ACOMPAÑAMIENTO A LA IMPLEMENTACIÓN DEL ESQUEMA DE NEGOCIO DE ECONOMÍA CIRCULAR PARA LA MEJORA DE LOS CENTROS DE DESTRUCCIÓN VEHICULAR DE JALISCO

REPORTE

Medio Ambiente y Desarrollo Territorial

Jalisco
GOBIERNO DEL ESTADO

cooperación alemana
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

ACOMPAÑAMIENTO A LA IMPLEMENTACIÓN DEL ESQUEMA DE NEGOCIO DE ECONOMÍA CIRCULAR PARA LA MEJORA DE LOS CENTROS DE DESTRUCCIÓN VEHICULAR DE JALISCO

REPORTE

Esta publicación fue financiada en el marco del proyecto de cooperación bilateral *Programa Transporte Sustentable* (PTS) entre el Gobierno Estatal de Jalisco y el Gobierno de Alemania, a través de la Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable (GIZ), que trabaja por encargo del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania, la Secretaría de Desarrollo Económico (SEDECO) y la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMADET) del Estado de Jalisco.

Primera edición 2022

Elaborado en México por
Instituto Kontenidos Digitales S.A.S.

Publicado por
Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Dag- Hammarskjöld- Weg 1 - 5
65760 Eschnor/Alemania
T +49 61 96 79 -0
F +49 61 96 79-11 15
E info@giz.de
I www.giz.de

Agencia de la GIZ en México
Torre Hemicor, PH, Av. Insurgentes Sur 826,
Col. del Valle, Juárez, 03100,
Ciudad de México México.
T +52 55 55 36 23 44
F +52 55 55 36 23 44
E giz-mexiko@giz.de
I https://www.giz.de/en/worldwide/33041.html

Proyecto
Programa Transporte Sustentable
D.R @2022 Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Coordinación Institucional
Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable (GIZ) en México
Stephanie Hartmann
Directora Programa Transporte Sustentable (PTS)
Karen Martínez López
Asesora técnica Programa Transporte Sustentable (PTS)

Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMADET)
Abraham Torres Andrade
Natalia Ortiz Espinoza

Consultores
Lorenzo Casullo, Ricardo
Julieta Leo, Centro Mario Molina
Saira Vilchis, Centro Mario Molina

Derechos de autor
Se permite la reproducción, total o parcial, por razones educacionales o sin ánimo de lucro de esta publicación, sin la autorización especial del portador de los derechos de autor, siempre y cuando la fuente sea citada.

Forma de citar
SEMADET -GIZ (2022). *Acompañamiento a la implementación del esquema de negocio de economía circular para la mejora de los centros de destrucción vehicular de Jalisco*. Reporte.

Deslinde de responsabilidad
Los hallazgos, interpretaciones y conclusiones expresadas en este documento están basados en la metodología y recopilación de insumos facilitadores por la GIZ México y sus consultores. No obstante, GIZ México no puede ser responsable del contenido de este documento ni garantiza la precisión o integridad de la información por errores, omisiones o pérdidas que surjan de su uso.

Por encargo del Ministerio de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania.

ÍNDICE

Capítulo 1. Implementación de esquema de negocio para la mejora de los CDV 05

Capítulo 2. Acompañamiento y orientación técnica y económica 28

Capítulo 3. Informe de avances en la preparación de los CDV 33

Acrónimos y abreviaturas 42

Índice de figuras y mapas 43

Índice de tablas 43

Bibliografía 44

Anexo 1 46

AGRADECIMIENTOS

Lorenzo Casullo, Ricardo
Julieta Leo Lozano, CMM
Saira Vilchis Jiménez, CMM

CONTRAPARTES
Abraham Torres Andrade, SEMADET-Jalisco
Natalia Ortiz Espinoza, SEMADET-Jalisco

COLABORADORES
Fabiola Gómez, KFW
Karen Martínez, GIZ

FUENTES DE FINANCIAMIENTO
GIZ

CAPÍTULO 1

IMPLEMENTACIÓN DEL ESQUEMA DE NEGOCIO PARA LA MEJORA DE LOS CENTROS DE DESTRUCCIÓN VEHICULAR

Derivado de los resultados obtenidos en un análisis previo sobre Esquema de negocio de economía circular para invertir en el equipamiento de centros de destrucción vehicular de Jalisco, se tomó la decisión de hacer un acompañamiento directo con las empresas interesadas en convertirse en centros de destrucción autorizados.

En ese sentido, se analizó con mayor profundidad a nivel local sobre alternativas viables para valorizar materiales y residuos provenientes de los Vehículos al Final de su Vida Útil (VFVU). En específico, se buscaron alternativas para el aprovechamiento y comercialización de llantas, principalmente, así como de los textiles, plásticos y vidrios. Lo anterior, a través de instrumentos de política y regulación para la integración de sistemas de recuperación de dichos materiales.

A continuación, se describirá el proceso de análisis para identificar el potencial de los materiales y residuos derivados de los VFVU en el estado de Jalisco, esto se logró gracias al estrecho trabajo en conjunto con la SEMADET.

Directorio de empresas de valorización de residuos

Se identificaron empresas de los sectores del cemento, vidrio, plásticos, textiles y automotriz, radicadas en el estado de Jalisco, para elaborar un directorio de actores potenciales en la creación de cadenas de valorización de Vehículos al Final de su Vida Útil (VFVU).

Este directorio se integró a la base de datos de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMADET) para incluir a las empresas registradas con actividades de acopio y tratamiento de residuos en el estado de Jalisco.

Taller para la valorización de los Vehículos al Final de su Vida Útil (VFVU)

Se enviaron invitaciones a más de 100 empresas en el estado de Jalisco al taller denominado “Taller de intercambio para impulsar la valorización de los Vehículos al Final de su Vida Útil”, celebrado el 28 de abril de 2022, de manera presencial y virtual.[1]

Las conclusiones principales fueron las siguientes:

1. Es posible establecer una cadena de valorización para el aprovechamiento energético de los neumáticos a través de la cogeneración en hornos cementeros de CEMEX-Jalisco. Para ello, CEMEX proveerá de un listado de especificaciones de

1 Disponible en: https://ciudadesytransporte.mx/wp-content/uploads/2023/06/anexo_2_taller_de_intercambio_para_impulsar_la_valorizacion_de_los_vehiculos_al_final_de_su_vida_util_unlocked.pdf

la entrega del material. Entre los retos para completar la cadena de valorización se encuentra el costo de trituración de neumáticos y su traslado hasta las instalaciones de la planta de CEMEX.

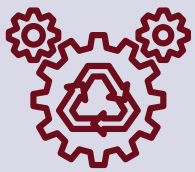
2. Debido a la mala calidad de esponjas y textiles que se obtendría de los VFVU, las empresas del sector no ven factible su reutilización dentro de este mismo segmento.

3. El valor de mercado del vidrio reciclado en México es aún demasiado bajo para promover su reutilización.

4. Debe explorarse la reutilización de plásticos como facias y calaveras a través de la empresa Recotecnia con sede en Jalisco.

Analizando las tendencias globales de sustentabilidad en la industria automotriz, se recomienda un acercamiento con el clúster automotriz de Jalisco para conocer los avances relacionados con la implementación de estrategias de economía circular, particularmente en relación con los objetivos de reducir emisiones de GEI, el desarrollo e introducción de tecnologías que reducen emisiones de contaminantes al aire y su impacto a la salud (vehículos híbridos, eléctricos y super eficientes), el reúso y optimización de recursos naturales.

Hoy en día, algunos de los métodos de reducción de residuos más prometedores que pueden emplear los fabricantes de automóviles incluyen la remanufacturación, el reciclado de circuito cerrado y la inversión en diseño para la sostenibilidad.



La **remanufacturación** implica la reconstrucción de productos para cumplir con las especificaciones del producto terminado original utilizando piezas reparadas, reutilizadas y nuevas. El proceso incluye la sustitución o reparación de módulos y componentes desgastados, esto es una forma de recuperación del producto que busca restaurar el artículo para que tenga las mismas cualidades que un producto nuevo de fábrica.

Esta medida podría implementarse a gran escala en la fabricación de piezas automotrices como parte de la implementación de la economía circular, para garantizar la eficiencia a través de la reducción de desechos. Esta estrategia se ha aplicado a piezas automotrices como las cajas de cambios y los motores.

La remanufacturación puede reducir el consumo de energía hasta en un 80% en comparación con la fabricación de piezas nuevas, y el proceso requiere un 88% menos de agua y libera alrededor de un 90% menos de productos químicos. Además, puede reducir los desechos confinados en un 70% (Rommel, 2018).

Con relación al **reciclaje de circuito cerrado**, este es un proceso autosuficiente que utiliza materiales reciclables que pueden mantener su calidad en todo el ciclo. De esta forma, facilita que los fabricantes reciclen los productos en sí mismos.

Una sugerencia para el reciclaje de circuito cerrado es alentar a los fabricantes de automóviles a establecer programas en los que puedan recolectar de manera proactiva los vehículos de los usuarios finales y reducir el costo del reciclaje.

Aunque varias empresas ejecutan estos programas, depende del cliente ubicar y contactar el centro de acopio, algo que crea un inconveniente. Las empresas deberían idear incentivos para los clientes que devuelvan sus vehículos al final de su vida útil, ya que esto animaría a más personas a entregar sus vehículos antiguos, cuya vida útil se estima en 13 años de uso.

Según el Foro Económico Mundial, el reciclaje de ciclo cerrado reduce el consumo de energía hasta en un 75%, y se presenta como una solución alternativa y viable al modelo económico actual de tomar, hacer y desechar (Rommel, 2018).

Finalmente, el **diseño sostenible** implica el diseño de objetos o servicios para cumplir con los requisitos de sostenibilidad ecológica. Bajo esta perspectiva, los vehículos deberían estar diseñados para ser sostenibles durante todo su ciclo de vida.

Algunas de las formas en que esto podría implementarse incluyen prolongar la fase de uso de los vehículos y garantizar que se personalicen para que sean reciclables cuando finalice su ciclo de vida.

La implementación de estas estrategias requiere superar diversos obstáculos como la coordinación entre gobierno, empresas y sociedad; el desarrollo tecnológico; la generación de información suficiente y de calidad sobre los residuos; y los costos de inversión del reciclaje, entre otros.

Sin embargo, los avances en los marcos regulatorios a favor de la economía circular y la creación de incentivos, como impuestos o subsidios, pueden favorecer la creación de verdaderas cadenas de valorización de los VFVU.

Análisis costo beneficio de la valorización de neumáticos al final de su vida útil

Atendiendo al objetivo de reducir los impactos ambientales asociados al *Programa de renovación y chatarrización de vehículos de transporte de carga en Jalisco*, así como a los resultados del Taller de valorización de VFVU, en este apartado se realiza un análisis para identificar los costos y beneficios asociados a la cogeneración de energía empleando los neumáticos o llantas residuales como combustible en hornos cementeros.

Estimación de neumáticos de desecho

De acuerdo con estimaciones preliminares, se establece que el Programa podría impulsar la renovación de 800 a 1,200 unidades. Para fines de este estudio se consideró un valor intermedio de 1,000 unidades distribuidas en cinco años como se presenta en la tabla 1.

En cuanto a la distribución porcentual de los vehículos de carga ligera, objetivo del programa, que ofrece el Padrón vehicular del estado de Jalisco, se estima un total de 31 toneladas de neumáticos usados.

Tabla 1.
Estimación de neumáticos desechados por la implementación del *Programa de renovación y chatarrización de vehículos de transporte de carga*

CARROCERÍA	VEHÍCULOS POR TIPO DE SERVICIO				NEUMÁTICOS			
	Particular	Carga	Total	Porcentaje	Por tipo de vehículo	Totales*	Kg por llanta	Toneladas totales*
Pick up	858,346	3,579	861,925	92%	4	3,668	8	27.5
Estacas	49,326	332	49,658	5%	4	211	8	1.6
Cabina	6,787	18	6,805	1%	4	29	8	0.2
Vannete	2,632	18	2,650	0%	4	11	8	0.1
Panel	12,896	57	12,953	1%	4	55	8	0.4
Caja	5,822	79	5,901	1%	7.5	47	25	1.2
Total/Promedio	**935,809**	**4,083**	**939,892**	**100%**	**5**	**4,022**	**10**	**31.0**

*Estimación para 1000 vehículos.
Fuente: Elaboración propia con datos de SCT, 2008 y *Llantas y equipos* (sf).

Según las estimaciones preliminares de la SEMADET, existen alrededor de 30 mil unidades que podrían incorporarse al Programa a partir del proceso de subasta o venta a Centros de Destrucción Vehicular. Considerando lotes de dos mil unidades por año como un escenario reservado, se espera incorporar al programa un aproximado de 2,000 neumáticos anuales provenientes de los vehículos que se encuentran en los depósitos vehiculares, a cargo de la Secretaría de Finanzas, que generarían 72 toneladas al año de neumáticos.[2]

Finalmente, de manera complementaria se estimó el total de neumáticos de desecho generados en toda la entidad. Para ello, se consideró el factor propuesto por la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF, 2008), que establece la generación de llanta de desecho en países industrializados en una llanta de automóvil por habitante al año o su equivalente (20 lbs, 9 kg).

Los resultados de la estimación se presentan en la siguiente tabla.

2 Supone un escenario conservador de 4 neumáticos por vehículo debido a que se desconoce la tipología de vehículos que albergan los depósitos vehiculares.

Tabla 2.
Estimación de la generación de neumáticos de desecho en el estado de Jalisco

AÑO	POBLACIÓN (HAB)	NEUMÁTICOS (TON)
2022	8,569,204	77,123
2023	8,644,920	77,804
2024	8,718,004	78,462
2025	8,788,486	79,096
2026	8,856,479	79,708
2027	8,921,959	80,298
2028	8,984,996	80,865
2029	9,045,584	81,410
2030	9,103,763	81,934
2031	9,108,248	81,974
2032	9,112,732	82,015
2033	9,117,217	82,055
2034	9,121,701	82,095
2035	9,126,186	82,136

Fuente: Elaboración propia con datos de COCEF/BECC, 2008.

Análisis costo beneficio de la sustitución energética de coque de petróleo por neumáticos en hornos cementeros

Según datos estimados en el *Plan de Manejo de Neumáticos Usados de Desecho*, emitido en 2015 conforme a la NOM-161-SEMARNAT-2011, en nuestro país, cada año se desecha un aproximado de 32,000,000 llantas. De acuerdo con la Cámara Nacional de la Industria Hulera, sólo 20.3% de los neumáticos desechados son recuperados para su reutilización (6%) o su uso energético (14.3%), (WBCSD, 2019).

En México, el coprocesamiento de residuos como combustible es una práctica cada vez más extendida entre las plantas cementeras. CEMEX reportó en su informe anual que durante el año 2021 la tasa de combustibles alternos era del 30% (CEMEX, 2022), por su parte, Holcim reporta una tasa del 21% (Holcim, 2022). Ambas empresas tienen una cuota de participación en el mercado mexicano cercana al 70%.

De acuerdo con un estudio previo elaborado por SENER-SEMARNAT-GIZ (2016):

> "…existe un máximo promedio de 40% de sustitución térmica, y si se considera que el 60% de la producción de Clínker en México se realiza en hornos con precalcinador, el potencial teórico de coprocesamiento de llantas usadas es de 1,100,000 t/año".

Así, afirma el estudio, es la capacidad técnica de los hornos y la articulación de sistemas logísticos eficientes y sostenibles los que determinan el potencial real para el coprocesamiento de llantas en el país.

En este sentido, el ejercicio desarrollado a continuación estima los costos de coprocesamiento de llantas para el estado de Jalisco.

Tabla 3.
Simulación de utilidad de operación de la sustitución energética de coque (combustible tradicional) de petróleo por neumáticos (combustible alternativo) en hornos cementeros

CONCEPTO	USD	DESCRIPCIÓN
Poder calorífico combinación tradicional (GJ/t)	33.5	Valor típico para coque de petróleo (INECC, 2014)
Costo combustible tradicional (USD/t)	-338.0	Valor de referencia promedio para América del Norte (Dic. 2020 a Marzo 2022, Chemanalyst, 2022)
Costo combustible tradicional (USD/GJ)	**-10.1**	Valor por unidad de energía
Poder calorífico combinación alternativa (GJ/t)	36.4	Valor típico para llanta (INECC, 2014)
Costo disposición residuo (-compra, +cobro) (USD/t)	-14.0	Costos de recepción en empresa procesadora (Recymex, 2022)
Costo logístico generador-preproceso (USD/t)	-20.9	Traslados a centro de trituración con valores promedio para Jalisco (Recymex, 2022)
Costo selección y preprocesamiento (USD/t)	-100.0	Costos de materia prima procesada de neumático (1-4 pulgadas)
Costo combustible alternativo (USD/t)	-134.9	Costo final combustible alternativo
Costo combustible alternativo (USD/GJ)	**-3.7**	Equivalente por unidad de energía
Costo logístico preproceso-planta cementera (USD/t)	-20.9	Se asume un costo promedio de transporte a plantas cementera (SEMARNAT, 2020)
Costo de recepción/alimentación (USD/t)	-5.0	Costo de operación en planta cementera hasta alimentación del combustible alternativo al horno (SENER-SEMARNAT-GIZ, 2016)
Costo final de combustible alternativo en horno (USD/t)	-160.9	Costo final del combustible alternativo en el punto de inyección al horno
Costo final de combustible alternativo en horno (USD/GJ)	**-4.4**	Equivalente por unidad de energía
Beneficio por sustitución térmica (USD/t combinación alternativo)	**177**	Ahorro en consumo de coque de petróleo por concepto de utilización neumáticos

Fuente: Adaptado de SENER-SEMARNAT-GIZ, 2016.

Considerando un costo de 10.1 USD por GJ de coque de petróleo y de 4.4 USD por GJ de neumático, se estima un ahorro de 5.7 USD por GJ, equivalentes a 177.8 USD por tonelada de coque de petróleo sustituida. El margen del beneficio económico es pequeño y se debe al costo de preprocesamiento de los neumáticos que podrían ser superiores a los 160 USD por tonelada, considerando que la venta de caucho triturado tiene un precio cercano a los 100 USD por tonelada (con espesor de 2 pulgadas que es el requerido para el coprocesamiento en hornos cementeros).

Adicionalmente, debe considerarse el papel de las fluctuaciones recientes en el precio del coque de petróleo y de los combustibles en general, asociadas a las decisiones de política comercial derivadas de la guerra con Ucrania, que incluyen restricciones al comercio con Rusia, lo que ha elevado significativamente el precio de los bienes fósiles. Sin este elemento, la diferencia entre el costo por GJ de coque de petróleo y los neumáticos como combustible, se reduce aún más.

Por lo anterior, es recomendable establecer el pago de tarifas para justificar una rentabilidad económica positiva con un margen mayor.

En comparación, los costos logísticos y de disposición final se estiman en 650 pesos por tonelada[3] (SEMARNAT, 2020), lo que significa un diferencial de 4 veces los costos asociados al pretratamiento de neumáticos para su aprovechamiento energético.

Costo marginal de abatimiento del aprovechamiento energético de neumáticos al final de su vida útil en hornos cementeros

Se estimó el costo marginal de abatimiento de la cogeneración energética en hornos cementeros a partir de neumáticos al final de su vida útil (ETL). Para ello, se estimaron las emisiones de las dos plantas cementeras localizadas en el estado de Jalisco, cuya producción anual en el año 2020 se estimó en 2.3 millones de toneladas, de acuerdo con el *Inventario Estatal de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero de Jalisco* (SEMADET-CMM, 2019).

Posteriormente, se estimó la producción de Clínker (componente base del cemento) y los requerimientos energéticos para su producción a partir de los parámetros de la Tabla 3 (página 12). De acuerdo con las tasas de sustitución energética de la industria del cemento en México (CEMEX, 2022), se consideró una tasa del 6% para neumáticos, que corresponde al 32% de la fracción de plásticos de la FIRSU (Fracción Inorgánica de los Residuos Sólidos Urbanos) empleados actualmente en hornos cementeros. En años posteriores se consideraron incrementos del 1% anual.

Como se observa en la Tabla 4, las llantas empleadas como combustible (TDF) asciende a cerca de 9 mil toneladas en el primer año y aumenta 4 mil neumáticos en el año 15, cantidades que resultan significativamente mayores a las 31 toneladas que se estima generará el Programa de Renovación y Chatarrización de Vehículos de Transporte de Carga, a las 72 toneladas anuales que provendrían de las unidades almacenadas en los Depósitos Vehiculares de la Secretaría de Finanzas, y a las más de 77 mil toneladas de neumáticos que se estima se desecharán en el año 2022 en el estado de Jalisco.

Finalmente, se estimaron las emisiones asociadas a la producción de Clínker con coque de petróleo (con un factor de emisión de 0.52 tCO_2e [IPCC, 2006]) y de neumáticos (con un factor de emisión de (0.0029 tCO_2e [INECC, 2014]).

Los resultados de la estimación de emisiones mitigadas se presentan en la siguiente tabla.

3 Costo promedio de recolección en 167 municipios y de disposición final en 84 municipios a nivel nacional de acuerdo con SEMARNAT (2020) y actualizados al 2022 con ajuste inflacionario del 17% entre 2019 y mayo de 2022.

Tabla 4.
Mitigación de emisiones por sustitución energética de coque (combustible tradicional) de petróleo por neumáticos (combustible alternativo) en hornos cementeros

NÚM.	AÑO	Producción de Clínker (t/año)	Combustible tradicional (t/año)	Combustible alternativo (t/año)	Emisiones sin proyecto (tCO_2e)	Emisiones con proyecto (tCO_2e)	Emisiones mitigadas (tCO_2e)
0	2020	1,582,873	151,191	8,883	823,094	800,296	22,798
1	2021	1,659,167	156,793	10,863	862,767	834,887	27,880
2	2022	1,701,974	159,109	12,736	885,026	852,342	32,685
3	2023	1,738,566	160,763	14,636	904,054	866,494	37,561
4	2024	1,779,596	162,748	16,645	925,390	882,671	42,719
5	2025	1,816,434	164,272	18,689	944,546	896,582	47,964
6	2026	1,853,126	165,707	20,800	963,625	910,244	53,381
7	2027	1,890,188	167,100	22,984	982,898	923,912	58,986
8	2028	1,927,992	168,483	25,247	1,002,556	937,762	64,794
9	2029	1,969,370	170,098	27,631	1,024,073	953,161	70,912
10	2030	2,010,183	171,580	30,084	1,045,295	968,088	77,207
11	2031	2,051,841	173,051	32,626	1,066,957	983,225	83,732
12	2032	2,094,363	174,509	35,261	1,089,069	998,573	90,495
13	2033	2,137,766	175,954	37,992	1,111,638	1,014,136	97,502
14	2034	2,182,068	177,383	40,820	1,134,675	1,029,914	104,761
15	2035	2,227,288	178,795	43,749	1,158,190	1,045,911	112,278
Total		**30,622,794**	**2,677,537**	**399,646**	**15,923,853**	**14,898,198**	**1,025,655**

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, empleando los costos de operación de la tabla 3 y un costo de inversión de 120 mil USD para la adquisición de maquinaria para la trituración de los neumáticos, se estimaron los costos de inversión y operación a 15 años (Tabla 5).

El costo de la medida de sustitución energética es de 881 millones de USD a 15 años, logrando una reducción acumulada de 1 millón de tCO_2e.

El costo marginal de abatimiento se estimó en 21 USD por tCO_2e, que indica que la reducción de emisiones no significa ahorros en los costos de producción, fundamentalmente por los costos de preprocesamiento de los neumáticos.

Tabla 5.
Estimación de costos y beneficios de la sustitución energética de coque (combustible tradicional) de petróleo por neumáticos (combustible alternativo) en hornos cementeros

AÑO	Tasa de sustitución (%)	Producción de Clínker (t/año)	Diferencial de aplicabilidad entre años (t de Clínker)	Costos de inversión (USD)	Costos de operación (USD)	Ahorro en uso de energía (USD)	Consumo de energía reducido por año (GJ)	Costos Totales	VPN de Costos Totales (USD)
2020	6%	1,582,873		30,000	52,582,240	-1,835,906	322,906	50,776,335	50,776,335
2021	7%	1,659,167	76,294		54,795,972	-2,245,129	394,882	52,550,842	52,498,344
2022	8%	1,701,974	42,807		55,880,700	-2,632,061	462,937	53,248,639	53,142,301
2023	9%	1,738,566	36,592	30,000	56,746,054	-3,024,732	532,001	53,751,322	53,590,390
2024	10%	1,779,596	41,030		57,741,248	-3,440,128	605,063	54,301,120	54,084,457
2025	11%	1,816,434	36,838		58,585,358	-3,862,473	679,346	54,722,885	54,450,089
2026	12%	1,853,126	36,692		59,410,555	-4,298,722	756,075	55,111,834	54,782,317
2027	13%	1,890,188	37,063		60,233,375	-4,750,087	835,463	55,483,288	55,096,454
2028	14%	1,927,992	37,804		61,065,343	-5,217,788	917,724	55,847,555	55,402,778
2029	15%	1,969,370	41,378	30,000	61,995,219	-5,710,469	1,004,379	56,314,749	55,810,441
2030	16%	2,010,183	40,813		62,891,398	-6,217,398	1,093,539	56,673,999	56,110,364
2031	17%	2,051,841	41,658		63,798,096	-6,742,886	1,185,964	57,055,210	56,431,352
2032	18%	2,094,363	42,522		64,715,364	-7,287,483	1,281,750	57,427,881	56,743,205
2033	19%	2,137,766	43,403		65,643,251	-7,851,757	1,380,997	57,791,495	57,045,438
2034	20%	2,182,068	44,302	30,000	66,581,804	-8,436,288	1,483,806	58,175,516	57,367,135
2035	21%	2,227,288	45,220		67,531,065	-9,041,675	1,590,284	58,489,390	57,619,029
	Total	**30,622,794**	**644,416**	**120,000**	**970,197,040**	**-82,594,982**	**14,527,117**	**887,722,059**	**880,950,428**

Fuente: Elaboración propia.

Los sistemas de aprovechamiento de los neumáticos al final de su vida útil

De acuerdo con el informe del Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD, 2019), las alternativas del uso de ELT, ya sea como TDF o neumáticos usados como material (TDM) depende de factores económicos, factibilidades tecnológicas y regulaciones e incentivos para potenciar el aprovechamiento de los ELT y reducir su impacto ambiental.

Entre los factores económicos se menciona el transporte, que representa un factor de costo importante, especialmente cuando los puntos de recolección no son accesibles o si la infraestructura es insuficiente. Lo anterior puede constituir una barrera en algunos países que tienen un sistema de libre mercado, como en el caso de México. Por el contrario, en los países donde se cobra una tarifa o impuesto de manejo, una parte importante de esta suele destinarse a cubrir las tarifas de transporte.

Igualmente, la producción de gránulos y polvo de caucho generalmente requiere mayores costos de proceso, y exige esfuerzos para crear nuevas asociaciones con otras industrias de usuarios finales secundarios; sin embargo, el uso de TDM, también genera productos con mayor valor agregado y tiene un mejor desempeño ambiental en términos de ahorro de recursos y reducción de emisiones, que la alternativa de TDF (WBCSD, 2019).

Además, las fluctuaciones de los costos de los combustibles tradicionales, como el coque de petróleo empleado en la industria cementera, son un factor que incide en la tasa de sustitución energética de las industrias.

Desde el punto de vista del impacto ambiental, se observa una tendencia de dos fases en el aprovechamiento de ELT.

1 En la primera fase, la alternativa TDF resulta una forma eficiente de manejar grandes volúmenes de ELT y para eliminar las reservas o almacenamiento de estos materiales, que es técnicamente sencillo de efectuar y puede implementarse a gran escala para lograr una recuperación relativamente rápida de la inversión inicial. También se fomenta el uso de ELT como combustible alternativo para reducir las emisiones de CO2, como se observó anteriormente y dado el alto poder calorífico de los ELT.

2 Una vez que un país ha establecido un enfoque más maduro para la gestión de ELT, se transita hacia una segunda fase, donde la recuperación de materiales se apoya en la formulación de políticas que priorizan el reciclaje sobre otras formas de recuperación siguiendo la jerarquía de prevenir, reutilizar, reciclar, recuperar, desechar.

En sintonía con lo anterior, algunos gobiernos suelen definir objetivos para fomentar el reciclaje y limitar otras formas de recuperación, mientras que otros, han establecido una regulación más estricta para excluir la recuperación de energía de los sistemas de gestión de ELT. La creación de programas de subsidios también es común en algunas áreas, por ejemplo para promover el uso de granulado de caucho en aplicaciones de alto valor.

Finalmente, la factibilidad técnica de las distintas formas de aprovechamiento de los ELT también repercute en las rutas de recuperación. Por ejemplo, los hornos de cemento pueden absorber grandes cantidades de ELT sin dificultades técnicas significativas. Sin embargo, dado que la inversión de capital es necesaria para la adaptación, se requiere una perspectiva a largo plazo.

En México, este proceso ha sido incorporado desde hace varios años, con altas tasas de coprocesamiento de FIRSU, que señalan tasas de sustitución de 21% en el caso de Holcim (Holcim, 2022) y de 29% en Cemex (Cemex, 2022), que en conjunto concentran 65% de la capacidad instalada de la industria cementera mexicana (S&P Global, 2020).

Las aplicaciones de ingeniería civil, por otro lado, no implican el mismo nivel de inversión inicial pero requieren capacidades relativamente altas. A pesar del mercado actualmente limitado, la ingeniería civil puede tener un potencial considerable.

Mientras tanto, el TDM obtenido a través de la granulación es, en general, un proceso sencillo y bien establecido con propiedades y rendimiento particularmente ventajosos para aplicaciones como el asfalto cauchutado.

La conclusión más relevante del estudio del WBCSD indica que cuando el marco regulatorio es débil o inexistente, las etapas de la cadena de suministro de ELT como TDF o TDM carecen de sinergia, en consecuencia, es más difícil justificar la inversión en instalaciones a gran escala para su aprovechamiento.

De acuerdo con el WBCSD, existen diferentes sistemas de gestión de ELT y no hay un enfoque único para un sistema exitoso: los sistemas de Responsabilidad Extendida del Productor (EPR) o sistema de obligación de recuperación, la responsabilidad del gobierno financiada a través de un impuesto y los sistemas de libre mercado.

El sistema EPR o sistema de obligación de devolución, impone la responsabilidad de recolectar y asegurar el tratamiento de los ELT a los actores que ponen neumáticos nuevos en el mercado (fabricantes e importadores de neumáticos) a través de un impuesto de recuperación ambiental o “eco-tasa” que es transferido a los consumidores a través de un incremento en el precio de los neumáticos.

Este esquema es común en Hungría, Italia, Francia, España, Países Bajos, Suecia, Turquía, Bélgica, Portugal, Finlandia, Estonia, Letonia, Lituania, Grecia, Eslovenia, República Checa, Eslovaquia e Irlanda y también es utilizado por Brasil, Corea del Sur y Rusia.

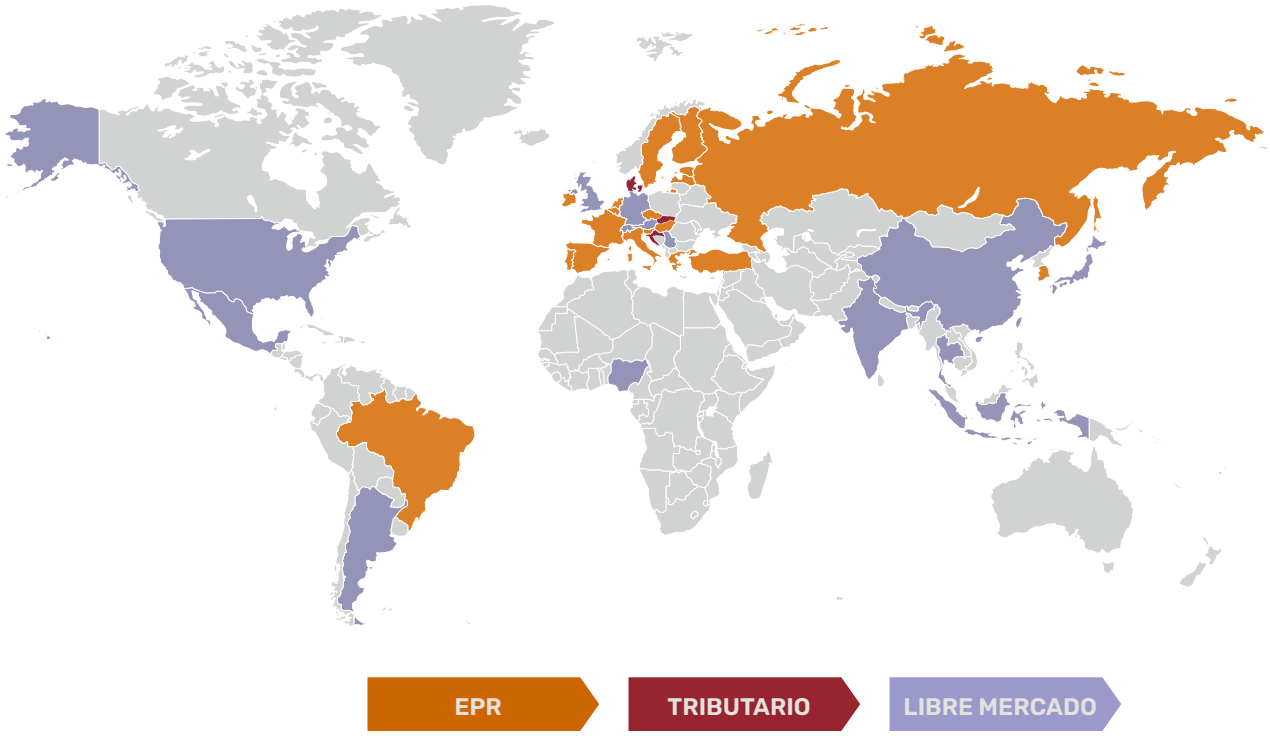
Generalmente, implica la creación de una Organización de Responsabilidad del Productor (PRO), sin fines de lucro que gestiona la recolección y recuperación de ELT.

En el sistema tributario, la responsabilidad recae en la autoridad, la recaudación y recuperación se financian mediante un impuesto sobre la producción que se traslada

al consumidor. Los pocos países que cuentan con un sistema de este tipo son Dinamarca, Eslovaquia y Croacia.

En el sistema de libre mercado, la legislación estatal o federal puede establecer planes de acción (objetivos cualitativos) u obligaciones para tener un plan de manejo de ELT sin establecer una tarifa o impuesto ambiental hacia los consumidores. Los países que cuentan con este sistema son Argentina, China, India, Indonesia, Japón, México, Nigeria, Tailandia, Reino Unido, Alemania, Suiza, Austria, Serbia y Estados Unidos.

Mapa 1.
Países que utilizan los sistemas: EPR, tributario y de libre mercado



Fuente: Elaboración propia

La siguiente tabla es un comparativo de los principales sistemas de recuperación de ELT identificados alrededor del mundo, ahí se definen los actores responsables, los mecanismos de regulación, las necesidades de fondeo y sus características clave.

Tabla 6.
Comparativo de los principales sistemas de recuperación de ELT

SISTEMA	ACTORES	MECANISMOS DE REGULACIÓN	FONDEO	CARACTERÍSTICAS
Libre mercado	La autoridad promulga los objetivos que deben cumplirse, sin embargo no existen responsables designados directamente.	Por lo general, no hay una organización dedicada, los problemas de ELT están cubiertos por un sistema de gobernanza y regulación más general relacionado con los residuos. Sin embargo, la existencia de una asociación de la industria encargada de promover la gestión responsable de ELT es una práctica común.	No se cobran tarifas o impuestos ambientales por la gestión de ELT: mercado libre.	• Mínima intervención estatal. • Menos participación de los productores. • Las fuerzas del mercado son el principal impulsor de la gestión de ELT, es decir, las rutas de recuperación más maduras y rentables representan la mayor parte del mercado. • Cooperación voluntaria entre empresas para promover las mejores prácticas. • En las primeras etapas se priorizan Rutas de Valorización enfocadas a la rentabilidad económica sobre las que buscan objetivos ambientales.
Sistema tributario	La autoridad es responsable de la recuperación de ELT.	El Estado es responsable de la organización y gestión de ELT, y remunera a los operadores en la cadena de valorización.	La gestión de ELT es financiada a través de un impuesto que grava a los fabricantes e importadores de neumáticos y se paga al Estado, posteriormente, se repercute en los consumidores.	• El Estado garantiza la igualdad de condiciones al imponer los mismos estándares de producto a todos los productores de neumáticos. • Los impuestos pueden tener el efecto de favorecer rutas de recuperación más respetuosas con el medio ambiente (por ejemplo, la recuperación de materiales sobre la recuperación de energía) y prohibir los sitios de disposición final.
Sistema de responsabilidad extendida del productor (EPR)	El productor de neumáticos (fabricante o importador) es responsable por ley de organizar la gestión de la ELT, con volúmenes objetivos definidos en función de las cantidades de neumáticos puestos en el mercado.	Los productores pueden establecer su sistema de gestión individual o unirse para establecer una organización de responsabilidad del productor (PRO). La organización se encarga de gestionar la recolección y recuperación de un volumen de ELT definido reglamentariamente.	La gestión de ELT es financiada a través de una ecotasa sobre neumáticos fabricados e importados, pagada por los productores, generalmente repercutida en los consumidores. El monto de la ecotasa depende del costo relacionado con la gestión de ELT y los mercados secundarios. Por lo general, disminuye con el tiempo, a medida que la gestión de ELT madura y es económicamente más eficiente.	• La optimización de costos es habilitada por la creación de una PRO. • Existe mejor trazabilidad de los datos a través de obligaciones de notificación. • Hay mayor transparencia sobre cómo se utiliza la ecotasa. • Las PRO desarrollan la flexibilidad para determinar las soluciones más rentables para recuperar ELT o favorecer las opciones más sostenibles. • La creación de una PRO puede derivar en falta de competencia.

Fuente: WBCSD, 2019.

En la práctica, pueden implementarse sistemas híbridos como en EE. UU., donde opera un sistema de libre mercado, sin embargo, algunos estados pueden influir espontáneamente en los mercados a través de subvenciones, impuestos y subsidios.

Las tasas o impuestos ambientales, pagados por los fabricantes o los consumidores, son utilizados por la organización dedicada para financiar las siguientes actividades:

- Recolección y transporte
- Trituración/granulación, tarifa de puerta para granuladores
- Subvenciones y préstamos para el desarrollo, I+D y asociaciones para desarrollar nuevos mercados para el reciclaje
- Subvenciones para fomentar ciertas rutas de recuperación que de otro modo no serían rentables
- Construcción de plantas de tratamiento a bajo costo para aumentar la capacidad de reciclaje y disminuir los costos de inversión inicial para los recicladores
- Concienciación social
- Reducción de llantas almacenadas y limpieza de vertederos ilegales
- Gestión del programa ELT (licencias, cumplimiento e inspecciones) y administración de la colección de ELT
- Limpieza de incendios de neumáticos
- Control de mosquitos
- Control de la contaminación del aire

Buenas prácticas en la implementación de sistemas de recuperación de ELT

Como resultado del análisis anterior, se enlistan las recomendaciones y buenas prácticas definidas por la WBCSD, (2021), para la implementación de sistemas exitosos de recuperación de ELT.

Entre las mejores prácticas para el desarrollo de un marco regulatorio e iniciativas que favorezcan la recuperación de ELT se encuentran las siguientes:

1. Crear una estructura de gobierno para la coordinación de la gestión de la ELT, como una organización de responsabilidad del productor, o establecer un organismo de coordinación, que también asegure que el sistema beneficie a quienes contribuyen a él.

2. Garantizar que los ELT y los productos derivados de ELT estén cubiertos por las normas generales de gestión de residuos.

3. Implementar un nivel de regulación o política que aborde específicamente la gestión de ELT o apoye indirectamente la gestión de ELT, con metas y objetivos específicos.

4. Fortalecer los planes de gestión de ELT con tarifas o impuestos y tasas objetivo de recuperación de ELT.

5. Destinar parte de la financiación a la investigación y el desarrollo, la financiación inicial y la promoción de la recuperación de ELT.

6. Emitir multas punitivas al incumplimiento de las metas de ELT que pueden etiquetarse a los fondos para promover la recuperación de ELT.

7. Promulgar obligaciones de presentación de informes para mejorar la confiabilidad de los datos, la disponibilidad, el monitoreo del desempeño y la rendición de cuentas que respalde el sistema de gestión de ELT.

8. Garantizar la existencia de un sistema transparente de financiación y rendición de cuentas con fondos suficientes para mejorar la infraestructura de gestión de ELT.

9. En los sistemas de libre mercado, permitir que las tarifas de entrada o recepción, que tienden a ser las más bajas, determinen el uso más eficiente de los ELT.

10. Desarrollar una regulación de desechos que proporcione un marco favorable para una tasa de recuperación de ELT más alta.

11. Desarrollar políticas adicionales que apoyen los mercados ecológicos, el diseño ecológico, la reutilización y las asociaciones público-privadas.

Entre las mejores prácticas para mejorar la comprensión de los posibles riesgos para el medio ambiente y la salud derivados del aprovechamiento de ELT, se encuentran las siguientes:

1. Anticipar los riesgos ambientales, de salud y seguridad relacionados con la gestión avanzada de ELT y las rutas de recuperación.

2. Sensibilizar a las partes interesadas sobre los métodos e indicadores relevantes para mejorar la gestión de datos ELT.

3. Participar en el diálogo con una amplia gama de partes interesadas para aumentar la conciencia y obtener una imagen completa de las dificultades y las mejores prácticas en la gestión de ELT.

4. Brindar apoyo al sector informal para mejorar los estándares de prácticas que pueden reducir los riesgos asociados con las actividades de procesamiento de ELT no reguladas, mientras que, a largo plazo, facilita la integración en el sector formal y hace cumplir los estándares de gestión de ELT.

5. Crear conciencia en diferentes niveles (gobiernos y autoridades, actores de la cadena de valor, clientes y poblaciones) sobre los riesgos asociados con estándares/prácticas de gestión de ELT inadecuados.

Entre las mejores prácticas para el desarrollo de métodos de recuperación de ELT, productos y aplicaciones (rutas de recuperación), se encuentran las siguientes:

1. Alentar el compromiso y comunicación entre la industria del neumático y otros miembros de la cadena de valor (granuladores, industrias de segundo uso, transportistas, etc.)

2. Involucrar a los grupos empresariales en el desarrollo de un mercado de recuperación de ELT, debido a que su coordinación entre actores de la industria facilita la identificación de asociaciones, para actuar como intermediarios o como responsables.

3. Desarrollar mercados secundarios innovadores para ELT que sean rentables y sostenibles.

4. Generar fondos de inversión para poder apoyar el desarrollo de industrias ELT.

5. Invertir y coordinar la cadena de valor para la infraestructura logística, en particular para la recolección, clasificación y transporte de ELT y los productos resultantes.

6. Apoyar la logística y el transporte de ELT, por ejemplo, mediante el establecimiento de hubs entre recolectores y empresas de procesamiento, u organizar la entrega directa al procesador cuando generadores y procesadores tienen localizaciones cercanas.

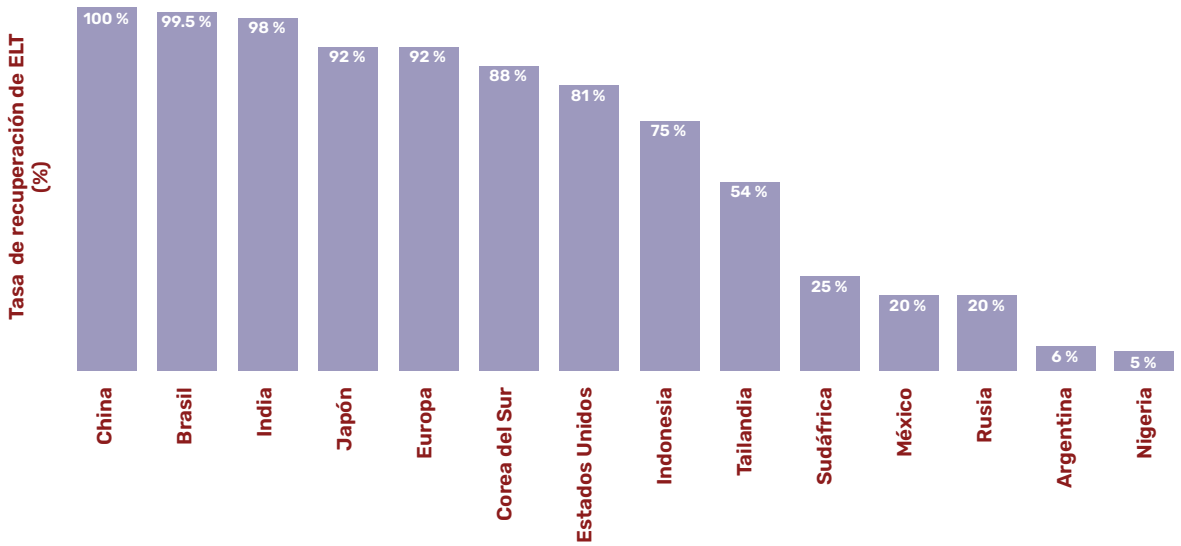
7. Promulgar y hacer cumplir objetivos para la gestión de ELT (objetivos cualitativos, planes de gestión, estándares de productos).

8. Analizar las fuerzas del mercado en ELT y los materiales de la competencia para respaldar las rutas de recuperación más eficientes que ayudarán a eliminar las existencias históricas.

9. Promulgar y hacer cumplir una prohibición de las prácticas más dañinas para la eliminación de ELT (como primer paso, respaldado rápidamente por un modelo de gestión de ELT).

La aplicación de algunas de estas medidas podría ayudar a mejorar la tasa de recuperación de ELT en México, actualmente estimada en 20.3% como se observa en la Figura 1.

Figura 1.
Tasas de recuperación de ELT (%)



Nota: Incluye aplicaciones de ELT en ingeniería civil y como relleno. Europa se refiere a los países miembros de la Asociación Europea de Fabricantes de Neumáticos y Caucho (Albania, Bosnia y Herzegovina, Bulgaria, República Checa, Estonia, Croacia, Hungría, Lituania, Lativia, Montenegro, Macedonia, Polonia, Rumanía, Serbia + Kosovo, Eslovenia, Eslovaquia, Austria, Bélgica, Luxemburgo, Suiza, Chipre, Alemania, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Gran Bretaña, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Malta, Países Bajos, Noruega, Portugal, Suecia y Turquía.
Fuente: Tomado de WBCSD, 2019.

A continuación se mencionan algunos ejemplos exitosos de recuperación de ELT y los sistemas de gestión a los cuales se asocian:

- Alemania (tasa de recuperación del 100%). Tiene un marco legislativo efectivo para apoyar un mercado libre que permite que prospere el reciclaje de ELT.

- Francia (tasa de recuperación del 99%). Atribuye a los productores de neumáticos la responsabilidad de la mayor parte de la cadena de gestión de ELT, incluida la recolección, el transporte, el almacenamiento, el reciclaje y el tratamiento de los ELT, así como la elaboración de informes que garantizan la finalización del ciclo completo de recuperación. También define limitaciones en los volúmenes tratados a través de la recuperación de energía.

- Italia (tasa de recuperación del 94%). Ha emitido un Decreto para poner fin a los residuos que regula el uso y el estado de los productos derivados de neumáticos para impulsar la circularidad.

- Corea del sur (tasa de recuperación del 88%). Implementa un sistema EPR que define los roles y responsabilidades de los actores, así como un marco para la elaboración de planes de reciclaje, donde una organización administra el sistema de principio a fin. La política también limita los ELT enviados a la recuperación de energía para fomentar los mercados de recuperación de materiales.

- Estados Unidos (tasa de recuperación del 81%). Regula los ELT a nivel estatal, donde cada uno decide independientemente de las tarifas cobradas por los neumáticos nuevos y los subsidios para la recuperación del ELT. Este eficiente sistema hace posible la investigación activa de nuevas tecnologías de recuperación.

- Brasil (tasa de recuperación del 99.5%). El sistema brasileño de EPR con logística inversa facilita los aspectos técnicos y operativos de la recuperación de ELT, lo que permite una entrega fluida al sector de recuperación de energía, en particular, hornos de cemento y granuladores.

CAPÍTULO 2

ACOMPAÑAMIENTO Y ORIENTACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

En cuanto a las actividades de acompañamiento y orientación técnica y económica a los CDV, autoridades ambientales y agencias implementadoras del Programa de Renovación y Chatarrización del Transporte de Carga en Jalisco, se realizaron las siguientes:

- Asesoría en buenas prácticas para cumplir con la normatividad local y federal para el manejo adecuado de los residuos de manejo especial y peligrosos.

- Apoyo en la revisión del Sistema de Gestión Integral (SIGI) del Programa de Financiamiento al Transporte Sostenible de NAFIN.

Asesoría en buenas prácticas para cumplir con la normatividad local y federal para el manejo adecuado de los residuos de manejo especial y peligrosos

Se revisaron los criterios de la cédula de evaluación de cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable en Jalisco para el manejo adecuado de residuos de manejo especial y peligrosos.

Se reclasificaron once criterios con base en lo siguiente:

- Alta repercusión en costos de infraestructura

- Requisitos poco claros o ambiguos

Los criterios reclasificados fueron los siguientes:

1. Área techada o cubierta

2. Piso impermeable

3. Área suficiente

4. Área techada o cubierta

5. Contenedores adecuados para almacenar baterías

6. Cumplimiento de las medidas de higiene y seguridad

7. Estudios de impacto urbano

8. Estudio y liberación de impacto vial

9. Cumplimiento de las medidas de higiene y seguridad

10. Relación con la comunidad aledaña

11. Báscula

Como resultado, se propuso un sistema de evaluación con 85 criterios obligatorios y 76 deseables, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 7.
Propuesta de evaluación segmentada

CLAVE	ZONA	OBLIGATORIOS	DESEABLES	TOTAL
1	Documentación	18	11	29
1.1	Aledaña	0	4	4
2.1	Instalación	7	9	16
2.2	Recepción	3	4	7
2.3	Almacenamiento de VFVU	3	2	5
2.4	Descontaminación	13	6	19
2.5	Almacenamiento de Residuos Peligrosos (RP)	9	9	18
2.6	Desmontaje	2	5	7
2.7	Almacenamiento de componentes	4	4	8
2.8	Almacenamiento de carcasas	2	6	8
2.9	Compactación	2	7	9
2.10	Trituración	4	6	10
2.11	Almacenamiento de triturados	3	3	6
3.1	Higiene y seguridad	6	0	6
3.2	Emergencias	4	0	4
3.3	Capacitación	5	0	5
	Total	**85**	**76**	**161**

Fuente: Elaboración propia.

NOTA: El sustento normativo y análisis que justifica la reclasificación de criterios está disponible en: https://ciudadesytransporte.mx/wp-content/uploads/2023/06/anexo_1_analisis_normativo_para_la_evaluacion_de_centros_de_destruccion_vehicular_cdv_unlocked.pdf

Capacitación y Pruebas en Sistema de Gestión Integral (SIGI) del Programa de Financiamiento al Transporte Sostenible de NAFIN

A través de la organización del Taller de capacitación del SIGI para los CDV, celebrado el 25 de abril de 2022.

Durante la revisión de la plataforma, se identificaron las siguientes oportunidades de mejora.

1 Incluir los siguientes materiales a declarar por parte de los CDV como residuos de los vehículos chatarrizados:

- Neumáticos
- Zorba (metales no férricos triturados con origen en vehículos fuera de uso o residuos eléctricos y electrónicos)
- Anticongelante
- Vidrio
- Textiles y esponjas
- Plásticos

2 Se sugiere incluir en los criterios a revisar por parte de la SEMADET, los resultados de la última verificación vehicular.

3 Añadir una nota que indique el tiempo establecido para concluir la doble verificación del proceso (6 meses), tras lo cual se cancela el proceso de chatarrización.

Cabe mencionar que no se requirieron asesorías por parte de los CDV en inversión tecnológica y solicitudes de financiamiento verde.

Acercamiento con autoridades encargadas de los residuos de Jalisco

Se realizaron dos reuniones con la SEMADET para identificar oportunidades de colaboración que permitan apoyar acciones de economía circular en torno a los VFVU en Jalisco.

Durante la primera reunión, celebrada el 27 de abril con la Dirección General de Protección y Gestión Ambiental, encabezada por Juan Luis Sube Ramírez, se identificó que actualmente la dependencia desarrolla una plataforma denominada RECOLECTA, cuyo objetivo es generar la trazabilidad de los residuos de manejo especial en el estado de Jalisco.

En una segunda reunión, celebrada el 26 de mayo, se delinearon alcances de colaboración entre GIZ y SEMADET para incorporar en la plataforma RECOLECTA los residuos provenientes de los VFVU.

Finalmente, el 6 de junio se sostuvo una reunión con los consultores Rigoberto Román y Cristian Velázquez, desarrolladores de la plataforma de RECOLECTA. Durante la sesión, se ampliaron los alcances de la plataforma y se definieron los siguientes pasos para una posible colaboración:

- Identificar los materiales provenientes de los VFVU para que sean incorporados en la plataforma de RECOLECTA.

- Generar una propuesta para que la plataforma en una segunda etapa permita identificar oportunidades para la valorización de residuos.

3 INFORME DE AVANCES EN LA PREPARACIÓN DE LOS CENTROS DE DESTRUCCIÓN VEHICULAR

CAPÍTULO

Derivado de los hallazgos en el estudio de *Esquema de negocio de economía circular para implementar en los centros de destrucción vehicular de Jalisco* se realizaron visitas de seguimiento a los avances en el cumplimiento de los criterios ambientales y de seguridad e higiene, establecidos para los Centro de Destrucción Vehicular (CDV) para su acreditación como centros autorizados.

Para ello se realizaron reuniones de seguimiento con los representantes de los CDV, llevadas a cabo durante el mes de enero del 2022, se acordó realizar visitas para la verificación de los avances reportados. Los puntos que cada CDV se comprometió a atender fueron aquellos señalados por la empresa SUMA + INGENIERÍA en su reporte presentado en enero del 2021.

A continuación se presentan los principales hallazgos para cada una de las visitas, así como la evaluación de acuerdo con la lista de criterios de verificación de centros de destrucción de vehículos al final de su vida útil, participantes en el programa KfW/ NAFIN.[4]

RESEMET

Fecha de la visita: 25 abril del 2022

Como antecedente, se señala que este CDV fue el único que durante la visita realizada por SUMA + INGENIERÍA en el año 2020, no reportó avances dado que en ese momento el predio no se encontraba acondicionado para la actividad.

Es importante mencionar que durante todo el proceso, los titulares de RESEMET han demostrado tener interés en participar en el programa, por lo que han estado en constante comunicación con las autoridades de la SEMADET y el equipo de consultores asignados para las diferentes tareas del programa.

Dado lo anterior, este CDV fue evaluado considerando todos los criterios, identificando hasta el momento avances considerables con relación a la construcción de la báscula que al momento se encuentra en funcionamiento como báscula pública, además, el predio cuenta con barda perimetral siendo uno de los criterios de carácter obligatorio.

Entre los criterios que presentan algún tipo de avance se observó la muestra de los contenedores que serán utilizados para los líquidos extraídos en el proceso de descontaminación de los vehículos, así como avances en la construcción del área impermeable.

4 Disponible en: https://ciudadesytransporte.mx/wp-content/uploads/2023/06/anexo_1_analisis_normativo_para_la_evaluacion_de_centros_de_destruccion_vehicular_cdv_unlocked.pdf

De los 86 criterios de carácter obligatorio:

- 54 no lograron ser cotejados en la visita
- 2 se encuentran concluidos (báscula y barda perimetral)
- 11 presentan algún tipo de avance
- 19 no reportan ningún tipo de avance

Sin embargo, es importante mencionar que los criterios que no presentan avances son de menor complejidad y pueden ser atendidos en un corto tiempo. De acuerdo con lo comprometido por el señor Rubén García, responsable y titular del CDV, la fecha estimada de conclusión de los trabajos es julio del 2022, incluyendo la presentación de la documentación obligatoria, que se encuentra en proceso de trámite ante la Dirección de General de Protección y Gestión Ambiental de la SEMADET.

A continuación se muestra un reporte fotográfico de lo observado en la visita:

Figura 2.
Reporte fotográfico de la visita al CDV RESEMET

Figura 2.
Reporte fotográfico de la visita al CDV RESEMET

Fotografías: CMM.

CARTSA

Fecha de la visita: 26 abril del 2022

Actualmente, este Centro de Destrucción Vehicular se encuentra en operación con el registro de centro de acopio, sin embargo, para cumplir con el registro adecuado y participar en el Programa de Chatarrización, el registro deberá cambiar a centro de tratamiento.

De acuerdo con los criterios que están en estatus de "pendiente", se considera un avance considerable y con una alta probabilidad de cumplir en tiempo y forma para poder acreditarse como un centro autorizado:

- Se verificó el cambio de la instalación eléctrica, la existencia de un detector de radiación y de una prensadora para los residuos.

- Se reportó la adquisición de un compresor necesario para el proceso de descontaminación de los vehículos.

- Se diseñó el área de manejo de residuos peligrosos con el apoyo de la empresa consultora Recotécnia.

Entre los aspectos pendientes se encuentran:

- La definición del área en donde se dispondrán los vehículos procesados.

- La adquisición de dos estaciones de descontaminación (rampas de elevación) de las cuales se mostraron documentos de cotización.

- Si bien se reportó un avance en la programación de la construcción de trampas de aceites y encauce de los flujos pluviales, no se considera pertinente el drenaje pluvial por recomendaciones propias de SUMA + INGENIERÍA.

- Se encuentra en proceso la contratación del personal responsable de los procesos de Higiene y Seguridad.

- En cuanto al área de residuos peligrosos, se encuentra en su etapa final de acondicionamiento, faltando únicamente puertas, en este espacio se observa espacio suficiente para duplicar su capacidad de almacenamiento.

De acuerdo con lo reportado por el representante del CDV, hasta el momento se ha destinado una inversión aproximada de 1.5 millones de pesos, además, se calcula una capacidad de destrucción de 8 vehículos al día. En cuanto a los permisos pendientes, se encuentran en proceso de actualización.

Finalmente, se estima que en el mes de junio, se habrá concluido el cumplimiento total de los criterios solicitados.

De los 29 criterios observados con estatus de “pendiente” durante la pasada visita realizada por SUMA + INGENIERÍA, se observa en la tabla anterior:

- 6 criterios concluidos

- 5 con avance

- 3 que non han sido atendidos al momento

- 15 que no fueron verificados al ser documentales o bien, no están relacionados al proceso operativo.

Figura 3.
Reporte fotográfico de la visita al CDV CARTSA

Figura 3.
Reporte fotográfico de la visita al CDV CARTSA

Fotografías: CMM.

METALRIVEX

Fecha de la visita: 26 abril del 2022

De las tres empresas consideradas para la participación en el programa de chatarrización, METALRIVEX es la que actualmente cuenta con las condiciones óptimas para participar. De acuerdo con las observaciones reportadas por la empresa SUMA + INGENIERÍA, existían 5 criterios pendientes considerados como obligatorios, de los cuales 2 están concluidos y 3 con un avance considerable.

De acuerdo con lo reportado durante la visita, para la contención y control de escurrimientos en la zona de recepción se ingresó el trámite de Autorización de Impacto Ambiental ante la autoridad correspondiente (Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del estado de Guanajuato), el cual se tiene esperado sea resuelto a más tardar el 30 de julio. El CDV se encuentra asesorado por una empresa consultora independiente.

En relación con el estudio para identificar y utilizar el equipo de protección necesario para cada operación unitaria del proceso de destrucción de VFVU, se presentaron los resultados del estudio realizado por (GCMA). Dicha consultoría desarrolló igualmente un manual para el diseño, instalación y capacitación del personal e implementación en el tratamiento de reducción de metales pesados en los componentes de los VFVU; en este sentido, se manifestó tener pendiente únicamente la capacitación del personal, debido a que el documento se encuentra en su etapa final atendiendo observaciones puntuales.

Para el diseño, instalación y operación de instalaciones y equipos para la extracción de los fluidos de los VFVU, se adquirió un equipo especializado de la marca Wurth (se reporta en el apartado fotográfico). Por otro lado, la instalación y utilización de contenedores adecuados para almacenar el aceite residual de los vehículos, así como para la instalación y operación de contenedores adecuados para filtros de aceite y la instalación y operación de contenedores adecuados para condensadores, están atendidos en su totalidad.

Figura 4.
Reporte fotográfico de la visita al CDV METALRIVEX

Figura 4.
Reporte fotográfico de la visita al CDV METALRIVEX

Fotografías: CMM.

ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

CDV	Centros de Destrucción Vehicular
CMM	Centro Mario Molina
COCEF	Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza
CO_2	Dióxido de carbono
ELT	Neumáticos al final de su vida útil, por sus siglas en inglés – *End-of-Life Tyres*
EPR	Responsabilidad Extendida del Productor por sus siglas en inglés, Extended Producer Responsibility
FIRSU	Fracción Inorgánica de los Residuos Sólidos Urbanos
GIZ	Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable de México
GJ	Giga Joules
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
IPCC	Panel Intergubernamental del Cambio Climático
KFW	Banco de Desarrollo del Estado de la República Federal de Alemania
PRO	Organización de Responsabilidad del Productor, por sus siglas en inglés, *Producer Responsibility Organization*
RP	Residuos Peligrosos
RME	Residuos de Manejo Especial
SIGI	Sistema de Gestión Integral del Programa de Renovación y Chatarrización del Transporte de Carga en Jalisco
SEMADET	Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SENER	Secretaría de Energía
TDF	Neumáticos usados como combustible, por sus siglas en inglés, *Tire-Derived Fuel*
TDM	Neumáticos usados como material, por sus siglas en inglés, *Tire Derived Material*
USD	Dólar estadounidense
VFVU	Vehículos al Final de su Vida Útil
WBCSD	Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible, por sus siglas en inglés, *World Business Council for Sustainable Development*

ÍNDICE DE FIGURAS Y MAPAS

Figura 1. Tasas de recuperación de ELT (%) 26

Figura 2. Reporte fotográfico de la visita al CDV RESEMET 35

Figura 3. Reporte fotográfico de la visita al CDV CARTSA 38

Figura 4. Reporte fotográfico de la visita al CDV METALRIVEX 40

Mapa 1. Países que utilizan los sistemas: EPR, tributario y de libre mercado 21

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estimación de neumáticos desechados por la implementación del Programa de renovación y chatarrización de vehículos de transporte de carga 10

Tabla 2. Estimación de la generación de neumáticos de desecho en el estado de Jalisco 11

Tabla 3. Simulación de utilidad de operación de la sustitución energética de coque (combustible tradicional) de petróleo por neumáticos (combustible alternativo) en hornos cementeros 12

Tabla 4. Mitigación de emisiones por sustitución energética de coque (combustible tradicional) de petróleo por neumáticos (combustible alternativo) en hornos cementeros 15

Tabla 5. Estimación de costos y beneficios de la sustitución energética de coque (combustible tradicional) de petróleo por neumáticos (combustible alternativo) en hornos cementeros 17

Tabla 6. Comparativo de los principales sistemas de recuperación de ELT 22

Tabla 7. Propuesta de evaluación segmentada 30

BIBLIOGRAFÍA

1. CEMEX (2022). *Reporte integrado 2021. Construyendo un mejor futuro*. Disponible en: https://bmv.com.mx/docs-pub/eventemi/eventemi_1175044_1.pdf
2. CHEMANALYST (2022). Petroleum Coke Price Trend and Forecast. *Chemanalyst*. Disponible en: https://www.chemanalyst.com/Pricing-data/petroleum-coke-1119
3. COCEF (2008). *Propuesta Estratégica y Política Pública para el Manejo Integral de Llantas de Desecho en la Región Fronteriza*. Ciudad Juárez, Chihuahua.
4. Holcim (2022). Nuestras Acciones Climáticas hoy. Disponible en: https://www.holcim.com.mx/nuestras-acciones-climaticas-hoy
5. INECC (2014). *Factores de emisión para los diferentes tipos de combustible fósiles que se consumen en México*. México: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Disponible en: https://www.gob.mx/inecc/documentos/factores-de-emision-para-los-diferentes-tipos-de-combustible-fosiles-que-se-consumen-en-mexico
6. IPCC (2006). *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme*. Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. (eds). Volume 2. IGES, Japón. Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponible en: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html
7. Llantas y equipos (sf). *Guía de estimación de dimensiones y peso de llantas.* Disponible en: https://www.llantasyequipos.com.mx/guia-estimacion-dimensiones-peso-llantas.html
8. RECYMEX (2022). *Comunicación personal con Roberto Herrera*, representante de Recymex. http://www.recymex.mx/
9. Rommel, Y. (2018). The circular economy in the automotive sector: how far can we introduce it? *Victanis' Blog About automotive*. 21 de noviembre de 2018. Disponible en: https://www.victanis.com/blog/circular-economy-automotive-industry
10. SCT (2008). *NORMA Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-2008, Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal*. Disponible en: http://dof.gob.mx/normasOficiales/3363/SCT/SCT.htm
11. SEMADET-CMM (2019). *Inventario Estatal de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero de Jalisco. México*. Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial de Jalisco-Centro Mario Molina. Disponible en: https://semadet.jalisco.gob.mx/gobernanza-ambiental/cambio-climatico/inventario-estatal-de-emisiones-de-gases-y-compuestos-de

12. SEMARNAT (2020). *Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos. México*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf

13. SENER-SEMARNAT-GIZ (2016). *Potencial para la valorización energética de residuos urbanos en México, a través del coprocesamiento en hornos cementeros*. México. Secretaría de Energía-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Cooperación Alemana. Disponible en: https://www.giz.de/en/downloads/giz2016-es-EnRes-Potencial_para_la_valorizacion_energetica.pdf

14. S&P Global (2020). *Industria cementera en México: Sin señales de recuperación a pesar de tocar fondo el año pasado*. Standar & Poors Global Rating. Disponible en: https://www.spglobal.com/_assets/documents/ratings/es/2020-01-22-industria-cementera-mexico.pdf

15. WBCSD (2019). *Global ELT Management – A global state of knowledge on regulation, management systems, impacts of recovery and technologies*. World Business Council for Sustainable Development. Disponible en: https://docs.wbcsd.org/2019/12/Global_ELT_Management%E2%80%93A_global_state_of_knowledge_on_regulation_management_systems_impacts_of_recovery_and_technologies.pdf

16. WBCSD (2021). *End-of-life tire (ELT) management Toolkit*. World Business Council for Sustainable Development. Disponible en: https://www.wbcsd.org/download/file/13232

ANEXO 1.
Centros de destrucción de vehículos al final de su vida útil participantes en e programa KjW/NAFIN

Lista de verificación

Nombre de centro de destrucción cdv	
Dirección	
Correo electrónico	
Nombre del verificador	
Fecha de la verificación	
Nombre de quien atiende la verificación	
Cargo	

Proceso de destrucción empleado		Capacidad un. /día	

El nivel de cumplimiento se evalúa cuantitativamente para cada uno de los requisitos obligatorios (*) y no obligatorios que le sean aplicables, de acuerdo con la escala indicada. El resumen aparece al final.	ESCALA DE EVALUACIÓN Cumple: 1 punto Cumple parcialmente: 0.5 puntos (no aplica para requisitos obligatorios*) No cumple: 0 puntos

1. DOCUMENTACIÓN OBLIGATORIA

NIVEL	ASPECTO POR VERIFICAR	APLICA (SÍ / NO)	CUMPLIMIENTO	NIVEL	ASPECTO POR VERIFICAR	APLICA (SÍ / NO)	CUMPLIMIENTO
1.1 GENERALES	1.1.1 Constancia del Registro Federal de Contribuyentes*			1.3 ESTATAL	1.3.1 Manifiesto de Impacto Ambiental, Estudio de Riesgo y cumplimiento de condicionantes*		
	1.1.2 Registro ante el Instituto Mexicano del Seguro Social*				1.3.2 Licencia de Funcionamiento Estatal*		
	1.1.3 Cédula Informativa de Zonificación				1.3.3 Registro del Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial*		
	1.1.4 Constancia de alineamiento y número oficial				1.3.4 Autorización como prestador de servicios para el manejo de RME*		
	1.1.5 Acta constitutiva de la empresa*			1.4 MUNICIPAL	1.4.1 Estudio de Impacto Urbano		
	1.1.6 Acreditación de la propiedad/tenencia del predio*				1.4.2 Estudio y liberación de impacto vial		
	1.1.7 Seguro de riesgo ambiental / responsabilidad civil				1.4.3 Licencia de uso del suelo actualizada*		
					1.4.4 Licencia de Funcionamiento Municipal*		
1.2 FEDERAL	1.2.1 Cédula Operación Anual, en caso de ser regulados por la federación*				1.4.5 Visto bueno de protección civil*		
	1.2.2 Registro como generador de residuos peligrosos*				1.4.6 Acceso a servicios municipales		
					1.4.7 Acceso a servicios públicos		
	1.2.3 Manifiestos de disposición /almacenamiento de RP*			1.5 ESPECÍFICOS	1.5.1 Manual de operación y mantenimiento		
	1.2.4 Plan de Manejo de Residuos Peligrosos*				1.5.2 Manual de seguridad e higiene		
	1.2.5 Registro de descarga de aguas residuales				1.5.3 Manual de calidad		
					1.5.4 Plan de respuesta a emergencias*		
	1.2.6 Licencia de funcionamiento o Licencia Ambiental Única*				1.5.5 Programa de capacitación y evidencias de capacitación*		

2. VERIFICACIÓN OCULAR DE LAS INSTALACIONES Y OPERACIÓN DEL SITIO

NIVEL	ASPECTO POR VERIFICAR	APLICA	CUMPLIMIENTO
1.1 ALEDAÑA	1.1.1 ¿Existen mecanismos de comunicación e interacción (buzón de quejas) con la comunidad aledaña para ejercer la Responsabilidad Social Empresarial?		
	1.1.1 ¿Se localizan receptores sensibles colindantes (casas, escuelas, hospitales, iglesias, centros deportivos, parques públicos, etc.)?		
	1.1.2 ¿Existen sitios de interés ambiental/social que puedan ponerse en riesgo (cuerpos de agua, ANP, sitios de valor histórico, etc.)?		
	1.1.3 ¿Existen actividades externas que pueden representar un riesgo a la instalación (gasolineras, gaseras, calderas, etc.)?		
2.1 INSTALACIONES GENERALES	**2.1.1 Instalación**		
	i. Control administrativo y de documentación*		
	ii. Báscula*		
	iii. Suministro de agua potable		

NIVEL	ASPECTO POR VERIFICAR	APLICA	CUMPLIMIENTO
2.5 ALMACENAMIENTO Y CONTENCIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS	**2.5.2 Operación**		
	i. Almacenamiento de componentes sólidos (piezas de repuesto)		
	ii. Almacenamiento de componentes líquidos (aceites)		
	iii. Almacenamiento de componentes gaseosos (refrigerantes)		
	iv. Uso de contenedores adecuados para baterías (No. ONU 2794, 2795 o 3028, P801 envases y embalajes exteriores rígidos, jaulas hechas con listones de madera, palets)*		
	v. Neutralización en caso de accidente con baterías		
	vi. Almacenamiento de filtros de aceite		
	vii. Almacenamiento de condensadores PCB y PCT retirados		
	viii. Uso de recipientes adecuados para diferentes fluidos		
	ix. Dispositivos contra incendio y explosión*		

NIVEL	ASPECTO POR VERIFICAR	APLICA	CUMPLIMIENTO	NIVEL	ASPECTO POR VERIFICAR	APLICA	CUMPLIMIENTO
2.1 INSTALACIONES GENERALES	iv. Drenaje y alcantarillado			2.6 DESMONTAJE DE COMPONENTES	**2.6.1 Instalación**		
	vi. Sistema de drenaje pluvial				i. Área Cubierta		
	vii. Tratamiento del agua residual*				ii. Piso impermeable*		
	viii. Suministro eléctrico				iii. Recolección de derrames, trampas de grasa y almacenamiento		
	ix. Baños y vestidores con distinción de género				iv. Botiquín e implementos para atender primeros auxilios		
	x. Servicio médico o botiquín de emergencia y capacitación del personal en primeros auxilios*				v. Dispositivos contra incendio y explosión		
	xi. Comedores				**2.6.2 Operación**		
	xii. Almacén general y resguardo de herramienta				i. Uso de equipo de protección personal*		
	xiii. Servicios de seguridad e higiene				ii. Desmontaje de componentes y piezas destinados para su reutilización y reciclaje		
	xiv. Barda perimetral*			2.7 ALMACENAMIENTO DE COMPONENTES REMOVIDOS	**2.7.1 Instalación**		
	xiv. Sistema contra incendio y explosión*				i. Área techada		
	2.1.2 Operación				ii. Piso impermeable*		
	i. Procedimiento de atención al público y control de documentación				iii. Almacenamiento con clasificación de piezas y componentes*		
	ii. Restricción de acceso en todas las áreas a personas no autorizadas*				iv. Almacenamiento de llantas		

NIVEL	ASPECTO POR VERIFICAR	APLICA	CUMPLIMIENTO	NIVEL	ASPECTO POR VERIFICAR	APLICA	CUMPLIMIENTO
2.2 RECEPCIÓN VFVU	**2.2.1 Instalación**			2.7 ALMACENAMIENTO DE COMPONENTES REMOVIDOS	v. Depósitos impermeables para almacenar piezas contaminadas con aceites o grasas		
	i. Capacidad de almacenamiento del área hasta 30 días				vi. Dispositivos contra incendio y explosión*		
	ii. Piso impermeable				2.7.2 Operación		
	iii. Área techada				i. Uso de equipo de protección personal*		
	iv. Detectores de radiactividad				ii. Almacenamiento de componentes para su reutilización		
	2.2.2 Operación			2.8 ALMACENAMIENTO DE CARCASAS DE VFVU	**2.8.1 Instalación**		
	i. Verificación de documentación de VFVU*				i. Delimitación de áreas de seguridad		
	ii. Emisión de baja y certificado de destrucción*				ii. Piso impermeable		
	iii. Registro y control de documentación*				iii. Área suficiente para realizar maniobras		
2.3 ALMACÉN TEMPORAL DE VFVU	**2.3.1 Instalación**				iv. Espacio de apilamiento con capacidad para dos meses con estibamiento no mayor a tres carcasas		
	i. Área suficiente				v. Dispositivos contra incendio y explosión*		
	ii. Piso impermeable*				vi. Sistema de contención y tratamiento de escurrimientos pluviales		
	iii. Contención y control de escurrimientos*				2.8.2 Operación		
	iv. Trampas de grasas en drenaje*				i. Uso de equipo de protección personal*		
	2.3.2 Operación				ii. Almacenamiento VFVU descontaminados		
	i. Revisión de fugas de líquidos en VFVU almacenados				**2.9.1 Instalación**		

NIVEL	ASPECTO POR VERIFICAR	APLICA	CUMPLIMIENTO
2.4 DESCONTAMINACIÓN	**2.4.1 Instalación**		
	i. Área cubierta suficiente		
	ii. Piso impermeable*		
	iii. Regadera de emergencia		
	iv. Botiquín de primeros auxilios		
	v. Dispositivos contra incendio y explosión*		
	vii. Recolección de derrames, trampas de grasa y almacenamiento*		
	viii. Instalación y equipamiento para la extracción de fluidos*		
	2.4.2 Operación		
	i. Uso de equipo de protección personal		
	ii. Eliminación de baterías *		
	iii. Extracción de combustible *		
	iv. Extracción de aceites de motor, diferencial y caja de cambios*		
	v. Extracción del líquido de frenos*		
	vi. Extracción de líquido refrigerante y anticongelante*		
	vii. Extracción de fluidos del sistema de aire acondicionado, tanque de gas licuado y cualquier otro fluido*		

NIVEL	ASPECTO POR VERIFICAR	APLICA	CUMPLIMIENTO
2.9 COMPACTACIÓN Y/O TRANSPORTE DE CARCASAS	i. Piso impermeable		
	ii. Espacio de apilamiento con capacidad para dos meses		
	iii. Delimitación de áreas de seguridad*		
	iv. Área suficiente para realizar maniobras		
	v. Sistema de contención y tratamiento de escurrimientos pluviales		
	2.9.2 Operación		
	i. Uso de equipo de protección personal*		
	ii. Estibamiento no mayor a tres carcasas		
	iii. Remoción de agua pluvial con fluidos existentes en las carcasas		
	iv. Compactación de las carcasas		
2.10 TRITURACIÓN (CARCASAS COMPACTADAS O NO)	**2.10.1 Instalación**		
	i. Piso impermeable		
	ii. Molino fragmentador		
	iii. Mamparas de reducción de ruido		
	iv. Tambores magnéticos paras separación de metales		
	v. Sistemas de succión para separación de materiales		

NIVEL	ASPECTO POR VERIFICAR	APLICA	CUMPLIMIENTO	NIVEL	ASPECTO POR VERIFICAR	APLICA	CUMPLIMIENTO
2.4 DESCONTAMINACIÓN	viii. Extracción de filtros de aceite y combustible*			2.10 TRITURACIÓN (CARCASAS COMPACTADAS O NO)	vi. Drenaje para captura y desvío de aguas pluviales*		
	ix. Eliminación de componentes y materiales que contienen plomo, mercurio, cadmio y / o cromo hexavalente*				vii. Dispositivos contra incendio y explosión*		
	x. Eliminación de catalizador*				**2.10.2 Operación**		
	xi. Eliminación y / o neutralización de bolsas de aire y supresores de cinturón de seguridad				i. Uso adecuado del equipo de protección personal*		
	xii Recolección de derrames, decantadores y limpiadores				ii. Cumplimiento de las medidas de higiene y seguridad*		
2.5 ALMACENAMIENTO Y CONTENCIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS	**2.5.1 Instalación**				iii. Trituración de carcasas compactadas		
	i. Área cubierta suficiente (altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical, tener una capacidad mínima de 7 veces el volumen promedio de RP que diariamente se reciban)*			2.11 ZONA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIALES TRITURADOS	**2.11.1 Instalación**		
	ii. Piso impermeable*				i. Área cubierta (en función de la cantidad de material almacenado)		
	iii. Contenedores adecuados para almacenar baterías (No. ONU 2794, 2795 o 3028, P801 envases y embalajes exteriores rígidos; jaulas hechas con listones de madera; palets)*				ii. Piso impermeable		
	iv. Depósitos separados de residuos líquidos*				iii. Sistema de contención y tratamiento de escurrimientos pluviales		

NIVEL	ASPECTO POR VERIFICAR	APLICA	CUMPLIMIENTO	NIVEL	ASPECTO POR VERIFICAR	APLICA	CUMPLIMIENTO
2.5 ALMACENAMIENTO Y CONTENCIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS	v. Contenedores separados para otros residuos peligrosos*			2.11 ZONA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIALES TRITURADOS	iv. Almacenamiento en contenedores de las fracciones férrica, ligera y pesada*		
	vi. Señalización adecuada para identificar RP				**2.11.2 Operación**		
	vii. Diques de contención				I. Uso de equipo de protección personal*		
	viii. Delimitación de las áreas de seguridad*				ii. Cumplimiento estricto de las medidas de higiene y seguridad*		
	ix. Dispositivos adecuados y suficientes contra incendio y explosión*						

3. VERIFICACIÓN DE MEDIDAS DE HIGIENE Y SEGURIDAD, RESPUESTA DE EMERGENCIA Y CAPACITACIÓN

NIVEL	ASPECTO POR VERIFICAR	APLICA	CUMPLIMIENTO	NIVEL	ASPECTO POR VERIFICAR	APLICA	CUMPLIMIENTO
3.1 HIGIENE Y SEGURIDAD	3.1.1 ¿Cuenta con un responsable y personal de HS?*			3.3 CAPACITACIÓN	3.3.1 ¿Existe un calendario de capacitación a la vista?*		
	3.1.2 Procedimientos desarrollados e implementados de HS*				3.3.2 ¿Existe registro de los cursos de capacitación impartidos?*		
	3.1.3 ¿Existe equipo de protección personal proporcionado?*				3.3.3 ¿Se realiza una inducción y capacitación periódicamente?*		
	3.1.4 ¿Existen reportes de incidentes/accidentes?*				3.3.4 ¿Existe evidencia de capacitación?*		
	3.1.5 ¿Existen estudios de ambiente laboral?*				3.3.5 ¿Existe evidencia de la certificación del personal que imparte la capacitación?*		
	3.1.6 ¿Se aplican exámenes médicos al personal?*						
3.2 RESPUESTA A EMERGENCIAS	3.2.1 ¿Existe evidencia de respuesta a emergencias?*						
	3.2.2 Plano con la ubicación de equipos de respuesta a emergencias*						
	3.2.3 ¿Existe evidencia de capacitación en respuesta a emergencias?*						
	3.2.4 ¿Cuenta con suficientes dispositivos para respuesta a emergencias (extintores, botiquín, etc.)?*						

***REQUISITOS OBLIGATORIOS**

RESULTADO DE LA EVALUACIÓN

REQUISITOS	APLICABLES	PUNTOS OBTENIDOS	% (*)
OBLIGATORIOS	85		
DESEABLES	75		
TOTAL	161		

La acreditación requiere cubrir en su totalidad los 85 puntos obligatorios.

OBSERVACIONES