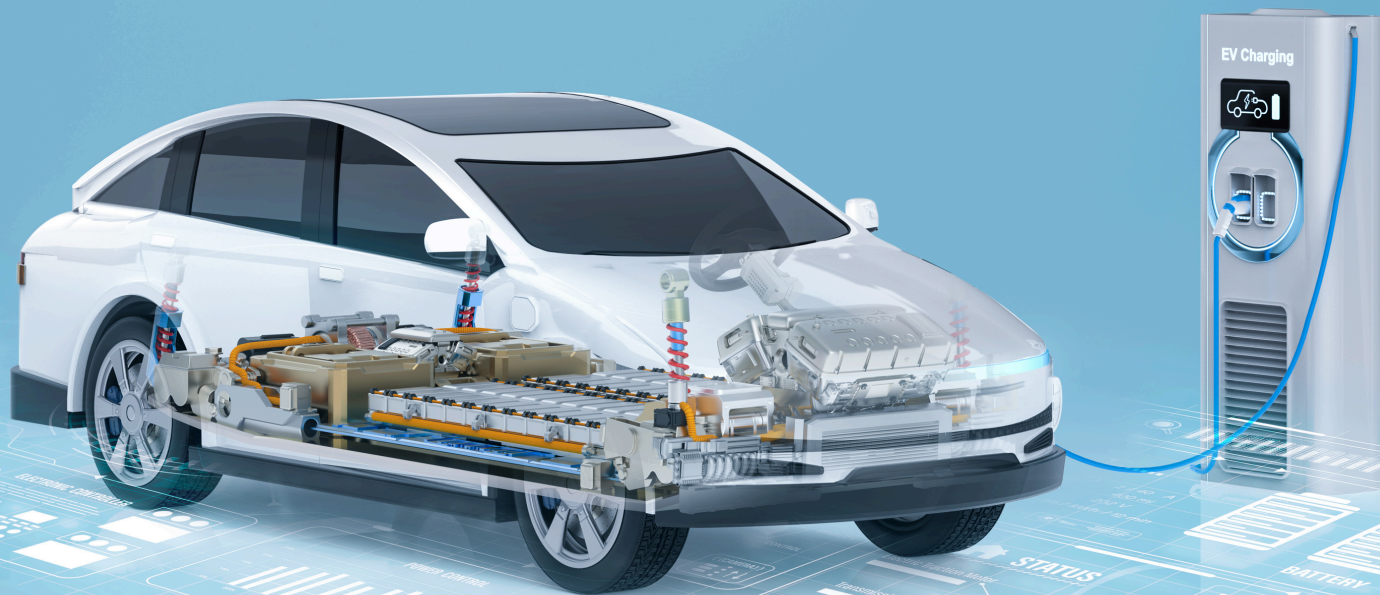


Diseño inicial del instrumento económico-financiero para la gestión de las baterías de vehículos eléctricos al final de su vida útil



Diseño inicial del instrumento económico-financiero para la gestión de las baterías de vehículos eléctricos al final de su vida útil.

©2026, PNUD Uruguay

Autoría: Gabriel Storch (gso.uy)

Este trabajo es el resultado del estudio desarrollado por : Gabriel Storch, realizado para el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en el marco del Proyecto ONU/21/001 “Financiación innovadora para soluciones de tecnología limpia en el sector de las energías renovables de Uruguay: El Fondo de Innovación de Energías Renovables (REIF)”

Según las normas aplicadas por el PNUD en todo el mundo, los autores y autoras de estas investigaciones gozan de completa independencia editorial, y aplican criterios de objetividad e imparcialidad en sus análisis.

El análisis, los hallazgos y las recomendaciones contenidos en este informe son responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan necesariamente las opiniones del PNUD, de las Naciones Unidas, de su Junta Ejecutiva, de sus Estados miembros ni de las instituciones públicas nacionales que participan como contrapartes o miembros del Proyecto ONU/21/001. Se agradece la difusión y reproducción de este informe en cualquier medio, con indicación de la fuente.

El uso genérico del masculino que se utiliza en esta publicación responde a la intención de simplificar la redacción y disminuir la sobrecarga en la lectura. Por lo tanto, de ninguna manera pretende constituir una discriminación entre mujeres y varones, lo cual es una preocupación para este equipo de trabajo.

Montevideo, 9 de enero de 2026

Silvana Martínez

Carolina Mena

Claudia Cabal

Federico Baraibar

Sebastián Wainberg

Diego Bentancur

Magdalena Preve

Enrique García Pini

Mariana Sienra

Pablo Caldeiro

Paula Cobas

Sabrina Rodríguez

Ministerio de Ambiente MIEM

UTE

PNUD, REIF

PRESENTE.-

Asunto: Diseño inicial del instrumento económico-financiero para la gestión de las baterías de vehículos eléctricos al final de su vida útil

Tengo el agrado de adjuntar la Versión Nro. 3 del informe de referencia.

Las opiniones vertidas en este informe son de responsabilidad exclusiva del autor.

Atentamente,



Gabriel Storch

Limitación de Responsabilidad

Este informe constituye una contribución técnica elaborada por el autor para el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Las opiniones, conclusiones y proyecciones contenidas son de responsabilidad exclusiva del autor y no representan necesariamente la posición oficial de las instituciones patrocinadoras.

La información presentada se basa en datos disponibles a enero de 2026 y en supuestos simplificados ante la incertidumbre tecnológica y de mercado actual. El autor no se hace responsable por decisiones comerciales, de inversión o regulatorias tomadas por terceros sobre la base de este documento. El contenido tiene un propósito estrictamente informativo y de apoyo al diseño inicial del instrumento económico-financiero para la gestión de las baterías de vehículos eléctricos al final de su vida útil.

Índice

SIGLAS.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1. ANTECEDENTES.....	3
1.2. OBJETO.....	3
1.3. ALCANCE.....	3
1.4. CRITERIOS.....	3
1.5. INFORME.....	4
2. EL MERCADO DE VE DE URUGUAY.....	5
2.1. PARQUE AUTOMOTOR.....	5
2.2. VENTAS DE 0 KM.....	5
2.3. TIPOLOGÍA DE BATERÍAS.....	8
3. NORMATIVA.....	10
3.1. LEY N.º 19.829 DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS.....	10
3.2. DECRETO REGLAMENTARIO SOBRE GESTIÓN DE RESIDUOS DE BATERÍAS (DECRETO N° 213/025).....	11
4. EXPERIENCIA REP EN URUGUAY.....	14
4.1. EVOLUCIÓN Y RESIDUOS ALCANZADOS.....	14
4.2. MODELOS OPERATIVOS.....	14
4.3. APORTES, ECO-MODULACIÓN Y COBERTURA DE COSTOS.....	16
4.4. TRANSPARENCIA Y TRAZABILIDAD.....	16
4.5. GÉNERO E INCLUSIÓN SOCIAL EN LOS ESQUEMAS REP.....	17
5. ENTREVISTAS A GRUPOS DE INTERÉS.....	18
5.1. MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINERÍA (MIEM).....	18
5.2. AGENTES ESPECIALIZADOS EN SEGUNDA VIDA DE BATERÍAS.....	19
5.3. ASESOR EXTERNO CON EXPERIENCIA EN REP EN URUGUAY.....	19
5.4. CUTCSA.....	20
5.5. ASOCIACIÓN DE IMPORTADORES Y EMPRESAS IMPORTADORAS DE VEHÍCULOS (ACAU).....	20
5.6. OPERADOR DE RECICLAJE (WERBA).....	21
5.7. TALLER INTERMEDIO (VALIDACIÓN DE HALLAZGOS).....	21
5.8. SÍNTESIS DE LAS ENTREVISTAS.....	22
6. EXPERIENCIA INTERNACIONAL.....	24
6.1. UNIÓN EUROPEA.....	24
6.2. BÉLGICA.....	24
6.3. PAÍSES BAJOS.....	25
6.4. FRANCIA.....	26
6.5. CANADÁ.....	26
6.6. SUIZA.....	27
6.7. ALEMANIA.....	28
7. MARCO TEÓRICO.....	29
7.1. OBJETIVO.....	29
7.2. VARIABLES CRÍTICAS.....	29
7.3. FORMULACIÓN BÁSICA DEL ECOAPORTE.....	30
7.4. ECO-MODULACIÓN.....	31
8. MODELO SIMPLIFICADO.....	32

8.1.	SUPUESTOS	32
8.2.	PROYECCIONES 2025-2040	35
9.	CONCLUSIONES	37
9.1.	DIAGNÓSTICO	37
9.2.	LINEAMIENTOS PARA EL DISEÑO INSTITUCIONAL	38
9.3.	RECOMENDACIONES SOBRE ECOAPORTE	38
10.	ENTREVISTAS REALIZADAS.....	39
11.	REFERENCIAS CONSULTADAS.....	40
12.	APÉNDICE: ECOMODULACIÓN	42
12.1.	¿QUÉ ES LA ECOMODULACIÓN?	42
12.2.	PROBLEMAS CLAVE AL DISEÑAR ECO-MODULACIÓN	43
12.3.	ECOMODULACIÓN EN LA NORMA EUROPEA	43
12.4.	ESTADO DEL ARTE DE LA ECOMODULACIÓN EN PAÍSES DE REFERENCIA	44
12.5.	MARCO TEÓRICO	45
13.	APÉNDICE: GOBERNANZA.....	46
13.1.	ROLES.....	46
13.2.	FLUJO OPERATIVO.....	48
13.3.	APORTES Y GARANTÍAS	49

Siglas

ACAU	Asociación del Comercio Automotor del Uruguay
AGEC	Ley francesa “Anti-Gaspillage pour une Économie Circulaire”
ARN	Auto Recycling Netherlands
B2B	Business to Business - Empresa a Empresa
BEBAT	Eco-organismo belga de gestión de pilas y baterías
BEV	Battery Electric Vehicle - Vehículo eléctrico a batería (100% eléctrico)
BMS	Battery Management System - Sistema de gestión de la batería
CAPEX	Capital Expenditures - Inversión de capital.
CHF	Franco suizo
COMAP	Comisión de Aplicación de la Ley de Inversiones (Uruguay)
CUTCSA	Compañía Uruguaya de Transporte Colectivo S.A.
CVMA	Canadian Vehicle Manufacturers’ Association
DINACEA	Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental (Ministerio de Ambiente de Uruguay)
DNE	Dirección Nacional de Energía (Ministerio de Industria, Energía y Minería, Uruguay)
EHF	Environmental Handling Fee - Tasa ambiental de manejo cobrada al consumidor (Canadá)
EoL	End Of Life - Fin de Vida
ESS	Energy Storage System - Sistema de almacenamiento de energía
EV / VE	Electric Vehicle - Vehículo Eléctrico
FING	Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República (Uruguay)
GAV	Gastos de Administración y Ventas
GRS	Stiftung GRS Batterien - Sistema colectivo alemán de reciclaje de baterías
HEV	Hybrid Electric Vehicle - Vehículo híbrido eléctrico no enchufable
IMESI	Impuesto Específico Interno (tributo selectivo al consumo en Uruguay)
INOBAT	Fundación suiza para el reciclaje de baterías
LCO	Óxido de Cobalto y Litio
LFP	Litio-Hierro-Fosfato (Lithium Iron Phosphate)
LMFP	Fosfato de Hierro, Litio y Manganeseo
MHEV	Mild Hybrid Electric Vehicle - Vehículo híbrido “suave”
MIDES	Ministerio de Desarrollo Social (Uruguay)
MIEM	Ministerio de Industria, Energía y Minería (Uruguay)
MTSS	Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (Uruguay)
NCA	Níquel-Cobalto-Aluminio (Nickel Cobalt Aluminum)
NFU	Neumáticos Fuera de Uso
NMC	Níquel-Manganeseo-Cobalto (Nickel Manganese Cobalt)
OECD / OCDE	Organisation for Economic Co-operation and Development - Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ONUDI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
OPP	Ofician de Planeamiento y Presupuesto (Uruguay)
OPEX	Operational Expenditures - Gastos operativos
PGE	Plan de Gestión de Envases (Plan VALE)
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle - Vehículo híbrido enchufable
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

PRO	Producer Responsibility Organisation - Organismo de responsabilidad del productor ¹
PST	Post-Shredder Technology - Tecnología de pos-trituración para vehículos fuera de uso
RAEE	Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos
REIF	Fondo para innovación en energías renovables y eficiencia en Uruguay
REP	Responsabilidad Extendida del Productor
SOH	State of Health - Estado de salud de la batería
SUCIVE	Sistema Único de Cobro de Ingresos Vehiculares (Uruguay)
SUV	Sport Utility Vehicle - Vehículo utilitario deportivo
UE	Unión Europea
UI	Unidades Indexadas
UdelaR	Universidad de la República
UPS	Uninterruptible Power Supply - Sistema de alimentación ininterrumpida
USD	United States Dollar - Dólar estadounidense
UTE	Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas
VEG	Tasa de eliminación anticipada aplicada en Suiza
VFU	Vehículos Fuera de Uso
VUCE	Ventanilla Única de Comercio Exterior (Uruguay)

¹ Entidad encargada de ejecutar en la práctica las obligaciones legales que tienen las empresas bajo la REP. Organización (normalmente sin ánimo de lucro y creada por la propia industria) que asume -colectivamente- la responsabilidad legal de sus miembros.

1. Introducción

1.1. Antecedentes

Con el apoyo del Programa REIF y en el marco del reciente decreto reglamentario sobre gestión de residuos de baterías (Decreto N° 227/025), el Ministerio de Ambiente ha recomendado esta consultoría de apoyo para el diseño de los Planes Maestros de gestión de las baterías de VE al final de su vida útil. En este contexto, se encargó la elaboración de un informe técnico que contribuya a definir los lineamientos económicos y financieros iniciales de la REP aplicada a este flujo de residuos.

El desarrollo de la movilidad eléctrica plantea desafíos específicos en materia de financiamiento, gobernanza, trazabilidad y gestión de riesgos asociados a las baterías, tanto en su fase de segunda vida como en su fase final de reciclaje y disposición final. El presente informe se inserta en este proceso como insumo inicial para la toma de decisiones y el diseño de los futuros planes de gestión.

1.2. Objeto

El objeto específico consiste en elaborar un informe con lineamientos para:

- la definición y el diseño del instrumento económico-financiero asociado a la REP de baterías de vehículos eléctricos,
- el diseño del esquema de aportes de modo de asegurar la sostenibilidad económica de los Planes Maestros,
- la incorporación transversal de criterios de economía circular, inclusión social y enfoque de género en el diseño propuesto.

El propósito último es contribuir a una posterior implementación de la REP para baterías de vehículos eléctricos, garantizando la cobertura de los costos de gestión al final de la vida útil de las baterías.

1.3. Alcance

De acuerdo con los términos de referencia recibidos, el alcance del informe abarca tres bloques:

- figura económica y financiera de los Planes Maestros
- modulación de aportes con enfoque de economía circular
- consideraciones de inclusión y género

1.4. Criterios

Los términos de referencia establecen, además, una serie de elementos y criterios transversales

- Tarifa REP
 - deberá cubrir la totalidad de los costos asociados a la gestión de las baterías al final de su vida útil
 - su diseño deberá basarse en un enfoque de ciclo de vida y en principios de economía circular

- Elementos de análisis
 - proyección de la generación de residuos de baterías asociada a la evolución del parque de vehículos eléctricos
 - situación y tendencias del mercado actual y futuro de vehículos eléctricos y baterías
 - impacto de los desarrollos tecnológicos en el diseño, composición y desempeño de las baterías
 - condiciones habilitantes para los futuros planes de gestión, con especial foco en el financiamiento
- Accesibilidad del modelo
 - el esquema propuesto deberá permitir la adhesión de todos los actores alcanzados, evitando requisitos que puedan excluir a determinados segmentos (por tamaño, estructura o ubicación)
- Modulación de aportes
 - los criterios de modulación deberán generar incentivos efectivos para la adopción de mejores tecnologías y prácticas
 - se buscará fomentar diseños y composiciones que reduzcan la generación de residuos y faciliten las etapas de segunda vida, desarme, acondicionamiento y reciclaje

1.5. Informe

El contenido se organiza en los siguientes capítulos: (1) Introducción y encargo, (2) Mercado de VE de Uruguay, (3) Normativa relevante, (4) Experiencia REP en Uruguay, (5) Entrevistas a grupos de interés, (6) Experiencia internacional, (7) Marco teórico, (8) Modelo simplificado, (9) Conclusiones. Se intentó articular cada capítulo con los requerimientos definidos en el encargo para ofrecer un punto de partida para la modelización detallada que deberá adoptarse en etapas posteriores.

Por los plazos de la consultoría, la información sectorial disponible (en particular las capacidades existentes y el costeo asociado al futuro sistema de gestión) y la incertidumbre tecnológica intrínseca al producto en cuestión, resultó materialmente imposible cubrir la totalidad de los puntos requeridos en los términos de referencia. No obstante, el Consultor queda a total disposición de la contraparte para profundizar en aquellos temas de interés.

2. El Mercado de VE de Uruguay

A modo introductorio, resulta imprescindible conocer las cifras del mercado objeto de estudio.

2.1. Parque Automotor

Según SUCIVE, el parque vehicular al cierre de 2024 muestra una penetración creciente de los vehículos eléctricos e híbridos. Notar que el parque automotor constituye un “stock” que se modifica a partir de “entradas” (ventas de 0 km) y “salidas” (vehículos que se dejan de utilizar).

Tabla 1 (Parque Vehicular, SUCIVE)

año	Automóviles	Gasolina	Gasol	Híbrido	Eléctrico	Pick Up	Gasolina	Gasol	Híbrido	Eléctrico	Utilitarios	Gasolina	Gasol	Híbrido	Eléctrico
2017	539.046	477.098	61.821	113	14	142.474	81.157	61.317	0	0	56.164	35.572	20.528	64	112
2018	566.161	503.075	62.217	854	14	153.568	89.279	64.289	0	0	58.856	37.147	21.597	112	136
2019	578.155	516.622	60.022	1.482	30	160.230	95.529	64.701	0	0	60.006	37.896	21.974	167	295
2020	584.094	524.608	57.521	1.914	51	165.274	100.340	64.934	0	0	60.542	38.243	22.132	432	725
2021	596.629	538.196	55.822	2.380	231	175.292	108.637	66.655	0	0	62.179	39.039	22.845	1.046	1.046
2022	606.440	549.700	53.455	2.564	721	185.056	116.981	68.071	0	4	63.241	39.459	23.350	2.898	4.099
2023	611.814	557.141	50.668	2.771	1.234	195.985	127.219	68.749	0	17	64.438	40.022	23.691	2.898	4.099
2024	622.440	566.567	48.876	2.898	4.099	210.636	140.522	70.013	12	89	66.137	40.752	24.339	2.898	4.099

año	SUV	Gasolina	Gasol	Híbrido	Eléctrico	Taxis	Gasolina	Gasol	Híbrido	Eléctrico	Remises	Gasolina	Gasol	Híbrido	Eléctrico
2017	82.887	68.094	14.724	67	2	4.454	3.035	1.398	0	21	2.073	1.776	297	0	0
2018	90.706	75.355	15.182	164	5	4.559	2.592	1.922	1	44	4.516	4.194	322	0	0
2019	96.186	81.033	14.729	414	10	4.588	1.944	2.578	5	61	3.923	3.575	346	2	0
2020	101.657	86.669	14.310	640	37	4.569	1.633	2.852	8	76	3.263	2.907	348	8	0
2021	111.064	95.310	14.091	1.420	243	4.515	1.425	2.992	10	88	3.427	3.055	359	13	0
2022	121.803	104.670	13.758	2.843	532	4.466	1.200	3.135	15	116	2.776	2.312	369	40	55
2023	133.027	114.152	13.115	4.593	1.167	4.498	1.083	3.240	23	152	2.655	2.028	339	60	278
2024	147.378	125.200	12.688	6.716	2.774	4.516	1.120	3.175	23	198	2.886	1.974	344	87	481

año	Camiones	Gasolina	Gasol	Híbrido	Eléctrico	Ómnibus	Gasol	Híbrido	Eléctrico
2017	50.114	1.212	48.902	0	5.484	5.483	0	1	1
2018	51.691	1.222	50.469	0	5.547	5.546	0	1	1
2019	52.520	1.230	51.290	0	5.550	5.538	10	2	2
2020	53.073	1.198	51.874	1	5.647	5.593	22	32	32
2021	54.607	1.162	53.394	51	5.470	5.391	47	32	32
2022	56.152	1.122	54.941	89	5.502	5.388	79	35	35
2023	57.942	1.100	56.698	144	5.551	5.417	89	45	45
2024	59.615	1.098	58.326	191	5.661	5.372	170	119	119

2.2. Ventas de 0 km

Con relación a la venta de unidades 0 km, el Consultor accedió a las estadísticas elaboradas y compartidas amablemente por la ACAU. Vale destacar que los socios de ACAU asumen un compromiso por reglamento (símil “declaración jurada”) de pasar todos los meses (hasta el día 5) la información de ventas del mes inmediato anterior. En caso de no hacerlo les cabe una multa. Existen algunas marcas de vehículos por fuera de ACAU, pero “son pocas y menores”. Las más relevante de ellas es Tesla, que no tiene representación en el país (los importan los propios particulares).

Se aprecia que, en términos generales, las ventas anuales presentan una tendencia creciente (con un impasse en 2020, resultado de la pandemia global por el COVID-19).

Tabla 2 (Ventas Totales, Unidades, ACAU)

Suma de Total	Etiquetas de fila	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Total
AUTOS		34.362	29.409	33.971	27.383	22.878	18.666	23.593	25.090	24.459	25.596	24.891	290.298
UTILITARIOS		9.534	9.500	13.057	9.627	10.700	9.119	14.660	15.043	19.105	20.509	19.730	150.584
SUV		4.245	5.208	7.371	6.506	6.825	6.639	10.382	11.930	13.786	16.572	23.324	112.788
CAMIONES		1.989	1.443	1.559	1.771	1.555	1.748	2.903	2.776	2.746	2.847	2.826	24.163
MINIBUSES		295	198	290	181	169	104	188	163	242	263	264	2.357
OMNIBUS		255	60	62	108	195	120	11	54	140	116	66	1.187
Total		50.680	45.818	56.310	45.576	42.322	36.396	51.737	55.056	60.478	65.903	71.101	581.377

Al desagregar dichas ventas en BEV y HEV, se aprecia un crecimiento muy significativo de estas subcategorías. Es importante notar que este informe excluye los MHEV en virtud de que el peso (potencia) de su batería es relativamente menor y distorsiona las estadísticas de movilidad eléctrica. El MIEM realiza una categorización similar.

Tabla 3 (Ventas de Unidades BEV y HEV, excluye MHEV, ACAU)

Suma de Total	de column	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Total
Etiquetas de fila													
E (BEV)		5			2	26	98	549	1.041	1.886	5.761	14.186	23.554
AUTOS	5				1	8	31	249	627	645	3.606	6.108	11.280
SUV						1	34	130	224	829	1.761	7.480	10.459
UTILITARIOS					1	17	32	131	163	367	360	549	1.620
CAMIONES							1	39	27	45	34	49	195
H (HEV)		2	27	81	679	866	667	1.245	1.669	1.951	2.271	2.240	11.698
SUV			25	60	116	238	226	725	1.178	1.631	2.089	2.060	8.348
AUTOS	2	2	21	563	628	441	520	491	320	168	106	3.262	
UTILITARIOS										14	74	88	
Total		7	27	81	681	892	765	1.794	2.710	3.837	8.032	16.426	35.252

Al acumular las ventas de ACAU entre 2015 y 2024 (excluyendo MHEV), se observa que las cifras esencialmente coinciden con lo reportado por SUCIVE al cierre de 2024 según tipo de vehículo (los autos de ACAU incluyen taxis y remises). Con relación a los ómnibus, las principales empresas de transporte urbano de pasajeros (Montevideo y Maldonado), realizan sus propias importaciones, por eso no figuran en las cifras de ACAU.

Tabla 4 (Ventas Acumuladas de Unidades BEV y HEV, excluye MHEV, ACAU)

		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Ventas Totales Acum (ACAU)	Miles	0,0	0,1	0,7	1,4	2,1	3,0	4,7	7,3	11,0	19,0
EV+HEV (Autos+SUV, MHEC excl)	Miles	0,0	0,1	0,7	1,4	2,1	2,9	4,5	6,9	10,1	17,7
% SUCIVE (Autos+SUV)	%				0%	0%	0%	1%	1%	1%	2%
Eléctricos	Miles	0,005	0,005	0,005	0,007	0,033	0,131	0,68	1,721	3,607	9,376
Autos	Miles	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,9	1,6	5,2
SUV	Miles	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	1,2	3,0
Utilitarios	Miles	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,7	1,1
Camiones	Miles	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
Híbridos (MHEV excl)	Miles	0,0	0,0	0,7	1,4	2,1	2,8	4,1	5,6	7,4	9,6
Autos	Miles	0,0	0,0	0,6	1,2	1,7	2,2	2,7	3,0	3,2	3,2
SUV	Miles	0,0	0,0	0,1	0,2	0,4	0,7	1,4	2,6	4,2	6,3
Utilitarios	Miles	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Camiones	Miles	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Al abrir las ventas por empresa y marca, observamos que los BEV dominan el mercado y dentro de este segmento existe una marca (BYD) que lidera el segmento.

Tabla 5 (Ventas de Unidades BEV, HEV, PHEV por Empresa y Marca, ACAU)

SubComb	Empres	Marca	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Total
BEV	REMOL S.A.	BYD		5	52	308	665	949	3632	7047	12658
	TRAMOTUF	DONGFENG							136	1546	1682
		CHERY						13	192	212	417
	SANTA ROS	JMC					4	7	39	591	641
		OMODA JAECCO								539	539
		RENAULT		14	19	65	22	10	37	2	169
	BOR S.A.	JAC			7	40	104	219	277	567	1214
	BLOOMMY	GEELY							212	784	996
	GENERAL IV	CHEVROLET								759	759
	CAMUR S.A	VOLVO				10	16	63	303	191	583
	MOTOR HA	BMW					19	148	203	89	459
		MINI					22	8	20	61	111
	DARLAX CO	GREAT WALL MOTORS							21	247	268
	AFSA	PEUGEOT	2	1		6	51	58	42	82	242
	ABRILEY S.A	MAXUS					7	76	65	91	239
	HYUNDAI F	HYUNDAI			2	52	15	12	20	111	212
Total BEV			2	20	80	481	925	1563	5199	12919	21189
HEV	AYAX S.A.	TOYOTA	570	706	468	946	957	1134	1213	746	6740
	HYUNDAI F	HYUNDAI		77	49	87	299	201	450	382	1545
	SUBARU UF	SUBARU					51	96	94	63	304
	SANTA ROS	NISSAN						87	42	111	240
Total HEV			570	783	517	1033	1307	1518	1799	1302	8829
PHEV	MOTOR HA	BMW	11	15	37	56	108	177	176	188	768
	REMOL S.A.	BYD			4	2	28	63	121	227	445
	AUTOLIDER	MERCEDES	76	49	70	68	43	38	30	10	384
	SANTA ROS	CHANGAN								169	169
		DEEPAL								140	140
	CAMUR S.A	VOLVO		2	21	33	74	108	12	22	272
Total PHEV			87	66	132	159	253	386	339	756	2178
Total			659	869	729	1673	2485	3467	7337	14977	32196

De igual modo, dentro de cada marca son algunos modelos en particular los que mayor participación tienen. Por simplicidad, la siguiente tabla recoge modelos con ventas totales mayores a 200 unidades en el período.

Tabla 6 (Ventas de Unidades BEV, HEV, PHEV por Marca y Modelo, ACAU)

Empresa	(Todas)
SubComb	(Varios)

Suma de Total		Arch									
Marca	Modelo	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Total	
BYD	YUAN PRO EV GS							549	3362	3911	
	SEAGULL GS 2024							1207	1849	3056	
	NEW E2 GS				3	422	368	818	642	2253	
	SEAGULL GL 2024							460	212	672	
	T3 GL		2	17	89	81	218	124	78	609	
	YUAN PLUS EV LUX							32	461	493	
	YUAN PLUS GS					68	226	177	3	474	
	NEW E2 GS PLUS						21	139	190	350	
	D1 GS						2	45	66	123	
TOYOTA	COROLLA CROSS HYBRID SEG				221	516	568	673	465	2443	
	PRIUS C	507	421	143	284			0		1355	
	COROLLA CROSS HYBRID XEI				88	146	229	195	132	790	
	COROLLA HYBRID SEG		59	131	68	64	87	152	38	599	
	COROLLA HYBRID XEI		39	78	54	57	54	45	33	360	
	RAV4 LIMITED PLUS HYBRID				63	68	62	83	27	303	
	RAV4 LIMITED PLUS HYBRID 4X4				52	55	58	79	27	271	
	RAV4 S PLUS HYBRID	34	19	39	39	22	44	37	12	207	
DONGFENG	NAMMI 430							45	865	910	
	NAMMI 330							91	331	422	
HYUNDAI	NEW TUCSON LIMITED HEV						34	184	133	351	
	NEW KONA HIBRIDA LIMITED						40	163	110	313	
	KONA HIBRIDA LIMITED HEV				13	163	46	1		223	
	NEW KONA HIBRIDA SAFE HEV						33	87	84	204	
JAC	E-S3 YTTREBY							86	394	480	
	E-S1					74	125	99	112	410	
GEELY	GEOMETRY E							182	248	430	
	EX5 MAX								381	381	
CHEVROLET	SPARK EUV ACTIV								737	737	
JMC	JMEV EV3							37	589	626	
OMODA JAECCO	ES EV COMFORT								344	344	
NISSAN	X-TRAIL E-POWER ADVANCE						87	42	111	240	
GREAT WALL MOTORS	ORA 03 SKIN							14	211	225	
Total		507	555	388	974	1738	2345	5867	12304	24678	

2.3. Tipología de Baterías

Con relación a la tipología de las baterías, se realizó una clasificación exhaustiva estimando -a partir de información pública disponible- tipología y peso del “battery pack” (celdas y otros componentes ensamblados junto a la batería) para cada modelo comercializado por ACAU desde 2015. Del ejercicio anterior se derivan los siguientes pesos unitarios (en kilogramos) promedio ponderados según los modelos vendidos cada año.

Tabla 7 (Kilogramos Promedio Ponderados Según Modelos y Tipo de Baterías, Elaboración Propia a partir de ACAU)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Total
BEV				315	240	299	388	359	360	325	332	335
AUTOS				315	260	269	313	305	320	278	288	288
LFP					283	244	278	305	328	277	286	286
NMC				315	252	282	360	303	283	300	429	331
CAMIONES						360	758	680	740	684	517	668
LFP						360	758	680	740	690	517	668
NMC												
SUV					383	380	552	494	383	406	361	376
LFP					383	411	610	515	388	409	389	397
NMC						316	473	467	377	400	289	326
UTILITARIOS				315	222	241	257	331	330	365	409	356
LFP					271	271	278	301	318	345	398	344
NMC				315	215	208	208	379	421	441	434	389
HEV				50	44	48	40	38	46	46	67	48
AUTOS				32	29	33	27	29	39	33	48	32
NMC			✓	122	58	91	47	34	59	80	115	55
NiMH				25	23	18	22	14	14	14	14	21
LFP								75			120	116
SUV				133	86	77	49	41	48	46	66	54
NMC			✓	194	196	112	116	87	83	63	57	77
NiMH				45	45	41	26	20	20	20	18	23
LFP						194	165	165	162	160	167	165
UTILITARIOS										266	104	130
LFP										266	266	266
NMC												35

Al agregar las unidades vendidas y sus pesos unitarios correspondientes, se pudo estimar las toneladas totales de baterías (estrictamente, los *battery packs*) introducidas anualmente al mercado.

El peso de las baterías (battery packs) según modelo de vehículo representa una aproximación inicial con el objetivo de dimensionar el universo de trabajo. Además, el “mercado de baterías a reciclar” analizado en este informe pone foco en el “universo ACAU”. Es decir, no se consideran (i) importaciones de agentes no afiliados al gremio ni (ii) importaciones de buses (en particular los de transporte urbano de pasajeros). Como se menciona más adelante en este informe, es dable esperar que los importadores / operadores de buses eléctricos realicen un Plan de Gestión de baterías específico.

En rigor, las baterías no capturadas por este análisis son aquellas importadas por fuera de los VE, ya sea a modo de repuesto o para uso estacionario. No obstante, estos subgrupos representarían a la fecha de este reporte un parte muy menor del total.

Tabla 8 (Toneladas Totales Introducidas al Mercado Según Tipo de Vehículo y Batería, Elaboración Propia a partir de ACAU)

Suma de BatKgTotal	de column											
Etiquetas de fila	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Total
E	5			1	6	29	213	374	679	1.875	4.711	7.893
AUTOS	5			0	2	8	78	191	207	1.002	1.760	3.254
LFP	5				1	3	40	166	174	965	1.717	3.070
NMC				0	2	6	38	25	32	37	43	183
CAMIONES						0	30	18	33	23	25	130
LFP						0	30	18	33	23	25	130
NMC										1		1
SUV					0	13	72	111	318	716	2.701	3.930
LFP					0	9	46	64	169	517	2.089	2.895
NMC						3	26	47	148	198	612	1.035
UTILITARIOS				0	4	8	34	54	121	134	225	579
LFP					1	5	25	30	103	98	150	412
NMC				0	3	3	8	23	18	36	74	167
H	0	1	3	34	38	32	50	63	90	105	149	566
AUTOS	0	0	0	18	18	15	14	14	13	5	5	103
NMC	0	0	0	5	6	8	5	13	11	4	3	54
NiMH	0	0	0	13	12	7	9	2	2	2	1	47
LFP		0						0			1	2
SUV		1	3	15	20	17	36	49	78	95	136	450
NMC				13	13	12	21	27	48	56	56	246
NiMH		1	3	2	8	5	14	17	20	22	12	103
LFP						1	0	4	10	17	69	102
UTILITARIOS										5	8	12
LFP										4	6	10
NMC											2	2
NiMH										1		1
Total	5	1	3	34	45	61	263	437	769	1.981	4.860	8.459

En suma, desde 2015 a la fecha se habrían comercializado autos eléctricos e híbridos que representan 8.500 toneladas equivalentes de baterías (cualquiera sea su composición).

La gran mayoría de las baterías presentes en el mercado son LFP, tanto en autos como en SUV, como consecuencia de las marcas y modelos que lideran las ventas.

3. Normativa

3.1. Ley N.º 19.829 de Gestión Integral de Residuos

3.1.1. Objeto

La Ley N.º 19.829 establece el marco general para la gestión integral de residuos en Uruguay, con el objetivo de proteger el ambiente y promover un modelo de desarrollo sostenible, mediante la prevención y reducción de los impactos negativos de la generación y gestión de residuos. La ley se aplica a todos los residuos, cualquiera sea su tipo y origen (sólidos, semisólidos, líquidos o gaseosos que no puedan ingresar a sistemas tradicionales de tratamiento), con algunas excepciones (residuos radiactivos y algunos residuos mineros).

Define conceptos clave como: residuos, valorización (incluyendo preparación para la reutilización, reciclaje y valorización energética), gestión integral y gestión de residuos, disposición inicial y final, reutilización, reciclaje, almacenamiento, entre otros.

3.1.2. Responsabilidad Extendida del Productor

La ley clasifica los residuos en distintos tipos, entre ellos los “residuos especiales”. Dentro de esta categoría se incluyen expresamente: residuos de baterías y pilas, residuos de aparatos electro-electrónicos, neumáticos fuera de uso, entre otros. Para estos residuos especiales se establece la responsabilidad extendida del fabricante e importador en la gestión de los residuos que se generen a partir de sus productos, salvo cuando los productos estén gravados por el IMESI y se opte por ese mecanismo de financiamiento.

La responsabilidad extendida se define como la transferencia de la responsabilidad de la gestión de residuos o del financiamiento de la misma a sujetos distintos del generador directo. Esto habilita, a nivel legal, esquemas REP donde los importadores de vehículos y baterías asumen los costos de la gestión al final de la vida útil.

3.1.3. Formalización de la cadena de reciclaje

La ley dedica un capítulo específico a la formalización de la cadena de reciclaje, estableciendo que sólo personas físicas o jurídicas autorizadas y registradas pueden realizar operaciones de obtención y comercialización de materiales para reciclaje y de productos reciclados, dentro de plazos de adecuación definidos. Se prevé un conjunto de medidas para la inclusión social, laboral y productiva de clasificadores de residuos: creación de un inventario de iniciativas de inclusión, un Registro de Clasificadores, programas de certificación de competencias, incentivos a empresas para su contratación, y prioridad a clasificadores registrados en procesos públicos de adquisición de servicios de gestión de residuos.

Este enfoque es relevante para el diseño del futuro esquema REP de baterías de vehículos eléctricos, en la medida en que condiciona la forma en que se pueden integrar actores sociales y cooperativas a la cadena de recolección y acondicionamiento.

3.2. Decreto reglamentario sobre gestión de residuos de baterías (Decreto N° 227/025)

3.2.1. Objetivos

El Decreto 227/025 regula la gestión de residuos de baterías definidos en la Ley N.º 19.829, incluyendo baterías, acumuladores, pilas y supercapacitores o supercondensadores, de más de 1 kW de potencia, que sean o puedan ser utilizados en vehículos terrestres, marítimos o aéreos, o maquinaria agrícola, independientemente del sistema de propulsión. Quedan exceptuadas las baterías usadas en vehículos de uso recreativo o asistencial cuya potencia nominal continua sea inferior a 1 kW. El decreto también se aplica a baterías utilizadas en sistemas de almacenamiento estacionario de energía cuya capacidad sea superior a 2 kWh.

En términos prácticos, el ámbito de aplicación cubre las baterías de tracción de vehículos BEV, HEV y PHEV, así como sistemas estacionarios de tamaño medio y grande, dejando fuera baterías pequeñas y baterías de baja potencia asociadas a usos recreativos o asistenciales.

3.2.2. Modelo de gestión

El modelo de gestión se alinea con lo establecido en la Ley N° 19.829:

- se prioriza la minimización de la generación de residuos de baterías, maximizando su vida útil mediante buenas prácticas de manejo, mejor tecnología de recarga y mejora de calidad y durabilidad de componentes;
- en forma subsidiaria se promueven el segundo uso, el reciclaje y otras formas de valorización;
- el tratamiento y disposición final se consideran opciones de última instancia;
- todas las etapas deben ejecutarse mediante actividades formales con las autorizaciones ambientales correspondientes;
- se prioriza la valorización nacional cuando existan capacidades instaladas autorizadas, siempre que ello no genere condiciones desiguales de competencia o perjuicios graves a la economía nacional.

Se establece explícitamente la prioridad del “segundo uso” una vez que las baterías dejan de cumplir la función para la que fueron adquiridas, incluyendo actividades de preparación para usos distintos al diseño original y la remanufactura de módulos o packs para el mismo fin original, previo análisis de aptitud y calidad de celdas y módulos. Las instalaciones de segundo uso deben formar parte de un Plan Maestro aprobado.

3.2.3. Sujetos alcanzados y obligaciones

- Importadores y fabricantes:
 - contar o adherir a un Plan Maestro aprobado por el Ministerio de Ambiente;
 - inscribirse y mantener actualizada la inscripción en el registro correspondiente;
 - implementar un sistema de etiquetado e información digital;
 - coordinar con distribuidores y puntos de venta para la ejecución del Plan Maestro.

- Distribuidores y puntos de venta o servicio:
 - difundir información sobre manejo adecuado y mecanismos de retornabilidad;
 - operar como receptores de baterías usadas sin costo ni obligación de compra, cualquiera sea la marca, dentro del tipo de baterías que comercializan;
 - llevar registros de recepción y entrega;
 - realizar la venta/entrega mediante el sistema de información digital, exigiendo retención del residuo o certificado de gestión autorizada.
- Usuarios y tenedores:
 - no pueden abandonar, almacenar o transportar baterías de forma que afecte el ambiente o la salud;
 - deben seguir las instrucciones de manejo seguro suministradas por el fabricante o importador;
 - están obligados a entregar las baterías que deseen desechar exclusivamente a través de canales autorizados.
- Usuarios o consumidores especiales (grandes usuarios):
 - deben gestionar los residuos de baterías mediante servicios tercerizados autorizados o entregándolos a planes maestros aprobados;
 - deben inscribirse y mantener inscripción en el registro.
- Centros de recepción:
 - deben formar parte de un Plan Maestro, contar con autorización del Ministerio de Ambiente (si no son fabricantes/importadores/distribuidores), recibir baterías usadas de cualquier marca según su alcance, y disponer de áreas de almacenamiento transitorio con condiciones de seguridad adecuadas;
- Transportistas:
 - el transporte de residuos de baterías requiere habilitación específica, salvo el transporte por el propio generador en cantidades inferiores a 100 kg, en cuyo caso el generador asume la responsabilidad;
 - los transportistas habilitados deben contar con monitoreo satelital y remitos electrónicos para control de la carga.

3.2.4. Planes maestros y “eco-modulación” de aportes

El eje del decreto son los Planes Maestros de gestión de residuos de baterías, a los que deben adherirse importadores y fabricantes. Los planes deben:

- estar diseñados para cumplir metas anuales de recuperación y valorización que fije el Ministerio de Ambiente (al momento pendientes de definición);
- tener cobertura nacional y asegurar integración de todos los actores de la cadena;
- contar con un sistema de trazabilidad totalmente electrónico;

- en caso de planes grupales, permitir la participación de cualquier importador o fabricante, garantizando condiciones de competencia y aportes proporcionales a su peso relativo;
- reportar anualmente, con informes auditados.

El Ministerio de Ambiente priorizará la aprobación de:

- planes grupales por sobre planes individuales,
- planes que simplifiquen obligaciones para el consumidor,
- planes que propongan soluciones costo-eficientes y adaptadas a la realidad nacional.

En materia económica, el decreto dispone que el cálculo de los aportes de los adherentes al Plan Maestro debe considerar explícitamente la aplicación de medidas de economía circular, al menos en función de:

- diseño de celdas y módulos para facilitar operaciones posteriores de valorización;
- composición química y contenido de material reciclado;
- recuperación efectiva de componentes, factibilidad técnica y económica de segundo uso y reciclaje;
- extensión de vida útil;

Estos criterios deben aplicarse con el objetivo explícito de generar incentivos efectivos a la valorización, con enfoque de ciclo de vida y simplicidad de implementación.

3.2.5. Infracciones y plazos de adecuación

El decreto tipifica infracciones, incluyendo, entre otras, gestionar residuos de baterías causando daños al ambiente o a la salud, operar sin Plan Maestro, comercializar baterías sin sistema de información digital o gestionar residuos mediante operadores no autorizados.

Se establece que quienes no estén debidamente registrados o no cuenten con Plan Maestro aprobado no podrán importar o fabricar baterías ni importar vehículos o maquinaria agrícola que las contengan. El plazo de adecuación total a las disposiciones del decreto es de dos años desde su vigencia, con plazos específicos más cortos para inscripción, habilitación de transporte y presentación/actualización de planes maestros.

4. Experiencia REP en Uruguay

4.1. Evolución y residuos alcanzados

Uruguay fue pionero en América Latina en la incorporación de la REP en su política de residuos, comenzando en 2003 con el Decreto N° 373/003 sobre baterías de plomo-ácido usadas, que obligó a importadores y fabricantes a hacerse cargo de la gestión de sus productos al final de la vida útil. A partir de allí, el principio REP se extendió progresivamente a otros tipos de residuos, configurando un “portafolio” de experiencias del que es posible extraer aprendizajes para las baterías de VE. En síntesis, las principales corrientes bajo esquemas REP son:

- Baterías plomo-ácido
 - Primer esquema REP formal del país.
 - Importadores de baterías deben implementar planes de gestión aprobados (Plan Maestro), con recolección y valorización material del plomo y otros componentes.
- Envases no retornables (Plan de Envases / Plan VALE)
 - Responsabilidad de importadores y dueños de marca sobre envases posconsumo.
 - En proceso de implementación como plan público-privado con componente social (integración de cooperativas de clasificadores).
- Neumáticos fuera de uso (NFU)
 - Esquema colectivo estructurado en torno a un fideicomiso.
 - Tasas de recuperación históricas entre 85 % y 95 % de los neumáticos puestos en el mercado, con valorización como combustible o materia prima (más recientemente algo menores).
- Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)
 - Reglamento específico vigente desde 2024. Obliga a productores/importadores a presentar planes de gestión o adherirse a uno, con metas de recolección.
 - Esquema en proceso de implementación.
 - Excluye expresamente las baterías de movilidad eléctrica de gran capacidad, que se regulan aparte.

Estas experiencias muestran que el país ha desarrollado distintas arquitecturas operativas y financieras según la naturaleza del residuo, pero con un denominador común: el productor/importador financia y organiza la gestión posconsumo bajo supervisión del Ministerio de Ambiente.

4.2. Modelos operativos

4.2.1. Baterías plomo-ácido

El manejo de baterías plomo-ácido usadas se organiza principalmente a través de planes maestros operados por empresas gestoras autorizadas. Estas empresas:

- recolectan baterías usadas en todo el país,
- las baterías se acondicionan para su exportación en el Marco del Convenio de Basilea,

- no existe una recuperación de materiales, sólo se exportan.

La batería residual tiene un valor de recuperación que actúa como incentivo para su reciclaje (exportación). Esto permite el financiamiento del sistema de gestión. Vale destacar que se lograron tasas de recolección elevadas (se estima superiores al 90 %). Más adelante el esquema se vio perforado por el comercio informal de los residuos con valor.

4.2.2. Envases: Plan de Gestión de Envases (Plan VALE / PGE)

En envases, el modelo es un sistema colectivo administrado a través de un fondo que centraliza los aportes de las empresas adheridas. Las características principales son:

- Aportes trimestrales de las empresas en función de los kilos de envases puestos en el mercado, discriminados por tipo de material.
- Contratos con intendencias y cooperativas de clasificadores para la recolección selectiva, clasificación y comercialización de materiales reciclables.
- Cobertura territorial progresiva (Montevideo y otros departamentos), con plantas de clasificación operadas por cooperativas.

4.2.3. Neumáticos fuera de uso: RecicloNFU

El Plan Maestro de neumáticos fuera de uso (RecicloNFU) se estructura como un fideicomiso que administra los aportes de los importadores de neumáticos. Sus rasgos principales son:

- Aporte unitario de aproximadamente USD 0,24 por kilo de neumático importado.
- Contratos de largo plazo (hasta 10 años) con operadores de valorización (por ejemplo, coprocesamiento en cementeras).
- Altas tasas de recuperación (85–95 % de lo puesto en el mercado).

Este modelo se cita como referencia de sostenibilidad económica y de gobernanza transparente, con separación clara entre sujetos obligados (importadores) y administración de fondos (fideicomiso).

4.2.4. Sistemas Emergentes

El reglamento RAEE ha dado lugar a la conformación de sistemas colectivos para la gestión de aparatos eléctricos y electrónicos, donde:

- los productores/importadores se registran y financian planes de gestión,
- comercios actúan como puntos de recepción de RAEE en desuso,
- empresas gestoras realizan desmontaje, separación de componentes y envío a reciclaje o disposición.

Aunque se trata de un esquema más reciente y en proceso de implementación, aporta experiencia en trazabilidad, reporte obligatorio y gestión de residuos complejos con componentes peligrosos, aspectos relevantes para las baterías de VE.

4.3. Aportes, eco-modulación y cobertura de costos

En todos los esquemas REP vigentes, el elemento común es la asunción del costo de la gestión posconsumo por parte de los productores/importadores, ya sea mediante:

- pagos periódicos a un sistema colectivo (a excepción de baterías plomo-ácido),
- asunción directa de los costos de logística y tratamiento,
- o esquemas híbridos (pago más valorización de materiales).

La experiencia indica que:

- el aporte (explícito o implícito) debe dimensionarse para cubrir integralmente los costos operativos y, cuando corresponde, componentes sociales (salarios de clasificadores, campañas, etc.);
- los esquemas con fideicomisos facilitan la trazabilidad financiera y la adaptación de tarifas a cambios de costos y volúmenes.

4.4. Transparencia y trazabilidad

Los sistemas REP uruguayos se apoyan en una arquitectura de control y transparencia que combina herramientas administrativas y económicas:

- Registros obligatorios de productores/importadores
 - Identifican a todos los sujetos obligados.
 - Funcionan como base para el control de “free-riders” y la coordinación con Aduanas (no liberar importaciones sin plan aprobado).
- Declaraciones juradas y reportes periódicos
 - Cantidades de producto puestas en el mercado.
 - Volúmenes de residuos recolectados, valorizados, exportados o dispuestos.
 - Determinan tanto los aportes económicos como el cumplimiento de metas.
- Aprobación y supervisión de planes de gestión
 - La autoridad ambiental evalúa técnicamente los planes maestros (objetivos, metas, financiamiento) antes de aprobarlos.
 - Se realizan auditorías revisando desempeño y cumplimiento de compromisos.
- Régimen sancionatorio disuasivo
 - Multas por incumplimiento (no registro, no adhesión, no recolección, disposición inadecuada, uso de gestores no autorizados).
 - Posibilidad de suspensión o clausura de actividades, así como prohibición de importar o comercializar.
- Transparencia hacia actores y ciudadanía
 - Publicación de datos agregados en eventos y reportes.

En el caso de baterías, la trazabilidad ha sido impulsada mediante formularios y registros específicos, y se prevé que para baterías de VE deba evolucionar hacia sistemas digitales más finos (identificación de packs, códigos, etc.).

4.5. Género e inclusión social en los esquemas REP

Una característica distintiva de la experiencia uruguaya es la integración de criterios de inclusión social en la implementación de REP. De hecho, la reglamentación vigente establece obligaciones de inclusión social para clasificadores. Si bien no existen disposiciones específicas para atender la temática de género, en los lineamientos que actualmente están desarrollando el MA, MIDES y MTSS sí se considera esta perspectiva, según informó al Consultor su contraparte en el MA.

- Integración de clasificadores urbanos en el Plan de Envases
 - Cooperativas de clasificadores operan plantas de clasificación y parte de los servicios de recolección.
 - Se formalizan puestos de trabajo antes informales, con acceso a seguridad social.
 - Se prevé la participación de cooperativas integradas mayoritariamente por mujeres, lo que se traduciría en impactos positivos (autonomía económica y participación).
- Inclusión social como principio rector
 - La inclusión de clasificadores y colectivos vulnerables se reconoce como objetivo explícito.
 - Criterios y guías para incorporar este enfoque en planes departamentales y en nuevos sistemas REP.
- Vinculación con fondos y programas con foco de género
 - Instrumentos como el Fondo REIF integran el enfoque de igualdad de género como criterio de elegibilidad y monitoreo de proyectos. Vale destacar que el REIF (financiado por Naciones Unidas e implementado por ONUDI, PNUD y ONU Mujeres y participación del MIEM, MA, OPP y UTE), cuenta con el mandato de catalizar (financieramente y con asesoramiento técnico) iniciativas en (i) almacenamiento de energía y gestión de la demanda, (ii) tecnologías de gestión y tratamiento de residuos, (iii) movilidad eléctrica. Además, es su objetivo promover la inclusión social y de género, aumentando el acceso de los grupos vulnerables a la energía mediante la mejora de las conexiones y la participación de las mujeres en la economía. Esto ubica al REIF como un potencial colaborador en la implementación de la REP para los baterías de los VE.

Para la futura REP de baterías, el desafío es adaptar esta lógica inclusiva y de género a una corriente de residuos de alta peligrosidad y tecnicidad. Para ello, se debería: (i) definir el rol de cooperativas hacia tareas seguras (logística, manejo de componentes no peligrosos, apoyo en acopios), (ii) aportar capacitación específica y equipamiento de seguridad, (iii) garantizar participación equilibrada de mujeres en los nuevos empleos.

5. Entrevistas a Grupos de Interés

El Consultor entrevistó a los principales actores involucrados en la futura REP de baterías en Uruguay. El foco no es transcribir las reuniones, sino extraer algunos mensajes relevantes para el diseño operativo, financiero y de gobernanza del sistema. Los grupos relevados fueron:

- Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM)
- Agentes especializados en segunda vida de baterías (Faraday Lab, Alternativas Sustentables)
- Asesor externo con experiencia en otros sistemas REP en Uruguay (Plan Vale)
- Empresa de transporte colectivo de Montevideo (CUTCSA)
- Asociación de importadores de vehículos e importadores individuales (ACAU)
- Operador de reciclaje relevante en el país (Werba)

5.1. Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM)

El MIEM, a través de la DNE, participa en el grupo interinstitucional sobre baterías y aporta una visión que combina política energética, industrial y ambiental. Para el asesor del MIEM consultado, la jerarquía de gestión de las baterías es clara:

- Extender al máximo la vida útil en el propio vehículo.
- Desarrollar, cuando sea viable, segunda vida en aplicaciones estacionarias.
- Reciclar y disponer los residuos de forma segura.

Esta jerarquía implica que la REP no puede pensarse solo como un esquema de financiamiento del reciclaje, sino como un sistema que debe permitir y no bloquear oportunidades de segunda vida, siempre que se mantengan criterios de seguridad y trazabilidad. En el intercambio con MIEM, surgió la interrogante si el eco-aporte debe:

- financiar la operación del sistema (OPEX): recolección, acopio, trazabilidad, administración y gestión de residuos.
- financiar, además, la inversión en infraestructura (CAPEX) de plantas, centros de remanufactura o sistemas tecnológicos. Es decir, quedó planteada la duda si la inversión en capacidades locales debería apalancarse también en instrumentos como COMAP, banca de desarrollo, incentivos fiscales sectoriales, evitando encarecer de forma irreversible el VE.

A su vez, se planteó que se debería evitar una eco-modulación excesiva (bonificaciones por química, diseño para reciclaje, contenido reciclado, etc.), porque la verificación técnica y administrativa requerida podría bloquear el sistema, al menos en su fase inicial.

5.2. Agentes especializados en segunda vida de baterías

5.2.1. Modelos de negocio

- Alternativas Sustentables ensambla baterías a partir de celdas LFP importadas y BMS propios, construyendo bancos a medida (12–48 V) para uso estacionario. Su foco es la segunda vida en aplicaciones de respaldo (UPS) de alta capacidad, con potencias típicas de 5–10 kW y hasta 35 kWh.
- Por su parte, Faraday Lab (FING UdelaR) trabaja en proyectos piloto de segunda vida con UTE, DNE y empresas privadas: almacenamiento residencial, cargadores rápidos y prototipos usando baterías de vehículos donadas o provenientes de siniestros.

5.2.2. Oportunidades

- Se plantea que soluciones de segunda vida en sistemas de respaldo permitirían “estirar” varios años la vida útil de una batería retirada del vehículo, postergando la necesidad de reciclaje.
- Para los agentes de segunda vida, la REP puede ser una oportunidad si el sistema permite recibir las baterías a costo cero (o incluso pagadas) y con un flujo previsible en el tiempo.

5.2.3. Barreras

Se identifican algunas barreras estructurales:

- Variedad de baterías: la diversidad de formatos, químicas y diseños dificulta estandarizar procesos de evaluación y reacondicionamiento.
- Falta de información a la entrada: hoy las baterías ingresarían al país “sin datos estructurados”; no hay un pasaporte digital ni registro sistemático que indique química, fabricante, capacidad o historial de uso.
- Acceso al BMS: en muchos casos, particularmente BYD, el BMS es cerrado y no permite conocer el SOH, lo que complica garantizar ciclos remanentes.
- Riesgo tecnológico: la posibilidad de que en pocos años la tecnología dominante (por ejemplo, LFP) sea reemplazada por sodio u otra química introduce un riesgo alto para inversiones de gran escala en plantas de segunda vida o reciclaje.
- Competencia de celdas nuevas baratas: la caída de precios de celdas nuevas, especialmente chinas, tensiona el modelo de negocio de segunda vida; “para que cierre la ecuación”, los agentes señalan que deberían adquirir los packs usados “a costo cero”. Es decir, la mano de obra dedicada a calibrar, reacondicionar una batería usada podrían significar que el producto resultante sea más caro que uno nuevo importado de origen.

5.3. Asesor externo con experiencia en REP en Uruguay

Se entrevistó a un asesor con participación directa en otros sistemas REP, en particular el Plan Vale.

El asesor plantea que el sujeto obligado clave es el importador y que es estratégico definir claramente el universo alcanzado. Advierte contra la “multiplicidad de planes”: no hay escala en el país para sostener logísticas paralelas para la misma corriente de residuos.

El desafío principal radica en lograr contratos de largo plazo con el gestor final con aportes y criterios claramente fijados. En su defecto, se requerirá del desarrollo de capacidades propias por parte del sistema colectivo, reduciendo dicha dependencia, y/o explorar la posibilidad de exportar (opción altamente restringida por los acuerdos internacionales suscritos por el país, así como por los costos asociados a transportar internacionalmente residuos peligrosos).

Con relación a la inclusión social de clasificadores en los planes, se recomienda incorporarlos a través de una ONG especializada en temas de inclusión social, a modo de punto focal.

5.4. CUTCSA

CUTCSA, como principal operador de ómnibus eléctricos de Montevideo, es un actor singular porque:

- gestiona flotas con baterías de gran tamaño,
- está expuesta a costos potencialmente altos de disposición final, y
- sus ingresos están regulados a través de la tarifa del boleto (es más complejo trasladar al usuario el sobre costo por gestión/disposición de las baterías).

CUTCSA expresa preocupación por un “eventual fondo común donde los usuarios de transporte público, a través del boleto, terminen financiando parte significativa del costo de gestión de baterías de autos particulares”. La empresa subraya la existencia de incertidumbre respecto de: la vida útil real de los packs, valor residual, evolución tecnológica (incluyendo baterías de sodio).

Ante esto, CUTCSA se ofrece como “laboratorio” para medir y registrar comportamiento real de baterías en operación. A priori, prevén instrumentar un Plan Maestro propio, al cual estiman que adherirán las demás empresas de transporte colectivo urbano. Esto último es una hipótesis que habrá que validar más adelante con las demás cooperativas de transporte.

5.5. Asociación de importadores y empresas importadoras de vehículos (ACAU)

En los intercambios se plantea una serie de preocupaciones estructurales:

- Consideran que el reciente decreto podría significar, en algunos puntos, un apartamiento de la lógica regional del Mercosur (vehicular y de residuos), donde la futura industria de reciclaje se concentraría en países como Brasil y Argentina.
- Cuestionan cómo se fijarán metas de reciclaje en un contexto donde ni la vida útil ni la tecnología dominante están claras.
- Coinciden en que los costos potenciales de reciclaje, según los costos preliminares que se manejan en el mercado, podrían amenazar la competitividad del VE si se traslada plenamente al precio de venta. No obstante, algunos importadores manifiestan mayor flexibilidad de la casa matriz para absorber potenciales costos evitando así el traslado del ecoaporte al consumidor final.
- Ven con buenos ojos un plan colectivo, con un fondo administrado de manera independiente y un sistema centralizado y transparente de información.
- Se destaca la elevada penetración de BYD y se aclara la dificultad de implementar soluciones de segunda vida (en particular para las baterías Blade LFP), por el diseño altamente integrado del pack (BMS y contactores dentro del propio módulo, con accesos codificados).

En conjunto, los importadores muestran una combinación de:

- aceptación de la obligatoriedad de la REP,
- preocupación por el momento y el nivel de los costos,
- preferencia por un esquema colectivo simple, con apoyo técnico externo.

5.6. Operador de reciclaje (Werba)

Capacidades actuales y planes de expansión

- Cuenta con infraestructura para manejo de baterías de litio provenientes de electrónicos y está finalizando una planta de trituración y tratamiento para baterías más grandes, con asistencia técnica especializada brasileña y habilitación de DINACEA.
- Desarrolla un proyecto para ampliar capacidades hacia 2032, anticipando el incremento de residuos de VE por encima de las 1.000 toneladas / año.
- Los costos de reciclaje unitarios (kgs) que trascendieron al mercado fueron “cotizaciones ad-hoc que no incorporan escenarios de cantidad, plazo y riesgo de demanda estable de trabajo”. Es decir, el gestor tiene interés de participar activamente en la cadena de los Planes Maestros, pero las inversiones necesarias las evaluará en función del riesgo-retorno de los planes de negocio que finalmente se configuren.

Naturaleza del residuo y restricciones de exportación

- Las baterías de VE son clasificadas como residuos peligrosos, con incertidumbre sobre su estado interno una vez usadas; esto exige protocolos estrictos de seguridad y manipulación.
- Señala que no es posible exportarlas como residuo, solo como “producto”, lo cual requiere seguros, autorizaciones y acuerdos complejos en la cadena logística.

5.7. Taller intermedio (validación de hallazgos)

Se realizó un taller intermedio con el Ministerio de Ambiente, MIEM, UTE, PNUD y REIF para poner en común los hallazgos de las entrevistas y discutir lineamientos preliminares.

Plazos

- Se confirma que el decreto está vigente y que los plazos clave son: 9 meses para presentar planes de gestión y 1 año para que Aduanas exija la adhesión a un plan como condición para importar.
- La obligación no es retroactiva; no obstante, una vez implementado el plan se deberán tratar todos los residuos independientemente de la fecha en la cual “entraron al mercado” (concepto de intertemporalidad). En otras palabras, el ecoaporte deberá prever el costeo de capacidades para tratar (logística e infraestructura de reciclaje) las baterías de vehículos importados antes de 2025.

Capacidad del mercado y necesidad de un único plan

- Se reconoce que el mercado de VE está concentrado en poco más de 5 grupos importadores y un gestor especializado y que, por razones de escala y costos fijos, es crítico un único plan colectivo (máximo dos, conscientes de la voluntad de las empresas de transporte colectivo urbano de pasajeros de elaborar uno propio).

Segundo uso

- Se señala que, a grandes rasgos, el segundo uso está fuertemente limitado hoy por la necesidad de protocolos costosos de caracterización, la variabilidad de los packs y los riesgos de seguridad e incendios.
- UTE no prevé aceptar baterías de segundo uso en sus sistemas por imposibilidad de garantizar seguridad y confiabilidad en servicios críticos.
- La conclusión del grupo es que el segundo uso tendrá un papel marginal en las fases iniciales de la REP y que el reciclaje será la vía principal durante varios años, aunque se reconoce la conveniencia de dejar abierta la puerta a pilotos controlados.

El taller avanza hacia ciertos consensos de diseño:

- Usar el peso de la batería como base principal del aporte, en línea con la práctica internacional.
- Establecer un aporte inicial bajo, con reglas claras de ajuste periódico, para evitar sobre reaccionar en un contexto de costos y tecnologías inciertos.

5.8. Síntesis de las entrevistas

A partir del conjunto de entrevistas y del taller intermedio, se identifican los siguientes mensajes transversales:

- Un solo plan colectivo
 - Existe consenso técnico en que la escala del mercado uruguayo tiende a un único plan colectivo: el universo de importadores es acotado y la logística costosa.
 - El Ministerio de Ambiente tenderá a priorizar un plan grupal por encima de planes individuales.
- Separar OPEX y CAPEX en el diseño de la tarifa
 - La tarifa REP debe garantizar la sostenibilidad operativa del sistema (recolección, trazabilidad, reciclaje), pero se deberá analizar cómo trasladar la inversión en plantas y capacidades estructurales sobre las primeras cohortes de usuarios de VE.
- Costos potencialmente altos
 - Las cifras manejadas sólo en reciclaje en escenarios conservadores son significativas respecto del precio de los vehículos y de la capacidad de pago de usuarios y empresas de transporte.
 - Todos reconocen que fijar hoy una tarifa “definitiva” implica “cotizar la incertidumbre” a un valor muy alto.
- Segunda vida
 - Los agentes especializados muestran que existen nichos reales (UPS, respaldo) pero, a partir de las entrevistas, el segundo uso estaría limitado por riesgos, costos de caracterización y falta de demanda ancla dispuesta a asumir esos riesgos.
 - La falta de un sistema de información a la entrada (pasaporte digital) y las restricciones de acceso al BMS se repiten como barreras críticas para evaluar la salud de las baterías y habilitar segunda vida o reciclaje eficiente.

- Riesgo de replicar modelos de la UE sin adaptación local: varios actores alertan sobre el riesgo de copiar esquemas europeos que suponen otra escala, estructura industrial y disponibilidad de subsidios, sin ajustes a la realidad uruguaya.
- Tensión REP vs. impuesto (IMESI)
 - Se menciona de forma recurrente la alternativa de que, si los importadores no se organizan, el gobierno opte por un impuesto (IMESI) a los VE, con riesgo de que la recaudación no se adapte al fin ambiental. Esto motiva a los importadores hacia un esquema REP autogestionado. No obstante, es importante aclarar que, el IMESI no es a la fecha una alternativa para financiar la gestión del residuo en cuestión (baterías de VE), en tanto no se modifique la Ley Nº 19.829. Dicha normativa establece específicamente que la única corriente de residuos contemplada por la opción de IMESI es la de envases.
- Lecciones de otros REP en Uruguay
 - La experiencia de envases, baterías de plomo ácido, neumáticos y RAEE muestra la importancia de: una buena gobernanza, transparencia en costos, inclusión social ajustada a las características de los productos a gestionar y metas de reciclaje realistas.

Desde el punto de vista del diseño del modelo, las entrevistas refuerzan criterios de realismo.

- Pragmatismo en el alcance inicial: empezar por un esquema que financie información, trazabilidad y una capacidad mínima de gestión, con un aporte moderado y reglas claras de revisión. Intentar cubrir desde el inicio toda la curva de CAPEX, reciclaje avanzado y segunda vida masiva luce inconsistente con la escala y la incertidumbre identificadas.
- Simplicidad institucional con salvaguardas: planes colectivos, con importadores al centro y un operador profesional, pero evitando depender totalmente de un único gestor final sin contratos de largo plazo que disciplinen precios y calidad.

6. Experiencia Internacional

La revisión de experiencias internacionales muestra que no existe un único modelo de REP para baterías de VE, pero sí patrones comunes en materia de financiamiento (ecotasas/ecoaportes), gestión operativa y gobernanza. Este capítulo plantea algunas referencias relevantes.

6.1. Unión Europea

En la Unión Europea, el Reglamento (UE) 2023/1542 fija objetivos cuantitativos de eficiencia de reciclaje y recuperación de materiales por química de batería, que condicionan la estructura de costos de los sistemas REP. Para baterías de litio, el reglamento establece una eficiencia total mínima de 65% en 2025 y 70% hacia 2030–2031 (refiere al reciclado, no a la meta de recolección). Estos objetivos obligan a los sistemas nacionales a contratar recicladores capaces de alcanzar rendimientos altos, con costos asociados en logística, seguridad y tratamiento.

Es importante notar que la UE es una geografía productora de VE que se enfrenta a restricciones en el mercado internacional para conseguir ciertos minerales esenciales para la elaboración de baterías. Lo anterior, además de la conciencia ambiental, determina que se hayan fijado metas exigentes de recuperación de materiales para sus industrias nacionales.

Un segundo elemento transversal es la brecha temporal entre el cobro del ecoaporte (al momento de la venta o importación del vehículo) y la aparición del pasivo ambiental (10 a 15 años después, cuando la batería de tracción llega a fin de vida). Esto exige reservas técnicas o fondos capitalizados para asegurar la cobertura de costos futuros. Sobre esta base común, cada país ha adoptado soluciones específicas en cuanto a:

- tipo de aporte (por unidad, por kg, por kWh),
- punto de cobro (importador, primera matriculación, consumidor final),
- visibilidad del ecoaporte en la factura,
- nivel de centralización del sistema (monopolio vs. competencia entre PROs),
- grado de integración de segunda vida antes del reciclaje.

6.2. Bélgica

BEBAT es el organismo colectivo belga para baterías (portátiles, industriales y de automoción), con un esquema de contribuciones granular según química, peso y uso. La información disponible muestra dos componentes de contribución: una “contribución medioambiental” que financia la logística, clasificación, reciclaje y prevención; y una “contribución administrativa” reducida para baterías con valor de chatarra positivo o con esquemas individuales complementarios. A modo de ejemplo:

- Baterías portátiles y pequeñas:

- Pilas de botón: €0,053 / unidad.
- Alcalinas / zinc-carbón ≤150 g: €0,053 / unidad.
- Litio recargable 0–150 g: €0,057 / unidad; 150–500 g: €0,20 / unidad; 0,5–2 kg: €0,85 / unidad; 2–10 kg: €7 / unidad.
- Baterías de litio más pesadas:
 - Litio recargable >10 kg–20 kg: €2,26 / kg.
- Sistemas de almacenamiento estacionario (ESS) de litio (hasta 16 MWh de instalación):
 - Tarifa medioambiental: €2,89 / kg en 2025.

Como referencia, un sistema de almacenamiento de 200 kg de baterías de litio ESS paga del orden de €578 en contribuciones ambientales. Esto ilustra el nivel de tarifa necesario cuando el sistema asume integralmente logística y tratamiento de baterías de gran tamaño. Además, cada productor adherido abona una contribución fija anual de €60, destinada a cubrir los costos administrativos de la plataforma digital de registro y reporting (MyBebat).

En desempeño, BEBAT reporta:

- 3.907 t recolectadas en 2023 (+5% interanual),
- 4.029 t en 2024 (+3% interanual),
- tasa oficial de recolección de 60,3% (método UE sobre promedio 3 años),
- y una “eficiencia de recolección” interna superior al 90%.

La red de entre 23.000 y 25.111 puntos de recolección (objetivo: un punto a menos de 400 m de cada habitante) explica esta eficiencia.

6.3. Países Bajos

En Países Bajos, ARN opera un esquema integrado de vehículos fuera de uso (VFU) con cobertura nacional. Los usuarios pueden entregar su vehículo gratuitamente en unos 238 desguazaderos autorizados, donde se retiran baterías, fluidos, neumáticos y componentes peligrosos para luego enviar el casco a fragmentación y pos-trituración. Resultados cuantitativos:

- tasa de reciclaje/valorización de vehículos superior al 98% en peso (meta legal UE: 95%; en 2021 se alcanzó 98,7%),
- alrededor del 83% en peso de las baterías Li-ion de vehículos ya se reciclaba en 2021, por encima del mínimo legal del 50%.

En cuanto a la ecotarifa, ARN aplica una tarifa de gestión por vehículo/batería, cobrada al momento de la primera matriculación. El análisis comparativo sitúa estas contribuciones en un rango del orden de €45–€130 por batería de tracción, que se capitaliza en un fondo de largo plazo. Conceptualmente:

- la tarifa se cobra una sola vez y se invierte para cubrir los costos futuros de gestión (modelo “fondo de pensiones” para baterías),
- el costo es prácticamente invisible para el consumidor final (internalizado en el precio del vehículo),

6.4. Francia

En Francia, la Ley AGECE y el Reglamento UE 2023/1542 han reconfigurado el esquema de baterías hacia un sistema REP competitivo (Batribox/Screlec, Ecosystem, Recycler Mon Véhicule, entre otros). Batribox se posiciona como “eco-organismo de todas las baterías”, habiendo ampliado su ámbito desde pilas portátiles hacia baterías de movilidad ligera, automoción y ESS. De acuerdo con la entrevista realizada por el Consultor a Emmanuel Toussaint (Director General de Screlec / Batribox), el modelo financiero presenta las siguientes características:

- La eco-contribución se calcula fundamentalmente en función del peso (€/kg) y de la química de la batería, con eco-modulación (bonus/malus) según criterios ambientales (ej. facilidad de desmontaje, contenido de materiales peligrosos, % de material reciclado).
- Aproximadamente el 80% de los costos totales del sistema corresponden a actividades operativas: recogida, clasificación, transporte y tratamiento (reciclaje). El resto se reparte entre gastos de estructura, educación, I+D y reservas.
- El regulador francés establece límites a los gastos de administración: el objetivo es mantener los costos administrativos en torno a un 10–15% del presupuesto total (p.ej. 13%), evitando que las eco-contribuciones se desvíen de la gestión efectiva de residuos.
- Se deben constituir reservas técnicas equivalentes a varios meses de operación (típicamente 3–6 meses de costos) para enfrentar volatilidad en precios de residuos, cambios tecnológicos y riesgos operativos (incendios, cierres de plantas, etc.).

Operativamente, Francia combina:

- una red densa de centros VHU (vehículos fuera de uso) que están obligados a aceptar vehículos gratuitamente y donde se extraen las baterías,
- contratos de los PRO con estos centros y con recicladores especializados (Orano, Veolia, Eramet), orientados a mantener en Francia los minerales críticos para alimentar nuevas fábricas.

6.5. Canadá

En Canadá, la CVMA y la Global Automakers of Canada, en alianza con Call2Recycle, han creado el EV Battery Recovery Program, inicialmente piloto en Quebec y luego extendido a nivel nacional. Es un esquema colectivo financiado por los fabricantes, que opera en la práctica como REP sectorial, aunque de carácter voluntario. Según la entrevista realizada por el Consultor al equipo de Call2Recycle, la estructura operativa y financiera se resume así:

- Call2Recycle actúa como operador llave en mano, gestionando la plataforma EVBatteryRecovery.ca, la logística, los contratos con recicladores y el reporting.
- El programa se financia mediante aportes de las “partes obligadas” (fabricantes e importadores), estructurados como tarifas de manejo ambiental (EHF). Estas tarifas se calculan en función del costo real de recoger, transportar y reciclar cada tipo de batería; dado que muchas baterías de VE tienen valor económico negativo (el costo de gestión supera el valor de los materiales), las tarifas pueden ser sustanciales.

- Culturalmente, en Canadá es habitual mostrar la EHF como ítem separado en la factura (p.ej., “Battery Levy”), lo que da transparencia al consumidor, pero transfiere explícitamente el costo final a este.

Cuando se trata de baterías LFP (como las dominantes en el mercado uruguayo de VE), se destacó en la entrevista que prácticamente no existe valor de recuperación de materiales, por lo que el proceso es 100% costo sin retorno financiero. Esto implica que, para un contexto similar al uruguayo, el ecoaporte deberá cubrir la totalidad de la logística y el reciclaje, sin contar con créditos significativos por chatarra.

En términos de volumen, se mencionó que el flujo actual en Canadá ronda las 100 baterías de VE al mes, con expectativa de que se triplique o cuadruplique en pocos años, lo que anticipa fuertes economías de escala pero también presión sobre la infraestructura.

6.6. Suiza

Suiza aplica desde hace años una tasa de eliminación anticipada, sobre baterías y equipos que las contienen. INOBAT es la organización nacional que administra el sistema de reciclaje de baterías, coordina una red de más de 11.000 puntos de recolección y gestiona anualmente del orden de 165 millones de baterías vendidas, con tasas de reciclabilidad que pueden alcanzar hasta el 95 % del contenido de una batería.

En el caso de las baterías de VE, INOBAT publica un tarifario específico por categoría de vehículo y tramo de peso, de carácter obligatorio para fabricantes e importadores.

- La tarifa se cobra por batería instalada en el vehículo, al momento de la importación o puesta en el mercado suizo.
- El responsable es el fabricante o importador, que declara a INOBAT el número de baterías en cada categoría y paga la tasa correspondiente.
- Los recursos financian la red de recolección, la logística inversa, el reciclaje y la gestión de riesgos (especialmente incendios de baterías de litio), en un esquema de REP sectorial donde la tasa está explícitamente ligada al peso de la batería.
- Según el documento “Gebührentarif (VEG) auf E-Autos und E-Grossfahrzeuge” (online y válido desde el 1/1/2025) se establecen tarifas escalonadas por tramos de peso. Para los BEV:
 - 100–120 kg: 176,00 CHF por batería (peso medio 110,0 kg)
 - 181–200 kg: 304,80 CHF (peso medio 190,5 kg)
 - 261–280 kg: 432,80 CHF (peso medio 270,5 kg)
 - 381–400 kg: 624,80 CHF (peso medio 390,5 kg)
 - ... hasta 781–800 kg: 1.264,80 CHF (peso medio 790,5 kg); por encima de 800 kg se aplica directamente un tipo uniforme de 1,60 CHF/kg.
- Para HEV, la estructura es análoga, con tramos de peso y montos coherentes con el mismo coeficiente de 1,60 CHF/kg.
- 46–50 kg: 76,80 CHF (peso medio 48,0 kg)
- 96–100 kg: 156,80 CHF (peso medio 98,0 kg)

En todos estos casos, la relación “importe/peso medio” es constante:

- 176,00 / 110,0 $\approx$ 1,60 CHF/kg
- 304,80 / 190,5 $\approx$ 1,60 CHF/kg
- 624,80 / 390,5 $\approx$ 1,60 CHF/kg
- Para buses, camiones y maquinaria pesada se aplica el mismo enfoque:
 - 200–300 kg: 400,00 CHF (peso medio 250,0 kg)
 - 301–400 kg: 560,80 CHF (peso medio 350,5 kg)
 - 901–1.000 kg: 1.520,80 CHF (peso medio 950,5 kg)
 - ... con un tipo explícito de 1,60 CHF/kg para packs fuera de los rangos tabulados

6.7. Alemania

Alemania implementa la REP para baterías a través del “Batteriegesetz (BattG)”, que distingue entre tres categorías: baterías de aparatos, industriales y vehículos. Las baterías de tracción de vehículos eléctricos (autos, buses, camiones) se encuadran como baterías industriales o de vehículo, mientras que las baterías de e-bikes, e-scooters y otros vehículos ligeros se tratan como e-mobility. Los productores/importadores deben:

- Registrarse en el registro de aparatos eléctricos y baterías
- Afiliarse a un sistema colectivo de retorno para baterías portátiles e industriales.
- Financiar la recogida, logística y reciclaje mediante eco-contribuciones

En este contexto, la “Stiftung GRS Batterien” actúa como sistema de retorno no lucrativo y abierto. El financiamiento se basa en contribuciones de eliminación que pagan los fabricantes/importadores adheridos al sistema. La lista actualizada de tarifas no es pública, se obtiene directamente de GRS a pedido de los usuarios del sistema. En términos operativos, GRS financia con estos aportes:

- Suministro de contenedores homologados a los puntos de recogida.
- Retiro, transporte y clasificación de baterías usadas.
- Tratamiento y reciclaje conforme
- Información y campañas a consumidores.

Aunque el foco original de GRS fue la recogida de baterías de aparatos, el esquema se ha ido adaptando a la expansión del litio y la e-movilidad. A diferencia del caso de Suiza (INOBAT), Alemania no publica online las tarifas por kg de baterías pagadas a los sistemas colectivos. GRS confirma que los aportes dependen del peso y de la química, pero la “lista de precios” detallada solo se entrega a empresas adheridas o interesadas, previa solicitud.

En síntesis, para baterías de vehículos eléctricos se puede interpretar como una tarifa plana de 1,60 CHF/kg (Suiza), implementada operativamente como una tabla de tramos de peso con redondeos. A modo de referencia, con un tipo de cambio de alrededor de 1 CHF $\approx$ 1,25 USD en diciembre de 2025, esto equivale a aproximadamente 1,98 USD/kg de batería.

7. Marco Teórico

7.1. Objetivo

El propósito central del ecoaporte REP es asegurar que los productores/importadores de baterías (por ejemplo, los importadores de VE y/o de baterías de tracción) financien de forma suficiente y estable todos los costos asociados a la gestión de las baterías al final de su vida útil, incluyendo las etapas de recolección, logística inversa, tratamiento/reciclaje y, cuando corresponda, la preparación para segunda vida.

El ecoaporte se concibe como un aporte unitario por batería o por kilogramo de batería puesta en el mercado, internalizada en el precio del vehículo/batería. De este modo, el importador/productor financia por adelantado la futura gestión del residuo, mientras que el sistema REP administra los recursos y asume el pasivo ambiental diferido que se materializará años más tarde, cuando las baterías alcancen su fin de vida.

7.2. Variables críticas

7.2.1. Técnicas

- Volumen anual de baterías puestas en el mercado
 - Q : número de baterías por año. Determina el flujo futuro de residuos y la base sobre la cual prorratear los costos del sistema REP.
- Peso y química de la batería
 - Peso por batería $Peso_i$ (kg).
 - Química: LFP, NMC, NCA, etc.
Ambas dimensiones afectan directamente el costo: los aportes suelen definirse por kilogramo y ciertas químicas presentan costos de reciclaje diferenciados y/o valores distintos de recuperación de materiales.
- Vida útil esperada
 - Años o ciclos antes del retiro del vehículo (en general 10 años). Esta variable es clave para modelar el desfase entre el momento de recaudación y el momento de egreso de fondos para la gestión del residuo, y para definir reservas técnicas suficientes.
- Tasa de recolección efectiva
 - τ : proporción de baterías fuera de uso que el sistema logra recuperar. En el ideal se aspira a una recolección cercana al 100 %, pero en la práctica se deben modelar escenarios alternativos (70 %, 80 %, 90 %, etc.).

7.2.2. Variables de costo

Las principales categorías de costos que la tarifa debe cubrir son:

- **Costos de recolección:** captura del residuo en talleres, concesionarias, desmanteladores de vehículos, almacenamiento temporal / operadores logísticos, centros de recepción y campañas de comunicación.

- **Costo transporte:** embalaje seguro y transporte hacia el sitio de tratamiento o hacia un centro de consolidación logístico.
- **Costo de tratamiento/reciclaje:** desmontaje, pre-tratamiento, reciclaje y disposición segura de fracciones no valorizables.
- **Costos administrativos:** administración del sistema REP (o del fideicomiso), trazabilidad, informes, auditorías y gobernanza.
- **Reserva o margen de seguridad:** provisiones para cubrir incertidumbre en costos futuros, shocks de precios de materiales, variaciones en volúmenes o cambios regulatorios.

7.2.3. Valor residual, segunda vida y externalidades

La teoría de la ecoaporte incorpora explícitamente:

- **Valor residual por segunda vida:** ingreso (o ahorro de costo) derivado de la reutilización de baterías en aplicaciones estacionarias u otros usos. Este valor puede reducir el costo neto de la tarifa, aunque hoy es altamente incierto y dependiente de la escala y de la capacidad industrial local.
- **Externalidades ambientales y sociales:** impactos ambientales (emisiones, riesgos de incendios, contaminación) y sociales (inclusión de clasificadores, empleo formal) que se decida internalizar explícitamente en el aporte.

En el contexto uruguayo, dada la inmadurez del mercado de segunda vida, el valor residual debería tratarse inicialmente de forma prudente (por ejemplo, como un escenario alternativo más que como un supuesto base), para evitar subfinanciar el sistema.

7.3. Formulación básica del ecoaporte

Sobre la base de las variables anteriores se plantea una formulación basada explícitamente en el peso. Es una formulación más cercana a los esquemas europeos y a la práctica de otros REP.

- $Peso_i$: peso de la batería del vehículo i (kg).
- C_{log} : costo logístico² (USD/kg).
- C_{rec} : costo de tratamiento/reciclaje (USD/kg).
- C_{adm} : costo administrativo (USD/kg).
- C_{res} : componente de reserva o contingencia (USD/kg).
- $V_{segunda\ vida}$: ingreso derivado de un segundo uso de la batería
- C_{ext} : externalidades, según sumen (costo) o resten (ahorros) (USD/kg).

$$T_{unidad,i} = Peso_i \cdot (C_{log} + C_{rec} + C_{adm} + C_{res}) \cdot f_{eco,i} - V_{segunda\ vida} + / - C_{ext}$$

² Recolección y transporte.

En esta formulación, el factor de eco-modulación $f_{eco,i}$ puede depender de la química, del diseño para reciclaje o de la durabilidad de la batería del vehículo i . A partir de este valor se aplican luego los ajustes por tasa de recolección y eco-modulación en el modelo completo.

7.4. Eco-modulación

La eco-modulación se define como el ajuste del aporte REP en función de características ambientales del producto, con el fin de incentivar el ecodiseño y reducir los costos e impactos de la gestión. En el caso de baterías de VE, el marco teórico propone considerar, entre otros, los siguientes criterios:

- Reciclabilidad del diseño
- Packs y módulos diseñados para facilitar el desmontaje, con uniones reversibles, etiquetado claro y ausencia de pegamentos o soldaduras permanentes, deberían enfrentar tarifas menores al reducir el costo de tratamiento.
- Contenido reciclado de materiales.
- Durabilidad y garantías.
- Baterías con mayor vida útil esperada (más ciclos o garantías más largas) generan menos residuos a largo plazo; se justifica un trato preferencial en la tarifa frente a productos de menor durabilidad.
- Productos diseñados explícitamente para ser reacondicionados en aplicaciones estacionarias (por ejemplo, diseños modulares “repurpose-friendly”) podrían recibir un beneficio en el aporte, condicionado a mecanismos de verificación que confirmen la derivación efectiva a segunda vida bajo control del sistema.
- Reducción de sustancias peligrosas y uso de materiales críticos
- Baterías que reducen el uso de materiales con fuertes impactos ambientales o sociales (por ejemplo, cobalto) o sustituyen hacia químicas menos críticas podrían ser beneficiadas, mientras que aquellas con químicas más problemáticas enfrentarían recargos (malus).

La teoría enfatiza que la eco-modulación sólo cumple su rol si:

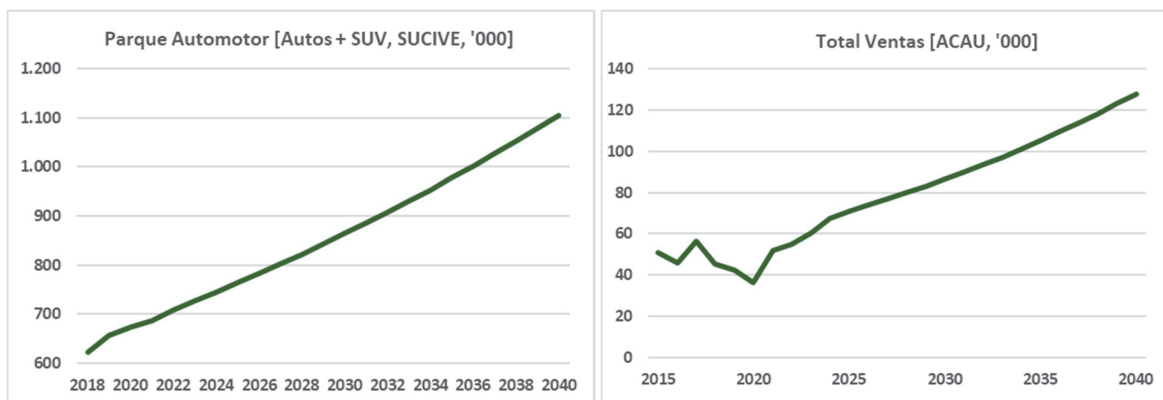
- los criterios son verificables (certificados técnicos, auditorías, trazabilidad); y
- la amplitud del bonus/malus es suficientemente significativa como para modificar decisiones de diseño (no existe en Uruguay) y de compra de los importadores, evitando esquemas simbólicos sin impacto real.

8. Modelo Simplificado

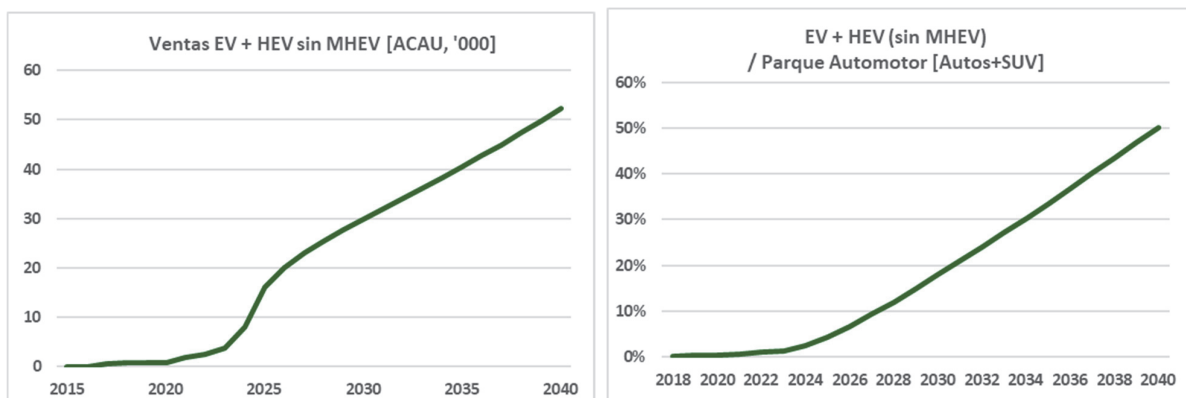
A efectos de contar con una herramienta que facilite la construcción de escenarios para el diseño de una REP para las baterías de VE (“universo ACAU”) se realizó una serie de supuestos simplificadores que responden a la incertidumbre sobre: (i) la penetración efectiva que tendrán los VE, (ii) el mix de categorías (autos, SUV, utilitarios, etc), (iii) el mix de tecnologías BEV, HEV, PHEV y, fundamentalmente, (iv) la tecnología de las baterías (peso, química, etc.).

8.1. Supuestos

- El parque automotor (stock) de automóviles y SUV reportado por SUCIVE crece un **2,5% anual**
- Las ventas totales de ACAU (flujo) crecen un **4% anual**
- El peso relativo de los BEV y HEV respecto de las ventas totales de ACAU crece un **80% entre 2025 y 2040**, pero se mantiene la distribución por tipo de vehículo. Lo anterior determina que en 2040 el stock de autos y SUV BEV + HEV (excluye siempre los MHEV) represente un **50% del parque automotor** proyectado para ese segmento. Esta variable se toma como ancla del modelo. Naturalmente todas estas variables pueden ser revisadas. A su vez, se asumió que el crecimiento relativo de las ventas de BEV + HEV crece, pero a una tasa decreciente (logarítmica), en virtud de que no sería creíble que se multiplique por dos cada año en el largo plazo.



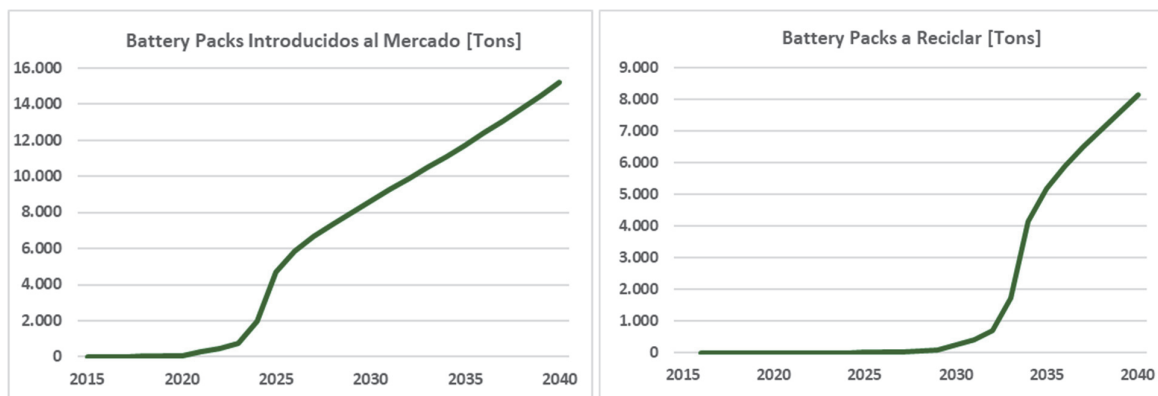
Variable	Notas		
Parque Automotor (Autos + SUV)	Var. Anual	2,5%	
Ventas Totales ACAU	Var. Anual	4,0%	
Penetración a 2040	Ventas / Ventas Totales ACAU	2025	2040
Factor 2040/2025		1,8	
Eléctricos	Ventas / Ventas Totales ACAU	20,0%	35,9%
Autos	Ventas / Ventas Totales ACAU	8,6%	15,5%
SUV	Ventas / Ventas Totales ACAU	10,5%	18,9%
Utilitarios	Ventas / Ventas Totales ACAU	0,8%	1,4%
Camiones	Ventas / Ventas Totales ACAU	0,1%	0,1%
Híbridos (excl MHEV)	Ventas / Ventas Totales ACAU	3,2%	5,7%
Autos	Ventas / Ventas Totales ACAU	0,1%	0,3%
SUV	Ventas / Ventas Totales ACAU	2,9%	5,2%
Utilitarios	Ventas / Ventas Totales ACAU	0,1%	0,2%



- Con relación a la tecnología, también se tomó una hipótesis de borde. Es decir, se asume el tipo de batería presente en las ventas de 2025 se mantiene estable durante el período proyectado. En otras palabras, se proyecta un crecimiento de las unidades totales vendidas, una mayor participación relativa de los BEV y HEV, pero se mantiene constante el “mix de producto” y el “mix tecnológico”. Básicamente, la estructura de toneladas promedio ponderadas. Es importante notar que el modelo permite flexibilizar estas variables y ver sus impactos.

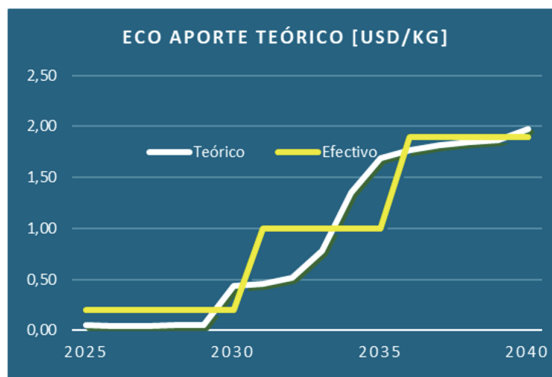
Variable	Notas			Variable	Notas		
Tecnología Baterías				KGs Baterías			
	Distrib 2025 constante	2025			Peso 2025 constante	2025	
Eléctricos				Eléctricos			
Autos				Autos			
LFP	% Autos	98%		LFP		286	
NMC	% Autos	2%		NMC		429	
SUV				Camiones			
LFP	% SUV	72%		LFP		517	
NMC	% SUV	28%		NMC			
Utilitarios				SUV			
LFP	% Utilitarios	69%		LFP		389	
NMC	% Utilitarios	31%		NMC		289	
Camiones				Utilitarios			
LFP	% Camiones	100%		LFP		398	
NMC	% Camiones	0%		NMC		434	
Híbridos				Híbridos			
SUV				Autos			
LFP	% SUV	20%		NMC		115	
NiMH	% SUV	33%		NiMH		14	
NMC	% SUV	47%		LFP		120	
Autos				SUV			
LFP	% Autos	10%		NMC		57	
NiMH	% Autos	67%		NiMH		18	
NMC	% Autos	23%		LFP		167	
Utilitarios				Utilitarios			
LFP	% Utilitarios	30%		LFP		266	
NiMH	% Utilitarios	0%		NMC		35	
NMC	% Utilitarios	70%		NiMH		14	

- Con relación a la vida útil se asumieron **10 años**. Esta es una de las variables más controvertidas y con mayor impacto en el modelo. Si bien se suele asociar la vida útil a la garantía de los fabricantes, es sabido que los usuarios no necesariamente se desprenderán de los VE luego de 10 años de uso aún si la batería carga menos de un 70%/80%. Más en un país como Uruguay donde la mitad de la población reside en Montevideo y, los que tienen vehículo, recorren diariamente distancias por debajo de los 100 km. Nuevamente, el modelo es flexible en este sentido y todas las hipótesis se pueden estresar.
- Además de la vida útil, se introdujeron premisas sobre metas de reciclaje y baterías fallidas. En el primer caso se fijó arbitrariamente **85%** (a la fecha de este informe no se conoce la meta formal). Es decir, si se introducen 100 baterías al mercado, se reciclan al cabo de su vida útil 85. Con relación a las baterías falladas, se asumió (también arbitrariamente) que **0,5%** fallan. Si entran 200 baterías al mercado, una se debería reciclar sin esperar al fin de su vida útil.



- Con relación a los costos, y como se adelantó, se carece de información detallada. Lo anterior no es por negligencia de las partes sino por la genuina “inexistencia de un mercado”. A efectos de contar con un dimensionamiento inicial se asumió que se requieren **USD 0,5 millones** de inversión en infraestructura logística por cada 1.000 toneladas de baterías a reciclar; en tanto, se precisan **USD 2,5 millones** de inversión en infraestructura de reciclaje para esa misma escala. Es decir, cada 1.000 toneladas que se agregan al mercado, se requiere una inversión adicional por esos montos para cada concepto. Respecto de la operación, se asumió una tasa por kg de **USD 1,5** para la logística y otro tanto para el reciclaje. Todas estas cifras se deberán costear y dimensionar en detalle al momento de construir el Plan Maestro.
- Respecto de los desembolsos por inversión, se asumió una previsión quinquenal. Es decir, desde el año 1 al 5 se “ahorra” linealmente por hasta el nivel de inversiones que se proyecta para el año 5. Los ingresos generados no desembolsados se invierten al **2%** en USD.
- Las actividades de administración del sistema se costean como un **% de los ingresos** y un mínimo de USD 100 mil anual.
- Todo lo anterior deriva en un dimensionamiento del sistema que requiere de un aporte creciente (en tanto el mercado crece y por ende las inversiones requeridas también). El eco-aporte se realiza en función de las baterías ingresadas al mercado. En un mercado maduro (sin crecimiento de EV), el eco-aporte debería estabilizarse (en términos de USD por kg) y converger a la suma de los costos operativos unitarios, la amortización de las inversiones y los GAV. Esto es, algo más de USD 3 / kg en el escenario actual.

Variable	Notas	
CAPEX		
Logística	Millones USD cada 1.000 tons	0,5
Reciclaje	Millones USD cada 1.000 tons	2,5
OPEX		
Logística	USD / Kg	1,5
Reciclaje	USD / Kg	1,5
GAV		
GAV %	% Ingresos	0,5%
GAV Mínimo Anual	USD Miles	100
Rendimientos Financieros		
Tasa	TEA USD	2,0%
Eco Aporte		
Fase 1 2025-2030	USD / Kg	0,28
Fase 2 2031-2035	USD / Kg	1,09
Fase 2 2036-2040	USD / Kg	2,14





8.2. Proyecciones 2025-2040

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Parque Autos y SUV (SUCIVE)																										
Variación				622	657	674	686	708	728	745	763	783	802	822	843	864	885	908	930	953	977	1.002	1.027	1.052	1.079	1.106
					5,6%	2,7%	1,7%	3,2%	2,9%	2,3%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%
Ventas Totales (ACAU)	50,7	45,8	56,3	45,6	42,3	36,4	51,7	55,1	60,5	65,9	71,1	73,9	76,9	80,0	83,2	86,5	90,0	93,6	97,3	101,2	105,2	109,5	113,8	118,4	123,1	128,0
Variación		-9,6%	22,9%	-19,1%	-7,1%	-14,0%	42,2%	6,4%	9,8%	9,0%	7,9%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%
Ventas EV+HEV (MHEC excl)	0,0	0,0	0,6	0,7	0,7	0,8	1,8	2,5	3,7	8,0	16,9	21,1	24,0	26,6	28,9	31,1	33,3	35,5	37,7	40,0	42,3	44,6	47,0	49,5	52,1	54,7
				20%	-5%	20%	109%	44%	45%	116%	112%	25%	14%	11%	9%	8%	7%	7%	6%	6%	6%	6%	5%	5%	5%	5%
Ventas EV (MHEC excl)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5	1,0	1,9	5,8	14,2	17,7	20,2	22,3	24,3	26,2	28,0	29,9	31,7	33,6	35,5	37,5	39,5	41,6	43,8	46,0
Autos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,6	0,6	3,6	6,1	7,6	8,7	9,6	10,5	11,3	12,1	12,9	13,7	14,5	15,3	16,1	17,0	17,9	18,8	19,8
SUV	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,8	1,8	7,5	9,3	10,7	11,8	12,8	13,8	14,8	15,7	16,7	17,7	18,7	19,8	20,8	21,9	23,1	24,2
Utilitarios	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,4	0,4	0,5	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8
Camiones	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
Ventas EV (MHEV excl)	0,0	0,0	0,6	0,7	0,7	0,7	1,2	1,5	1,8	2,2	2,7	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	5,3	5,7	6,0	6,4	6,7	7,1	7,5	7,9	8,3	8,7
Autos	0,0	0,0	0,6	0,6	0,4	0,5	0,5	0,3	0,2	0,1	0,1	1,3	2,0	2,6	3,1	3,6	4,0	4,4	4,9	5,3	5,7	6,2	6,6	7,1	7,5	8,0
SUV	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,7	1,2	1,6	2,1	2,5	2,0	1,7	1,5	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4
Utilitarios	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
Ventas Totales Ac (ACAU)	0,0	0,1	0,7	1,4	2,1	3,0	4,7	7,3	11,0	18,9	35,8	56,9	80,9	107,5	136,4	167,5	200,9	236,4	274,1	314,1	356,4	401,0	448,0	497,5	549,5	604,2
EV+HEV (Autos+SUV, MHEC excl)	0,0	0,1	0,7	1,4	2,1	2,9	4,5	6,9	10,1	17,7	33,9	54,1	77,1	102,6	130,4	160,2	192,2	226,3	262,5	300,9	341,4	384,2	429,3	476,8	526,7	579,2
% SUCIVE (Autos+SUV)				0%	0%	0%	1%	1%	1%	2%	4%	7%	10%	12%	15%	19%	22%	25%	28%	32%	35%	38%	42%	45%	49%	52%
Eléctricos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,7	1,7	3,6	9,4	23,6	41,3	61,5	83,8	108,1	134,3	162,3	192,2	223,9	257,5	293,0	330,5	370,1	411,7	455,4	501,4
Autos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,9	1,6	5,2	11,3	18,9	27,6	37,2	47,7	59,0	71,0	83,9	97,5	112,0	127,3	143,5	160,5	178,4	197,2	217,0
SUV	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	1,2	3,0	10,5	19,8	30,4	42,2	55,0	68,8	83,6	99,4	116,1	133,8	152,6	172,3	193,2	215,1	238,2	262,4
Utilitarios	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,7	1,1	1,6	2,3	3,1	4,0	4,9	5,9	7,0	8,1	9,4	10,7	12,0	13,5	15,0	16,6	18,3	20,1
Camiones	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8
Híbridos (MHEV excl)	0,0	0,0	0,7	1,4	2,1	2,8	4,1	5,6	7,4	9,6	12,3	15,6	19,4	23,7	28,3	33,2	38,5	44,2	50,2	56,6	63,3	70,4	77,9	85,8	94,1	102,8
Autos	0,0	0,0	0,6	1,2	1,7	2,2	2,7	3,0	3,2	3,3	3,4	4,6	6,6	9,2	12,3	15,8	19,8	24,3	29,1	34,4	40,2	46,3	52,9	60,0	67,5	75,5
SUV	0,0	0,0	0,1	0,2	0,4	0,7	1,4	2,6	4,2	6,3	8,8	10,7	12,5	14,0	15,3	16,6	17,7	18,8	19,7	20,6	21,4	22,1	22,7	23,3	23,8	24,2
Utilitarios	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,1
Baterías Introducidas al Mercado	5	1	3	34	45	61	263	437	769	1.977	4.860	6.049	6.896	7.618	8.283	8.920	9.546	10.170	10.799	11.438	12.090	12.759	13.446	14.154	14.885	15.640
LFP	5	0	0	0	1	18	141	283	490	1.624	4.058	5.045	5.748	6.349	6.901	7.431	7.952	8.471	8.994	9.525	10.068	10.624	11.195	11.785	12.393	13.021
NMC	0	0	0	19	23	32	99	135	257	329	790	985	1.124	1.242	1.351	1.455	1.558	1.660	1.763	1.867	1.974	2.083	2.195	2.311	2.431	2.554
NIMH	0	1	3	15	20	11	23	18	22	24	13	19	24	27	31	34	37	40	43	46	48	52	55	58	61	65

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	
Baterías Con Fallas (1)	Tons	0	0	0	0	0	0	1	2	4	10	24	30	34	38	41	45	48	51	54	57	60	64	67	71	74	78
Baterías Sin Fallas (2)	Tons	5	1	3	34	44	61	262	435	765	1.971	4.836	6.019	6.861	7.580	8.241	8.875	9.498	10.119	10.745	11.381	12.030	12.695	13.378	14.083	14.810	15.562
Baterías a Reciclar (1+2)	Tons	0	0	0	0	0	0	1	2	4	10	28	31	37	76	93	267	417	701	1.729	4.168	5.176	5.896	6.510	7.076	7.619	8.152
Baterías a Reciclar Acum	Miles	0	0	0	0	0	1	2	4	8	18	46	78	115	191	284	551	968	1.669	3.398	7.566	12.742	18.638	25.148	32.224	39.843	47.995
Dimensionamiento Sistema	USD Miles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	245	254	271	387	440	3.907	4.357	5.209	8.293	15.609	20.420	22.579	24.421	26.119	27.747	30.962	
CAPEX Requerido	USD Miles	0	0	0	1	1	4	7	12	30	85	94	111	227	280	801	1.252	2.103	5.187	12.503	15.529	17.688	19.531	21.228	22.856	24.455	
Logística	USD Miles	0	0	0	0	0	0	1	1	2	5	14	16	19	38	47	133	209	351	865	2.084	2.588	2.948	3.255	3.538	3.809	4.076
Reciclaje	USD Miles	0	0	0	0	0	1	1	3	5	10	25	71	78	93	189	233	667	1.043	1.753	4.323	10.419	12.941	14.740	16.275	17.690	19.046
CAPEX Previsionado 5 Años	USD Miles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	160	160	160	160	160	3.106	3.106	3.106	3.106	4.891	4.891	4.891	4.891	4.891	6.507	
Logística	USD Miles										27	27	27	27	27	518	518	518	518	518	815	815	815	815	815	1.084	
Reciclaje	USD Miles										133	133	133	133	133	2.588	2.588	2.588	2.588	4.076	4.076	4.076	4.076	4.076	5.422		
OPEX Requerido	USD Miles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	94	111	227	280	801	1.252	2.103	5.187	12.503	15.529	17.688	19.531	21.228	22.856	24.455	
Logística	USD Miles										43	47	56	114	140	400	626	1.052	2.594	6.252	7.765	8.844	9.765	10.614	11.428	12.227	
Reciclaje	USD Miles										43	47	56	114	140	400	626	1.052	2.594	6.252	7.765	8.844	9.765	10.614	11.428	12.227	
Eco Aporte Teórico	USD / Kg										0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,44	0,46	0,51	0,77	1,36	1,69	1,77	1,82	1,85	1,86	1,98	
Eco Aporte Efectivo	USD / Kg										0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	
Flujo de Fondos	USD Miles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	627	868	1.038	1.087	1.189	-2.126	5.142	5.018	2.663	-3.961	-8.199	1.608	1.096	759	528	-1.248	
Ingresos	USD Miles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	972	1.222	1.409	1.574	1.729	1.880	9.600	10.327	11.056	11.748	12.321	24.308	25.646	27.013	28.417	29.863	
Eco Aporte	USD Miles										972	1.210	1.379	1.524	1.657	1.784	9.546	10.170	10.799	11.438	12.090	24.241	25.547	26.892	28.281	29.716	
Rendimientos Financieros	USD Miles										0	13	30	51	72	96	54	156	257	310	231	67	99	121	136	147	
Egresos	USD Miles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	345	354	371	487	540	4.007	4.457	5.309	8.393	15.709	20.520	22.700	24.550	26.254	27.889	31.111	
Inversiones (Previsionadas)	USD Miles										160	160	160	160	160	3.106	3.106	3.106	3.106	4.891	4.891	4.891	4.891	4.891	6.507		
Operación	USD Miles										85	94	111	227	280	801	1.252	2.103	5.187	12.503	15.529	17.688	19.531	21.228	22.856	24.455	
Administración	USD Miles										100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	122	128	135	142	
Caja	USD Miles																										
Inicial	USD Miles										627	1.495	2.533	3.619	4.808	2.682	7.824	12.842	15.505	11.544	3.344	4.952	6.048	6.807	7.335		
Final	USD Miles										627	1.495	2.533	3.619	4.808	2.682	7.824	12.842	15.505	11.544	3.344	4.952	6.048	6.807	7.335	6.087	

9. Conclusiones

9.1. Diagnóstico

9.1.1. Mercado y tipología de baterías

- Desde 2015 se han introducido al mercado nacional del orden de 7.500 toneladas equivalentes de “battery packs” asociados a vehículos eléctricos e híbridos, con una tendencia de crecimiento acelerada en ventas de 0 km.
- El parque proyectado al 2040 sugiere que los BEV + HEV podrían representar hasta la mitad del stock de autos y SUV, aun con supuestos prudentes de adopción.
- La química dominante en el mercado uruguayo actual es LFP; esto implica bajo o nulo valor de recuperación de materiales y, por tanto, una dependencia casi total del ecoaporte para financiar la gestión.

9.1.2. Mensajes de las entrevistas

- Se visualiza un único plan colectivo nacional para baterías de VE, con importadores en el centro.
- Todos los actores reconocen la obligación de la REP, pero manifiestan preocupación por el nivel y el momento de los costos, así como por la incertidumbre tecnológica (vida útil real, química futura, valor residual).
- El segundo uso se percibe como oportunidad acotada, con barreras importantes (falta de información, acceso al BMS, riesgos de seguridad, competencia de celdas nuevas baratas).
- Se subraya la necesidad de separar CAPEX (inversión en infraestructura logística y de tratamiento) de OPEX (operación del sistema), procurando cargar paulatinamente el CAPEX sobre las primeras cohortes de usuarios de VE.

9.1.3. Referencias Internacionales

- Los casos de Bélgica, Países Bajos, Francia, Canadá, Suiza y Alemania muestran convergencias claras:
 - sistemas colectivos o únicos fuertes,
 - tarifas por kg o por batería,
 - modelos de fondo capitalizado pasivos futuros,
 - prioridad al reciclaje con segunda vida como complemento.
- Como orden de magnitud, las ecotasas plenamente financiadoras se ubican en un rango amplio de 1,6 – 3,2 USD/kg de batería gestionada, según química, nivel de servicio y reservas técnicas.

9.2. Lineamientos para el Diseño Institucional

- Figura jurídica y gobernanza
 - Estructurar el sistema financiero en torno a un fideicomiso de administración, con un comité de dirección integrado por representantes de los importadores y con mecanismos claros de rendición de cuentas.
 - Establecer órganos consultivos (comité técnico, comité de partes interesadas) que incorporen la visión de recicladores, potenciales operadores de segunda vida, academia, gobiernos departamentales y, cuando corresponda, organizaciones vinculadas a inclusión social y género.
- Separación entre sistema REP y operador/es de tratamiento
 - Diferenciar explícitamente el rol de la entidad colectiva (que administra fondos, metas y trazabilidad) del rol de los operadores de logística y reciclaje, contratados bajo licitación o acuerdos de largo plazo.
 - Evitar la dependencia de un único operador de reciclaje sin contratos de largo plazo con criterios de desempeño, precios y calidad del servicio.
- Alcance inicial pragmático
 - Focalizar el esquema inicial en: baterías nuevas puestas en el mercado a partir de la vigencia de los planes, capacidades mínimas de acopio seguro, logística y pretratamiento, construcción de un sistema de información y trazabilidad robusto.
 - Tratar el stock existente de baterías en el mercado (antes del inicio formal del REP) con mecanismos específicos de transición, evitando cargas retroactivas difíciles de operacionalizar.

9.3. Recomendaciones sobre Ecoaporte

- Base de cálculo: peso de la batería (USD/kg)
 - Definir el ecoaporte en función del peso del battery pack (kg) como base principal.
 - Mantener la posibilidad de complementar con un enfoque por kWh si esto facilita la comunicación con fabricantes, pero siempre convertible a una base USD/kg.
- Nivel inicial del ecoaporte y trayectoria de convergencia
 - Fijar un ecoaporte inicial moderado acompañado de una regla explícita de revisión periódica (cada X años), con el objetivo de converger en el mediano plazo hacia el nivel requerido por los costos efectivamente observados.
- Reservas técnicas y política de fondos
 - Establecer como regla que el fideicomiso mantenga reservas equivalentes al menos a 3–5 años de OPEX proyectado una vez que el sistema alcance escala, dadas la vida útil larga de las baterías y la brecha entre ingreso y egreso de flujos.
 - Definir una política clara de inversión de esas reservas (instrumentos seguros en USD o UI) y de uso de excedentes (por ejemplo, para financiar proyectos piloto de segunda vida o de innovación en reciclaje).

- Eco-modulación gradual y acotada
 - Iniciar la implementación con un aporte prácticamente plano por kg, al menos durante los primeros años, incorporando solo ajustes simples por categorías (p.ej. BEV vs HEV, rangos de peso).
 - Cuando se introduzca, priorizar pocos criterios de alto impacto y fácil verificación: diseño que facilite el desmontaje y reciclaje, disponibilidad de pasaporte digital o información estructurada, durabilidad comprobada.
- Visibilidad del ecoaporte
 - Definir si el ecoaporte será un componente visible en la factura (modelo canadiense) o un costo internalizado en el precio del vehículo (modelo europeo).
 - Cualquiera sea la opción, asegurar que los importadores conozcan el valor por kg y puedan incorporarlo en sus decisiones comerciales, y que exista transparencia hacia la administración y la ciudadanía sobre el uso de los fondos.

10. Entrevistas Realizadas

Formato	Fecha	Nombre	Institución
Virtual	06-nov	Sebastián Wainberg	MIEM-DNE
Virtual	10-nov	Erika Teliz	FING (Faraday Lab)
Virtual	10-nov	Juan Pedro Carriquiry	FING (Faraday Lab)
Virtual	10-nov	Santiago Martínez	FING (Faraday Lab)
Presencial	11-nov	Fabián Cancela	Cutcsa
Presencial	11-nov	Juan Pedro Carriquiry	Cutcsa (Asesor Externo)
Presencial	11-nov	Álvaro Escandell	Ventus, Ex CIU
Presencial	12-nov	Gonzalo Feistler	ACAU
Presencial	12-nov	Ignacio Paz	ACAU
Presencial	12-nov	Isaac Attie	ACAU
Presencial	12-nov	Martín Perez Minetti	ACAU
Presencial	12-nov	Matías Lagarmilla	ACAU
Presencial	12-nov	Nicolás Papariello	ACAU
Presencial	12-nov	Santiago Guelfi	ACAU
Virtual	12-nov	Igal Puyesky	Alternativas Sustentables
Presencial	13-nov	Leonardo Bicchierai	FIANCAR
Presencial	13-nov	Richard Lempert	FIANCAR
Presencial	13-nov	Agustín López	Fidocar
Presencial	13-nov	Victoria Hernández	Fidocar
Virtual	14-nov	Juan Martín Aguirrezabal	Sadar
Presencial	18-nov	Emiliano Avondet	WERBA
Presencial	18-nov	Nicolas Werba	WERBA
Virtual	20-nov	Emmanuel Toussaint	Batribox (Francia)
Virtual	2-dic	Deborah Poon	Call2Recycle (Canadá)
Virtual	2-dic	Joseph Chung	Call2Recycle (Canadá)

11. Referencias Consultadas

Auto Recycling Nederland (ARN) – sitio oficial	https://arn.nl/en/
Batribox – éco-organisme pour piles et batteries (Francia)	https://www.batribox.fr/
Beitragstarif gebührenbefreite E-Fahrzeuge 01.01.2025 (INOBAT, Suiza)	https://www.inobat.ch/media/web/inobat.ch/media/recyclingpartner/hersteller-importeure/gebuehren-beitraege/Beitragstarif%20geb%C3%BChrenbefreite%20E-Fahrzeuge%2001.01.2025_DE.pdf
Bemessungsfaktoren für die Sicherheitsleistung nach Batterieverordnung (EU-BattVO)	https://www.stiftung-ear.de/fileadmin/redakteur/downloads/Sicherheitsleistung-Formel_Bemessungsfaktoren-OfH.pdf
Contributions (environmental & administrative) – BEBAT (Bélgica)	https://www.bebat.be/en/producing-importing/contributions
Decreto N.º 213/025 – Reglamentación de la Ley 19.829 (IMPO)	https://www.impo.com.uy/bases/decretos/213-2025
Estudio “Proyección energética nacional 2030” (MIEM)	https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/comunicacion/publicaciones/estudio-prospectiva-energetica-2023
Estrategia Climática de Largo Plazo Uruguay 2021 (Ministerio de Ambiente)	https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/estrategia-climatica-largo-plazo-uruguay
EV Battery Recovery Program – sitio oficial (Canadá)	https://recuperationdesbatteriesve.ca/en/ev-battery-recovery-home/
EV Battery Services – Call2Recycle (Canadá)	https://call2recycle.ca/programs/ev-battery-services/
Filière à Responsabilité Élargie du Producteur – Batteries (BAT) (ADEME, Francia)	https://filiere-rep.ademe.fr/filiere-REP/filiere-BAT
Gebühren/Beiträge – Tarifas VEG y aportes de baterías (INOBAT, Suiza)	https://www.inobat.ch/de/recyclingpartner/hersteller-importeure/gebuehren-beitraege
Informe “Veinte años de Responsabilidad Extendida del Productor en Uruguay: avances y desafíos” (MA / BID / ONU Medio Ambiente)	https://www.ambiente.gub.uy/oan/documentos/InformeREP-2024v1.4.pdf
Ley N.º 19.829 de Gestión Integral de Residuos (texto completo, IMPO)	https://www.impo.com.uy/bases/leyes/19829-2019

List of contributions – May 2025 (BEBAT, Bélgica)	https://www.delrue.be/images/bebat/List%20contributions_May%202025%20-%20EN.pdf
Modulated fees for Extended Producer Responsibility schemes (EPR) (OECD 2021)	https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2021/11/modulated-fees-for-extended-producer-responsibility-schemes-epr_bbf84337/2a42f54b-en.pdf
National Expansion of the Innovative Industry-led Electrified Vehicle (EV) Battery Recovery Program (nota de prensa, Call2Recycle)	https://call2recycle.ca/national-expansion-of-the-innovative-industry-led-electrified-vehicle-ev-battery-recovery-program/
Parque vehicular 2017-2024 (MIEM – serie estadística oficial)	https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/sites/ministerio-industria-energia-mineria/files/2025-04/Parque%20vehicular%202017-2024_0.pdf
Plan Vale Uruguay – Resumen web (CIU)	https://www.ciu.com.uy/wp-content/uploads/2023/06/Plan-Vale-_Resumen-web.pdf
Planes de gestión de envases (Ministerio de Ambiente, Uruguay)	https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/planes-gestion-envases
Programa Reciclo NFU	https://reciclonfu.uy/
REIF Uruguay	https://reifuruguay.org.uy/
Regulation (EU) 2023/1542 concerning batteries and waste batteries (EUR-Lex)	https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/1542/oj/eng
Study of Extended Producer Responsibility for Electric Vehicle Lithium-Ion Batteries in Quebec (EY para Propulsion Québec, 2020)	https://propulsionquebec.com/wp-content/uploads/2020/11/2020-11-17-Etude-sur-lapplication-dun-mecanisme-de-responsabilite-elargie-des-producteurs-pour-les-batteries_EN.pdf
Using extended producer responsibility to manage end-of-life EV batteries – Position statement (Propulsion Québec, 2020)	https://propulsionquebec.com/wp-content/uploads/2020/11/2020-11-17-Enonce-de-position-Les-batteries-de-VE-en-fin-de-vie-et-leur-gestion_REP_EN.pdf

12. Apéndice: Ecomodulación

12.1. ¿Qué es la ecomodulación?

Para analizar el tema se tomó como referencia principal el documento “*Modulated fees for Extended Producer Responsibility schemes (OECD, 2021)*”. Ahí se presenta este instrumento dentro de los esquemas generales de las REP. La idea central es simple: “si a los productores se les cobra una tarifa diferenciada según el diseño del producto (materiales, reciclabilidad, sustancias problemáticas, contenido reciclado, etc.), se generan incentivos económicos para mejorar el diseño ambiental”.

Como se adelantó en el cuerpo del informe, en el caso uruguayo somos “tomadores” de tecnologías que procuran ser competitivas en términos de precio para los consumidores (inversión inicial y gastos recurrentes). Por ello, a priori resulta difícil imaginar que tarifas marginalmente diferenciadas puedan incidir en la oferta de productos que se ofrecen al mercado.

No obstante, compartimos el objetivo de intentar definir tarifas tal que los aportes diferenciales arbitren entre el “encarecimiento - abaratamiento del sistema REP local” como consecuencia de la incorporación de una u otra tecnología. En otras palabras, a mayor incidencia de baterías de compleja reciclabilidad, mayor será el costo total del sistema. Distribuir “linealmente” los costos según peso de las baterías, sin considerar otras variables, podría tornarse injusto hacia los importadores de productos más alineados con el ambiente (asumiendo que esto se puede definir y medir con precisión en nuestro país). En suma, la modulación de aportes es un intento de conectar el diseño del producto con lo que paga cada productor dentro del esquema colectivo: se ajustan aportes según características medibles y verificables del producto.

12.1.1. Tipos de modulación

Básica (la más común a la fecha)

- Promedios simples por tipo de producto, peso y/o material.
- Apunta a recuperar los costos operativos de recolección y tratamiento al fin de vida (en nuestro caso también la inversión inicial en infraestructura logística y de tratamiento).

Avanzada

- Basada en criterios más específicos que peso/tipo (por ejemplo, reciclabilidad). Puede implementarse con dos metodologías:
 - Asignación granular según costos reales de tratamiento según diseño.
 - Bonus/Malus: aplica descuentos o recargos sobre una tarifa base; esos ajustes pueden reflejar costos reales, pero también pueden excederlos para reforzar el incentivo.

12.1.2. Criterios

- Especificaciones de diseño que determinan si el producto se recicla bien (formato, material, tamaño, color, etiquetas, adhesivos).
- Presencia/ausencia de sustancias que dificultan circularidad.
- Contenido reciclado: porcentaje de material reciclado en el producto.
- Vida útil del producto: durabilidad, reparabilidad, reusabilidad, prevención.

12.2. Problemas clave al diseñar eco-modulación

La modulación debe ser transparente, justa y operable. Existe un equilibrio entre “capturar matices” y “mantener simplicidad”. Los temas críticos incluyen:

12.2.1. Estabilidad financiera de la PRO

La PRO debe cubrir costos operativos (e inversiones); si se dan bonus sin financiarse bien, aparece un déficit sistémico.

12.2.2. Magnitud del incentivo

La “fuerza” del incentivo depende del tamaño del ajuste relativo al precio del producto. En bienes como los VE, incluso duplicar aportes puede ser poco relevante frente al precio del producto. Pero si se sube demasiado y se despegan de costos observables, aparece el riesgo de arbitrariedad y pérdida de transparencia, alejándose del principio “quien contamina paga”.

12.2.3. Riesgo de free-riding

La modulación avanzada aumenta reportes, datos, monitoreo; si es demasiado compleja puede aumentar las tasas de incumplimiento.

12.2.4. Gobernanza

La complejidad obliga a definir quién decide criterios y magnitudes, cómo se revisan, y quién controla. Se debe apuntar a principios: objetivos claros, asignación explícita de responsabilidades, revisiones con horizonte razonable (sin cambios erráticos) y refuerzo de monitoreo y reporting; todo esto encarece al sistema.

12.3. Ecomodulación en la norma europea

La referencia operativa está en el Reglamento (UE) 2023/1542, Capítulo VIII, dentro de las reglas para cumplimiento colectivo vía organizaciones de responsabilidad del productor (PRO).

El Reglamento 2023/1542 manda modular “de conformidad” con el art. 8 bis(4)(b) de la Directiva Marco de Residuos 2008/98/CE. Ese artículo define el enfoque general tal que en esquemas colectivos (PRO), las contribuciones deben modularse “en la medida de lo posible” por producto o grupo similar, teniendo en cuenta durabilidad, reparabilidad, reutilización, reciclabilidad y presencia de sustancias peligrosas, con enfoque de ciclo de vida y (cuando existan) criterios armonizados.

- En términos prácticos el Reglamento habilita/obliga a un esquema tipo bonus–malus, pero no impone una tabla de bonus/malus ni valores; exige diferenciación mínima por química y categoría, y abre la puerta a diferenciar también por huella de carbono, reciclado incorporado, etc. Los Estados miembros tienen que montar el marco para que sea exigible, es decir:
 - Deben regular el uso de PRO para cumplir la REP.
 - Deben articular un régimen de autorización (y verificación) para productores/PRO en el cumplimiento REP.
 - Dentro de ese marco, asegurar que las PRO apliquen la modulación con el piso mínimo (categoría + química) y los demás factores indicados.

En suma, la ecomodulación es una de las áreas más técnicas y cambiantes de la normativa ambiental actual. Históricamente las baterías de los VE (tracción) funcionaban bajo contratos B2B (según el país pueden estar regulados por la administración pública) o "garantías financieras implícitas", dado que la batería puede tener valor positivo (segunda vida) o un coste de reciclaje muy alto. Sin embargo, esto último está empezando a cambiar a partir del (reciente) Reglamento UE 2023/1542.

12.4. Estado del arte de la ecomodulación en países de referencia

12.4.1. Bélgica

Actualmente no hay un "bonus" público directo en la tarifa administrativa para VEs. El coste real viene al final de la vida útil (EoL). Bebat exige una garantía financiera, si la batería es difícil de reciclar (básicamente, química LFP sin valor de recuperación), el aporte (garantía o "prima de seguro") es más alto que aquel asignado a las baterías NMC que tienen mayor valor de recuperación (en Europa). Según información pública, recién ahora estarían integrando tarifas diferenciadas basadas en la eficiencia de reciclaje declarada, anticipándose a los plazos que establece la norma de la UE.

12.4.2. Países Bajos

ARN tampoco aplica actualmente un sistema público de bonus/malus por química (ej. no cobran menos por ser LFP vs NMC explícitamente según la lista de precios pública). ARN cobra esta tasa al importador del coche como un "seguro" para garantizar que el sistema de recolección exista. La "modulación" ocurre ex post (de facto) en el mercado de reciclaje. Si la batería es fácil de desmontar, el reciclador cobrará menos a ARN, lo que mantiene la tarifa del sistema baja a largo plazo.

12.4.3. Francia

Francia es el país más avanzado en eco-modulación. Batribox tiene publicadas tarifas simplificadas que muestran una eco-modulación basada en la economía de los materiales (nuevamente, el interés radica en si tienen o no cobalto. Baterías Li-ion con/sin cobalto, tienen tarifas diferenciadas).

Si bien el cobalto es tóxico, es valioso por su escasez para la producción. Una batería con cobalto "paga" su propio reciclaje con la venta de los materiales recuperados. Una batería LFP tiene poco valor de chatarra, por lo que el fee para gestionarla es más alto.

Además, en Francia están previstos bonus de hasta el 100% al ecoaporte si la batería pasa a procesos de reutilización estacionaria ("segunda vida") antes del reciclaje final.

12.4.4. Canadá

En este país, el aporte se diseña sobre una base de recuperación de costes exclusivamente (logística y reciclaje). No utilizan un esquema de incentivos de diseño (bonus por ecodiseño). Si transportar baterías grandes se vuelve más caro, suben la tarifa plana (EHF) para esa categoría. Como se adelantó en este reporte, operan contratos entre privados (B2B) donde el precio se ajusta al volumen y química específica del cliente, fuera de la lista pública.

12.4.5. Suiza

El aporte en Suiza está basado casi exclusivamente en el peso y el precio de venta. El INOBAT permite que un fabricante se "salga" del sistema (exención del aporte) si demuestra que tiene una solución sectorial propia (un contrato con un reciclador suizo). La eco-modulación es puramente "de mercado". Baterías fáciles de reciclar deberían habilitar contratos privados con recicladores más baratos, lo que permite una exención a INOBAT. En cambio, los productores / importadores que forman parte del INOBAT, pagan un aporte plano por peso sin importar "si la batería es verde o no".

12.4.6. Alemania

Alemania cambió recientemente su ley ("BattG2"). Es decir, eliminó el "Sistema de Solidaridad" único forzando la competencia entre sistemas propios de fabricantes. No existe una "tasa oficial" única. El GRS opera como un proveedor de servicios. Si existe ecomodulación, ésta es privada. GRS evalúa las baterías según: Química (¿tiene valor -NMC- o es coste -LFP-?), Desmontaje (¿cuántas horas-hombre se necesitan para sacar los módulos?). El aporte se cobra ajustada por esos factores. No existe una tabla de "premios" pública, sino una reducción de costes operativos reales en cada contrato (privado).

12.5. Marco Teórico

Como se adelantó en el capítulo 8.3, el ecoaporte puede estar ajustado por un factor de modulación $f_{eco,i}$

Asumiendo (arbitrariamente) que el factor de modulación varíe en un rango de [0,9 a 1,1]; es decir, si es menor a 1 existe un bonus y si es mayor un castigo, podemos definir $\gamma = 0,2$ y Cat_{ref} = tal que 50 sea la batería "neutra" según los criterios técnicamente predefinidos. Grupos de baterías que califiquen entre 0 y 50 tendrán factores de modulación en su ecoaporte mayores a 1.

$$f_{eco,i} = 1 + \gamma \times \frac{(Cat_{ref} - Cat)}{100}$$

Definir las categorías de baterías según criterios técnicos excede el alcance y capacidades de esta consultoría. Vale destacar que, si del total del mercado, más de la mitad son de un cierto tipo (por ejemplo LFP, como sucede en Uruguay) y aplicamos un castigo, el sistema en su conjunto estará sobrefinanciado si el aporte se definió a partir de una ingeniería reversa de costes. A modo de "cierre de la ecuación", la propuesta sería que el sobreaporte realizado por las baterías de peor categoría (puntaje) relativo, se traslade a un "descuento" en el ecoaporte de las demás baterías.

La modelización de estos esquema no es sencilla, exige revisión permanente en términos de contribuciones intertemporales entre tecnologías (aportes realizados hoy por una tecnología X para utilización en Y años). Es por ello que la mayoría de los sistemas optan, al menos al inicio, por "tarifas planas" según peso y que permitan con criterios de razonabilidad- cubrir los costos e inversiones esperados.

A efectos de categorizar las baterías, y a partir de ahí definir los estándares, se podrían utilizar los siguientes criterios de ecomodularidad (además de categorizar las baterías según "grupos químicos", que es la modularidad más básica):

- Química: bonus si es [NMC/NCA/LCO (con Co/Ni)], castigo si es [LFP/LMFP -sin Co/Ni-]. Lo anterior siempre y cuando la diferencia de tarifas se refleje efectivamente en los contratos con el / los recicladores. De lo contrario se podrían generar brechas financieras en el sistema REP.

- Desmontaje: bonus si el pack es desmontable con fijaciones mecánicas estándar (acceso sin cortar, sin resinas, con módulos reemplazables) y castigo si las celdas están encapsuladas, existen adhesivos estructurales masivos, soldaduras irreversibles, necesidades de corte, etc.
- Identificación y datos: bonus si existe etiquetado claro de química, peso, peligros, acceso a datos mínimos (BMS/SoH/serie) para decidir segunda vida vs reciclaje. Castigo si la química no está declarada/es ambigua, ausencia de identificación.
- Seguridad: bonus si el diseño incluye puntos de izaje, desconexión segura, procedimientos, embalaje homologado provisto por el productor. Castigo si el embalaje no conforma, existe altas tasas de packs dañados, etc.

13. Apéndice: Gobernanza

Este apéndice desarrolla una propuesta de gobernanza para un Plan Maestro colectivo (PRO) orientado a baterías de vehículos eléctricos y otros acumuladores de potencia. Su objetivo es asegurar: (i) cumplimiento regulatorio y trazabilidad; (ii) eficiencia costo-servicio (logística, acopio seguro, tratamiento, valorización/reciclaje); y (iii) sostenibilidad financiera en un régimen con fuerte descalce temporal entre el pago del ecoaporte y el costo de gestión al final de la vida útil.

La experiencia comparada muestra que los esquemas REP más robustos comparten algunos rasgos: obligaciones y definiciones claras, coordinación público-privada para evitar “free riders”, transparencia para habilitar monitoreo y evaluación, y mecanismos de control/auditoría. Estos elementos se refuerzan cuando el esquema opera mediante una organización colectiva (PRO) y administra fondos relevantes en el tiempo.³

En particular, la normativa uruguaya reciente para residuos de baterías establece obligaciones de registro y la necesidad de contar con (o adherir a) planes maestros aprobados por el Ministerio de Ambiente, con reportes auditados y trazabilidad digital. En paralelo, la referencia europea (Reglamento (UE) 2023/1542) incorpora exigencias explícitas sobre autorización, garantías financieras ante incumplimientos/insolvencia, selección no discriminatoria de operadores y resguardo de confidencialidad de datos.

13.1. Roles

Se propone un diseño institucional que separe (a) decisiones estratégicas y de política del sistema; (b) administración fiduciaria de fondos; y (c) ejecución técnica y contratación de servicios, con controles cruzados y rendición de cuentas.

A nivel nacional, varios esquemas REP han incorporado mecanismos de separación patrimonial (p. ej., fideicomisos de administración), órganos de dirección representativos y auditorías externas como condición para la rendición de cuentas. Estas experiencias sugieren que, para evitar conflictos y asegurar continuidad, la administración financiera debe quedar claramente separada de la ejecución operativa y de la supervisión regulatoria.

³ Importante aclarar que, en Uruguay, los Planes Maestros, según la Ley vigente son responsabilidad de la industria en cuestión. El control del MA alcanza a las competencias que por Ley le corresponde como organismo responsable de las políticas públicas asociadas a residuos. La coordinación público-privada apunta al cruce proactivo de datos para que ninguna batería entre al mercado sin que alguien haya pagado por su futuro reciclaje. Para evitar lo anterior, no basta con que el PRO (privado) vigile, porque no tiene potestad para multar o detener mercancía. Necesita de la Administración Pública.

- Vehículo jurídico y administración de fondos
 - Fideicomiso de administración: los aportes (ecoaportes) se canalizan a un fideicomiso de administración, con patrimonio separado (patrimonio de afectación) respecto de productores y administrador, reduciendo riesgo de embargo y mejorando la disciplina financiera.
 - Fiduciario/Administrador: entidad profesional habilitada que custodia los fondos, ejecuta pagos contra instrucción válida y verifica cumplimiento documental (hitos, certificados, conformidad de servicios). Mantiene contabilidad, estados financieros y reporte de inversiones.
- Órganos de gobierno del PRO
 - Comité de Dirección (CDE): órgano ejecutivo–estratégico. Aprueba estatutos, presupuesto anual, política de ecoaportes (incluida ecomodulación), políticas de compras y de inversión, y designa/renueva autoridades. Aprueba plan de contratación, valida informes de desempeño y propone ajustes de ecoaportes. Debe incluir reglas para evitar captura por actores dominantes (p. ej., límites de voto, quórum calificados para decisiones tarifarias). Es decir, se debe asegurar que queden todos los importadores estén representados, especialmente aquellos actores de menor peso en el mercado.
 - Unidad Técnica (UT): responsable operativa. Define la política de inversiones del fideicomiso (riesgo, liquidez, duración), asegura calce entre reservas y obligaciones futuras, y recomienda rebalanceos. Debe incorporar al menos un perfil independiente/experto. Gestiona trazabilidad digital, coordina recolección–transporte–acopio–tratamiento, prepara licitaciones, administra contratos y KPI, y elabora reportes técnicos y presupuestales.
 - Auditor Independiente: revisa controles internos, mapa de riesgos, cumplimiento de procedimientos, gestión de conflictos de interés, y seguimiento de observaciones de auditorías externas/autoridad. Recomienda acciones correctivas y plazos.
- Reglas transversales
 - Transparencia: publicación anual de estados financieros auditados, memoria de gestión (KPIs, metas, cobertura, costos), criterio tarifario y mecanismo de ajuste. Reporte público agregando datos para proteger información comercial sensible.
 - Segregación de funciones y control interno para (i) validación técnica del servicio, (ii) validación administrativa/documental, y (iii) orden de pago; conciliación bancaria; y trazabilidad de decisiones tarifarias.
 - Gestión de conflictos de interés: política explícita (declaración, abstención, registro), especialmente en contratación de transportistas, gestores, certificadores y en definición de tarifas.
 - No discriminación y trato equitativo: reglas para no cargar desproporcionadamente a productores pequeños; esquema de cuotas o mínimos razonables; y acceso simétrico a información y servicios.
 - Protección de datos: confidencialidad de información atribuible a productores individuales; gobierno de datos (roles, permisos, auditoría de accesos) en la plataforma digital.

13.2. Flujo Operativo

- Registro, adhesión y habilitaciones
 - Registro de productores/importadores y, cuando aplique, usuarios/consumidores especiales. Condición habilitante para importar/fabricar y para operar en el sistema⁴.
 - Adhesión al Plan Maestro colectivo (PRO).
- Ingreso al mercado y ecoaporte
 - Ingreso (VUCE): declaración de tipo de batería, peso y variables relevantes (química, uso, potencia/energía, serialización cuando exista). En virtud de que lo anterior es competencia y administración del MA; el Plan Maestro deberá desarrollar su propio sistema de registro. El certificado que podría emitir el MA será con relación al cumplimiento de la normativa. Es decir, la verificación de la adhesión a un Plan aprobado.
 - Cálculo del ecoaporte: tarifa base (USD/kg o equivalente) ajustada por factor de modulación cuando aplique (p. ej., desmontabilidad, información declarada, seguridad, costo neto de reciclaje).
 - Recaudación y contabilización: el productor paga al fideicomiso; el Fiduciario registra por cohortes/años de ingreso para monitorear suficiencia intertemporal.
- Gestión financiera y reservas
 - Reserva operativa: colchón de liquidez (p. ej., 3–6 meses de OPEX) para continuidad del servicio.⁵
 - Fondo de inversiones: ahorro anticipado para afectar en el mediano plazo al desarrollo de inversiones en logística e infraestructura
 - Reserva de contingencias: incidentes (baterías dañadas/incendios), variaciones de costos logísticos y eventos regulatorios, con reglas de uso y reposición.
 - Fondo de cierre/garantía: mecanismo que asegure la cobertura de obligaciones aun ante retiro del mercado, cese de operaciones o insolvencia (instrumento financiero o cuenta afectada, según disponibilidad).
- Activación al final de vida (generación del residuo)
 - Notificación: taller/usuario/tenedor comunica retiro o necesidad de gestión a la UT (vía plataforma digital a desarrollar?); se captura ubicación, estado del pack, riesgos (daño, hinchamiento, fuga) y fotos cuando corresponda.
 - Clasificación inicial: decisión rápida basada en criterios de seguridad y estado.
- Recolección, transporte y acopio seguro

⁴ En estrecha coordinación con los registros y habilitaciones obligatorios y que están en la órbita del MA.

⁵ Vale destacar que esta reserva atiende a los costos variables directos. La porción del ecoaporte que atenderá a la conformación de reservas para el desarrollo de una infraestructura (tanto logística como de reciclaje; “CAPEX”), procurará hacerse con un plazo mayor (3 a 5 años).

- Asignación de operador: la UT asigna transportista habilitado (mercancías peligrosas); el contrato se paga vía fideicomiso contra evidencia de servicio.
- Centros de recepción/acopio: nodos autorizados con protocolos HSE, segregación por estado/química, trazabilidad de ingresos/salidas, y planes de contingencia.
- Tratamiento: segunda vida y reciclaje
 - Evaluación técnica (SOH), reacondicionamiento, reasignación a aplicaciones; definición clara de responsabilidades futuras (operador que repone/reintroduce al mercado, garantías y eventual retorno).
 - Reciclaje/valorización: envío a gestores autorizados.
- Verificación, pagos y certificación
 - Pagos por hitos: recolección, transporte, acopio, tratamiento, disposición/valorización, condicionados a evidencia digital y certificados (incluyendo certificado de tratamiento/reciclaje).
 - Balance: conciliación periódica entre baterías ingresadas al mercado, stock en uso, residuos gestionados y mermas, para detectar desvíos, subdeclaración o pérdidas.
- Reportes, auditorías y mejora continua
 - Reporte trimestral: desempeño (recolección, tiempos, costos unitarios), incidentes, ejecución presupuestal y desviaciones.
 - Informe anual: estados financieros auditados, resultados auditados del sistema (metas, cobertura, trazabilidad), y propuesta de ajuste tarifario para el siguiente período.
 - Revisión periódica de tarifas y contratos: actualización por evidencia de costos y desempeño, evitando subsidios cruzados no deseados y preservando señales (eco-modulación).

13.3. Aportes y Garantías

El Fideicomiso constituye el vehículo central para administrar los recursos económicos de los Planes Maestros de gestión de baterías de VE. Como se adelantó, dada la naturaleza del residuo (bienes duraderos que se descartan X años después de su venta), el sistema no puede operar bajo una lógica de caja simple (“cobro y pago”), sino que debe operar bajo una lógica de capitalización y reservas. Así se modeló simplificada en la planilla de Excel que se adjunta a este informe y que forma parte integral del mismo.

Se recomienda un esquema de aportes trimestrales. Este plazo alinearía la operativa con prácticas consolidadas en Uruguay y equilibra la necesidad de flujo de caja del sistema con una carga administrativa razonable para los importadores.

Como se adelantó en el Capítulo 8, el aporte no se calculará sobre la generación de residuos actual (que es baja), sino sobre las baterías efectivamente introducidas al mercado (importadas) en el período declarado.

Para mitigar el riesgo de “free riders” y responder ante un eventual cese de actividades de un importador se propone un régimen mixto⁶.

⁶ Notar que el diseño efectivo del sistema deberá contar con las perspectiva y validación técnico-legal, que excede el alcance preliminar e indicativo de este informe. Además, deberá nutrirse de un trabajo iterativo que contemple la visión de los importadores, actores clave del Plan en cuestión.

Garantía de Cumplimiento Corriente

Para asegurar el cobro de los aportes inmediatos. A instrumentar vía póliza de caución, aval bancario o depósito equivalente a un estimado de aportes). Se ejecutaría si el importador deja de pagar su cuota trimestral.

Garantía Intertemporal (Fondo de Reserva)

El objetivo es cubrir los "residuos huérfanos" en caso de que un importador opere X años y luego cierre.

Dado que el Fideicomiso es un patrimonio separado, los fondos acumulados en el Fondo de Reserva no pueden ser embargados por acreedores comerciales del importador en caso de quiebra. Ese dinero queda "blindado" para el Plan Maestro. Como se adelantó en el Capítulo 8, el Consultor propuso el diseño de un eco-aporte "por escalones" que atienda a la operativa corriente y a la conformación de provisiones para el desarrollo de capacidades físicas (infraestructura logística y de reciclaje), según las proyecciones actualizadas del mercado objetivo.

En última instancia, el "escenario de borde" es pagar hoy por el 100% de los gastos directos e indirectos en X años. Este escenario el Consultor no lo visualiza como viable. De hecho, adelantar X años el 100% del gasto (inversión) podría determinar el fracaso de la implementación del Plan Maestro.

Por ello, se deberá calibrar junto a (i) los importadores y (ii) la(s) empresa(s) de reciclaje y en conocimiento de los costos e inversiones efectivos para X toneladas de reciclaje (al momento se desconocen), de un "prepago" de equilibrio.



 reifuruguay.org.uy
 REIF Uruguay
 @REIF_Uruguay

REIF Fondo de
innovación en
energías renovables

