio, Galio, otros)	8	10	64	20	80

Fuente: Elaboración propia, ECOING

20.1.2.2 Variación en el uso de materia prima primario y materia prima secundario

Dado que las lámparas son un producto de importación, en el país no existe producción ni tampoco se vislumbra que exista en los próximos años, por lo cual no aplica una evaluación de usos de materia prima primaria y secundaria en el producto.

20.1.3 **Variación en el sistema de eliminación de los residuos (reciclaje, valorización energética y disposición final)**

La recuperación y valorización de los residuos disminuye la fracción que va a disposición final, desde un 100%⁷⁵ a un 80% en el escenario 1 y a un 75% % en el escenario 2, en términos de cantidad.

⁷⁵ Al 2012 se recuperaba un 1,5% pero igualmente el destino era eliminación (en relleno de seguridad)

En términos de volumen, se logra un ahorro de espacio en los rellenos sanitarios, tal como se indica en la tabla siguiente.

Tabla 20-4 Reducción de volumen en relleno sanitario por recuperación

Ítem	Valor base	Escenario 1		Escenario 2	
	2010	2018	2023	2018	2023
Toneladas a disposición	2.764	3.917	5.416	3.732	5.119
% a disposición	98,5%	95,0%	80,0%	90,0%	75,0%
Ton valorizadas (95% del material recuperado)	0	185	1.189	369	1.486
Reducción de volumen en relleno sanitario (m ³)	0	231	1.486	461	1.858

Fuente: Elaboración propia, ECOING

20.1.4 Variación en el uso de energía

El proceso de recuperación y reciclaje de metales y otros materiales valorizables implica un ahorro en el uso de energía, tal como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 20-5 Consumos y ahorro energía en procesamiento materiales reciclados

Material	Energía proceso tradicional (GJ/ton)	Energía proceso con material reciclado (GJ/ton)	Ahorro de Energía (GJ/ton)	Ahorro energético relativo (%)
Vidrio	7	4,9	2,1	30%
Aluminio	47	2,4	44,6	95%
Acero	18,2	0,2	18	99%
Plástico	80	24	56	70%

Fuente: ACRR 2004, BIR 2008

Por ejemplo, la producción primaria de **aluminio** requiere alrededor de 47 GJ/ton, mientras la producción en base a material recuperado sólo consume 2,4 GJ/ton, lo que implica un **ahorro de 44,6 GJ⁷⁶** por cada tonelada retornada al ciclo de uso.

⁷⁶ Fuente: ACRR 2004.

Para los **metales** considerados (aluminio, cobre, hierro), en el escenario 1, esto implica un ahorro de 814 a 5.200 GJ anual para los años 2018 y 2023. Para el escenario 2, estos valores aumentan de 1.600 a 6.550 GJ.

En tanto para **vidrio**, se logra un ahorro de 220 a 1.400 GJ en el escenario 1, el que aumenta entre 440 y 1780 GJ en el escenario 2.

Para el **plástico** se logra un ahorro de 2.400 a 15.700 GJ en el escenario 1, el que aumenta entre 4.800 y 19.600 GJ en el escenario 2.

Tabla 20-6 Energía ahorrada por valorización de materia primas secundarias

Ítem de ahorro	Situación al 2012	Escenario 1		Escenario 2	
		2018	2023	2018	2023
Ahorro de energía por recuperación de vidrio (GJ)	0	222	1.429	444	1.787
Ahorro de energía por recuperación de aluminio (GJ)	0	442	2.847	884	3.559
Ahorro de energía por recuperación de hierro (GJ)	0	280	1.802	559	2.252
Ahorro de energía por recuperación de cobre (GJ)	0	92	594	184	743
Ahorro de energía por recuperación de plástico (GJ)	0	2.445	15.752	4.890	19.690
Ahorro total (GJ)		3.481	22.424	6.962	28.030

Fuente: Elaboración propia, ECOING

En contraposición al ahorro de energía generado por el reciclaje, también se debe mencionar el gasto de energía generado por el transporte de los residuos hacia las instalaciones de valorización o gestión, las que normalmente se encuentran concentradas en la zona central del país.

De acuerdo a estimaciones realizadas, por cada 500 km de distancia recorrida en el transporte de lámparas se generan los siguientes niveles de gasto de energía (viajes de ida y retorno).

Tabla 20-7 Consumo unitario de energía por transporte de residuos de lámparas

Lámparas	Densidad kg/m ³	GJ/ton (1)
Enteras	400	2,4
Trituradas	2000	0,5

(1) Considerando el transporte en camión 20 m³ en un radio de 500 km

Tabla 20-8 Consumo ponderado de energía por transporte según distancia

Distancia	Distribución consumo	Enteras GJ/ton	Trituradas GJ/ton
500	77,0%	1,9	0,4
1000	15,5%	0,8	0,2
1500	1,8%	0,1	0,0
2000	2,8%	0,3	0,1
2500	2,9%	0,4	0,1
Total	100%	3,4	0,7

Fuente: Elaboración propia, ECOING

De acuerdo a los resultados anteriores, el consumo de energía por tonelada transportada de residuo entero o triturado comparativamente menor que el ahorro logrado por su reciclado (18, GJ/t), generando un impacto positivo para prácticamente todo el territorio nacional. Sin embargo, el transporte del residuo triturado presenta consumos casi 5 veces menores, por lo que bajo esta condición se recomienda el triturado previo del residuo para su transporte. En la media que se incluya transporte marítimo o bien la existencia de plantas de valorización dentro de radios menores a 500 km se producirá un importante ahorro de energía

Realizando un balance entre la energía ahorrada en el proceso y el consumo por transporte se obtienen los siguientes resultados, para residuo entero o triturado, donde se verifica que el impacto de la componente energía es positivo para el residuo en todas sus formas.

Tabla 20-9 Resumen de energía consumida por transporte de residuos de Aluminio a nivel país y ahorrada por valorización

Ítem	Situación al 2012	Escenario 1		Escenario 2	
		2018	2023	2018	2023
Ahorro de energía por recuperación de materiales (GJ)	0	3.481	22.424	6.962	28.030
Consumo de energía por transporte residuo entero (GJ)	0	697	4.490	1.394	5.613
Resultado neto	0	2.784	17.934	5.568	22.418
Consumo de energía por transporte triturado (GJ)	0	139	898	279	1.123
Resultado neto	0	3.342	21.526	6.683	26.908

Fuente: Elaboración propia, ECOING

20.1.5 Variación en la generación de dióxido de carbono y su impacto al calentamiento global

La variación en la tasa de generación de dióxido de carbono es un elemento de alta relevancia en la evaluación de los escenarios propuestos, ya que corresponde a un indicador para la emisión de gases de efecto invernadero (GEI).

El proceso de reciclaje considera un ahorro importante en la generación de CO₂, comparado con el procesamiento primario, tal como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 20-10 Consumos y ahorro energía en procesamiento materiales reciclados

Material	Emisiones CO ₂ proceso tradicional (kg/ton)	Emisiones CO ₂ proceso con reciclado (kg/ton)	Reducción Emisiones CO ₂ (kg/ton)	Reducción relativa CO ₂ (%)
Vidrio	1.950	1.650	300	15%
Aluminio	3.830	290	3.540	92%
Acero	2.180	30	2.150	99%
Plástico	1.400	180	1.220	87%

Fuente: ACRR 2004, BIR 2008

Por ejemplo, para la producción primaria de **aluminio** se generan 3.830 kg de CO₂/ton, en tanto el proceso de recuperación genera tan solo 290 kg de CO₂ por tonelada retornada al ciclo de uso.

Para los **metales** considerados (aluminio, cobre, hierro), en el escenario 1, esto implica dejar de emitir entre 76 a más de 480 toneladas anuales de CO₂ entre los años 2018 y 2023. Para el escenario 2, estos valores aumentan a un rango de 151 a más de 600 toneladas anuales.

Para **vidrio**, se logra una reducción de emisiones de 32 a 200 toneladas en el escenario 1, el que aumenta entre 63 y 255 toneladas en el escenario 2.

Para el **plástico**, la reducción de emisiones es de 53 a 340 toneladas en el escenario 1, el que aumenta entre 100 y cerca de 430 toneladas en el escenario 2.

Tabla 20-11 Reducción de CO₂ por valorización de materias primas secundarias

Reducción de emisiones por uso material reciclado	Situación al 2012	Escenario 1		Escenario 2	
		2018	2023	2018	2023
Reducción de emisiones CO ₂ (ton/ton vidrio)	0	32	204	63	255
Reducción de emisiones de CO ₂ (ton/ton aluminio)	0	35	226	70	282
Reducción de emisiones de CO ₂ (ton/ton hierro)	0	33	215	67	269
Reducción de emisiones de CO ₂ (ton/ton cobre)	0	7	45	14	57
Reducción de emisiones de CO ₂ (ton/ton plástico)	0	53	343	107	429

Fuente: Elaboración propia, ECOING

En contraposición a la reducción de emisiones de CO₂ generada por el reciclaje, se debe mencionar el gasto de energía por el transporte de los residuos hacia las instalaciones de valorización, las que normalmente se concentran en la zona central del país.

De acuerdo a estimaciones realizadas, por cada 500 km de distancia recorrida en el transporte se generan los siguientes niveles de emisiones (viajes de ida y retorno).

Tabla 20-12 Generación de emisiones de CO₂ por transporte de residuos

Lámparas	Densidad kg/m ³	Kg CO ₂ /ton (1)
Granel	400	166,9
Triturado	2.000	33,4

(1) Considerando el transporte en camión de 20 m³ en un radio de 500 km

Tabla 20-13 Generación ponderada de emisiones por transporte según distancia

Distancia	Distribución lámparas	Entero kg/ton	Triturado kg/ton
500	77,0%	128	26
1000	15,5%	52	10
1500	1,8%	9	2
2000	2,8%	19	4
2500	2,9%	24	5
Total	100%	232	46

Fuente: Elaboración propia, ECOING

De acuerdo a los resultados anteriores, la generación de CO₂ por tonelada transportada de residuo es comparativamente menor que el ahorro logrado por su reciclado (870 kg/t), considerando prácticamente todo el territorio nacional generando un impacto positivo.

Realizando un balance entre las emisiones generadas en el proceso y el consumo por transporte, se obtienen los siguientes resultados, para residuos a granel o compactados.

Tabla 20-14 Resumen de generación de CO₂ por transporte de residuos a nivel país y reducción por valorización

Ítem	Situación al 2012	Escenario 1		Escenario 2	
		2018	2023	2018	2023
Reducción de emisiones por recuperación de materiales (t)	0	161	1.034	321	1.292
Emisiones por transporte de residuos enteros (t)	0	47,6	306,6	95,2	383,3
Resultado neto	0	112,9	727,3	225,8	909,2
Emisiones por transporte de residuos triturados (t)	0	9,5	61,3	19,0	76,7
Resultado neto	0	151,0	972,6	302,0	1.215,8

Fuente: Elaboración propia, ECOING

20.1.6 Variación en la contaminación de agua, aire y suelos

De acuerdo a las tasas de recuperación de lámparas proyectadas el mercurio recuperado anualmente varía 5 y 32 kg para los años 2018 y 2023, aumentando a 10 y 40 kg en el escenario 2.

Tabla 20-15 Recuperación de mercurio desde residuos según Escenario

Ítem	Situación base	Escenario 1		Escenario 2	
	2012	2018	2023	2018	2023
Total recuperado (ton)	40 t	205 t	1.321 t	410 t	1.651 t
Total recuperado (unidades)	200.000	1.242.755	8.005.878	2.485.510	10.007.347
Mercurio recuperado (kg)	0,8	5,0	32,0	9,9	40,0

Fuente: Elaboración propia

Si bien estos valores no se ven significativos a primera vista, esta recuperación plantea una alta reducción del impacto negativo por manejo inadecuado.

La destrucción de las ampollitas libera mercurio al aire, el cual puede persistir en la atmósfera por varios días. Se estima que cerca de un tercio del mercurio en las lámparas permanece en la fase vapor al final de su vida útil y puede ser liberado a la atmósfera.

Los tubos y ampollitas fluorescentes dispuestos en acopios sin manejo pueden producir problemas, debido que al quebrarse el tubo se libera gas de mercurio, el que al mezclarse con aguas lluvia pueden percolar y contaminar las napas subterráneas. Se indica que 1 mg de mercurio puede contaminar 30.000 litros de agua.

Estos valores, contrastados con la cantidad de mercurio recuperado, permiten estimar el impacto que tendría la recuperación proyectada en el aire y agua superficial y subterránea, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 20-16 Estimación de reducción de impacto al aire, agua y suelo por recuperación de mercurio

Ítem	Situación base	Escenario 1		Escenario 2	
	2012	2018	2023	2018	2023
Reducción mercurio en el aire (kg)	0,27	1,66	10,67	3,31	13,34
Reducción de potencial de contaminación de agua superficial y subterránea (millones de m ³)	24	149	961	298	1.201

Fuente: Elaboración propia

El mercurio disminuye la actividad microbiológica en los suelos y constituye una sustancia persistente que, en contacto con el ambiente, puede transformarse en metilmercurio, una forma química muy tóxica, persistente en los suelos y bioacumulable, que además se absorbe fácilmente en el tracto gastrointestinal humano.

20.1.7 Variación en el riesgo de salud a las personas

El Mercurio elemental y sus compuestos pueden resultar muy tóxicos para seres humanos, ecosistemas y la vida silvestre, dependiendo de la forma química. En dosis elevadas, puede ser mortal para seres humanos y en dosis relativamente bajas, puede causar graves problemas de desarrollo neurológico.

El sistema nervioso es muy susceptible a todas las formas de mercurio, sin embargo, el metilmercurio y los vapores de mercurio metálico son más nocivos que otras, ya que una mayor cantidad de ellos llega al cerebro. Los efectos sobre la función cerebral pueden manifestarse como irritabilidad, temblores, alteraciones a la vista o la audición y problemas de la memoria (ATSDR, 1999).

La principal vía de exposición al mercurio elemental es por inhalación de sus vapores, cerca del ochenta por ciento (80%) de los vapores inhalados es absorbido por los tejidos pulmonares (OMS, 2005).

Con la finalidad de proteger la salud pública, se han determinado cantidades máximas permitidas de exposición al mercurio las que se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 20-17 Niveles máximos recomendados de mercurio para proteger la salud pública

Organización gubernamental	Cantidad permitida de mercurio
EPA ⁷⁷	2 microgramos de mercurio por litro de agua potable.
FDA ⁷⁸	1 mg de metilmercurio por kilo de pescado
OSHA ⁷⁹	0,1 miligramos de mercurio orgánico por metro cúbico de aire, en el horario de trabajo.
	0,05 miligramos de vapor de mercurio metálico por metro cúbico de aire, en jornadas de 8 horas diarias y 40 horas semanales.

Fuente: ATSDR, 1999

20.1.8 Otros impactos ambientales y sanitarios identificados en el diagnóstico

La quema incontrolada de basura con residuos de tubos y/o ampollas fluorescentes al aire libre es una práctica prohibida ya que se liberan niveles peligrosos de mercurio en el humo hacia la atmósfera. Además, luego de la quema al aire libre, quedan restos de compuestos orgánicos, pudiendo además causar daños ambientales al suelo, flora y la fauna⁸⁰.

Los tubos y ampollas fluorescentes usadas que son enviados directamente a rellenos sanitarios generan contaminación por liberación del mercurio al mezclarse con el resto de los residuos y los lixiviados. Dado que el relleno sanitario no cuenta con los sistemas propios de un relleno de seguridad, existe el riesgo de liberación de lixiviados con mercurio al suelo y napas subterráneas.

⁷⁷ Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos.

⁷⁸ Administración de Alimentos y Drogas Estados Unidos.

⁷⁹ Administración de Salud y Seguridad Ocupacional.

⁸⁰ Fuente: NRDC, 2003.

20.1.9 Resumen Evaluación Ambiental de la Aplicación de la REP Escenario 1

Al implementar el Escenario 1 de REP en el país, se obtendrá los siguientes impactos o beneficios ambientales:

Tabla 20-18 Resumen de los Impactos Ambientales - Escenario 1

Datos base	Unidad	2018	2023
Meta de recuperación	%	5%	20%
Meta de recuperación	ton	205	1.321
Capacidad neta requerida de plantas de reciclaje	ton	250	1.500
Impactos ambientales			
Recuperación de materia prima: vidrio (reducción uso nuevo recurso)	ton	105,7	680,6
Recuperación de materia prima: metal (reducción uso nuevo recurso)	ton	34,4	221,7
Recuperación de materia prima: polvo fósforos (reducción uso nuevo recurso)	ton	0,8	5,2
Recuperación de materia prima: plásticos (reducción uso nuevo recurso)	ton	43,7	281,3
Ahorro de energía (producción desde material reciclado en el país)	GJ	3.481	22.424
Reducción de Gases de Efecto Invernadero (producción desde material reciclado)	ton CO2 eq	161	1.034
Impactos positivos (no cuantificables)	Reducción de: Impactos a suelo, agua, vegetación, fauna y paisaje, Riesgos a la salud (alto, medio bajo)		
Impactos negativos (no cuantificables)	No se detecta		

20.1.10 *Resumen Evaluación Ambiental de la Aplicación de la REP Escenario 2*

Al implementar el Escenario 2 de REP en el país, se obtendrá los siguientes impactos o beneficios ambientales:

Tabla 20-19 Resumen de los Impactos Ambientales - Escenario 2

Datos base	Unidad	2018	2023
Meta de recuperación	%	10%	25%
Meta de recuperación	ton	410	1.651
Capacidad neta requerida de plantas de reciclaje	ton	500	2.000
Impactos ambientales			
Recuperación de materia prima: vidrio (reducción uso nuevo recurso)	ton	211,3	850,8
Recuperación de materia prima: metal (reducción uso nuevo recurso)	ton	68,8	277,2
Recuperación de materia prima: polvo fósforos (reducción uso nuevo recurso)	ton	1,6	6,6
Recuperación de materia prima: plásticos (reducción uso nuevo recurso)	ton	87,3	351,6
Ahorro de energía (producción desde material reciclado en el país)	GJ	6.962	28.030
Reducción de Gases de Efecto Invernadero (producción desde material reciclado)	ton CO2 eq	321	1.292
Impactos positivos (no cuantificables)	Reducción de: Microbasurales, Impactos a suelo, agua, vegetación, fauna y paisaje, Riesgos a la salud (alto, medio bajo)		
Impactos negativos (no cuantificables)	No se detecta		

20.2 Evaluación social

A continuación, se presenta la evaluación de los impactos sociales asociados a la implementación de la REP, identificando los principales costos y beneficios para la sociedad en relación a las lámparas usadas.

La evaluación incorpora tanto la percepción de los actores frente a este posible sistema, hasta las sugerencias de implementación desde la perspectiva social. En este sentido, interesa incorporar a la discusión la perspectiva de los consumidores.

20.2.1 La percepción a nivel de consumidores

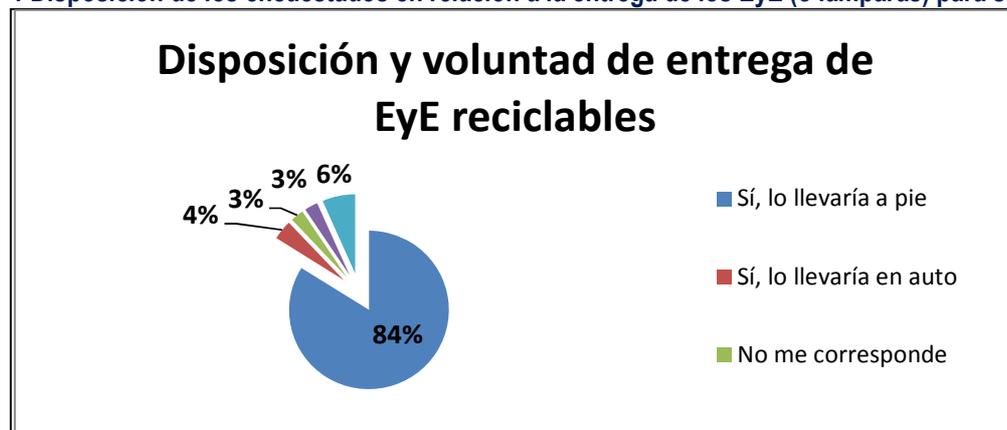
En el contexto del estudio de evaluación de los impactos ante la implementación de la REP en el sector de Envases y Embalajes, durante el año 2011, ECOING aplicó una encuesta en tres sectores de la ciudad de Santiago, para poder aproximarse a la opinión de los sectores de ingresos relativamente bajos, medios y altos. Con el apoyo del Supermercado Líder, con presencia en las Comunas de Maipú, Ñuñoa y Las Condes, se aplicaron 25 encuestas en cada sector, con un total de 75. La muestra no era de carácter probabilístico y como en esta encuesta no se preguntó por lámparas, sino por envases y embalajes, aquí sólo se puede indicar algunas tendencias generales respecto a la percepción de los consumidores ante la implementación de un sistema REP.

20.2.1.1

Voluntad de Cambio y Adaptación

Frente a la pregunta: **¿Estaría dispuesto separar los envases y embalajes (lámparas) en su casa y llevarlos a un punto para su reciclaje, si hubiese suficientes lugares de entrega en la cercanía de su casa?**, la mayoría de los encuestados dijo que sí y sólo una minoría manifestó su rechazo a esta iniciativa, tal como se muestra en la Figura siguiente:

Figura 5-1 Disposición de los encuestados en relación a la entrega de los EyE (o lámparas) para su reciclaje

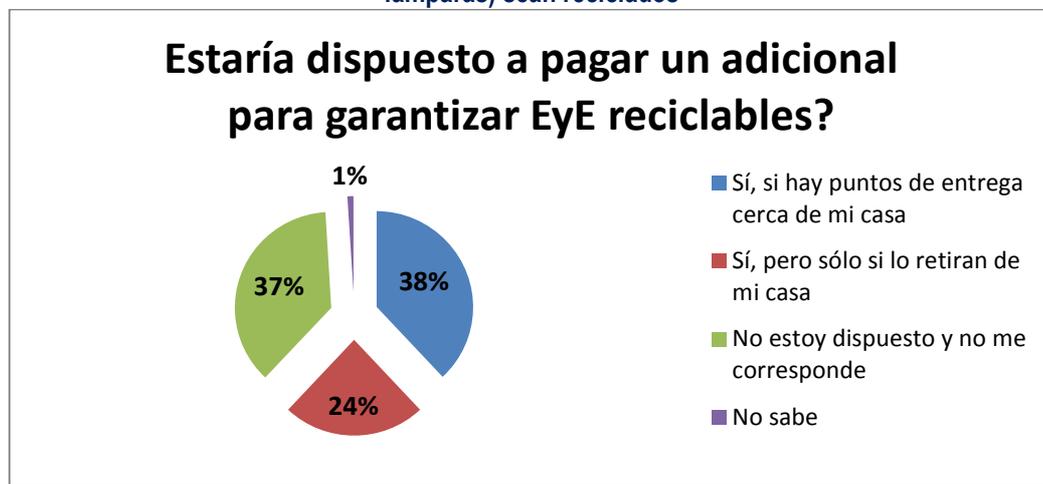


Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, **la mayoría si tuviera que llevarlo a pie no caminaría más de tres cuadras y máximo cinco.**

En relación a la disposición de los consumidores de pagar **hasta un 1% adicional** por producto para garantizar el reciclaje de EyE (o lámparas), en un **62%** existe una disposición positiva, pero con la infraestructura disponible para hacerlo ("*puntos verdes cerca de mi casa*") o con recolección diferenciada puerta a puerta. Sin embargo no es menor el porcentaje (**37%**) que considera que no le corresponde pagar por eso o que no está dispuesto, tal como se muestra en la siguiente Figura:

Figura 5-2 Disposición de los encuestados a pagar un adicional por producto para garantizar que los EyE (o lámparas) sean reciclados



Fuente: Elaboración propia

En este marco, a pesar que en términos generales hay una buena disposición y voluntad de cambio de hábitos, esta buena disposición se mantiene principalmente si no implica esfuerzos de tiempo o traslado extra y que no implique mayores recursos monetarios para los consumidores. Es decir, **no hay una conciencia de "inversión" por un bien común en relación al reciclaje**, siendo una señal clara de un compromiso más bien discursivo que real de la población.

Tabla 20-20 Porcentaje por Comuna de respuesta frente a la voluntad de pagar un adicional por producto que se garantice ser reciclado

Respuestas	Comunas					
	Ingresos altos		Ingresos medios		Ingresos bajos	
	Las Condes	Vitacura	La Reina	Ñuñoa	Maipú	Peñalolén
Sí, si hay puntos de entrega cercanos	20%	50%	100%	22%	44%	33%
Sí, si hay recolección puerta a puerta	60%	50%	0%	33%	11%	17%
No estoy dispuesto ni me corresponde	20%	0%	0%	33%	45%	50%
No sabe	0%	0%	0%	12%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia⁸¹

A pesar de no ser resultados extrapolables a la población de cada comuna, si nos pueden mostrar algunas tendencias interesantes. En general en las comunas seleccionadas que representan los diversos estratos sociales de la RM, se aprecia una disposición de al menos el **50%** de los encuestados para pagar un adicional mientras se asegure que los EyE (o lámparas) se reciclen, esta tendencia existe con mayor claridad en los sectores de ingresos altos donde por lo menos el **80%** está de acuerdo. El caso de *La Reina* quizás puede ser particular respondiendo a la situación de adelanto en el tema presente en la Comuna (recolección diferenciada de parte del Municipio). La tendencia al rechazo crece en la medida que las Comunas tienen ingresos más bajos, donde alcanza incluso el **50%** lo que representa por cierto una amenaza a la implementación de la REP y al compromiso que debería haber por parte de los consumidores. En este sentido se destaca que la mayoría de las Comunas presentan un porcentaje sobre el 20% de rechazo del pago adicional, incluyendo a las de ingresos altos, lo que no es menor para una iniciativa de esta categoría.

Otra variable interesante en relación a la voluntad de pagar un adicional por producto para que se garantice que sea reciclado, está dada por los rangos de edad, tal como se muestra en la siguiente Tabla.

⁸¹ Los porcentajes calculados son en relación al total de personas por comuna que respondieron la encuesta, al ser una muestra ni probabilística sólo marca tendencias.

Tabla 20-21 Porcentaje por Rango de edad frente a la voluntad de pagar un adicional por producto que se garantice ser reciclado

RESPUESTAS	RANGOS DE EDAD			
	20-35	36-50	51-65	66-81
Sí, si hay puntos de entrega cercanos	38%	44%	33%	0%
Sí, si hay recolección puerta a puerta	34%	16%	33%	0%
No estoy dispuesto ni me corresponde	28%	36%	33%	100%
No sabe	0%	4%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia

En este marco, es interesante destacar una tendencia en los grupos más jóvenes a una mejor disposición a pagar un adicional para garantizar que los EyE (o lámparas) sean reciclados, a diferencia de la opinión completamente opuesta del grupo de adultos mayores donde no están dispuestos a pagar nada adicional. Estas diferencias seguramente se deben a la sensibilización con el tema entre cada grupo y al nivel de responsabilidad sentido por cada generación, donde ciertamente el grupo de adultos mayores siente que ya no es su responsabilidad. Sin embargo, no hay que olvidar que Chile se caracteriza por ser una población que está envejeciendo, donde este tipo de diferencias generacionales y sus respuestas frente a los cambios pueden ser claves a la hora de implementar un sistema como la REP.

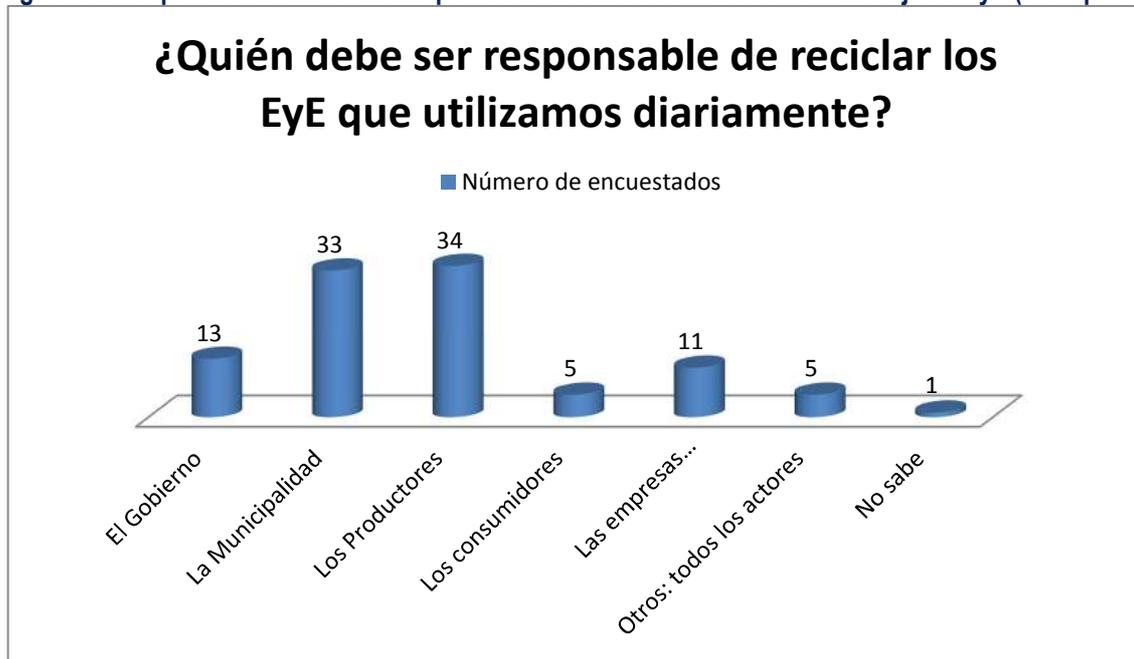
20.2.1.2

Responsabilidad y Roles

En el aspecto de responsabilidad en relación al reciclaje de EyE (o lámparas) en el país y luego de haber explicado el concepto de la REP a los encuestados, se identifica principalmente a instituciones de poder local como los municipios como los principales responsables, junto con los productores. En este sentido, es interesante destacar la baja frecuencia de respuestas que identifican al consumidor como un actor responsable. En este caso, se piensa la solución del reciclaje como un problema "técnico" más que como un cambio de hábitos de la población, al disociar la responsabilidad de las propias personas y depositarla en instituciones o empresas. En relación a la responsabilidad de implementar el sistema a nivel país, se destaca que las personas identifican al gobierno local (Municipalidades) como principales responsables más que al Gobierno del país entendiendo que esto debería ser una política pública. Por este motivo, hay que destacar que una sugerencia surgida del análisis de esta encuesta de percepción sería llegar a los consumidores a través de los gobiernos locales.

La siguiente Figura muestra el detalle de estas diferencias.

Figura 5-3 Responsables identificados por los encuestados en relación al reciclaje de EyE (o lámparas)



Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, en la pregunta sobre si los consumidores se sienten responsables en relación a lo que desechan una vez que los productos han terminado su vida útil, el **90%** dice que sí, independiente de su Comuna de origen; el 5% dice que más o menos y el otro 5% dice que no. Esta opinión si bien se contradice con lo anterior, demuestra que hay alto nivel de conciencia en relación a la responsabilidad de los consumidores en el ciclo de los productos y que en este caso, son un eslabón esencial para regresar los productos al ciclo del reciclaje.

20.2.1.3

Percepción REP

Finalmente, en relación a la percepción de la Responsabilidad Extendida del Productor, un **89%** contestó que **nunca** había escuchado el concepto, independiente de la Comuna de origen, mientras un 7% que sí algo había escuchado y un 4% dijo que no sabía si lo había escuchado.

Luego de explicarle a los encuestados de qué se trata la REP y tal como había aparecido en una pregunta anterior, el **86%** de los encuestados le parece muy adecuado y adecuado que el productor se haga cargo de los productos una vez terminada su vida útil. Sin embargo, coincidente también con los datos anteriores el **12%** de los encuestados plantea que no le corresponde al productor esta tarea.

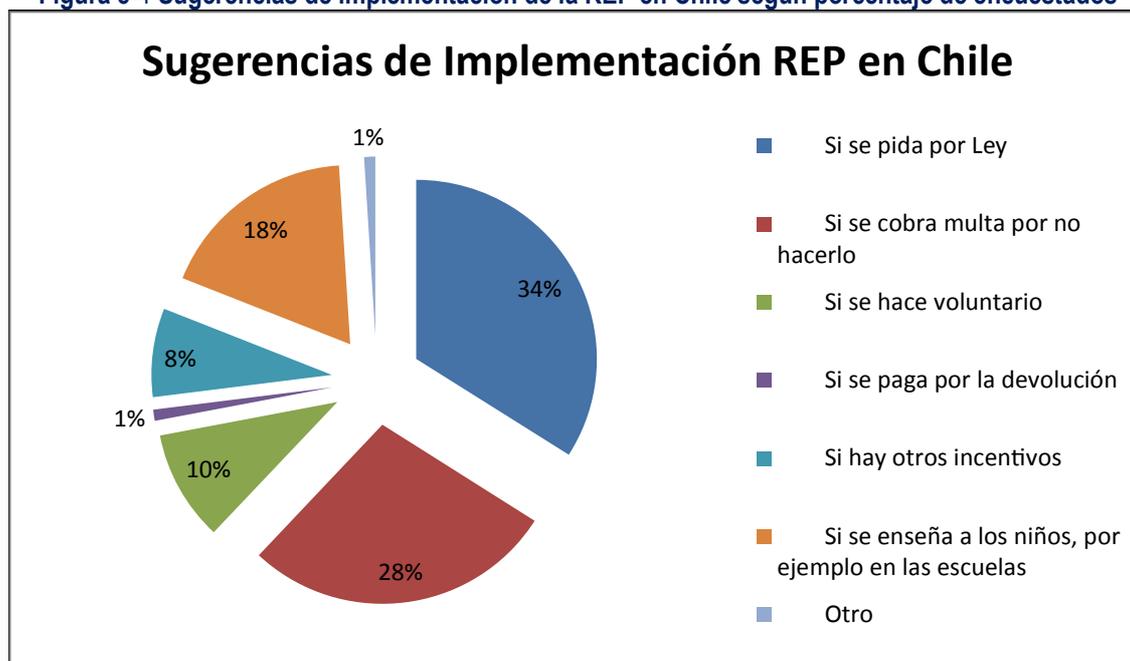
En el ámbito de los beneficios percibidos, el **89%** cree que la REP será beneficiosa para sí mismos y más aún el **94%** cree que será muy beneficiosa para el país, también en forma transversal en los encuestados independiente de su Comuna de origen.

20.2.1.4

Sugerencias de Implementación

En relación a las sugerencias de Implementación propuestas a los encuestados, las respuestas se dividen de la siguiente forma.

Figura 5-4 Sugerencias de implementación de la REP en Chile según porcentaje de encuestados



Fuente: Elaboración propia

Un aspecto interesante de las respuestas dadas en este punto es que se reconoce el **necesario aspecto legal** para impulsar e instalar la REP en Chile, apareciendo esta respuesta como mayoritaria. El carácter legalista de Chile, de imponer generalmente y en forma centralizada las innovaciones, tiene eco en la población, que plantea derechamente esta posibilidad como la más adecuada para implementar la REP. En segundo lugar y muy ligada con la primera opción aparece el tema de la sanción, la REP funciona si se instala legalmente y se sanciona a quien no la cumpla a través de multas, reforzando y justificando el carácter tradicional de la planificación de políticas públicas chilenas como "top-down". La tercera opción, plantea la segunda línea de acción que debería tener la REP en su implementación y que tiene que ver con la **educación ambiental**: el preparar a la población a través de la sensibilización, de la formación y de la educación para una correcta gestión de sus residuos y su separación. En este marco, tal como se plantea en la opinión de los encuestados esta educación debiera centrarse especialmente en la población infantil, como precursores y sostenedores de los cambios de hábitos que se quieren impulsar. Finalmente, la cuarta opción mayoritaria plantea que la REP debiera instalarse como un sistema voluntario, que apela a una implementación paulatina, reforzando el sistema desde varios frentes.

20.2.2 Evaluación de impactos sociales

Basado en los escenarios propuestos en la Etapa 3 del presente estudio, sólo se puede asociar algunos efectos sociales generales que aplican a ambos escenarios.

Tabla 20-22 Efectos sociales generales

Efectos en sector informal	Efectos sector formal municipal	Efectos en los consumidores	Efectos en la sensibilización
<p>Recicladores de base e Intermediarios pequeños</p> <p>Actualmente, el sector informal no participa en la recogida de lámparas. En consecuencia, con la implementación de la REP no se crearía una competencia a su labor.</p> <p>Por otra parte, tampoco se recomienda su incorporación en los sistemas de recogida de residuos de lámparas, por tratarse de residuos peligrosos.</p>	<p>Municipalidades</p> <p>Efecto <i>positivo</i> en disminución de residuos peligrosos en rellenos sanitarios y vertederos.</p> <p>Efecto <i>positivo</i> al incorporar la recogida de lámparas en los Puntos Limpios y apoya de esta forma la sensibilización de la población.</p>	<p>Efecto <i>positivo</i>, si se brinda posibilidades cercanas para la recuperación de lámparas y de fácil acceso para reciclar y apoya de esta forma la sensibilización del sector.</p> <p>Efecto <i>negativo</i> percibido si se empieza a cobrar una recarga por la valorización y si se transfiere ese costo a los precios de los productos de EyE que paga el consumidor.</p>	<p>Efecto <i>positivo</i> si el proceso es acompañado de programas extensivos de educación ambiental con énfasis en gestión de residuos.</p> <p>En todo caso, no se recomienda incorporar a Escuelas certificadas ambientalmente y universidades en la recogida de residuos de lámparas, por tratarse de residuos peligrosos.</p>

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla anterior, los efectos sociales se asocian principalmente a los **Consumidores**, y serían negativos en la medida que afecten el presupuesto familiar una posible subida de precios de los productos o eventuales multas por mala disposición de las lámparas posconsumo. No obstante, se vislumbran más bien efectos positivos en el sentido de toma de consciencia y el cambio de hábitos.

La principal conclusión en el ámbito social tiene que ver con la necesidad de acompañar la implementación de la REP con medidas y programas enfocados a la **educación ambiental** con énfasis en residuos sólidos, tal como lo afirma la siguiente cita del Encargado Programa Ciudad Sustentable de amplia experiencia en el Perú:

*“En base a su experiencia, podría usted recomendar tres acciones para mejorar nuestra situación con respecto a los residuos sólidos?
Educación, educación y educación”.*⁸²

⁸² Albina Ruiz, 2009

En este marco, es esencial la **sensibilización y la formación** tanto de la ciudadanía como de las instituciones, para que el programa sea efectivo y no se transforme en una serie de medidas impuestas y con poco sentido.

Todo lo anterior tiene diversos **impactos socioeconómicos directos**: creación de una nueva cadena de valor, incremento de la renta empresarial, generación de nuevas fuentes de trabajo.

No obstante, también se generarán **costos socioeconómicos** para algunos actores, especialmente los consumidores, debido al pago adicional por producto para financiar la REP. En este marco de los costos asociados, el mayor costo o perjuicio recae inicialmente en el **productor**, dado que será el responsable de implementar el sistema de recuperación asociados a la REP. No sólo requiere un cambio de hábitos sino reunir esfuerzos y personal para implementar y coordinar las iniciativas de REP, además de asumir costos de inversión y operación, y de los respectivos riesgos financieros. A parte de los costos del sistema de recogida, acopio, transporte y reciclaje, el productor debe velar por una regularización de la actividad, la formalización y la capacitación de personal y operadores en general, campañas informativas y motivacionales, control y monitoreo, entre otros aspectos.

Por otro lado, se generarán costos para las **municipalidades**, que requieren esfuerzos adicionales para la sensibilización y educación ambiental de la comunidad, y disponer de superficies para colocar contenedores para lámparas.

En el área desarrollo humano y local, se plantea como principal impacto y beneficio general a nivel país una elevación de la **calidad de vida**, en el sentido del mejoramiento de nuestro entorno y la apuesta de la sociedad chilena por una senda más sustentable para la gestión de sus residuos.

Uno de los impactos sociales más relevantes que produce la instalación de la REP en Chile, es el necesario y paulatino cambio cultural que conlleva, de la ciudadanía en general y también de los sectores empresariales. En este sentido los principales **impactos culturales** de la aplicación de la REP para lámparas son:

- Cambio de **mentalidad y hábitos en los consumidores**: separación en origen, elección de productos eco-etiquetados; disciplinamiento y compromiso con la REP (llegar a los PV y PL para entregar separadamente sus lámparas posconsumo).

Al respecto, se observa un clima favorable de los consumidores que expresan disposición a pagar un diferencial en los precios asociado a una mejor calidad ambiental del producto de acuerdo a la encuesta de percepción efectuada. Sin embargo, también se aprecia en esta encuesta, que aún los consumidores no están del todo comprometidos, como por ejemplo para caminar más de 5 cuadras para entregar sus residuos reciclables.

- Instalar el tema en la **agenda pública** y en los **medios de comunicación masivos**: Cambio en la mentalidad de la sociedad chilena, en la que ésta asume la

responsabilidad que le compete con su entorno y; generación de conciencia y compromiso, no sólo de consumidores, sino de todos los actores.

- Cambio de **mentalidad de grupos empresariales**: Compromiso con la sustentabilidad, haciéndose responsable de un adecuado manejo de los residuos asociados a sus productos; fomento de la comercialización de productos de mejor calidad y duración basado en un ecodiseño; interés en el nuevo mercado e inversión asociada; nuevas relaciones público-privadas para generar la cadena necesaria (por ejemplo, establecimiento de redes formales con municipios, gestores de residuos e instaladores eléctricos de parte de los productores); creación de una estrategia sustentable común, eventualmente mediante la creación de una “*Organización de Responsabilidad de los Productores*” (ORP), que se haga cargo en nombre de todo el sector e incorpore su rol como educador y la responsabilidad social-empresarial.

En el **área institucional**, los impactos esperados podrían resumirse en los siguientes:

- **Fortalecimiento de la institucionalidad ambiental** y por ende, el posicionamiento del nuevo Ministerio del Medio Ambiente con la iniciativa REP.
- Modernización de las instituciones del estado acorde a los **requerimientos internacionales** (OCDE), que asume el estado chileno a nivel general y también a nivel local.
- Identificación de las instituciones del Estado incluido los Municipios con su “**rol ejemplificador**” en el adecuado manejo de los residuos, dado que corresponden a grandes consumidores.
- Apropiación de las instituciones del Estado incluido los Municipios de su **responsabilidad comunicativa y educativa**.

20.2.3 Recomendaciones

A continuación se presentan recomendaciones para la implementación de la REP desde la perspectiva social.

20.2.3.1

Recomendaciones Generales

En relación al aprendizaje y constatación de experiencias de otros países latinoamericanos, se puede destacar varios puntos en una posible aplicación de un modelo organizacional de la REP para su aplicabilidad:

- ✓ La necesidad de **voluntades y compromisos políticos claros**, según el nivel que se aplique.
- ✓ La necesidad de **apoyo institucional**, desde el Ministerio respectivo, a través de formación de capital humano y apoyo en procedimientos, con una legislación pertinente.
- ✓ La proposición de **instrumentos de gestión municipal participativa en RSM**.
- ✓ La **inversión en infraestructura pertinente**.

- ✓ La generación de **procesos educativos paralelos** que vayan a la par de la implementación de la REP.

20.2.3.2 Recomendaciones para la inclusión del sector informal

En este caso, como se trata de residuos peligrosos (mercurio), no se recomienda la participación del sector informal en el proceso de implementación de la REP.

20.2.3.3 Recomendaciones para la educación y capacitación

En el área educación y capacitación los desafíos son amplios, primero por la **multiplicidad de actores** involucrados en la implementación de la REP y segundo por lo **pionero** de la iniciativa.

En el ámbito de la capacitación las sugerencias específicas se resumen en la siguiente Tabla.

Tabla 20-23 Recomendaciones para capacitación de los diversos actores involucrados en la implementación de la REP en Chile

Grupo de interés	Temática de capacitación	Fuente de Financiamiento	Observaciones
Recicladores de Base	<ul style="list-style-type: none"> no aplica 		No se recomienda su incorporación en la REP
Municipalidades	<ul style="list-style-type: none"> Capacitación en sensibilización y gestión de RSM dentro del marco del SCAM Capacitación específica en manejo de y ResPel para personal de Aseo y Ornato 	SUBDERE MMA	El sistema de certificación ambiental municipal si bien “premia” a los Municipios con compromiso y prácticas sustentables, no apoya la formación concreta de estos mismos funcionarios a través de cursos sistemáticos de capacitación, los cuáles podrían -por ejemplo- ser financiados desde SUBDERE con el Programa Nacional de Residuos Sólidos.
Agrupaciones Comunales de JJVV, dirigentes, otros actores comunales	<ul style="list-style-type: none"> Capacitación en sensibilización y gestión de RSD y ResPel Trabajo en red y conformación de mesas comunales, planes de gestión, herramientas de planificación básicas 	SUBDERE MMA	Esta iniciativa podría ser financiada con una línea especial del FPA (Fondo de Protección Ambiental) del MMA, destinado a la gestión local de RSD, también podría ser apoyado desde SUBDERE con el Programa Nacional de Residuos Sólidos.

Fuente: Elaboración propia

En el ámbito educativo, las **campañas de sensibilización a través de medios de comunicación masiva** son fundamentales para la implementación, especialmente para el Escenario 2, que es el más exigente.



20.3 Evaluación económica

20.3.1 Resumen del sistema de recuperación

La estimación del valor económico de recolección está vinculada a los costos de la inversión y de operación de la red regional de Centros de Acopio (CdA) con sistema de trituración de lámparas para realizar un acopio más eficiente que sea ahorrador de espacio, y que además incrementa notablemente la seguridad para evitar escapes de mercurio contenido en las lámparas. Cada CdA recibirá un flujo de lámparas que será transportado desde una red de Puntos Verdes (PV) y Puntos Limpios (PL) diseminada en las regiones, en las que se dispondrá de espacio para el acopio y posterior retiro de contenedores pequeños especialmente diseñados, con una capacidad mínima de 20 tubos y máxima de 40 kg, para que sean manipulables manualmente. Un sistema de transporte liviano interurbano es el que permitirá el acopio regional.

Otro elemento de costo es el relativo al transporte hacia destino del material triturado, que puede ser simplemente a disposición de material peligroso en una instalación autorizada o a planta de reciclaje.

Se supone que los CdA con trituración se ubicarán cercana al centro de consumo regional en el que se genera también la mayor parte de residuos, mientras que el centro de reciclaje se ubicará cercano al mayor centro de consumo nacional, que es la región Metropolitana de Santiago.

Más detalles del sistema de recuperación de lámparas supuesto se presentan en la sección 4.5 "Sistemas de recuperación y destinos considerados".

20.3.2 Distribución de lámparas recuperadas

La estimación del valor económico se basa además en la siguiente proyección al año 2018 y 2023 de la cantidad de lámparas recuperadas, según origen de generación.

Tabla 20-24 Residuos generados y recuperados según metas de recuperación

Ítem	Escenario 1		Escenario 2	
	2018	2023	2018	2023
Generación residuos lámparas posconsumo				
Total (Unidades)	24.855.101	40.029.388	24.855.101	40.029.388
Total (ton)	4.101 t	6.605 t	4.101 t	6.605 t
Residuos recuperados				
Meta de recuperación (%)	5%	20%	10%	25%
Lámparas recogidas (Unidades)	1.242.755	8.005.878	2.485.510	10.007.347
Lámparas recogidas (ton)	205 t	1.321 t	410 t	1.651 t
a) Industria y grandes generadores	80%	80%	80%	70%
Lámparas recogidas (Unidades)	994.204	6.404.702	1.988.408	7.005.143
Lámparas recogidas (ton)	164 t	1.057 t	328 t	1.156 t
b) Domicilios	20%	20%	20%	30%
Lámparas recogidas (Unidades)	248.551	1.601.176	497.102	3.002.204
Lámparas recogidas (ton)	41 t	264 t	82 t	495 t

Fuente: Elaboración propia, ECOING

Considerando la distribución de los hogares en las distintas regiones del país, así como los establecimientos del retail y de las cadenas de supermercados, donde se supone que se generan la mayor cantidad de lámparas posconsumo, se ha estimado la distribución regional de los residuos y de los que se recuperarían por región. Las estimaciones se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 20-25 Unidades de lámparas recuperadas por región según metas de recuperación

Región	Escenario 1		Escenario 2	
	2018	2023	2018	2023
1	19.776	127.399	39.553	162.676
2	42.267	272.289	84.535	340.003
3	22.096	142.343	44.192	176.181
4	47.273	304.534	94.546	385.949
5	133.757	861.671	267.515	1.071.361
6	53.224	342.872	106.448	439.690
7	65.825	424.050	131.651	537.471
8	132.623	854.365	265.247	1.083.062
9	50.868	327.692	101.736	429.371
10	58.341	375.836	116.682	472.470
11	5.851	37.694	11.703	48.906
12	18.155	116.952	36.309	139.459
13	558.617	3.598.633	1.117.234	4.439.724
14	24.952	160.741	49.904	203.421
15	9.128	58.806	18.257	77.604
Total Lámparas	1.242.755	8.005.878	2.485.510	10.007.347

Fuente: Elaboración propia, ECOING

Estos flujos anuales corresponden a una aproximación de los residuos que se deberían gestionar en la red de CdA en cada una de las regiones, independiente de su origen de generación.

En cada región se debe contar con un conjunto de PV y PL con habilitación de contenedores para la entrega de los residuos de los hogares, mientras que los generadores de grandes cantidades (instituciones públicas y privadas, edificios corporativos, centros comerciales, industrias) entregarían directamente al CdA ubicado en cada región.

20.3.3 Recuperación desde Domicilios

Para la recuperación desde los Domicilios, se estima los siguientes flujos anuales de lámparas posconsumo por región.

Tabla 20-26 Estimación del número de lámparas recuperadas por región desde hogares

Región	Escenario 1		Escenario 2	
	2018	2023	2018	2023
1	4.636	29.866	9.272	55.998
2	8.382	53.999	16.765	101.249
3	4.072	26.231	8.144	49.184
4	10.504	67.667	21.008	126.876
5	25.613	165.003	51.227	309.380
6	12.850	82.782	25.701	155.217
7	14.637	94.293	29.274	176.800
8	29.526	190.208	59.052	356.640
9	14.099	90.825	28.198	170.297
10	12.200	78.591	24.399	147.359
11	1.526	9.827	3.051	18.426
12	2.293	14.774	4.587	27.702
13	100.086	644.760	200.173	1.208.925
14	5.486	35.341	10.972	66.265
15	2.640	17.006	5.280	31.885
Total Lámparas	248.551	1.601.176	497.102	3.002.204

Fuente: Elaboración propia, ECOING

Para facilitar la entrega y posterior recogida de estas cantidades que generan los hogares, se ha considerado la instalación de una red de 250 PV y PL para 2018 y de 500 para 2023, en ambos escenarios. La estimación de los PV y PL necesarios por región se determina en función de los siguientes parámetros.

Tabla 20-27 Parámetros para estimar PV y PL regionales y fletes a CdA

Parámetros	Escenario 1		Escenario 2	
	2018	2023	2018	2023
PV y PL	250	500	250	500
Lámparas/Punto	994	3.202	1.988	6.004
Ton/Punto	0,16	0,53	0,33	0,99
Lámparas/Punto/mes	82,85	266,86	165,70	500,37
Lámparas/Punto/día	2,76	8,90	5,52	16,68
Contenedores x Punto	1,00	2,00	1,00	3,00
Recogida semanal	2	2	2	2

Fuente: Elaboración propia, ECOING

En función de los parámetros anteriores y de los residuos recuperables desde los hogares, se estima los puntos de contacto, de los que habría que disponer como mínimo en cada región.

Tabla 20-28 Estimación del número de PV y PL por región

Región	Escenario 1		Escenario 2	
	2018	2023	2018	2023
1	5	9	5	9
2	8	17	8	17
3	4	8	4	8
4	11	21	11	21
5	26	52	26	52
6	13	26	13	26
7	15	29	15	29
8	30	59	30	59
9	14	28	14	28
10	12	25	12	25
11	2	3	2	3
12	2	5	2	5
13	101	201	101	201
14	6	11	6	11
15	3	5	3	5
Total Puntos	250	500	250	500

Fuente: Elaboración propia, ECOING

De acuerdo con la tabla de parámetros se requiere de un cierto número de contenedores para acopio de lámparas en los PV y PL, que con una frecuencia de recogida de dos veces a la semana, se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 20-29 Estimación del número de contenedores por región

Región	Escenario 1		Escenario 2	
	2018	2023	2018	2023
1	485	1.940	485	2.910
2	877	3.507	877	5.261
3	426	1.704	426	2.556
4	1.099	4.395	1.099	6.593
5	2.679	10.717	2.679	16.076
6	1.344	5.377	1.344	8.065
7	1.531	6.125	1.531	9.187
8	3.089	12.354	3.089	18.532
9	1.475	5.899	1.475	8.849
10	1.276	5.105	1.276	7.657
11	160	638	160	957
12	240	960	240	1.439
13	10.470	41.879	10.470	62.818
14	574	2.295	574	3.443
15	276	1.105	276	1.657
Total Contenedores	26.000	104.000	26.000	156.000

Fuente: Elaboración propia, ECOING

Para la presente evaluación económica se supone que los contenedores sean de material reciclable, que de acuerdo a la experiencia de otros países se elaboran en cartón para embalaje. El costo de cada embalaje se estima en torno de 2.000 pesos cada uno. Así, el primer componente de costo sería el de la red de recuperación de lámparas de los hogares, que supondría un costo anual para cada escenario que contempla el valor de los envases de acopio en material desechable y reciclable, como también un costo de arriendo del espacio de 3 m² que se requiere para ubicar los contenedores en centros de consumo, a un valor de arriendo mensual de UF2 por m². El costo para poner a disposición los contenedores oscilaría entre los **484 y los 1.176 millones de pesos anuales**.

Los costos de transporte desde los PV y PL se pueden realizar en vehículos de flota urbana, que son bastante económicos en cuanto a consumo de combustibles. De acuerdo a los supuestos de recogida, y de cajas que se retiran con una frecuencia de dos veces por semana, no hay problemas de capacidad de carga de estos vehículos livianos.

El número de viajes se estima según los nodos de PV y PL de cada región con respecto al CdA localizado en cada cabecera regional. Son recorridos que en la Región Metropolitana serían los de mayor longitud, y no superarían los 50 km, en vehículos cuyo consumo medio es mayor a los 15km/l.

Dado que se trata de fletes en vehículos livianas y de pocas cantidades de luminarias enteras (no trituradas), se supone que no se exija un transporte especial autorizado para residuos peligrosos. Considerando lo anterior, el valor unitario de cada uno de estos fletes, incluido la recogida e intercambio de los contenedores en los PV y PL, no debiese superar un valor de \$10.000.

Tabla 20-30 Estimación del número de fletes anuales desde PV y PL a CdA

Región	Escenario 1 + 2	
	2018	2023
1	485	970
2	877	1.754
3	426	852
4	1.099	2.198
5	2.679	5.359
6	1.344	2.688
7	1.531	3.062
8	3.089	6.177
9	1.475	2.950
10	1.276	2.552
11	160	319
12	240	480
13	10.470	20.939
14	574	1.148
15	276	552
Total Fletes	26.000	52.000

Fuente: Elaboración propia, ECOING

De acuerdo a la tabla anterior, el transporte desde la red nacional de PV y PL a sus respectivos CdA en cada región, generará 26.000 viajes proyectados para 2018 y de 52.000 para 2023, en ambos escenarios. El número de viajes son iguales en ambos escenarios, dado que se ha considerado recolectar dos veces a la semana en cada punto, independientemente de la cantidad de lámparas o número de contenedores en cada punto.

El costo económico del servicio de **transporte ascendería a 260 y 520 millones por año** respectivamente y en ambos escenarios, siempre y cuando la Autoridad no exija un transporte autorizado para residuos peligroso.

20.3.4 Recuperación desde industria y de grandes generadores

La mayor parte de los residuos recuperados (70% al 80%, según escenario y año), provendrá de la industria y de grandes generadores (incluidas instituciones públicas y privadas, edificios corporativos, centros comerciales).

Tabla 20-31 Estimación del número de lámparas recuperadas por región desde industria y grandes generadores

Región	Escenario 1		Escenario 2	
	2018	2023	2018	2023
1	15.140	97.534	30.280	106.677
2	33.885	218.289	67.770	238.754
3	18.024	116.111	36.048	126.997
4	36.769	236.867	73.538	259.073
5	108.144	696.668	216.288	761.981
6	40.374	260.089	80.748	284.473
7	51.188	329.756	102.376	360.671
8	103.097	664.157	206.195	726.422
9	36.769	236.867	73.538	259.073
10	46.141	297.245	92.283	325.112
11	4.326	27.867	8.652	30.479
12	15.861	102.178	31.722	111.757
13	458.531	2.953.873	917.061	3.230.798
14	19.466	125.400	38.932	137.157
15	6.489	41.800	12.977	45.719
Total Lámparas	994.204	6.404.702	1.988.408	7.005.143

Fuente: Elaboración propia, ECOING

En este caso, los servicios de recogida y transporte (gratuito para los generadores) harán los gestores de residuos e instaladores eléctricos (que hacen recambio de lámparas fluorescentes), los que serán pagados directamente por el SIG.

Para el almacenaje de los residuos de lámparas se colocan jaulas o contenedores reutilizables de mayor tamaño en el lugar de la generación de los residuos, los que serán retirados a partir de una cantidad mínima de 150 unidades (aproximadamente 30 kg). Las cantidades requeridas de fletes y de contenedores se presentan en la tabla a continuación.

Tabla 20-32 Estimación del número de fletes anuales desde industria y de grandes generadores a CdA

Región	Escenario 1		Escenario 2	
	2018	2023	2018	2023
1	50	325	101	356
2	113	728	226	796
3	60	387	120	423
4	123	790	245	864
5	360	2.322	721	2.540
6	135	867	269	948
7	171	1.099	341	1.202
8	344	2.214	687	2.421
9	123	790	245	864
10	154	991	308	1.084
11	14	93	29	102
12	53	341	106	373
13	1.528	9.846	3.057	10.769
14	65	418	130	457
15	22	139	43	152
Total Fletes / Año	3.314	21.349	6.628	23.350
Total Contenedores	127	821	255	898

Fuente: Elaboración propia, ECOING

Considerando una capacidad de 150 lámparas de un contenedor y que no debiese permanecer más allá de una semana en un lugar de generación hasta su retiro, se requiere de hasta 900 unidades al año 2023 en el escenario 2, como se puede observar en la tabla anterior.

Los costos asociados a estos servicios se estiman de la siguiente forma:

- Contenedores o jaulas: costo unitario aproximado de \$120.000 y vida útil de 5 años.
- Transporte en vehículos livianos con costo homologable al de los aplicados a hogares.

Así el costo anualizado de la recuperación de los residuos industriales y de grandes generadores oscilaría entre los **36 millones al año 2018 en el Escenario 1 y los 255 millones al año 2023 en el Escenario 2.**

20.3.5 Centros de Acopio

En cada región se ha pensado en la instalación de al menos un CdA que sea el receptor de las entregas directas de los generadores industriales y de los PV y PL, diseminados en cada ciudad cabecera regional. Estos CdA deben localizarse en barrios industriales

que permitan la aproximación de camiones de mayor tamaño para poder despachar lo que acopien hacia el destino final en Planta de Reciclaje localizada en la Región Metropolitana.

Las características básicas de cada CdA constan del espacio para almacenamiento de las lámparas recuperados y para los barriles sellados con los residuos triturados, en caso de optar por una operación con trituradoras de lámparas.

Los **costos fijos** están determinados entonces por el valor del arriendo de las instalaciones de acopio y el eventual valor de la trituradora.

Las principales especificaciones técnicas de las trituradoras Balcan (ver Anexo 6), que tiene buenas propiedades de funcionamiento y de productividad, son:

Tabla 20-33 Ficha técnica de equipos de trituración

Ítem	Cantidad
Lámparas/barril/hora	1.300
Barriles/día	8
Lámparas trituradas/día	10.400
Lámparas/Ton	4.000
Ton/Barril	0,325

Fuente: Cotización empresa BALCAN

El valor de la trituradora corresponde a la de la empresa Balcan (ver Anexo 6). La vida útil de 5 años es la que define el costo fijo anual, al que se agrega la renta económica neta estimada en 12% anual.

Tabla 20-34 Estimación del costo fijo de un CdA por año

Costo Trituradora Anual	\$9.838.208
Valor Máquina	\$9.138.577
Mantenimiento Máquina (10% Valor)	\$913.858
Vida Útil Máquina	5
Depreciación estimada/año	\$1.827.715
Operarios/año	1
Costo Anual Operario Calificado	\$6.000.000
Tasa neta Costo Capital	\$1.096.629
Costo Inmobiliario Anual	\$10.800.000
Espacio Operación (16m ²)	\$1.800.000
Espacio Acopio mensual (160 barriles=80m ²)	\$9.000.000

Fuente: Elaboración propia, ECOING; Trituradora basada en cotización BALCAN

Al costo fijo, se le debe adicionar los costos variables derivados de los insumos requeridos por unidad procesada, que para el caso de las trituradoras es el costo de los filtros de carbón activado y de los barriles necesarios para almacenar las lámparas trituradas.

Para el Escenario 1 se ha considerado partir con 3 trituradoras en el año 2018 (V, VIII y RM) y extenderse a 8 trituradoras en el año 2023 (agregando además en las regiones VI, VII, IX y X, más otra en la RM). El Escenario 2 considera 16 trituradoras todo el tiempo.

Tabla 20-35 N° de Barriles con Residuos de Lámparas trituradas por CdA y Año - Escenario 1

Región	CdA	Tritrador	2018		2023	
	N°	N°	Barril/año	Filtros/año	Barril/año	Filtros/año
1	1	0	0	0,08	0	0,51
2	1	0	0	0,17	0	1,09
3	1	0	0	0,09	0	0,57
4	1	0	0	0,19	0	1,22
5	1	1	103	0,54	663	3,45
6	1	0 a 1	0	0,21	264	1,37
7	1	0 a 1	0	0,26	326	1,70
8	1	1	102	0,53	657	3,42
9	1	0 a 1	0	0,20	252	1,31
10	1	0 a 1	0	0,23	289	1,50
11	1	0	0	0,02	0	0,15
12	1	0	0	0,07	0	0,47
13	1 a 2	1 a 2	430	2,23	2.768	14,39
14	1	0	0	0,10	0	0,64
15	1	0	0	0,04	0	0,24
Total	15 a 16	3 a 8	635	4,97	5.219	32,02

Fuente: Elaboración propia, ECOING

Tabla 20-36 N° de Barriles con Residuos de Lámparas trituradas por CdA y Año - Escenario 2

Región	CdA	Triturador	2018		2023	
	N°	N°	Barril/año	Filtros/año	Barril/año	Filtros/año
1	1	1	30	0,16	125	0,65
2	1	1	65	0,34	262	1,36
3	1	1	34	0,18	136	0,70
4	1	1	73	0,38	297	1,54
5	1	1	206	1,07	824	4,29
6	1	1	82	0,43	338	1,76
7	1	1	101	0,53	413	2,15
8	1	1	204	1,06	833	4,33
9	1	1	78	0,41	330	1,72
10	1	1	90	0,47	363	1,89
11	1	1	9	0,05	38	0,20
12	1	1	28	0,15	107	0,56
13	2	2	859	4,47	3.415	17,76
14	1	1	38	0,20	156	0,81
15	1	1	14	0,07	60	0,31
Total	16	16	1.912	9,94	7.698	40,03

Fuente: Elaboración propia, ECOING

El costo de los filtros, que evitan que se liberen mercurio en el proceso de trituración de las lámparas, es de aproximadamente \$800.000 pesos y se estima que al menos puede soportar 250 mil lámparas procesadas, de acuerdo a lo informado por Balcan. El costo de los barriles asciende a \$12.000 pesos aproximadamente, según cotización a empresa TecnoTambor S.A.

Los costos de operación de los CdA por región se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 20-37 Estimación del Costo de Operación del CdA por Región - Escenario 1

Región	Trituradora	Inmobiliario	2018			2023		
			Insumos	Barriles	Total 2018	Insumos	Barriles	Total 2023
1	0	10.800.000	63.284	0	63.284	407.678	0	407.678
2	0	10.800.000	135.256	0	135.256	871.324	0	871.324
3	0	10.800.000	70.707	0	70.707	455.497	0	455.497
4	0	10.800.000	151.273	0	151.273	974.509	0	11.774.509
5	9.838.208	10.800.000	428.024	1.234.684	22.300.916	2.757.347	7.953.885	31.349.440
6	9.838.208	10.800.000	170.317	0	170.317	1.097.190	3.164.971	24.900.370
7	9.838.208	10.800.000	210.641	0	20.848.849	1.356.959	3.914.304	25.909.471
8	9.838.208	10.800.000	424.395	1.224.216	22.286.819	2.733.969	7.886.448	31.258.625
9	9.838.208	10.800.000	162.777	0	162.777	1.048.615	3.024.852	24.711.676
10	9.838.208	10.800.000	186.692	0	186.692	1.202.676	3.469.258	25.310.143
11	0	10.800.000	18.724	0	18.724	120.621	0	120.621
12	0	10.800.000	58.095	0	58.095	374.247	0	374.247
13	19.676.417	21.600.000	1.787.574	5.156.465	27.582.247	11.515.625	33.218.150	86.010.192
14	0	10.800.000	79.846	0	79.846	514.372	0	514.372
15	0	10.800.000	29.211	0	29.211	188.178	0	188.178
Total Anual					94.145.014			264.156.343

Fuente: Elaboración propia, ECOING

Tabla 20-38 Estimación del Costo de Operación del CdA por Región - Escenario 2

Región	Trituradora	Inmobiliario	2018			2023		
			Insumos	Barriles	Total 2018	Insumos	Barriles	Total 2023
1	9.838.208	10.800.000	126.568	365.100	21.129.876	520.563	1.501.623	22.660.394
2	9.838.208	10.800.000	270.512	780.322	21.689.043	1.088.009	3.138.487	24.864.704
3	9.838.208	10.800.000	141.414	407.925	21.187.547	563.779	1.626.284	22.828.271
4	9.838.208	10.800.000	302.547	872.731	21.813.486	1.235.037	3.562.607	25.435.853
5	9.838.208	10.800.000	856.048	2.469.368	23.963.624	3.428.355	9.889.485	33.956.048
6	9.838.208	10.800.000	340.634	982.599	21.961.442	1.407.008	4.058.676	26.103.892
7	9.838.208	10.800.000	421.282	1.215.238	22.274.728	1.719.907	4.961.271	27.319.386
8	9.838.208	10.800.000	848.790	2.448.432	23.935.430	3.465.799	9.997.496	34.101.503
9	9.838.208	10.800.000	325.554	939.098	21.902.860	1.373.986	3.963.421	25.975.616
10	9.838.208	10.800.000	373.384	1.077.068	22.088.660	1.511.905	4.361.265	26.511.379
11	9.838.208	10.800.000	37.448	108.024	20.783.680	156.498	451.437	21.246.144
12	9.838.208	10.800.000	116.189	335.161	21.089.558	446.269	1.287.313	22.371.790
13	19.676.417	21.600.000	3.575.149	10.312.929	55.164.494	14.207.116	40.982.064	96.465.597
14	9.838.208	10.800.000	159.692	460.651	21.258.552	650.947	1.877.733	23.166.888
15	9.838.208	10.800.000	58.422	168.525	20.865.155	248.334	716.347	21.602.889
Total Anual					361.108.135			454.610.354

Fuente: Elaboración propia, ECOING

En las tablas anteriores, se observa que hay bastante diferencia entre ambos escenarios, especialmente al año **2018**, donde el **costo anual es casi 4 veces mayor** en el Escenario 2 (**360 millones**) que en el Escenario 1 (**94 millones**).

Al año 2023, ese factor baja a 1,7, de **455 millones en el Escenario 2** versus **264 millones en el Escenario 1**.

Esa diferencia se debe por un lado al incremento de los costos variables por incremento de las lámparas recuperadas en el Escenario 2 y por el otro al mayor número de trituradoras empleadas en el mismo escenario.

20.3.6 Transporte a planta de reciclaje

Una vez que se han almacenado las lámparas fuera de usos en los CdA, sean trituradas o no, estos deben ser enviados a la planta de reciclaje localizada en la Región Metropolitana de Santiago.

El transporte desde las CdA a la Planta de Reciclaje, en caso de los barriles sellados con los residuos, se realiza en camiones de 40 toneladas, mientras en caso de las lámparas no trituradas, se considera de hasta 21.000 lámparas por viaje.

A pesar de que las **lámparas trituradas no deberían considerarse como residuo peligroso**, dado que el mercurio fue absorbido en los filtros de carbón activado, se ha considerado un tiempo de almacenamiento máximo de 6 meses, siguiendo los lineamientos del decreto 148 para residuos peligrosos. Por lo tanto, el envío a reciclaje desde los CdA se realizará al menos dos veces al año.

Tabla 20-39 Estimación de fletes por año a planta de reciclaje - Escenario 1

Región	2018				2023			
	Barril / año	Ton trituradas / semestre	Nº Lámparas / semestre	Fletes a Reciclaje	Barril / año	Ton trituradas / semestre	Nº Lámparas / semestre	Fletes a Reciclaje
1	0	0	9.888	2	0	0	63.700	6
2	0	0	21.134	2	0	0	136.144	13
3	0	0	11.048	2	0	0	71.171	7
4	0	0	23.636	2	0	0	152.267	15
5	103	11	0	2	663	71	0	4
6	0	0	26.612	3	264	28	0	2
7	0	0	32.913	3	326	35	0	2
8	102	11	0	2	657	70	0	4
9	0	0	25.434	2	252	27	0	2
10	0	0	29.171	3	289	31	0	2
11	0	0	2.926	2	0	0	18.847	2
12	0	0	9.077	2	0	0	58.476	6
13	430	46	0	2	2.768	297	0	15
14	0	0	12.476	2	0	0	80.371	8
15	0	0	4.564	2	0	0	29.403	3
Total Anual	635	68	621.378	33	5.219	560	4.002.939	88

Fuente: Elaboración propia, ECOING

Tabla 20-40 Estimación de fletes por año a planta de reciclaje - Escenario 2

Región	2018				2023			
	Barril / año	Ton trituradas / semestre	Nº Lámparas / semestre	Fletes a Reciclaje	Barril / año	Ton trituradas / semestre	Nº Lámparas / semestre	Fletes a Reciclaje
1	30	3	0	2	125	13	0	2
2	65	7	0	2	262	28	0	2
3	34	4	0	2	136	15	0	2
4	73	8	0	2	297	32	0	2
5	206	22	0	2	824	88	0	4
6	82	9	0	2	338	36	0	2
7	101	11	0	2	413	44	0	2
8	204	22	0	2	833	89	0	4
9	78	8	0	2	330	35	0	2
10	90	10	0	2	363	39	0	2
11	9	1	0	2	38	4	0	2
12	28	3	0	2	107	12	0	2
13	859	92	0	5	3.415	366	0	18
14	38	4	0	2	156	17	0	2
15	14	2	0	2	60	6	0	2
Total Anual	1.912	205	0	33	7.698	826	0	51

Fuente: Elaboración propia, ECOING

Los costos de **transporte están evaluados para residuos no peligrosos**, considerando un tarifado por tonelada según rango de distancias. Las distancias que exceden los 500 km tienen una tarifa de \$120.000 por tonelada de lámparas trituradas en barril o de \$2.400.000 por viaje en caso no trituradas, mientras que las inferiores a 500 km están valoradas en \$40.000 por tonelada o \$800.000 por viaje, respectivamente.

Así, todos los fletes de CdA que provengan del norte más allá de la región 4, y los que provengan del sur más allá de la región 8, serán valorados al tarifado más elevado.

Tabla 20-41 Estimación de valor de fletes a planta de reciclaje (Pesos chilenos)

Región	Escenario 1		Escenario 2	
	2018	2023	2018	2023
1	4.800.000	14.559.931	783.141	3.220.987
2	4.830.568	31.118.709	1.673.795	6.732.069
3	4.800.000	16.267.751	875.000	3.488.387
4	5.402.622	34.803.906	1.872.012	7.641.808
5	882.801	5.687.039	1.765.602	7.070.996
6	2.027.585	2.262.959	702.560	2.901.959
7	2.507.633	2.798.733	868.897	3.547.316
8	875.316	5.638.822	1.750.632	7.148.224
9	5.813.462	6.488.321	2.014.369	8.501.556
10	6.667.566	7.441.574	2.310.316	9.354.933
11	4.800.000	4.800.000	231.711	968.335
12	4.800.000	13.365.974	718.921	2.761.293
13	3.686.880	23.751.026	7.373.759	29.302.236
14	4.800.000	18.370.438	988.098	4.027.745
15	4.800.000	6.720.644	361.486	1.536.567
Total Anual	61.494.432	194.075.827	24.290.300	98.204.411

Fuente: Elaboración propia, ECOING

Como se observa en la tabla anterior, los costos anuales de los **fletes** en el Escenario 1, son mucho más elevados (2,5 veces al año 2018 y 2,0 veces al 2023) que en el Escenario 2, a pesar de que este último supone flujos de residuos. Esto se debe a que en el Escenario 1 hay varios CdA sin trituradoras, por lo que se transporta más volumen que peso, requiriéndose más viaje.

Sin embargo, al adicionar los costos operativos de los CdA (ver tablas 5-37 y 5-38) a los costos de los fletes (tabla anterior), el Escenario 1 en relación al acopio regional y transporte hacia la planta de reciclaje, sigue siendo bastante más económico que el Escenario 2, a lo menos al 2018.

20.3.7 Eliminación de residuos peligrosos

A lo anterior, se debe agregar los costos de transporte para los **filtros con mercurio**, considerados como residuos peligrosos, y su eliminación en instalaciones autorizadas, que se ha estimado en **0,6 millones (año 2018) y 3,6 millones (año 2023) para el Escenario 1, y 1,1 y 4,6 millones respectivamente para el Escenario 2.**

20.3.8 Planta de reciclaje

Finalmente, el costo de la planta de reciclaje supone los costos de inversión y los de operación. Una modalidad atractiva para la estimación es la de costear un contrato bajo la modalidad BOT con un cargo por lámpara reciclada. Los montos de inversión y de costos de operación se sustentan en las cotizaciones o presentaciones realizadas por la empresa Balcan (ver Anexo 6), que se ha especializado en el reciclaje de lámparas en varias partes del mundo.

Una planta de reciclaje de lámparas que permita separar los componentes de vidrio, metal y residuos peligrosos, se instala con un proyecto que tendría un costo de inversión cercano a los 1,5 millones de dólares.

La misma empresa Balcan estima que la forma de asumir este tipo de proyecto podría ser un contrato del tipo BOT, en el que se cargaría un valor por lámpara procesada que oscilaría entre 15 y 10 centavos de dólar. Indudablemente que el costo unitario más bajo se logra cuando la planta opera a plena capacidad.

Tabla 20-42 Ficha técnica de planta de reciclaje - Modelo BALCAN MP6000

Ítem	Unidad	Cantidad
Capacidad Planta Lámparas Anuales (1 turno 8 horas)	Nº/año	8.000.000
Planta Galpón	m ²	200
Bodega Galpón	m ²	400
Área Estacionamiento Camiones	m ²	1.800
Valor Inversión Total (aprox. MM USD 1,5)	\$	825.000.000

Fuente: Elaboración propia, ECOING, basado en cotización BALCAN

De acuerdo a los flujos de lámparas recuperadas y trituradas, el costo del reciclaje ascendería a:

Tabla 20-43 Costo unitario y anual del reciclaje

Modalidad Contrato BOT a 10 Años	Escenario 1		Escenario 2	
	2018	2023	2018	2023
Costo Unitario por Lámpara (USD 0,15-0,10)	\$ 83	\$ 55	\$ 83	\$ 55
Costo Anual Reciclaje Lámparas	\$ 102.527.292	\$ 440.323.268	\$ 205.054.583	\$ 550.404.085

Fuente: Elaboración propia, ECOING

Considerando el Escenario 2 para 2018 y 2023, el costo de reciclar los principales componentes de las lámparas sería de **205 millones de pesos anuales al 2018, que se elevaría a 550 millones de pesos al 2023.**

En cuanto a posibles ingresos por el material reciclable, no se estiman porque representan montos irrelevantes en relación a los costos que genera el sistema. En el caso del vidrio, el material puede utilizarse en la fabricación de lámparas nuevas, industria que no existe en Chile y por ende no hay mercado. El mercurio tampoco tiene un mercado local, y los residuos metálicos o plásticos son muy poco significativos.

20.3.9 Otros costos

El **Costo del SIG** se ha estimado considerando una dotación de 3 personas, un gerente con un perfil de ingeniero industrial, un profesional con preparación estadística y en economía, y una secretaria bilingüe. El costo total estimado asciende a **86 millones de pesos anuales**.

Los costos del staff se cuantifican considerando remuneraciones brutas por 3,4 millones al mes para el gerente, 2 millones para el profesional y 0,6 millones al mes para la secretaria. Los costos de operación consideran valor estimado de arriendo, servicios básicos, comunicaciones e informática, totalizando 1,1 millones de pesos al mes. Se adiciona el costo que supone la depreciación de mobiliario y de equipos de computación.

Por parte del **Estado** también se computa un costo de profesionales que actúan de contraparte verificando cumplimientos y evolución del sistema de recuperación y de reciclaje de residuos. Se estima que un par de profesionales sería suficiente para prestar el servicio. El costo anual se estima en **48 millones de pesos anuales**.

Para efecto de asumir el costo de **sensibilización**, se utilizaría campañas en medios masivos como TV, radio y periódicos de circulación nacional. La experiencia internacional evalúa este tipo de costo como un **10% anual de los costos totales**, porcentaje que se ha supuesto para el **Escenario 1**. Para el **Escenario 2**, que supone esfuerzos mayores, se ha supuesto un **20% anual de los costos totales**, con el fin de poder lograr la meta de recuperar el 25% de las lámparas posconsumo.

20.3.10

Empleo generado

El empleo generado es relativamente moderado, porque sólo se agrega de forma directa un total de 16 operarios para los fletes e intercambio de contenedores en los PL y PV, más 16 operarios que atienden en los CdA, a los que se agregan los de la planta de reciclaje en la RM que serían 4 adicionales, cuando la planta se utiliza en más de un turno diario. El **empleo total con un perfil de calificación técnica sería de 36 ocupados**.

A estos se agregan **4 profesionales** (2 del SIG y 2 del Estado), más 1 secretaria para el SIG.

20.3.11

Resumen de Costos

A modo de síntesis, los costos del proceso de recuperación y reciclaje de las lámparas en función de los escenarios previstos para 2018 y 2023, se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 20-44 Resumen de los costos anuales de recuperación y reciclaje de lámparas (millones de pesos)

Síntesis de Costos Anuales	Escenario 1		Escenario 2	
	2018	2023	2018	2023
PV y PL	484	1.072	484	1176
Transporte a CdA - Hogares	260	520	260	520
Transporte a CdA - Industrias	36	233	72	255
CdA	94	264	361	455
Eliminación ResPel	1	4	1	5
Transporte a Planta Reciclaje	61	194	24	98
Reciclaje	103	440	205	550
SIG y Contraparte	134	134	134	134
Difusión	117	286	308	639
Valor Total (millones \$)	1.290	3.148	1.850	3.832

Fuente: Elaboración propia, ECOING

Los costos unitarios por lámpara comercializada, lámpara posconsumo reemplazada o desechada y lámpara recuperada y reciclada, corresponden a los siguientes.

Tabla 20-45 Costo unitario global del sistema REP por lámpara comercializada, desechada y recuperada

Ítem	Escenario 1		Escenario 2	
	2018	2023	2018	2023
Nº de Lámparas comercializadas	40.029.388	64.467.730	40.029.388	64.467.730
Nº de Lámparas posconsumo (residuos)	24.855.101	40.029.388	24.855.101	40.029.388
Meta de recuperación	5 %	20 %	10 %	25 %
Nº de Lámparas recuperadas (recicladas)	1.242.755	8.005.878	2.485.510	10.007.347
Costo por Lámpara comercializada	\$ 32	\$ 48	\$ 48	\$ 64
Costo por Lámpara posconsumo	\$ 51	\$ 77	\$ 77	\$ 103
Costo por Lámpara recuperada	\$ 1.027	\$ 384	\$ 775	\$ 411

Fuente: Elaboración propia, ECOING

El costo unitario más elevado es el que se computa para el año 2018 en el Escenario 1, porque se genera mucha capacidad ociosa que eleva el costo total.

En términos generales, se puede concluir que el **costo unitario de recuperación y reciclaje por lámpara** es bastante elevado, comparándolo con el precio promedio de

una nueva ampolleta de ahorro de marca de \$2.000, oscilando entre **50% (\$1.027) hasta 20% (\$411) de su precio**, dependiendo del escenario y año.

Sin embargo, el valor que debería agregarse al costo del producto para que se financie el sistema REP para lámparas, es el "Costo por Lámpara comercializada". Considerando el mismo precio promedio de una ampolleta nueva, estaríamos hablando de un **aumento del costo del producto para el consumidor de entre 1,6% a 2,4% en el Escenario 1 y de 2,3% a 3,0% para el Escenario 2.**

20.3.12 *Sistema alternativo para el Escenario 1 - 2018 (Sistema abaratado)*

Alternativamente, la fijación de una meta inicial baja del 5% (Escenario 1) podría ser asumida con una estrategia que se concentre en los mayores centros de consumo del país, a lo menos inicialmente (año 2018), dejando para más adelante la cobertura en las regiones restantes (año 2023). Así, sólo habrá inicialmente una estrategia de recuperación para hogares e industriales en las regiones Quinta, Región Metropolitana y Octava. Con esta alternativa, se reduciría notablemente la necesidad de PV y PL (que representa una disminución de costos relevante), y como consecuencia de ello se abarata el costo de transporte debido a la menor cantidad de fletes hacia los CdA; y luego habría también menos fletes y de trayectos mucho más cortos desde los CdA hacia la Planta de reciclaje.

Tabla 20-46 Comparación de los costo anuales de recuperación y reciclaje de lámparas del Escenario 1 - 2018 con un Sistema alternativo (abaratado) (millones de pesos)

Síntesis de Costos Anuales	Escenario 1	
	Original 2018	Alternativa 2018
PV y PL	484	302
Transporte a CdA - Hogares	260	162
Transporte a CdA - Industrias	36	36
CdA	94	77
Eliminación ResPel	1	1
Transporte a Planta Reciclaje	61	6
Reciclaje	103	103
SIG y Contraparte	134	134
Difusión	117	82
Valor Total (millones \$)	1.290	903
Relación	100%	70%

Fuente: Elaboración propia, ECOING

Tabla 20-47 Comparación del costo unitario global del sistema REP por lámpara del Escenario 1 - 2018 con un Sistema alternativo (abaratado)

Ítem	Escenario 1	
	Original 2018	Alternativa 2018
Costo por Lámpara comercializada	\$ 32	\$ 23
Costo por Lámpara posconsumo	\$ 51	\$ 36
Costo por Lámpara recuperada	\$ 1.027	\$ 727

En este caso, **el costo del sistema y por lámpara recuperada se reduce en 30%**, quedando en \$23 por unidad en vez \$32, para cumplir la meta de recuperación de 5% planteada para 2018 en el Escenario 1. Esto equivale a una recarga del producto nuevo comercializado con 1,2% de su precio.

20.4 Evaluación de otros aspectos

Esta evaluación solicitada en los TdR no aplica, dado que no hay procesos productivos asociados a la fabricación de lámparas en Chile.

20.5 Conclusiones y recomendaciones

20.5.1 Conclusiones

Los principales **impactos ambientales, sociales y económicos** asociados a la implementación de la REP bajo los escenarios evaluados corresponden a los presentados en la siguiente tabla.

Tabla 20-48 Resumen de Impactos por Escenarios

Impactos	Unidad	Escenario 1		Escenario 2	
		2018	2023	2018	2023
Datos base					
Lámparas comercializadas	Nº	40.029.388	64.467.730	40.029.388	64.467.730
Lámparas posconsumo (residuos)	Nº	24.855.101	40.029.388	24.855.101	40.029.388
Meta de recuperación	%	5%	20%	10%	25%
Impactos ambientales					
Lámparas recuperadas (recicladas)	Nº	1.242.755	8.005.878	2.485.510	10.007.347
Lámparas recuperadas (recicladas)	ton	205	1.321	410	1.651
Recuperación de materia prima: vidrio (reducción uso nuevo recurso)	ton	105,7	680,6	211,3	850,8
Recuperación de materia prima: metal (reducción uso nuevo recurso)	ton	34,4	221,7	68,8	277,2
Recuperación de materia prima: polvo fósforos (reducción uso nuevo recurso)	ton	0,8	5,2	1,6	6,6
Recuperación de materia prima: plásticos (reducción uso nuevo recurso)	ton	43,7	281,3	87,3	351,6
Ahorro de energía (producción desde material reciclado en el país)	GJ	3.481	22.424	6.962	28.030
Reducción de Gases de Efecto Invernadero (producción desde material reciclado)	ton CO2 eq	161	1.034	321	1.292
Impactos positivos (no cuantificables)	global	Reducción de: Impactos a suelo, agua, vegetación, fauna y paisaje, Riesgos a la salud (alto, medio bajo)			
Impactos negativos (no cuantificables)	global	No se detecta			
Impactos sociales					
Empleos netos generados	Nº	29	33	41	41
Impactos positivos (no cuantificables)	global	Nuevas cadenas de valor, Renta empresarial, Creación de empleo, Mejoras laborales, Aporte al PIB, Adecuado manejo de residuos garantizado, Imagen país			
Impactos negativos / Costos socioeconómicos (no cuantificables)	global	Compromiso de entrega del consumidor (cambio de hábito), Superficies de acopio requeridas, Esfuerzo de educación ambiental, Dependencia del mercado de materiales recuperados, Riesgos financieros			
Impactos económicos					
Costos anuales de recuperación	MM\$	\$ 1.290	\$ 3.148	\$ 1.850	\$ 3.832
Costo por Lámpara comercializada	\$/Unidad	\$ 32	\$ 48	\$ 48	\$ 64
Costo por Lámpara posconsumo	\$/Unidad	\$ 51	\$ 77	\$ 77	\$ 103
Costo por Lámpara recuperada	\$/Unidad	\$ 1.027	\$ 384	\$ 775	\$ 411

Fuente: Elaboración propia, ECOING

De estos datos se puede concluir lo siguiente:

- Todos los **impactos ambientales resultan positivos**. Respecto al consumo de energía y la emisión de CO₂ (cambio climático) asociado al transporte de los residuos, se recomienda minimizar el número de viaje mediante trituración previa de las lámparas posconsumo.
- En el **ámbito social**, el principal impacto es el contar con puntos de recolección donde el usuario pueda dejar sus lámparas fuera de uso, lo que involucra un cambio de hábitos. Sin embargo, este impacto y los otros detectados y resumidos en la tabla precedente, se consideran de relevancia baja. Por otra parte, se crean algunos nuevos empleos formales, evaluando el **impacto social global resultante como positivo**. Históricamente, el reciclador de base no se ha interesado en la recuperación de lámparas, por lo que la REP no crearía un sistema de competencia para el sector informal. En todo caso, no se recomienda incorporar al reciclador de base ni a las escuelas en la recuperación de lámparas, debido a fragilidad y peligrosidad del residuo.
- Respecto al **ámbito económico**, se ha determinado que la REP para la recuperación y valorización de Lámparas no se autofinancia y que los productores deben financiar entre \$ 1.290 a \$ 3.832 millones de pesos anuales, dependiendo del año y escenario. Esto equivale a un costo de recuperación y reciclaje de entre **\$ 1.027 a \$ 411 por lámpara recuperada**. Desde la perspectiva de los consumidores, se recargarían los productos para obtener los fondos necesarios para lo anterior; una nueva ampolleta de bajo consumo por ejemplo, costaría entre **\$32 a \$64 pesos adicionales**, equivalente a una recarga del precio de venta en **1,6% a 3,0%**, dependiendo del escenario.

20.5.2 Recomendaciones ámbito económico

Los resultados dejan en evidencia la dificultad económica de lograr la recuperación de los hogares. En un ejercicio simple, la eliminación de los hogares supondría una reducción anual del costo de recuperación de alrededor de 1.700 millones de pesos (Año 2023, Escenario 2), que en términos unitarios representa una reducción de 45% en el costo unitario por lámpara recuperada. En este contexto, hay que tomar en cuenta que la recuperación de los domicilios sólo aporta entre el 20% a 30% a la recuperación total (dependiendo del escenario y año, ver Tabla 4-3), y que el sector industrial aporta la mayor parte (70% a 80%).

En relación a los hogares, la concentración de la población genera grandes dificultades para abaratar costos, debido a los pequeños volúmenes que se recuperan en las ciudades de menor tamaño, y parece entonces aconsejable aplicar un modelo diferenciado que se haga cargo de los mayores centros de consumo de los hogares únicamente. Esto es concentrarse en las regiones más pobladas y en las ciudades de mayor tamaño, disminuyendo los costos fijos de puntos de recuperación y de transporte a CdA y a Planta de Reciclaje, así como se plantea en Sistema alternativo "abaratado" para el Escenario 1 - 2018.

Dado que se trata de una REP, los objetivos de política pública deben generar una exigencia nacional específica para los residuos que genera el uso industrial; y se concibe como eficiente la operación mediante una red regional de CdA y trituradoras para lograr reducir los costos de transporte.

Además, parece razonable plantear exigencias diferenciadas por agente generador de residuos, porque puede tener impactos importantes en los costos de inversión y de operación de la red de recuperación y reciclaje.

20.5.3 Recomendaciones para la implementación de la REP

Para la dictación del marco legal y la implementación de la REP para el sector lámparas, se recomienda:

- Iniciar la REP con una **Ley** y reglamentos respectivos, que estipulan claramente las responsabilidades y obligaciones de los diferentes actores. Aparte de las responsabilidades del productor, el marco legal debe **obligar a los consumidores** a recuperar los productos posconsumo para su recuperación y reciclaje (el actual proyecto de Ley REP no lo considera). También debe aclararse el rol y límite de responsabilidad de las Municipalidades.
- Considerar metas específicas para lámparas, ya que es importante contar con **metas por tipo o categoría de producto** en base a las características específicas de cada uno de ellos, y no sólo una meta de recuperación para todos los RAEE, como era originalmente en la Unión Europea.
- Calcular el **costo unitario de recuperación diferenciadamente**, por ejemplo, basado en su vida útil y el contenido del mercurio, dado que no todas las luminarias son iguales.
- Considerar el **mismo pago unitario para cada empresa** según el costo de recuperación por unidad, independiente si es una pequeña, mediana o gran empresa o bien un productor. Cabe mencionar que el proyecto de Ley REP de Chile indica que "siempre debiera considerarse la condición de pequeña y mediana empresa", sin embargo esto se considera erróneo, dado que se generan distorsiones del mercado. El mercado es muy dinámico y se producen cambios de los actores frecuentemente, situación similar a lo que ocurre en el sector de aparatos electrónicos.
- Desagregar, en lo posible el **costo de recuperación REP en la boleta de venta** del producto, lo que no se está haciendo en la UE. Sin embargo, resultaría muy complejo hacerlo, dado que las cantidades de lámparas comercializadas fluctúan mucho y también las metas de recuperación, lo que implica recalcular el costo unitario con mucha frecuencia. Se recomienda analizar este aspecto en más detalle durante el proceso de tramitación de la Ley REP y/o la posterior implementación del sistema de gestión.
- En lo posible, implementar **un solo sistema integrado de gestión en forma colectiva** para todas las luminarias que contengan mercurio, pues la experiencia internacional demuestra que más sistemas aumentan considerablemente los costos

de recuperación. España por ejemplo, tiene costos tres veces más caros que otros países, dado que cuenta con varios SIG para lámparas, cada uno con sus propios puntos de retiro funcionando en paralelo.

- Dado que el 100% de las luminarias son importadas, es importante controlar y categorizar los productos en **Aduana**, con el fin de evitar importaciones ilegales y garantizar el ingreso de productos con un estándar mínimo de calidad y **contenido de metales pesados** (MINAMATA y otra eventual regulación). Por otro lado, no se verifica la existencia de un mercado ilegal a controlar respecto a las lámparas posconsumo.
- Asignar una parte importante (10% a 20%) del costo total anual de la REP a la **difusión y educación** para crear consciencia y cambiar los hábitos de los ciudadanos hacia una sociedad del reciclaje.⁸³ Esto es fundamental para poder lograr una participación activa en la recuperación de las Lámparas.
- Fortalecer y facilitar los procesos de **educación ambiental del Estado** a través de sus instituciones y organizaciones, considerando la REP en la Política Nacional de Educación Ambiental y en los contenidos mínimos obligatorios (CMO) y objetivos fundamentales transversales (OFT) de la Ley de educación.
- Crear **incentivos para la participación activa de los consumidores** en la recuperación de las Lámparas, mediante pagos diferenciados u otros beneficios para estimular su participación.
- Incorporar la recuperación de las Lámparas en lo posible en **sistemas ya existentes**, especialmente puntos limpios, puntos verdes y centros de acopio, para crear sinergias y no competencias. En este contexto también se sugiere incorporar los **actores ya existentes** en el rubro, especialmente los gestores de residuos, parte de las Municipalidades.
- **Prohibir la incorporación del sector informal** (recicladores de base e intermediarios) **y de establecimientos educacionales para menores de edad** en las actividades de recuperación de lámparas, por tratarse de residuos peligrosos que requieren de un manejo especial.
- Crear un **sistema de información, seguimiento y monitoreo** del cumplimiento de las metas de recuperación y del funcionamiento de la REP.
- **Modificar el marco legal respecto a las Municipalidades**, especialmente el D.L. sobre Rentas Municipales, para que puedan financiar sus servicios básicos de recolección y disposición final (actualmente alrededor del 70% de los habitantes de Chile no pagan por estos servicios). Otra complicación de fondo de las Municipalidades es que los municipios no deben lucrar o emprender actividades empresariales, por lo que en principio no pueden cobrar o vender residuos reciclables.

⁸³ Como valor de referencia, en Alemania se gastó durante más de diez años aproximadamente 100 millones de marcos por año, equivalente a 1 Euro por persona y año, o un 5% del costo anual del sistema REP de Envases y Embalajes, que es un sistema mucho más complejo y ambicioso que el de las lámparas.

- Implementar **un sistema de transporte específico para lámparas** posconsumo, pues la logística reversa en el caso de luminarias no es factible, dado que el producto posconsumo es considerado un residuo peligroso; además no se cuenta con el empaque original que permitiera proteger la luminaria fuera de uso durante el transporte de retorno.
- Modificar, no obstante de lo anterior, el **decreto 148**, para que una ampolleta o luminaria no se transforma inmediatamente en un **residuo peligroso** al momento de desecharla, con el fin de no encarecer innecesariamente los costos de la recuperación, a lo menos en caso de flujos menores, como es el caso en los puntos verdes y limpios, previstos para la entrega por parte de los hogares, y su posterior transporte local hacia los centros de acopio.
- Considerar la incorporación de **trituradoras de lámparas** a partir de transportes terrestres de distancias mayores a 500 km hacia la planta de reciclaje, para disminuir así las emisiones de CO₂ y ahorrar energía. En todo caso, en zonas de mayor generación de lámparas posconsumo, económicamente ya se justifica a distancias menores.
- Investigar y fomentar **usos del vidrio recuperado desde las lámparas**, especialmente para las zonas extremas del país, por ejemplo para usos constructivos.
- **Normar la información** a usuarios respecto a los materiales de lámparas y su reciclabilidad, manejo y entrega adecuados.

20.6 Consideraciones finales respecto a supuestos y riesgos

Finalmente, es importante recordar que la presente evaluación está basada en una serie de **supuestos**, que pueden no corresponder totalmente a la realidad o que simplemente podrían cambiar en el transcurso del tiempo.

En consecuencia, existen **riesgos** asociados a la implementación de la REP, especialmente en el ámbito económico, dado que el mercado seguirá cambiando fuertemente, desde la ampolleta incandescente hacia la fluorescente de bajo consumo, y también hacia la luminaria LED. Cabe señalar que una ampolleta incandescente de 40 Watt dura 1.000 horas mientras que, una ampolleta LED con la misma luminosidad sólo gasta 4 Watt y tiene una vida útil de 50.000 horas, es decir, tiene un gasto de energía 10 veces menor y una vida útil mayor a 50 veces. **Lo anterior tendrá implicancias impredecibles en el mercado de las lámparas, lo que puede distorsionar los resultados de la evaluación del presente estudio.**

Otro aspecto con eventual incidencia económica es que, aparte del transporte y eliminación de los filtros de carbón activado con mercurio, no se ha considerado exigencias especiales ni costos relacionados con **residuos peligrosos**, dado que:

- En caso de las lámparas trituradas y transportadas en barriles herméticas desde los CdA hacia la planta de reciclaje en la RM, éstos no deberían considerarse como residuo peligroso, dado que el mercurio fue absorbido en los filtros de carbón activado.

- En caso de la recuperación de lámparas desde los PV y PL a disposición de los hogares, se trata de pocas cantidades de luminarias enteras (no trituradas), almacenadas en contenedores pequeños que sean manipulables manualmente, además de fletes de corta distancia en vehículos livianos, que a juicio del consultor no deberían implicar mayores riesgos.

Este tema debe aclararse con la Autoridad competente.

21. BIBLIOGRAFIA

21.1 Literatura

- ACEPESA. 2007. Gestión de residuos electrónicos en Costa Rica: sistematización de la experiencia. Proyecto Bilateral Costa Rica-Holanda Fase I y II 2003-2007
- AMBILAMB, 2013; Memoria Anual 2012
- BIRD. 2008. Report on the environmental benefits of recycling. Imperial College. London
- BORNAND P. 2007. Sistema de Gestión de Residuos Electrónicos en Suiza. SWICO Environmental Commission. Reunión Residuos Electrónicos Y Responsabilidad Extendida Del Productor. Plataforma SUR IDRC, noviembre 7
- BORNARD. P. 2009. Presentación SWICO 17 Abril 2009. RELAC SUR
- C Y V MEDIOAMBIENTE, 2009. Diagnóstico de la Fabricación, Importación y Distribución de Aparatos Electrónicos y Manejo de los Equipos Fuera de Uso.
- C Y V MEDIOAMBIENTE, 2010. Diagnóstico de la Fabricación, Importación y Distribución de Aparatos Electrónicos y Electrónicos y Manejo de los Equipos Fuera de Uso.
- CDT- Ministerio de Energía, 2010. Estudio de Usos Finales y Curva de Oferta de Conservación de la Energía en el Sector Residencial de Chile.
- Censo Población 2002, INE y Proyecciones de Población INE-CELADE
- CNPML. 2008. Manual técnico para el Manejo de Residuos eléctricos y electrónicos. Medellín Colombia.
- COM (2009) 633 final Bruselas, 20.11.2009. Informe de la comisión al consejo, al parlamento europeo, al comité económico y social europeo y al comité de las regiones.
- COMUNIDAD DE MADRID, 2006. Dirección general de industria, energía y minas - Consejería de economía e innovación tecnológica. *Guía técnica de iluminación eficiente, Sector residencial y terciario.*
- CONAMA – GTZ. 2006. Tubos Fluorescentes. Hoja Informativa 12. Proyecto Gestión de Residuos Peligrosos en Chile.
- CONAMA - UDT. 2010. Levantamiento, Análisis, Generación y Publicación de Información Nacional sobre Residuos Sólidos de Chile.
- DIRECTIVA 2002/96/CE sobre desechos de equipos eléctricos y electrónicos de 27 de enero de 2003, (WEEE).
- ECO Consultorías e Ingeniería SAC de Lima, Perú, contacto vía e-mail, Noviembre 2013
- ECOING, 2010. Estudio de Evaluación de Impactos Económicos, Ambientales y Sociales de la Implementación de la Responsabilidad Extendida del Productor en Chile - NFU, BFU, ALU y RAEE.

- ECOING, 2012. Estudio de Evaluación de Impactos Económicos, Ambientales y Sociales de la Implementación de la Responsabilidad Extendida del Productor en Chile - Sector Envases y Embalajes.
- ECOLUM, 2013. Memoria de Actividades 2012
- ELI. 2000 (a). Manual de Iluminación Eficiente. Capítulo 7: Fuentes Luminosas. Efficient Lighting Initiative, Argentina.
- ELI. 2000 (b). Manual de Iluminación Eficiente. Capítulo 4: Impacto Ambiental de los Sistemas de Iluminación. Efficient Lighting Initiative, Argentina.
- Encuesta CASEN 2009, MIDEPLAN
- Encuesta de Presupuestos Familiares 2007, INE
- Energy Star - Agencia de protección del medio ambiente de EE.UU. departamento del programa de energía, 2010. *Information on Compact Fluorescent Light Bulbs (CFLs) and Mercury.*
- EPA 530-R-08-009. 2008 ELECTRONICS WASTE MANAGEMENT IN THE UNITED STATES *APPROACH 1*,; Electronic Product Recovery and Recycling Baseline Report. US National Safety Council, *disponible en* www.epa.gov/osw/conserva/materials/eycling/docs/app-1.pdf.
- ESPAÑA. 2005. Real Decreto 208 sobre Residuos Electrónicos.
- GRANT THORNTON.2010. Sustainable Collection & Recycling of end-of-life lamps in Chile. Towards a sector solution for Chile
- IES, 2000. The IESNA Lighting Handbook. 9th Edition. Illuminating Engineering Society North America.
- LAGREGA M., P. BUCKINGHAM, S. EVANS. 1996. Gestión de Residuos Tóxicos, tratamiento, eliminación y recuperación de suelos. The Environmental Resources Management Group (ERM), Ed. Mc Graw Hill.
- LIM S., D. KANG, O. OGUNSEITAN, J. SCHOENUNG. 2011. Potential Environmental Impacts of Light-Emitting Diodes (LEDs):Metallic Resources, Toxicity, and Hazardous Waste Classification *Environ. Sci. Technol.* 2011, 45, 320–327.
- MARTINEZ J. 2005. Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos Fichas Temáticas. Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe. Uruguay.
- MERCOSUR. 2005. IV Reunión de Ministros de Medio Ambiente del MERCOSUR ANEXO III MERCOSUR/IV CMC/ P.DEC N° 02/05.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, República de Colombia, 2010. Lineamientos Técnicos para el Manejo de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.
- MINISTERIO MEDIO AMBIENTE ESPAÑA. 2004. Prevención y Control Integrados de la Contaminación (IPPG). Documento BREF de Mejores Técnicas Disponibles en la Industria de Fabricación de Vidrio

- MMA 2013, presentación PPT Joost Meijer, Proyecto de Ley Marco para la Gestión de Residuos y Responsabilidad Extendida del Productor, X Seminario de Valorización, Espacio Riesco, 17 de octubre de 2013
- MMA Colombia y Chile 2013. Estudio de recopilación y análisis de experiencias de gestión público-privada relacionadas con la Responsabilidad Extendida del Productor desarrollados en Chile y Colombia, con sus respectivas propuestas de mejoramiento. GIZ.
- MMA de Chile, 2013. X Seminario de Valorización sobre "Responsabilidad extendida del productor de lámparas y luminarias pos-consumo", 17 de octubre del 2013 en el marco de la EXPORECICLA.
- NATURAL RESOURCES DEFENSE COUNCIL (NRDC). 2003 Mercury in Fluorescent Lamps: Environmental Consequences and Policy Implications for NRDC Ecos Consulting.
- OEKO-INSTITUT E.V. 2012. Recycling critical raw materials from waste electronic equipment. Commissioned by the North Rhine-Westphalia State Agency for Nature, Environment and Consumer Protection.
- PARSONS, D. (2006). The environmental impact of compact fluorescent lamps for Australian conditions.
http://eprints.usq.edu.au/1785/1/Parsons_Environmental_impact_of_compact_fluorescent_lamps_and_incandescent_lamps_Publ_version.pdf
- PRIEN, 2008. Estimación del Aporte Potencial del Uso Eficiente de la Energía Eléctrica 2008-2025.
- RAMROTH L., 2008. Comparison of Life-Cycle Analyses of Compact Fluorescent and Incandescent Lamps Based on Rated Life of Compact Fluorescent Lamp. Rocky Mountain Institute.
- Scholand M., Dillon H. 2012. Life-Cycle Assessment of Energy and Environmental Impacts of LED Lighting Products. Part 2: LED Manufacturing and Performance Solid-State Lighting Program Building Technologies Program Office of Energy Efficiency and Renewable Energy U.S. Department of Energy. Disponible en http://www.osti.gov/bridge/product.biblio.jsp?osti_id=1044508.
- Vanderstricht, C. 2013. Seminario de Valorización de Residuos, REP de Lámparas y Luminarias Post-Consumo, Santiago, Chile, 17 Octubre 2013.

21.2 Páginas WEB

http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/waste/key_waste_streams/waste_electrical_electronic_equipment_weee

www.osram.es

www.ecolum.es

www.swicorecycling.ch/en/home



www.voltimun.es

www.epeat.net

www.energystar.gov

www.minam.gob.pe

www.LUMINA, 2013

www.residuoselectronicos.net/archivos/documentos/LEY_1672_DEL_19_DE_JULIO_DE_2013.pdf

www.innovaambiental.com.co

www.voltimun.es

www.minambiente.gov.co

www.ambilamp.es

www.lampequipment.com

www.lwsd.org/News/News-and-Announcements/Pages/Bulb-Eater-Saves-LWSD-Green.aspx;

www.indiamart.com/saradjain-associates/products.html

www.philips.com

www.generalelectric.com

www.osram.cl

www.lg.com

www.swicorecycling.ch/en/home

www.lightcycle.de/dossier-rueckholung-recycling-und-ressourcenschonung.html

www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltstatistischeErhebungen/Abfallwirtschaft/Abfallentsorgung2190100117004.html

www.lampequipment.com

www.cfl-lamprecycling.com

www.lwsd.org/News/News-and-Announcements/Pages/Bulb-Eater-Saves-LWSD-Green.aspx

www.indiamart.com/saradjain-associates/products.html

22. ACRONIMOS Y ABREVIATURAS

Los acrónimos y abreviaciones son los siguientes:

AChEE	Agencia Chilena de Eficiencia Energética
AEE	Aparatos Eléctricos y Electrónicos
AMBILAMP	Asociación de productores de alumbrado
ANDI	Asociación Nacional de Empresarios de Colombia
ASEGIRE	Asociación de Empresarios para la Gestión Integral de Residuos Electrónicos
CCAA	Comunidad Autónoma
CCFL	Lámpara Fluorescente de Cátodo Frío
CDT	Corporación de Desarrollo Tecnológico (Ministerio de Energía)
CE	Comisión Europea
CEE	Comunidad Económica Europea
CFR	Código de Regulaciones Federales
CNE	Comisión Nacional de Energía
CO ₂	Dióxido de Carbono
C.R.E	Centros con Recogidas Puntuales
C.R.T	Centros de Recepción Temporal de residuos
DS	Decreto Supremo
EC	Comunidad Europea
ECOASIMELEC	Fundación para la Gestión Medioambiental de Aparatos Eléctricos y Electrónicos
ECOLUM	Fundación para el Reciclaje de Residuos de Luminarias y Regeneración del Medio Ambiente
ECOPILAS	Fundación, Gestión y Reciclaje de Pilas y Baterías
EEFL	Lámpara Fluorescente de Electrodo Externo
EG	Diseño Ecológico
ELC	European Lamp Companies Federation
EMPA	Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research
ENERGY STAR	Estandar Internacional para la eficiencia energética de productos de consumo
EPA	Environmental Protection Agency
EPEAT	Electronic Product Environmental Assessment Tool
ERP	Productos relacionados con la Energía
EUP	Directiva Europea
E27	Edison 27 mm
GEI	Gases de Efecto Invernadero
HPMV	High Pressure Mercury Vapor
IALD	International Association of Lighting Designers
IEEE	Asociación de Estándares
INE	Instituto Nacional de Estadísticas

IR	Infrarrojo
LAC	Latinoamérica y el Caribe
LCA	Análisis del Ciclo de Vida
LED	Light Emitting Diode (Diodos Emisores de Luz)
LFC	Lámpara Fluorescente Compacta
LGE	LG Electronics
LFL	Lámpara Fluorescente Lineal
LUMINA	Programa de Posconsumo de Iluminación, Colombia
MAVDT	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo, Colombia
MEPS	Estándares Mínimos de Eficiencia Energética
MERCOSUR	Mercado Común del Sur
MINAM	Ministerio del Ambiente (Perú)
MINSAL	Ministerio de Salud (Chile)
MITyC	Ministerio de Industria, Turismo y Comercio
MMA	Ministerio de Medio Ambiente (Chile)
MVE	Mecanismos de Control, Verificación y Fiscalización
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
ONG	Organización No Gubernamental
OEA	Organización de Estados Americanos
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PAEE20	Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020
PBB	Bifenilos Polibromados
PBDE	Difeniléteres Polibromados
PGZ12	Terminal de conexión LED
PNRA	Programa Nacional de Recambio de Ampolletas
PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PRIEN	Programa de Estudios e Investigaciones en Energía
PRM	Centros de Acopio Municipal
PUE	Productos que utilizan energía
RAEE	Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos
RCA	Resolución de Calificación Ambiental
RE	Residuos Electrónicos (equivale a RAEE, WEEE o e-waste)
REACH	Registro, evaluación, autorización y restricción del uso de sustancias químicas
REI-RAEE	Registro Nacional de Productores de Aparatos Eléctricos y Electrónicos
RELAC	Plataforma Regional de Residuos Electrónicos de PC en Latinoamérica y El Caribe
REP	Responsabilidad Extendida del Productor
RESPEL	Residuo Peligroso
ROHS	Restriction of Hazardous Substances

RSM	Residuos Sólidos Municipales
SEC	Superintendencia de Electricidad y Combustibles
SEREMI	Secretaría Regional Ministerial
SIDREP	Sistema de Declaración de Residuos Peligrosos
SIG	Sistema Integrado de Gestión
SNCAE	Sistema Nacional de Certificación de Establecimientos Educativos
SOLIRSA	Soluciones Integrales en Reciclaje, S.A. Costa Rica
StEP	Solving the E-Waste Problem
SUBTEL	Subsecretaría de Telecomunicaciones
SWICO	Asociación Suiza para la Información y la Comunicación Organizacional y la Tecnología
TCLP	Toxicity Characteristic Leaching Procedure
TdR	Términos de Referencia
TWh	Terawatt hora
UE	Unión Europea
UV	Ultravioleta
VIRS	Vertedero Ilegal Residuos Sólidos
WEEE	Waste Electrical and Electronic Equipment (Directive)

23. GLOSARIO DE TÉRMINOS

A continuación se detallan las definiciones del proyecto Ley Marco para la Gestión de Residuos y Responsabilidad Extendida del Productor (versión septiembre 2013), en comparación con otras determinadas con anterioridad en el contexto del presente estudio (marcadas con *):

Acopio (*): Acción tendiente a reunir transitoriamente, y en un lugar determinado, equipos en desuso de manera segura y ambientalmente adecuada para facilitar su posterior manejo. El lugar donde se desarrolla esta actividad se denomina centro de acopio.

Almacenamiento: Acumulación de residuos en un lugar específico por un tiempo determinado, previo a su valorización y/o eliminación.

Aprovechamiento y/o Valorización (*): Es todo proceso industrial que tenga como objeto la transformación y recuperación de los recursos contenidos en los residuos, o del poder calorífico de los materiales que componen los Residuos electrónicos.

Centro de acopio (*): Lugar o instalación de recepción y acumulación selectiva de residuos, debidamente autorizado, previo a su envío hacia una instalación de valorización. En estos lugares o instalaciones se podrán llevar adelante acciones de pretratamiento. También nombrado punto limpio.

Ciclo de vida de un producto (*): Todas las etapas del desarrollo de un objeto o sustancia, desde la adquisición de materia prima e insumos, para la producción, comercialización y uso de un producto, hasta su valorización o eliminación.

Comercializador: Toda Persona natural o jurídica, distinta al productor, que vende un producto prioritario al consumidor.

Consumidor (*): Persona natural o jurídica que, en virtud de cualquier acto jurídico, adquiere, usa, goza o dispone un producto.

Destinatario (*): Propietario, administrador o persona responsable de una instalación expresamente autorizada para eliminar residuos generados fuera de ella.

Disposición Final (*): Es el proceso de aislar y confinar ciertos materiales y componentes no aprovechables procedentes de los Residuos, en lugares especialmente seleccionados, diseñados y debidamente autorizados, para evitar la contaminación y los daños o riesgos a la salud de la humanidad y al ambiente.

Distribuidor: Toda persona natural o jurídica, distinta del productor, que comercializa un producto prioritario antes de su venta al consumidor.

Eliminación: Todo procedimiento cuyo objetivo es disponer en forma definitiva o destruir un residuo en instalaciones autorizadas.

Generador: Poseedor de un producto que lo desecha o tiene la intención u obligación de desecharlo de acuerdo a la normativa vigente.

Gestión: Operaciones de manejo y otras acciones de política, de planificación, normativas, administrativas, financieras, organizativas, educativas, de evaluación, de seguimiento y fiscalización, referidas a residuos.

Gestión (*): Conjunto de actividades encaminadas a dar a los residuos el destino final que garantice la protección de la salud humana, la conservación del medio ambiente y la preservación de los recursos naturales. Comprende las operaciones de recogida, almacenamiento, tratamiento, recuperación, y disposición.

Gestor de Residuos electrónicos (*): Persona o entidad, pública o privada que realiza cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos eléctricos y/o electrónicos (transporte acopio, almacenamiento, desensamble, aprovechamiento y disposición final).

Gestor: Persona natural o jurídica, que realiza cualquiera de las operaciones que componen el manejo de residuos, sea o no el generador de los mismos.

Gestor (*): Persona natural o jurídica, que, previa autorización, realice cualquiera de las operaciones que componen el manejo de residuos, sea o no el generador de los mismos.

Instalación de almacenamiento: Lugar o instalación de recepción y acumulación selectiva de residuos, debidamente autorizado, previo a su envío hacia una instalación de valorización o eliminación.

Instalación de manejo (*): Todo recinto, edificación, construcción o medio, fijo o móvil, debidamente autorizado, donde se realiza un manejo de residuos, incluyendo, entre otras, centros de acopio, instalaciones de almacenamiento, pretratamiento, tratamiento, reciclaje, valorización energética y/o eliminación, bajo condiciones de operación controladas.

Manejo: Todas las acciones operativas a las que se somete un residuo, incluyendo, entre otras, recolección, almacenamiento, transporte, pretratamiento y tratamiento.

Manejo (*): Todas las acciones operativas a las que se somete un residuo, incluyendo, entre otras, recolección, almacenamiento, transporte, pretratamiento, tratamiento, reutilización, reciclaje, valorización energética y/o eliminación.

Minimización (*): Acciones para evitar, reducir o disminuir en su origen, la cantidad y/o peligrosidad de un residuo. Considera medidas tales como la reducción de la generación, el reuso y el reciclaje.

Obsolescencia (*): es la caída en desuso de máquinas por un insuficiente desempeño de sus funciones en comparación con los nuevos equipos y tecnologías introducidos en el mercado.

Poseedor (*): Persona natural o jurídica que tiene en su poder un residuo.

Preparación para la reutilización: Acción de revisión, limpieza o reparación, mediante la cual productos o componentes de productos desechados se acondicionan para que puedan reutilizarse sin ninguna otra transformación previa.

Pretratamiento: Operaciones físicas preparatorias o previas a la valorización o eliminación, tales como separación, desembalaje, corte, trituración, compactación,

mezclado, lavado, empaque, entre otros, destinadas a reducir su volumen, facilitar su manipulación o potenciar su valorización.

Pretratamiento (*): Operaciones físicas preparatorias previas a la valorización o eliminación, tales como separación, desensamblaje, corte, trituración, compactación, mezclado, empaque, entre otros, mediante el cual se modifican las características de un residuo, con el fin de reducir su volumen, facilitar su manipulación o potenciar su valorización.

Prevención (*): la reducción de la cantidad y de la nocividad para el medio ambiente de los materiales y sustancias utilizados, en los envases y en los residuos de envase, los envases y residuos de envases en el proceso de producción, en la comercialización, la distribución, la utilización y la eliminación, en particular mediante el desarrollo de productos y técnicas no contaminantes;

Primera puesta en el mercado (*) Primera vez que el producto es puesto en el mercado mediante su enajenación, de forma documentada.

Producto (*): Bien que es fabricado en un proceso productivo a partir de la utilización de insumos y materias primas. En el caso de los productos envasados, se comprende sus ingredientes o componentes y su envase.

Producto prioritario: Sustancia u objeto que una vez transformado en residuo, por su volumen, peligrosidad o presencia de recursos aprovechables, queda sujeto a las obligaciones de la responsabilidad extendida del productor, en conformidad a la presente ley.

Producto prioritario (*): Es aquel que presenta beneficio asociado a su valorización y/o puede presentar riesgo para el medio ambiente.

Productor de un producto prioritario o productor: Persona que, independiente de la técnica de comercialización, **(i)** enajena un producto prioritario por primera vez en el mercado nacional; **(ii)** enajena bajo marca propia un producto prioritario adquirido de un tercero que no es el primer distribuidor; o **(iii)** importa un producto prioritario para su propio uso profesional.

Proveedor (*): persona natural o jurídica que ofrece un producto o servicio en el mercado.

Reciclador (*): Gestor que se dedica a realizar actividades de recolección selectiva y/o gestión de centros de acopio.

Reciclador de base: Gestor que consiste en una persona natural dedicada a la recolección selectiva y eventualmente a la gestión de instalaciones de almacenamiento de residuos reciclables para su comercialización.

Reciclaje: Empleo de un residuo como insumo o materia prima en un proceso productivo distinto del que lo generó, incluyendo el coprocesamiento y compostaje, pero excluyendo la valorización energética.

Recogida (*): Conjunto de operaciones que permitan traspasar los residuos, desde los generadores a los gestores.

Recolección: Operación consistente en recoger residuos, incluido su almacenamiento inicial, con el objeto de transportarlos a una instalación de almacenamiento, una instalación de valorización o de eliminación, según corresponda. La recolección de residuos separados en origen se denomina diferenciada o selectiva.

Recolección (*): Operación consistente en recoger residuos, incluido su acopio inicial, con el objeto de transportarlos a una instalación de almacenamiento, valorización o eliminación.

Recolección selectiva (*): Operación consistente en recoger residuos separados en origen, con el objeto de transportarlos a un centro de acopio o a una instalación de valorización o eliminación.

Recuperación (*): Proceso cuyo objeto es el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos ya sea en forma de materias primas o energía.

Residuo: Sustancia u objeto que su poseedor desecha o tiene la intención u obligación de desechar de acuerdo a la normativa vigente.

Residuo o desecho (*): Sustancia u objeto que: (i) se valoriza o elimina, (ii) está destinado a ser valorizado o eliminado, o (iii) debe, por las disposiciones de la normativa vigente, ser valorizado o eliminado.

Residuo peligroso (*): Residuo o mezcla de residuos que puede presentar riesgo para la salud pública y/o efectos adversos al medio ambiente, ya sea directamente o debido a su manejo actual o previsto como consecuencia de presentar alguna característica de toxicidad aguda, toxicidad crónica, toxicidad por lixiviación, inflamabilidad, reactividad o corrosividad.

Residuos electrónicos (*): los residuos electrónicos se entienden como todas aquellas partes externas e internas de equipos eléctricos o electrónicos que el usuario decide dejar de utilizar ya sea por obsolescencia o mal funcionamiento.

Responsabilidad extendida del productor: Régimen especial de gestión de residuos, conforme al cual los productores son responsables de la organización y financiamiento de la gestión de los residuos de los productos prioritarios que comercialicen en el país.

Reutilización o reuso (*): Empleo de un residuo como insumo o materia prima en el proceso productivo que le dio origen o el empleo de un producto previamente usado.

Reutilización: Acción mediante la cual productos o componentes de productos desechados se utilizan de nuevo, sin transformación previa, con la misma finalidad para la que fueron producidos.

Riesgo (*): Probabilidad de ocurrencia de un daño.

Sistema de Gestión: Mecanismo instrumental para que los productores, individual o colectivamente, den cumplimiento a las obligaciones establecidas en el marco de la

Toxicidad (*): Es la capacidad de una sustancia de ser letal en baja concentración o de producir efectos tóxicos acumulativos, carcinogénicos, mutagénicos o teratogénicos

Transportista (*): Persona que asume la obligación de realizar el transporte de residuos.

Tratamiento: Operaciones de valorización y eliminación de residuos.

Tratamiento (*): Proceso físico, físico-químico, químico y/o biológico que modifica las características del residuo, con el fin de potenciar su valorización, reducir su volumen o peligrosidad, facilitar su manipulación y/o facilitar su eliminación.

Valorización: Conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar un residuo, uno o varios de los 18 materiales que lo componen y/o el poder calorífico de los mismos. La valorización comprende la preparación para la reutilización, el reciclaje y la valorización energética.

Valorización energética: Empleo de un residuo como combustible en un proceso productivo.