

Diagnóstico Integral de Economía Circular y Mapeo de Flujos

Un estudio integral para la optimización de recursos y la sostenibilidad económica en el polígono de Aguamarga.

EGM Area Empresarial
AGUAMARGA



Resumen Ejecutivo

El presente informe expone los resultados del diagnóstico de economía circular realizado en el Polígono Industrial Aguamarga, basado en el análisis técnico de una muestra representativa. Este estudio, que abarca una fuerza laboral conjunta de 292 trabajadores, ha permitido radiografiar el metabolismo del polígono, identificando una desconexión estructural entre la generación de recursos y su captura de valor.

1. Diagnóstico de Flujos: La "Mina Urbana"

El análisis de los datos (noviembre 2025) revela una polarización de los residuos en tres corrientes estratégicas:

- **Flujos Universales (Logística):** Una generación transversal de papel, cartón y plásticos, presente en el 100% de las actividades, pero gestionada formalmente solo por una parte, lo que sugiere fugas de materiales valorizables hacia la basura común.
- **Flujos de Riesgo (Fluidos):** Presencia de aceites y disolventes en el 37,5% de las empresas, con una dualidad de gestión entre canales industriales (peligrosos) y municipales (vegetales).
- **Flujos de Alto Valor (Industria):** Identificación de volúmenes masivos (>500 toneladas/año) de metales (aluminio/acero) y composites en nodos industriales específicos.

2. Madurez Operativa y Brechas Detectadas

El tejido empresarial muestra una base sólida de cumplimiento formal, pero carece de las herramientas para la eficiencia:

- **Fortaleza:** Un 87,5% de cumplimiento en etiquetado y 75% en formación, lo que facilita la implementación inmediata de planes avanzados.
- **Debilidad (El cuello de botella):** Solo el 25% de las empresas dispone de tecnología de compactación o trituración. Esto provoca una ineficiencia logística crítica (transporte de "aire" en residuos de baja densidad) y problemas de saturación de espacio en el 14,29% de las naves.



3. La Paradoja Económica

La estructura de costes es dispar y evidencia una gestión atomizada. El polígono está perdiendo competitividad al pagar por retirar materiales que tienen cotización positiva en mercado. Sin embargo, el motor del cambio ya existe: el 87,5% de las empresas manifiesta interés explícito en participar en modelos colaborativos.

4. Hoja de Ruta: Cinco Sinergias para la Transformación

Como respuesta, este informe propone un plan de acción articulado en cinco ejes operativos y dos transversales:

1

Economía de Escala

Circuito unificado de recogida de cartón y plástico para monetizar el flujo logístico.

2

Seguridad Jurídica

Gestión mancomunada de residuos peligrosos (aceites) para blindar a las PYMES frente a sanciones.

3

Minería Urbana

Valorización directa de las 500 tn de metales, transformando el gasto operativo actual en una nueva fuente de ingresos.

4

Cierre del Círculo

Reintroducción de los RCDs (áridos) en obras locales.

5

Recuperación Tecnológica

Campañas de recogida de RAEE latente.

Estas iniciativas se apoyan en la creación de un Mercado Interno de Recursos (intercambio de capacidades ociosas) y la proyección de un Eco-Parque (Centro de Consolidación), con el objetivo de reducir los costes operativos globales del polígono en un 30% para el horizonte 2030.

1. Introducción

El análisis realizado en noviembre de 2025 ha recopilado información concreta de 16 unidades empresariales activas y operativas situadas en el polígono industrial. Esta información se ha recogido mediante encuestas estructuradas presenciales realizadas por el equipo de trabajo de campo. En las visitas a las empresas se ha realizado un mapeo de residuos integral de forma individual y personalizada para cada sector.

Este documento responde a una necesidad estratégica clara, transformar el Polígono Aguamarga hacia un modelo circular, mejorando simultáneamente la eficiencia ambiental y económica de las empresas participantes. Este mapeo se ha realizado con las siguientes finalidades:

1. Identificar los flujos de residuos actuales y caracterizar su peligrosidad.
2. Evaluar las prácticas de gestión existentes.
3. Detectar oportunidades de simbiosis industrial y valorización.
4. Proporcionar una hoja de ruta de economía circular adaptada a la realidad del polígono y sus flujos de materia y energía de las empresas participantes.

La economía circular no es únicamente una obligación normativa establecida por la Ley 7/2022 estatal y la Ley 5/2022 valenciana, sino una **oportunidad estratégica de negocio** que permite:

- Reducir costes operativos de gestión de residuos
- Generar ingresos mediante valorización de materiales secundarios
- Incrementar eficiencia de procesos productivos
- Mejorar imagen corporativa y acceso a clientes sostenibles
- Acceder a financiación pública para inversiones en sostenibilidad
- Crear oportunidades de colaboración y sinergias entre empresas

El informe se estructura en diez secciones principales que abarcan desde el contexto normativo y metodología, hasta el mapeo detallado de residuos, análisis de prácticas actuales, identificación de oportunidades de simbiosis industrial, y desarrollo de una hoja de ruta operativa personalizada con medidas concretas, indicadores de seguimiento y vías de financiación.

2. Objetivos del Proyecto

El proyecto de mapeo de residuos y hoja de ruta de economía circular para el Polígono Aguamarga persigue los siguientes objetivos:

Objetivo General

Desarrollar una hoja de ruta de economía circular para el Polígono Finca Lacy basada en un mapeo detallado de residuos y su clasificación mediante códigos LER, identificando sinergias de simbiosis industrial que permitan transformar residuos en recursos, optimizar procesos, reducir costes y avanzar hacia un modelo productivo sostenible y resiliente.

Objetivos Específicos

Identificación y Caracterización

Identificar y caracterizar los residuos generados por las empresas del polígono, clasificándolos según la Lista Europea de Residuos (LER) con precisión técnica.

Evaluación Normativa

Evaluar el cumplimiento normativo en la gestión de residuos y detectar brechas respecto a la jerarquía de residuos establecida en Ley 7/2022 y Ley 5/2022.

Análisis de Valorización

Analizar el potencial de valorización de los principales flujos detectados, estimando oportunidades económicas y ambientales.

Simbiosis Industrial

Identificar oportunidades de simbiosis industrial entre empresas del polígono, mapeando demandas y ofertas de materiales, recursos y servicios compartidos.

Hoja de Ruta

Diseñar una hoja de ruta personalizada con medidas sectoriales de prevención, reutilización, reciclaje, valorización y simbiosis industrial, jerarquizadas por impacto, urgencia y complejidad.

Seguimiento y Financiación

Proponer herramientas de seguimiento, indicadores cuantitativos de progreso, y vías de financiación pública para la ejecución de las medidas.

3. Metodología

Enfoque Metodológico

El diagnóstico se ha elaborado a partir de la combinación de información declarada por las empresas y análisis técnico de los flujos de residuos:

Fase 1: Recopilación de datos primarios

Se realizó una campaña de encuestas estructuradas a las 45 empresas del Polígono Finca Lacy, dirigida preferentemente a personal de gerencia, mantenimiento y/o responsables de medio ambiente. El cuestionario estructurado recogía para cada actividad empresarial:

- Datos de identificación y caracterización de la empresa (razón social, CNAE, plantilla, tamaño)
- Descripción de procesos y actividades productivas
- Tipología de residuos generados en cada actividad
- Cantidades aproximadas de residuos (datos de pesadas o estimaciones)
- Códigos LER asignados a cada residuo
- Frecuencia de recogida por gestor
- Identificación de gestores contratados
- Principales incidencias en almacenamiento y segregación
- Interés en soluciones colaborativas y economía circular

Fase 2: Análisis técnico de datos

Se contrastó la información recibida con:

- Normativa vigente (Ley 7/2022, Ley 5/2022 CV, Decisión 2014/955/UE sobre códigos LER)
- Referencias técnicas sectoriales específicas para cada industria
- Experiencias de mapeos realizados en otros polígonos
- Criterios técnicos del Ministerio para la Transición Ecológica para asignación de códigos LER espejo

Se ajustó la propuesta de codificación LER de cada empresa y se agruparon los flujos por grandes familias: papel y cartón, plásticos, metales, textiles, madera, vidrio, residuos peligrosos, etc.

Fase 3: Identificación de sinergias y oportunidades

Se identificaron oportunidades de simbiosis industrial y de mejora de la gestión a partir de:

- Patrones comunes de generación de residuos entre empresas
- Proximidad física entre empresas
- Análisis de demandas y ofertas de materiales
- Experiencias exitosas en otros polígonos circulares españoles
- Potencial de compartir infraestructuras y servicios

Limitaciones del Estudio

-  Las cantidades de residuos indicadas son estimaciones basadas en la información facilitada por las propias empresas y en factores de corrección derivados de experiencia técnica. Aunque se han revisado y depurado los datos, pueden existir infradeclaraciones, especialmente en lo relativo a residuos peligrosos o flujos minoritarios. En algunos casos no se dispone de pesadas directas, por lo que los valores deben interpretarse como órdenes de magnitud.

Estas limitaciones no invalidan las conclusiones estratégicas del diagnóstico, pero aconsejan:



Revisión Periódica

Revisar y actualizar periódicamente el diagnóstico



Validación

Realizar pesadas directas para validar estimaciones



Seguimiento

Mantener sistemas continuos de seguimiento de datos



Refinamiento

Refinar clasificación LER según experiencia operativa

4. Contexto Normativo y Marco Estratégico

Marco Legal Aplicable

La gestión de residuos en el Polígono Industrial Finca Lacy se encuentra regulada por un marco normativo multinivel que establece obligaciones específicas y objetivos cuantificados de economía circular. A nivel europeo, la **Directiva Marco de Residuos 2008/98/CE** establece el principio de jerarquía de residuos como eje central de la política de gestión, priorizando la prevención, seguida de la preparación para la reutilización, el reciclaje, la valorización energética y, en último lugar, la eliminación.

En el ámbito estatal, la **Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular**, refuerza sustancialmente la aplicación de la jerarquía de residuos mediante la obligatoriedad del uso de instrumentos económicos y establece objetivos ambiciosos a medio y largo plazo.

Esta normativa incrementa los objetivos de preparación para la reutilización y reciclado de residuos municipales, establece la obligatoriedad de nuevas recogidas separadas para biorresiduos, residuos textiles y residuos domésticos peligrosos, y fortalece las medidas de prevención vinculadas a los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

A nivel autonómico, la **Ley 5/2022, de 29 de noviembre, de la Generalitat, de residuos y suelos contaminados para el fomento de la economía circular en la Comunitat Valenciana**, publicada el 1 de diciembre de 2022 y vigente desde el 21 de diciembre del mismo año, constituye el marco normativo directo aplicable al polígono. Esta legislación tiene por objeto establecer el régimen jurídico de la prevención, producción y gestión de residuos, desarrollando instrumentos específicos para fomentar la transición hacia una economía circular en el territorio valenciano. La norma autonómica contempla medidas como la creación de la Agencia Valenciana de Residuos y Economía Circular, el establecimiento de programas de prevención específicos, medidas fiscales para incentivar la economía circular, y el fomento de productos de alta durabilidad, reutilizables y reparables.

La Ley valenciana establece objetivos específicos que incluyen priorizar la reducción de la generación de residuos, minimizar su eliminación, garantizar una gestión eficaz que prevenga impactos adversos sobre el medio ambiente, y desarrollar instrumentos de coordinación interadministrativa, planificación, inspección y control. Además, contempla la incentivación de la venta de productos a granel y el establecimiento de un sistema de devolución y retorno mediante incentivo económico como medida complementaria para alcanzar los objetivos estatales en materia de recogida separada de envases.

5. Sistema de Códigos LER y Clasificación de Residuos

La **Lista Europea de Residuos (LER)** constituye el instrumento técnico fundamental para la identificación, clasificación y gestión homogénea de residuos en toda la Unión Europea. Establecida mediante la Decisión 2014/955/UE, la LER clasifica los residuos mediante un código numérico de seis cifras organizados jerárquicamente en capítulos (dos primeras cifras), subcapítulos (cuatro cifras) y entradas individuales (seis cifras completas).

La estructura de la LER se divide en 20 capítulos que cubren distintos tipos de residuos según su origen y naturaleza: desde residuos de la prospección y extracción minera (Capítulo 01), residuos de la agricultura y alimentación (Capítulo 02), hasta residuos municipales (Capítulo 20). Cada capítulo se desglosa en subcapítulos y subgrupos que detallan con mayor precisión el tipo de residuo.

Clasificación según Peligrosidad

La clasificación de residuos según su peligrosidad se realiza mediante un sistema específico que distingue tres tipos de códigos LER.

		
Códigos con Asterisco (*) Identifican residuos considerados peligrosos de conformidad con la normativa europea	Códigos sin Asterisco Corresponden a residuos no peligrosos	Códigos Espejo Requieren caracterización analítica para determinar si el residuo es peligroso o no, verificando si contiene sustancias peligrosas por encima de los umbrales establecidos

La responsabilidad de la asignación de los códigos LER recae sobre el **productor de residuos**, quien debe definir para cada uno de los residuos generados en sus procesos productivos el código LER que le corresponde. Esta asignación puede requerir la realización de una caracterización básica del residuo mediante análisis de laboratorio, especialmente en el caso de códigos espejo. El Ministerio para la Transición Ecológica ha publicado guías técnicas específicas para la correcta clasificación de residuos, especialmente en lo relativo a los códigos espejo, proporcionando criterios técnicos para una aplicación homogénea de la normativa.

5.1 Jerarquía de Residuos y Economía Circular

El principio de jerarquía de residuos constituye el instrumento rector de la política de gestión, estableciendo un orden claro de preferencias en las actuaciones. Esta jerarquía se estructura en cinco niveles ordenados de mayor a menor preferencia ambiental, formando una pirámide que prioriza las opciones más sostenibles.



5.1 Jerarquía de Residuos y Economía Circular (continuación)

01

Prevención

En el nivel más prioritario se encuentra la **prevención**, que parte de la premisa de que el mejor residuo es el que no llega a producirse. Esta etapa incluye medidas para reducir la cantidad de residuos generados y minimizar la incorporación de sustancias nocivas en los procesos productivos. La prevención puede conseguirse mediante estrategias de diseño eficiente de productos, optimización de procesos de producción y promoción de patrones de consumo sostenibles.

02

Preparación para la Reutilización

El segundo nivel corresponde a la **preparación para la reutilización**, que implica el uso repetido de productos o componentes en su forma original sin que pasen a ser residuos. Se trata de operaciones como la reparación, limpieza o renovación de productos para que puedan cumplir de nuevo su función sin necesidad de procesamiento adicional.

03

Reciclaje

En tercer lugar, se sitúa el **reciclaje**, definido como la transformación de residuos en nuevos productos, materiales o sustancias mediante procesos de producción. El reciclaje permite sustituir materias primas vírgenes, reduciendo la demanda de recursos naturales. La Estrategia Española de Economía Circular reporta tasas de reciclado del 82% en envases domésticos de plástico, metales y cartones, contribuyendo significativamente a la independencia estratégica de recursos en la UE.

04

Valorización

El cuarto nivel contempla otros tipos de **valorización**, incluida la valorización energética. Esta operación implica recuperar energía de los residuos que no pueden reciclarse de manera técnica o económicamente viable, mediante procesos como incineración con recuperación energética, gasificación o digestión anaeróbica.

05

Eliminación

Finalmente, en la base de la pirámide se encuentra la **eliminación**, considerada la opción menos deseable y que únicamente debe emplearse cuando no es técnica o económicamente viable ninguna de las opciones anteriores. Las normativas europea y española establecen objetivos estrictos de reducción del depósito en vertedero: para 2030 solo el 20% de los residuos podrán depositarse en vertederos, reduciéndose al 10% en 2035.

La aplicación efectiva de la jerarquía de residuos genera beneficios ambientales (reducción de emisiones, conservación de recursos naturales), económicos (ahorro de costes, creación de empleo verde) y sociales (mejora de la salud pública, concienciación ambiental). Para las empresas, constituye no solo una obligación normativa sino también una **oportunidad estratégica** para mejorar la eficiencia operativa, reducir costes de gestión de residuos y acceder a nuevos mercados de materias primas secundarias.

6. Simbiosis Industrial en Polígonos: Experiencias Relevantes

La **simbiosis industrial** se define como una estrategia empresarial o territorial, con visión sistémica, que fomenta formas innovadoras y sinérgicas de colaboración entre empresas para cerrar el ciclo de vida de materiales y productos. En el contexto de polígonos industriales, la simbiosis industrial permite transformar residuos de unas empresas en materias primas de otras, compartir infraestructuras, optimizar el consumo de recursos y reducir costes operativos.

El ejemplo paradigmático de simbiosis industrial es el **Parque Industrial de Kalundborg (Dinamarca)**, considerado uno de los pioneros a nivel mundial. En este complejo, los principales socios comparten aguas (subterráneas, superficiales y residuales), vapor y combustible, intercambiando diversos subproductos que se convierten en materias primas de otros procesos. La experiencia de Kalundborg ha demostrado que la proximidad entre empresas es un factor decisivo para ejecutar la circularidad, destacando además la relevancia de la innovación en los polígonos industriales.

En España, diversos polígonos industriales han iniciado procesos de transformación hacia la economía circular. El **Parque Industrial Villalonquéjar (Burgos)**, el de mayor extensión de Castilla y León, inició su andadura en 2021 con el proyecto Polígono Circular.

La Asociación de Empresarios del Polígono ha implementado plataformas digitales para facilitar el intercambio de recursos entre las empresas del parque y de estas con el exterior, promoviendo sinergias de valorización de residuos como chatarra, plásticos y papel.

El **Polígono Industrial de Romica (Albacete)** también comenzó en 2021 la iniciativa Romica Circular, cuya hoja de ruta contempla la realización de estudios individuales de las empresas y el análisis y detección de sinergias, junto con sus ventajas económicas y ambientales. El objetivo es reducir las ineficiencias, los consumos energéticos, de agua y de generación de residuos mediante la creación de un observatorio de simbiosis industrial y la implementación de una comunidad local de energía renovable.

En la provincia de Alicante, el **Programa de Simbiosis Industrial de la Provincia de Alicante**, impulsado por FEPEVAL y financiado por la Diputación Provincial, ha demostrado resultados significativos. En el Medio Vinalopó se han identificado 93 sinergias potenciales entre 19 empresas de 12 sectores distintos, mapeando 124 recursos (85 ofertas y 41 demandas). Las propuestas más destacadas incluyen la creación de comunidades energéticas locales, gestión mancomunada de residuos como cartón, plásticos y disolventes, uso compartido de maquinaria y logística, y reutilización directa de pallets entre empresas vecinas.

Según estimaciones de CEPE, en España existen más de 5.000 polígonos industriales que ocupan unos 1.300 km² y generan entre el 40-50% del PIB nacional. Los polígonos industriales circulares y la simbiosis industrial no solo son respuestas a las exigencias ambientales, sino también una apuesta por la competitividad, la sostenibilidad y la eficiencia, posicionándose como modelos a seguir en la transición ecológica.

7. Diagnóstico de Situación Actual del Polígono

Caracterización General del Polígono

El Polígono Industrial Aguamarga cuenta con un tejido empresarial conformado por un total de **43 empresas registradas** en la Entidad de Gestión y Modernización (EGM). Para la elaboración del presente diagnóstico, se ha trabajado sobre una muestra representativa de **16 empresas encuestadas**, seleccionadas para abarcar la diversidad de tamaños y actividades presentes en el área.

292

Trabajadores

Plantilla conjunta de la muestra analizada

18,2

Media por Empresa

Empleados por empresa en la muestra

16

Empresas Encuestadas

Muestra representativa del polígono

El análisis de esta muestra revela una plantilla conjunta de 292 trabajadores, con una media de 18,2 empleados por empresa. No obstante, esta cifra presenta una variabilidad considerable propia de un polígono mixto: el espectro abarca desde microempresas o actividades con estructura mínima in situ, hasta organizaciones consolidadas con plantillas superiores a los 70 empleados (correspondientes principalmente al sector de control de calidad y servicios técnicos).

Distribución Sectorial

La distribución sectorial refleja una marcada diversidad económica, característica de los espacios industriales del arco mediterráneo, donde conviven la industria ligera, la logística y los servicios avanzados. Las principales líneas de actividad identificadas en la muestra incluyen:



Logística, Transporte y Distribución

Constituye un eje fundamental del polígono, con presencia de empresas dedicadas a actividades transitarias, operadores logísticos y centros de distribución especializada (incluyendo sector farmacéutico y almacenamiento para terceros).



Manufactura y Transformación

Engloba actividades heterogéneas que van desde la fabricación de paneles de aluminio composite y estructuras metálicas para eventos, hasta la producción de rótulos y materiales reciclados.



Servicios Especializados y Tecnología

El polígono alberga actividades de alto valor añadido, como laboratorios de control de calidad de materiales y empresas de biotecnología aplicada (agricultura azul y cosmética).



Servicios Empresariales y Ocio

Incluye actividades de soporte como renting de vehículos, subastas de automoción, así como instalaciones deportivas y espacios para eventos corporativos.



Representación Institucional y Formación

Presencia de entidades patronales vinculadas al sector metal y la formación técnica.

Esta composición heterogénea implica que el Polígono Aguamarga no genera un único perfil de residuo, sino múltiples flujos simultáneos. Se observa una generación transversal de residuos de envases y embalajes (papel, cartón y film, comunes a la logística y el comercio), que convive con la generación de residuos industriales específicos (aceites, composites, chatarra metálica y restos de construcción) derivados de las actividades de manufactura y laboratorios técnicos.

7.2 Estructura de Costes y Tasa de Basuras

El análisis de la fiscalidad municipal y los costes operativos derivados de la gestión de residuos revela una notable asimetría en la información disponible. Respecto a la tasa de basuras e impuestos municipales, se detecta una falta de sistematización en el control de este gasto por parte de las empresas: el 18,75% de reporta cifras explícitas o tiene identificada esta partida de forma segregada.

Distribución de Costes de Gestión

En cuanto a los costes anuales totales de gestión privada de residuos (recogida, transporte y tratamiento), los datos arrojan una distribución muy heterogénea que se correlaciona directamente con la intensidad de la actividad industrial:

Micro-generadores

< 500 €/año

Representan una fracción minoritaria, vinculada a empresas de base tecnológica o servicios con mínima generación de residuos físicos.

Generadores Bajos

501 € - 2.000 €/año

Asociados principalmente a actividades administrativas, de representación institucional o servicios de oficina.

Generadores Medios

2.001 € - 5.000 €/año

Corresponden a empresas de logística intermedia y actividades de montaje/eventos.

Generadores Altos

5.001 € - 10.000 €/año

Segmento vinculado a la manufactura y fabricación industrial (transformación de metales, plásticos y composites).

Generadores Intensivos

> 10.000 €/año

Representado por actividades que generan residuos de alta densidad y volumen (materiales de construcción, áridos, hormigón y asfaltos), lo que dispara los costes de transporte y canon de vertido.

Conclusión del análisis de costes

Se observa una clara polarización. Mientras el sector servicios y logística ligera mantiene costes contenidos, la industria manufacturera y de materiales de construcción asume la mayor carga económica. Los costes superiores a 10.000 €/año están directamente atribuidos a la naturaleza física del residuo (pesado y voluminoso) y a la generación de subproductos industriales específicos (como chatarra de aluminio y composites), lo que confirma que la optimización en este segmento tendría el mayor impacto económico para el polígono.

7.3 Nivel de Formalización y Conformidad Normativa

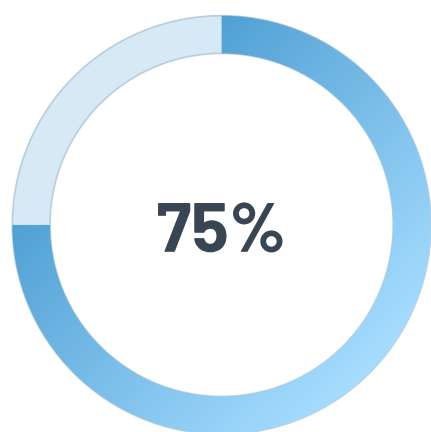
El diagnóstico del cumplimiento formal en materia de gestión de residuos arroja resultados positivos, aunque con áreas de mejora identificadas.

Identificación y Almacenamiento

En relación con la identificación y almacenamiento, el nivel de conformidad es elevado: el **87,5%** de las empresas encuestadas declara que sus contenedores se encuentran correctamente etiquetados con el nombre y código del residuo, lo que facilita su posterior tratamiento y minimiza riesgos de contaminación cruzada.

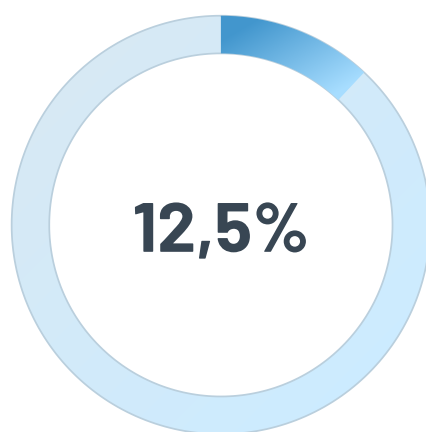
Capacitación del Personal

Respecto a la capacitación del capital humano, factor crítico exigido por la Ley 7/2022, los datos muestran una implantación mayoritaria pero no total:



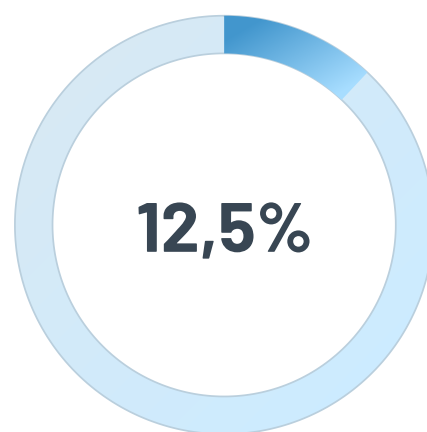
Formación Completa

Empresas donde todo el personal relevante ha recibido formación específica sobre segregación de residuos



Formación Parcial

Empresas donde solo parte de la plantilla ha recibido formación



Sin Formación

Casos aislados donde se reporta ausencia de formación específica

Conclusión

Estos indicadores sugieren que el polígono parte de una base de conciencia normativa sólida, especialmente en aspectos visuales (etiquetado), pero requiere reforzar los planes de formación continua, particularmente en las empresas de menor tamaño donde la rotación o la falta de recursos dedicados pueden generar lagunas de conocimiento operativo.

8. Mapeo Detallado de Residuos por Códigos LER

8.1 Residuos No Peligrosos

Papel y Cartón (Código LER 15 01 01)

Dada la tipología de las actividades presentes en el polígono (logística, distribución, oficinas y servicios), se estima que la generación de residuos de papel y cartón es **universal (100%)** en la muestra analizada. Este flujo es inherente tanto a la recepción de mercancías (embalajes, cajas) como a la actividad administrativa.

Sin embargo, el diagnóstico revela una brecha significativa entre la generación real y la gestión formal: únicamente el **68,75%** de las empresas encuestadas tiene identificado, segregado y gestionado este material como un residuo industrial específico (LER 15 01 01).

Este diferencial sugiere que aproximadamente un 30% de los generadores no está capturando este flujo en circuitos de valorización, siendo altamente probable que este material recuperable esté acabando en contenedores de residuos asimilables a urbanos (basura general) o mezclado con otros flujos, perdiéndose su valor económico y ambiental.

Análisis de Frecuencias de Recogida

La gestión entre quienes sí lo segregan presenta una dispersión operativa considerable:

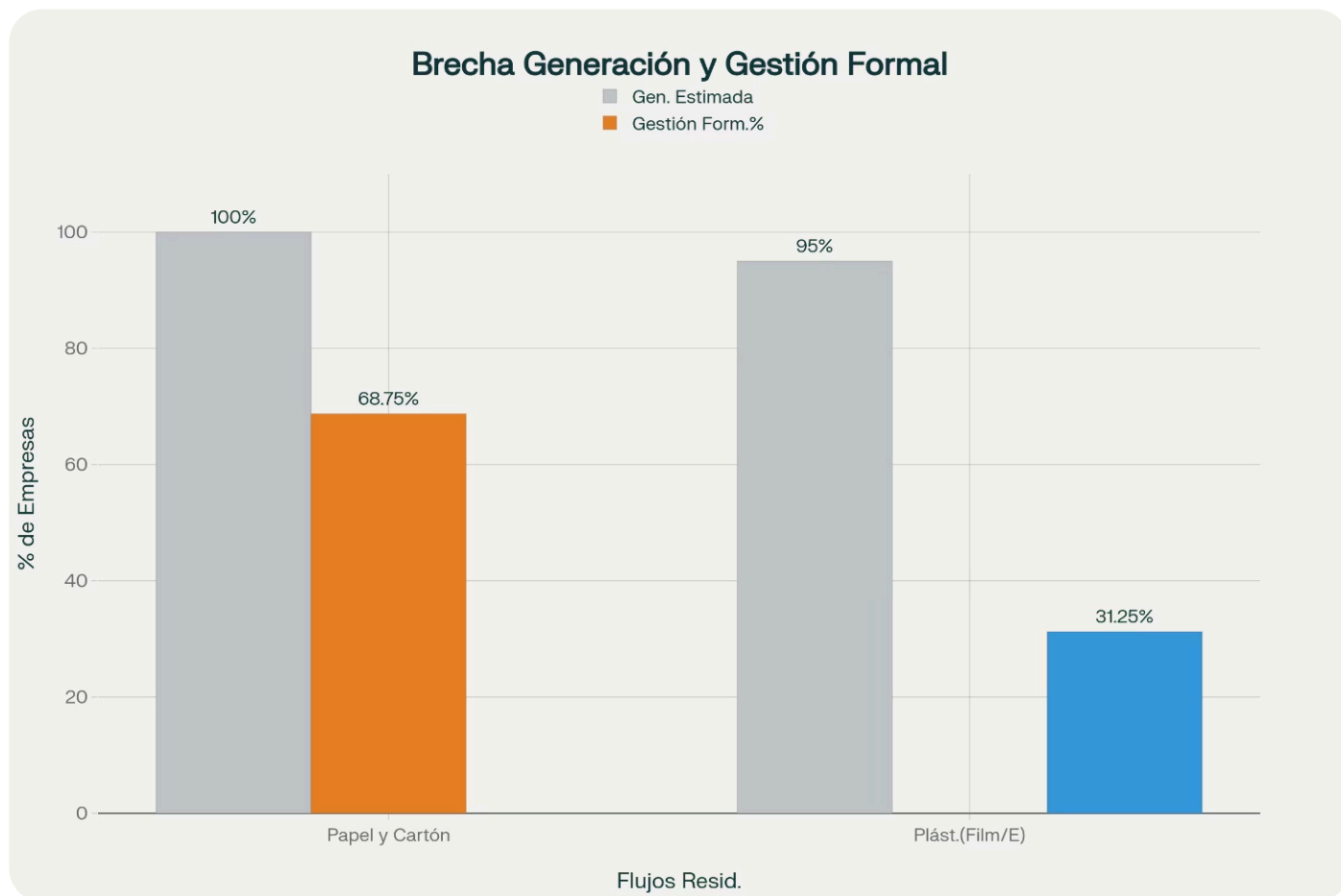
- Un segmento intensivo (~18%) requiere retiradas semanales.
- El grueso del tejido empresarial (~55%) opera con frecuencias mensuales.
- El resto gestiona el residuo bajo demanda.

Conclusión

Existe un volumen latente de cartón no contabilizado que, sumado a la dispersión de recogidas, justifica la implementación de un sistema de recogida mancomunada puerta a puerta para capturar el 100% del flujo y monetizarlo.

Plásticos (Código LER 15 01 02)

Al igual que ocurre con el cartón, la presencia de plásticos (especialmente film retráctil de paletización y envases comerciales) es transversal a la práctica totalidad de las operaciones logísticas y de servicios del polígono. No obstante, los datos arrojan una tasa de formalización alarmantemente baja.



Pese a su presencia generalizada, el **31,25%** de las empresas reporta gestionar activamente los plásticos como una fracción industrial segregada (LER 15 01 02). Esto indica que la gran mayoría de las empresas (casi el 70%) podría estar depositando estos plásticos (fundamentalmente film limpio y envases ligeros) en el flujo de basura convencional o mezcla, desperdiciando un recurso de alto potencial de reciclabilidad.

Tipologías de Plástico

El análisis cualitativo de ese 31,25% que sí gestiona el residuo permite distinguir dos tipologías que no deben mezclarse:

Plástico Comercial/Logístico

Film y envases limpios, predominantes en el sector servicios, con alto valor si se recogen limpios.

Plástico Técnico/Industrial

Recortes de producción y envases de procesos (bidones), presentes en la industria manufacturera.

8.1 Residuos No Peligrosos (continuación)

Vidrio (Código LER 15 01 07)

A diferencia de los envases de papel y plástico, cuya generación es transversal, la fracción de vidrio presenta un patrón de alta especificidad sectorial. Este flujo ha sido identificado exclusivamente en el **6,25%** de la muestra (representando a empresas vinculadas al sector de hostelería, ocio y eventos corporativos).

El residuo, clasificado bajo el código LER 15 01 07 (Envases de vidrio), tiene su origen estrictamente en el consumo asociado a servicios de restauración y catering dentro del polígono. Esta vinculación directa a la actividad de servicios provoca que su curva de generación sea altamente irregular y estacional, dependiente de la agenda de eventos o la afluencia de usuarios, en contraposición al flujo constante de la actividad industrial.

Gestión Operativa

Operativamente, esta variabilidad se traduce en un modelo de recogida "bajo demanda". A pesar de representar un volumen minoritario en el cómputo global de toneladas del polígono, su gestión requiere protocolos específicos:

1. **Segregación en origen:** Para evitar la contaminación de la fracción orgánica o de envases ligeros.
2. **Seguridad laboral:** Su manipulación y almacenamiento temporal conlleva riesgos físicos (cortes por rotura) que exigen contenedores rígidos y ubicación controlada, evitando su acumulación en zonas de paso o muelles de carga convencionales.

Código LER específico: **15 01 07** (Envases de vidrio - No peligroso)

8.1 Residuos No Peligrosos (continuación)

Madera (Código LER 15 01 03 o 17 02 01)

La presencia de residuos de madera se ha detectado en el **25%** de las empresas encuestadas, un porcentaje significativo pero concentrado en sectores muy específicos: logística, manufactura de materiales sostenibles y montaje de estructuras para eventos.

A diferencia del cartón, cuyo origen es homogéneo, el análisis técnico de la madera en el polígono revela dos flujos claramente diferenciados que requieren estrategias de clasificación distintas:

Madera de Envase (LER 15 01 03)

Vinculada principalmente a palets rotos y cajas de transporte en el sector logístico y de renting. En este segmento, se han detectado estrategias de centralización de residuos, donde algunas empresas trasladan el residuo a sus sedes centrales fuera del polígono para una gestión unificada, reduciendo el volumen aparente in situ.

Madera Estructural o de Proceso (LER 17 02 01)

Generada por empresas de fabricación y montaje. Este flujo es más complejo y voluminoso. Destaca el caso de una unidad productiva que genera 8 metros cúbicos mensuales de forma recurrente, así como empresas de eventos que generan madera mezclada con otros materiales (moquetas, textiles, metales), lo que complica su valorización si no se segrega en origen.

Diagnóstico Operativo

La coexistencia de estos dos códigos LER es un reto. Mientras el palet (15 01 03) tiene un circuito de retorno y reparación muy maduro, la madera de recortes de producción o estructuras (17 02 01) a menudo acaba en contenedores de mezcla si no existe un contenedor específico de gran volumen. El dato de los 8 m³/mes en un solo punto de generación sugiere la viabilidad de instalar un contenedor de gran capacidad (15-30 m³) de uso compartido o ruta dedicada para este material.

8.1 Residuos No Peligrosos (continuación)

Residuos Orgánicos (Código LER 20 01 08)

El análisis de la fracción orgánica revela una importante disonancia entre la generación formalmente declarada y la generación real estimada. En los datos recabados, únicamente el **6,25%** de la muestra (correspondiente a actividades intensivas de hostelería y eventos) identifica y gestiona los biorresiduos como un flujo específico bajo el código LER 20 01 08 (Residuos de cocina y comedores).

Sin embargo, desde una perspectiva técnica, la generación de este residuo es **transversal al 100%** de las empresas del polígono. Toda instalación que cuente con plantilla (comedores de personal, zonas de descanso, vending) genera residuos orgánicos. La ausencia de este código en los reportes del 93,75% restante de las empresas indica que, operativa y administrativamente, este flujo no se está tratando como residuo industrial, sino que se integra en la gestión de residuos asimilables a domésticos (fracción resto).

Implicaciones Estratégicas

Esta práctica habitual presenta dos implicaciones estratégicas:

Implicación Normativa

La Ley 7/2022 avanza hacia la obligatoriedad de la recogida separada de biorresiduos también en grandes generadores y zonas asimilables.

Oportunidad de Valorización

Actualmente, este volumen "oculto" de materia orgánica acaba mayoritariamente en vertedero o incineración al ir mezclado con la basura general. Su segregación en origen (mediante el "quinto contenedor" o compostaje in situ) permitiría su valorización mediante compostaje o biometanización, reduciendo significativamente la tonelada de basura que paga canon de vertido.

En el caso específico del sector hostelería (ese 6,25% que sí lo gestiona), la frecuencia es "bajo demanda", sujeta a la estacionalidad de los eventos.

8.1 Residuos No Peligrosos (continuación)

Residuos Especiales No Peligrosos: Construcción y Similares (Códigos LER 17)

Dentro del sector de servicios técnicos avanzados (control de calidad de materiales), se ha identificado un punto de generación singular por su naturaleza y volumen. Aunque representa únicamente el **6,25%** de la muestra (una sola empresa especializada), su impacto en la huella de residuos del polígono es desproporcionado debido a la alta densidad de los materiales descartados.

Este perfil genera flujos de residuos correspondientes al Capítulo 17 de la lista LER (Residuos de la construcción y demolición), específicamente:

- **Hormigón:** Código LER 17 01 01.
- **Mezclas bituminosas (Asfalto):** Código LER 17 03 02.
- **Tierras y piedras:** Código LER 17 05 04.

Desafío Técnico (Códigos Espejo)

- ❏ Es crítico señalar que tanto las tierras como los asfaltos son residuos susceptibles de ser clasificados como peligrosos si contienen sustancias contaminantes (pasando a ser LER 17 05 03* o LER 17 03 01* respectivamente). Esto obliga al generador a realizar caracterizaciones analíticas periódicas para certificar la no peligrosidad y asegurar su admisión en plantas de tratamiento de inertes.

Adicionalmente, esta actividad reporta la generación de **Pilas y Acumuladores** (vinculados a equipos de medición técnica), clasificables como LER 20 01 33 (alcalinas) o 20 01 34* (con mercurio/litio), requiriendo un canal de gestión diferenciado de los RCD.

Impacto Económico y Operativo

La gestión de estos residuos presenta la estructura de costes más elevada de todo el estudio, superando los **10.000 € anuales** en un solo punto de generación. Esto se debe al elevado peso específico del material (que encarece el transporte y canon de vertido) y a su gestión logística "bajo demanda": los residuos se acumulan en contenedores de obra (6m³ o similares) hasta completar carga, lo que requiere espacio físico dedicado en las instalaciones.

8.1 Residuos No Peligrosos (continuación)

Residuos de Equipamiento y Materiales Diversos

Más allá de los flujos convencionales, el diagnóstico ha identificado corrientes de residuos altamente específicos derivados de la especialización productiva del polígono. Estos materiales requieren protocolos de gestión avanzados debido a su composición mixta o su regulación específica.

A. Residuos de Automoción (Neumáticos y Componentes)

Las actividades vinculadas a la gestión de flotas y subastas de vehículos (aproximadamente el 12,5% de la muestra) generan residuos propios del final de la vida útil o mantenimiento de vehículos:

- **Neumáticos Fuera de Uso (NFU):** Clasificados bajo el código LER 16 01 03. Su gestión está estrictamente regulada bajo el principio de Responsabilidad Ampliada del Productor (RAP), requiriendo la entrega a sistemas integrados de gestión (como SIGNUS o TNU).
- **Componentes Textiles y Plásticos (Alfombrillas):** Previamente identificados erróneamente como envases, estos residuos corresponden técnicamente a Componentes no especificados (LER 16 01 22) o Textiles (LER 20 01 11). Su reto principal es que, al ser materiales compuestos (goma + textil), su reciclabilidad es baja y suelen acabar en vertedero si no se procesan para recuperación energética.

B. Residuos de Producción de Composites y Metales

El flujo industrial más significativo por volumen y valor económico proviene de la manufactura de paneles técnicos (composite de aluminio). Una sola unidad productiva aporta **más de 500 toneladas anuales** de una mezcla compleja:

Chatarra de Aluminio

LER 12 01 03 o 17 04 02

Corresponde a los recortes de metal limpio. Es un residuo de alto valor positivo (ingreso directo) que debe segregarse escurpulosamente para no perder su cotización de mercado.

Panel Composite

Residuo Complejo

Se trata de un "sándwich" de láminas de aluminio con núcleo de polietileno o mineral. Su clasificación es compleja (frecuentemente gestionado como LER 12 01 05 - Virutas y rebabas de plástico, o LER 17 09 04 - Residuos mezclados).



Desafío de Economía Circular

Al estar los materiales adheridos, no se pueden reciclar por separado fácilmente sin un proceso previo de trituración y separación mecánica. Actualmente, la empresa generadora dispone de tecnología de trituración, lo que abre la puerta a separar el aluminio (venta) del núcleo plástico (valorización energética o reciclaje químico), un modelo de simbiosis interna que debe potenciarse.

8.2 Residuos Peligrosos

Aceites y Disolventes (Códigos LER 13 y 14)

El flujo de aceites y disolventes constituye una fracción líquida relevante, detectándose su generación en más de un tercio de la muestra representativa analizada. Su presencia es transversal, aunque técnicamente debemos diferenciar dos corrientes con modelos de gestión totalmente distintos:

A. Aceites Minerales y Disolventes (Residuos Peligrosos - RP)

Este bloque (Capítulos 13 y 14 LER) está vinculado estructuralmente a la actividad industrial, talleres y logística.

- **Tipología:** Aceites de motor, hidráulicos y disolventes de limpieza (LER 13 02 05* / 06* y 14 06 03*).
- **Modelos de Gestión:** Se observa una gestión profesionalizada. Las grandes flotas y empresas de renting tienden a centralizar el residuo fuera del polígono (talleres centrales), mientras que la industria manufacturera asume la gestión in situ mediante gestores autorizados privados, cumpliendo con la normativa de residuos peligrosos.

B. Aceites Vegetales (Residuos No Peligrosos - RNP)

Vinculado exclusivamente al sector servicios y hostelería (HORECA), corresponde al código LER 20 01 25 (Aceites y grasas comestibles).

- **Gestión Municipal (Buenas Prácticas):** Se ha identificado que los pequeños generadores de este residuo (con volúmenes bajos, en torno a 20 litros/mes) aprovechan correctamente la infraestructura municipal, depositando el residuo en los contenedores específicos de recogida de aceite vegetal situados en la vía pública o puntos limpios.
- **Valorización:** Esta práctica garantiza que el aceite no acaba en el alcantarillado ni en la basura general, permitiendo su posterior transformación en biodiésel a través del circuito de gestión municipal.

Conclusión

El polígono presenta una dualidad eficiente: mientras la gran industria contrata gestores privados para sus fluidos peligrosos, el sector servicios se apoya en la red pública de recogida selectiva para el aceite vegetal, maximizando así la recuperación sin incurrir en sobrecostos logísticos para pequeños volúmenes.

Envases Contaminados (Códigos LER 15 01)

La generación de envases que han contenido sustancias peligrosas (y que, por tanto, mantienen esa peligrosidad) se ha identificado específicamente en el **12,5%** de las empresas de la muestra. Aunque su prevalencia es menor que la del cartón o el plástico convencional, su gestión es crítica debido a las implicaciones de seguridad y normativa ambiental.

El perfil de generación es dual y está vinculado a actividades muy especializadas:

1. **Sector Formación y Metalmecánico:** Generación derivada de talleres de mantenimiento o actividades formativas, consistente principalmente en latas de disolventes, pinturas o adhesivos vacíos.
2. **Sector Biotecnológico:** Generación de envases de reactivos y productos de laboratorio.

Diagnóstico de Volúmenes

A diferencia de los residuos de proceso, los volúmenes reportados son muy bajos y de generación discontinua (frecuencias bianuales o bajo demanda). Sin embargo, el coste unitario de gestión es elevado al requerir tratamiento específico de desclasificación o inertización.

Clasificación Técnica (LER)

El código marco para este flujo es el **LER 15 01 10*** (Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas). Dependiendo del material constituyente del envase, podrían desglosarse específicamente en:

- LER 15 01 04* (Envases metálicos contaminados).
- LER 15 01 05* (Envases de plástico contaminados).

Nota sobre exclusiones: Se han segregado de este apartado los residuos de componentes de automoción (como alfombrillas o textiles impregnados), ya que su gestión corresponde al Capítulo 16 (Residuos de vehículos) y no al flujo de envases, evitando así distorsiones en el cálculo de las tasas de reciclaje de envases.

Residuos de Pintura y Adhesivos (Código LER 08 01)

Dentro de la categoría de residuos químicos específicos, se ha identificado la generación de residuos de recubrimientos (pinturas, barnices y adhesivos) en el **6,25%** de la muestra analizada. Este perfil de generación no está asociado a líneas de producción industrial continua (como cabinas de pintura automotriz), sino que se vincula a actividades de servicios técnicos, formación sectorial y talleres de demostración práctica.

Desde el punto de vista de la clasificación técnica, este flujo se encuadra en el Capítulo 08 de la lista LER. Aunque existe la variante no peligrosa (LER 08 01 12), la práctica preventiva industrial y la naturaleza de los productos habitualmente utilizados en el sector metalmecánico obligan a gestionar este residuo mayoritariamente bajo el código **LER 08 01 11*** (Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas).

Implicaciones Operativas y de Seguridad

A pesar de no representar un volumen masivo en toneladas, la gestión de este residuo presenta desafíos críticos de seguridad industrial que no aplican a otros flujos del polígono:

Riesgo de Inflamabilidad

La presencia de disolventes volátiles exige un almacenamiento en contenedores estancos, alejados de fuentes de calor y en zonas ventiladas (cumplimiento APQ).

Toxicidad por inhalación

Su manipulación requiere EPIs específicos, diferenciándose de la gestión de residuos sólidos inertes.

Conclusión

Se trata de un residuo "nicho" derivado de la actividad de soporte y capacitación técnica del polígono. Su correcta gestión es un indicador de madurez en seguridad industrial, ya que requiere protocolos más estrictos que los aplicados a residuos de mayor volumen pero menor peligrosidad.

8.2 Residuos Peligrosos (continuación)

Baterías y Acumuladores (Código LER 16 06 y 20 01)

La generación de residuos de almacenamiento energético ha sido reportada por el **12,5%** de las empresas de la muestra. Aunque el porcentaje de generadores es moderado, es fundamental distinguir operativamente entre dos flujos que, a menudo, se confunden bajo el mismo epígrafe pero que requieren canales de gestión opuestos:

A. Baterías Industriales y de Automoción (Residuos Peligrosos)

Vinculado específicamente a empresas de gestión de flotas, subastas de vehículos y automoción.

- **Residuo:** Baterías de arranque (Plomo-Ácido).
- **Clasificación Técnica:** Corresponden al código LER 16 06 01* (Baterías de plomo). Son residuos peligrosos por su contenido en ácido sulfúrico y plomo.
- **Gestión:** Están sujetas al principio de Responsabilidad Ampliada del Productor (RAP). Su gestión suele ser positiva (el residuo tiene valor de mercado por el plomo recuperable) si se canaliza a través de gestores autorizados.

B. Pilas y Acumuladores Portátiles (Residuos de Oficina/Servicios)

Vinculado a entidades de formación, oficinas y servicios técnicos.

- **Residuo:** Pilas alcalinas, de botón o baterías de litio de equipos electrónicos.
- **Clasificación Técnica:**
 - LER 20 01 33: Pilas y acumuladores no peligrosos (Alcalinas estándar).
 - LER 20 01 34*: Si contienen mercurio o metales pesados (Peligrosos).
 - LER 16 06 05: Otras pilas y acumuladores.
- **Gestión:** A menudo se generan en volúmenes muy pequeños ("goteo"). El riesgo detectado es que, al ser pequeñas cantidades, acaben en papeleras de oficina (residuo resto) en lugar de en los contenedores específicos de recopiladores (tipo Ecopilas).

Diagnóstico

Existe una clara dualidad. El residuo de automoción (grande y valioso) tiende a gestionarse bien por su valor económico. El residuo portátil (pequeño y sin valor para el poseedor) es el que presenta mayor riesgo de gestión incorrecta por negligencia o falta de contenedores accesibles en las oficinas.

Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE - Código LER 16 02)

La generación explícita de RAEE ha sido reportada únicamente por el **6,25%** de la muestra (correspondiente al sector de servicios corporativos y formación). Sin embargo, dada la digitalización transversal de todas las actividades del polígono (logística, oficinas, laboratorios), se estima que existe una **generación latente no declarada significativa**.

El flujo identificado se vincula estrictamente a la obsolescencia de equipamiento de ofimática y soporte administrativo, no a procesos industriales. Su clasificación técnica se bifurca según la composición interna de los equipos:

- **RAEE Peligroso (LER 16 02 13*)**: Incluye equipos que contienen componentes peligrosos. En un entorno de oficinas, esto se refiere típicamente a monitores y pantallas (por las lámparas de retroiluminación o componentes antiguos), SAIs (Sistemas de Alimentación Ininterrumpida) o equipos con acumuladores integrados.
- **RAEE No Peligroso (LER 16 02 14)**: Resto de equipamiento desechado (cables, periféricos, servidores sin componentes peligrosos, grandes electrodomésticos de vending).

Diagnóstico de Gestión ("El Síndrome del Almacenamiento")

La baja tasa de reporte sugiere que la mayoría de las empresas opta por el acopio indefinido de equipos informáticos obsoletos en sus propias instalaciones por falta de un canal de recogida ágil, o bien que se realizan retiradas muy puntuales (cada varios años) que no se registran como flujo recurrente. Esto representa una oportunidad para organizar **campañas de recogida "puerta a puerta" anuales** de material informático.

9. Análisis de Prácticas de Gestión Actuales

Separación en Origen y Segregación de Residuos Etiquetado de Contenedores

La auditoría visual de los medios de almacenamiento revela un nivel de madurez normativa elevado en el polígono. El **87,5%** de las empresas de la muestra reporta que sus contenedores de residuos disponen de un etiquetado correcto, identificando explícitamente el nombre del residuo y, en su caso, el código LER y pictogramas de peligrosidad correspondientes.

Este alto grado de formalización (superior a la media habitual en polígonos mixtos) constituye una fortaleza sistémica: indica que la infraestructura básica para la segregación ya está instalada, lo que reducirá significativamente las barreras de entrada para implementar los proyectos de recogida mancomunada propuestos en este informe.

Análisis de la Brecha Operativa (Etiqueta vs. Destino)

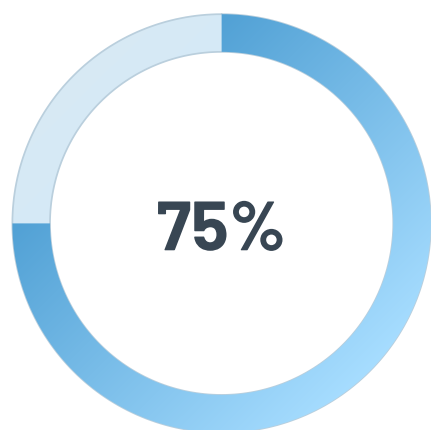
No obstante, el diagnóstico técnico advierte que el etiquetado es una condición necesaria pero no suficiente. Se ha detectado un riesgo latente de desconexión entre la señalética y el destino final, particularmente en la gestión de fluidos:

- Existe el riesgo de que la correcta identificación del residuo en origen (ej. "Aceite") no discrimine suficientemente en el momento de la deposición si el destino debe ser el canal municipal (válido solo para aceites vegetales no peligrosos) o el gestor autorizado (obligatorio para aceites minerales).
- **Recomendación:** Se sugiere evolucionar del "etiquetado de producto" al "etiquetado de instrucción", donde el contenedor indique no solo qué contiene, sino cuál es su vía de evacuación (ej. etiqueta verde para circuito municipal, etiqueta roja para gestor privado), minimizando así errores humanos en residuos con denominaciones similares.

Formación en Segregación de Residuos

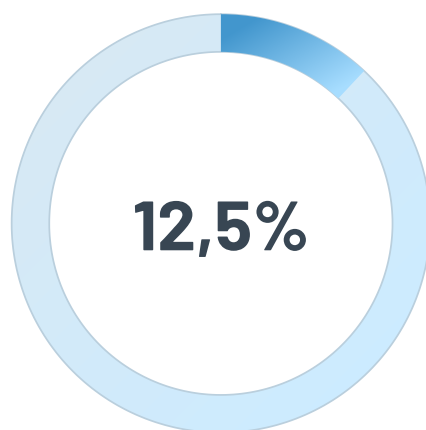
La eficacia de cualquier plan de gestión de residuos depende, en última instancia, del factor humano. La segregación en origen no se logra solo con contenedores, sino con la competencia técnica de quien deposita el residuo. El análisis de la capacitación en el polígono arroja un escenario mayoritariamente positivo, aunque con bolsas de ineficiencia latente.

Estado de la Formación



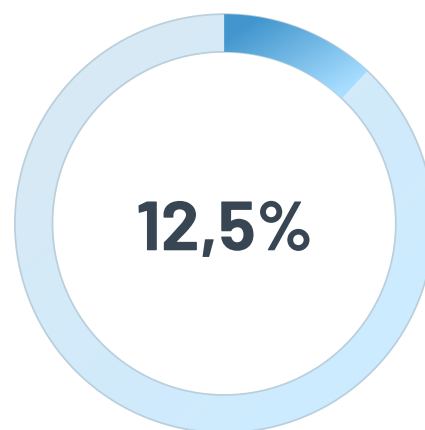
Nivel Óptimo

Empresas donde todo el personal relevante ha recibido instrucción específica sobre segregación



Nivel Parcial

Empresas con formación incompleta (solo parte de la plantilla)



Sin Formación

Empresas sin capacitación específica en gestión de residuos

- **Nivel Óptimo (75%):** Tres cuartas partes de las empresas encuestadas confirman que "todo el personal relevante" ha recibido instrucción específica sobre cómo segregar los residuos. Esto indica una cultura base consolidada.
- **Nivel Parcial (12,5%):** Un segmento minoritario reporta formación incompleta (solo parte de la plantilla). Esto representa un riesgo operativo, ya que la rotación de personal o la falta de estandarización pueden derivar en mezclas indebidas en los contenedores.

Conclusión

Aunque la media ponderada del polígono sugiere un nivel moderadamente adecuado, la existencia de actores industriales sin capacitación justifica la implementación de un **Programa de Formación Sectorial** impulsado por la entidad gestora, enfocado no en teoría normativa, sino en operativa práctica de segregación para operarios de planta.

Almacenamiento de Residuos

Problemas de Almacenamiento

El dimensionamiento de las zonas de acopio temporal de residuos (Zatr) representa un cuello de botella operativo para un segmento crítico del polígono. Si bien el 62,5% de las empresas declara disponer de espacio adecuado para la gestión actual, el análisis identifica tensiones logísticas en casi el 30% de la muestra, desglosado de la siguiente manera:

- **Déficit Estructural de Espacio (18,75%):** Empresas donde la generación de residuos supera la capacidad física de almacenamiento, obligando a retiradas frecuentes o generando desorden operativo.
- **Saturación por Picos de Actividad (6,25%):** Empresas que sufren desbordamientos puntuales asociados a campañas o estacionalidad.

Análisis de Perfiles Vulnerables

El diagnóstico cualitativo de los casos con problemas de espacio revela tres arquetipos que requieren soluciones diferenciadas:

1	2	3
Distribución y Logística Volumen vs. Espacio Se identifica un perfil de empresa distribuidora donde la acumulación de palets y envases voluminosos compite con el espacio de mercancía. Aquí, el residuo es "aire" (cartón y plástico sin compactar), por lo que la solución no es más espacio, sino tecnología de reducción de volumen (prensas).	Servicios y Hostelería Restricción Física Pequeñas instalaciones donde la generación de múltiples fracciones (vidrio, orgánico, envases) choca con la falta de metros cuadrados en naves diseñadas para el servicio, no para el almacenaje.	Montajes y Estructuras Gestión Deslocalizada Se ha detectado una estrategia operativa consistente en "dejar el residuo en las instalaciones del cliente" tras el servicio. Aunque esto alivia el problema de espacio en el polígono, plantea un riesgo de trazabilidad y pérdida de control sobre el destino final del material, además de externalizar la responsabilidad ambiental.

Soluciones Tecnológicas Identificadas: Únicamente el 6,25% de la muestra ha resuelto sus problemas de volumen mediante la incorporación de maquinaria de trituración/compactación interna. La extensión de esta práctica al segmento con problemas de espacio es la vía de intervención prioritaria.

9. Análisis de Prácticas de Gestión Actuales (continuación)

Equipamiento para Optimización de Gestión

El análisis del equipamiento instalado para la pre-tratamiento y acondicionamiento de residuos revela un bajo nivel de tecnificación en el polígono. La gran mayoría de las operaciones se basan en el almacenamiento pasivo (contenedores simples) sin procesos intermedios de reducción de volumen o densificación.

El inventario tecnológico de la muestra arroja la siguiente distribución:

- **Nivel Básico (Sin Equipamiento):** El 62,5% de las empresas declara operar sin ningún tipo de equipamiento específico, dependiendo exclusivamente de la frecuencia de recogida para liberar espacio.
- **Nivel Intermedio (Contenedorización):** Un 25% dispone de contenedores de segregación específicos, lo que facilita la clasificación pero no optimiza el volumen.
- **Nivel Avanzado (Procesamiento):** Únicamente el 12,5% de la muestra cuenta con maquinaria de transformación in situ. Esto incluye una trituradora industrial (vinculada a la fabricación de paneles) y una evaluación de prensa compactadora en el mismo sector manufacturero.

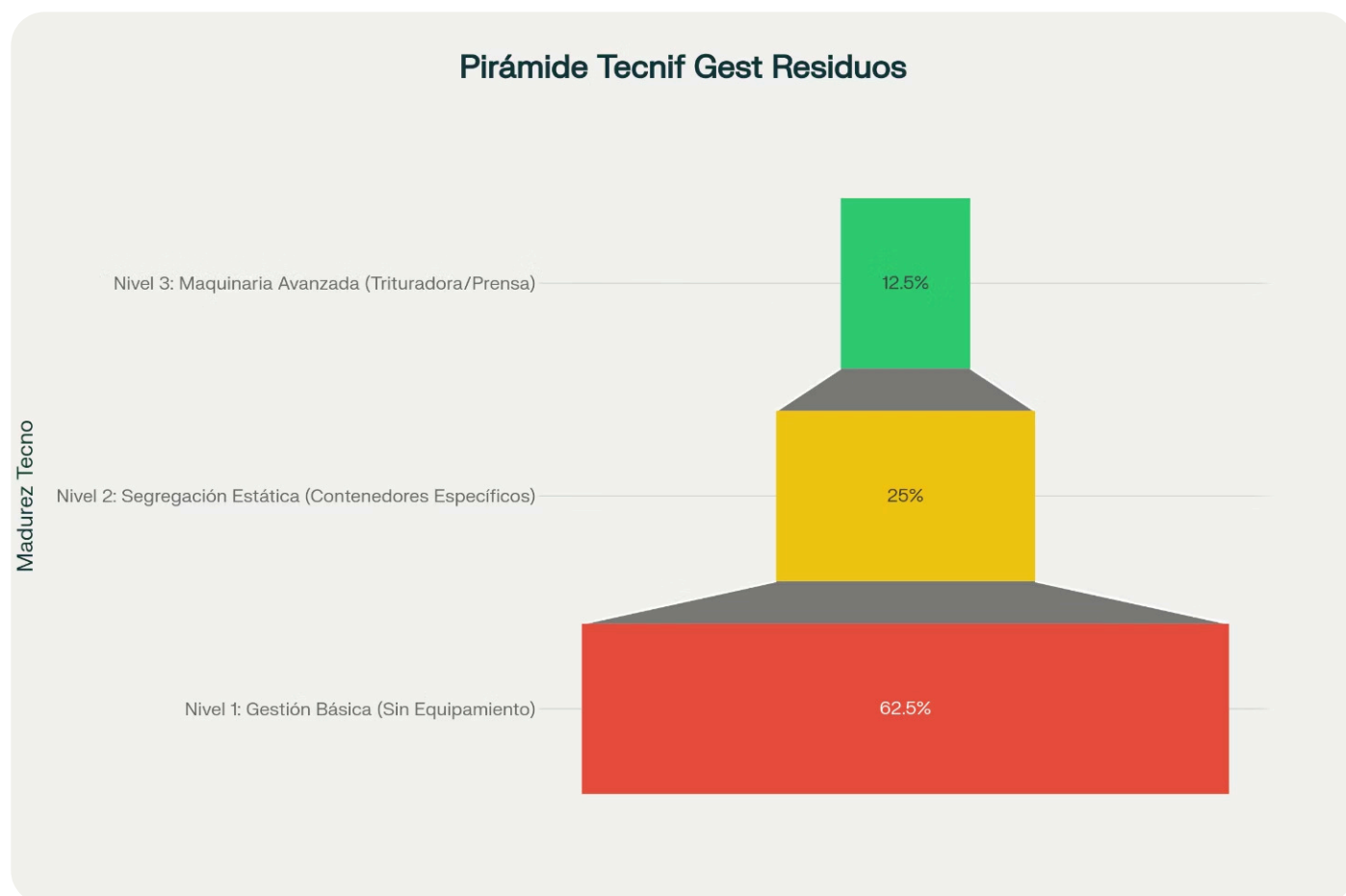


Figura 16. Jerarquía tecnológica de la gestión de residuos. La amplia base de la pirámide (62,5% en rojo) evidencia una gestión manual y poco optimizada. El objetivo de la EGM debe ser ensanchar la cúspide (verde), facilitando el acceso a tecnología de compactación que reduzca la huella logística del polígono.

Déficit Crítico: La Paradoja Logística

Se identifica una ineficiencia estructural grave en el sector de logística y distribución. Estas empresas, que son las mayores generadoras de residuos de baja densidad (papel, cartón, film plástico), carecen casi en su totalidad de prensas compactadoras.

Impacto Económico: Al no compactar, estas empresas están transportando "aire". Un contenedor de cartón sin prensar transporta apenas una fracción del peso que podría llevar compactado, multiplicando el número de viajes necesarios y los costes de transporte asociados.

Oportunidad de Inversión Compartida

Dada la barrera de entrada que supone el coste de una prensa industrial para una PYME individual, la situación presenta las condiciones ideales para una solución de **Simbiosis Industrial**. La adquisición mancomunada o el uso compartido de una o dos prensas compactadoras (ubicadas en puntos estratégicos o en un "hub" de residuos) beneficiaría directamente a ese 60-70% de empresas que hoy gestionan volúmenes ineficientes, amortizando la inversión mediante el ahorro directo en costes de transporte.

Oportunidad de simbiosis: La adquisición colectiva de una o dos prensas compactadoras compartidas podría beneficiar a 8-10 empresas, reduciendo significativamente los costes de gestión y los problemas de almacenamiento.

Gestión de Residuos y Costes

Estructura de Gestores Autorizados

El análisis de los gestores de residuos identificados en el polígono revela un patrón de fragmentación y falta de coordinación:

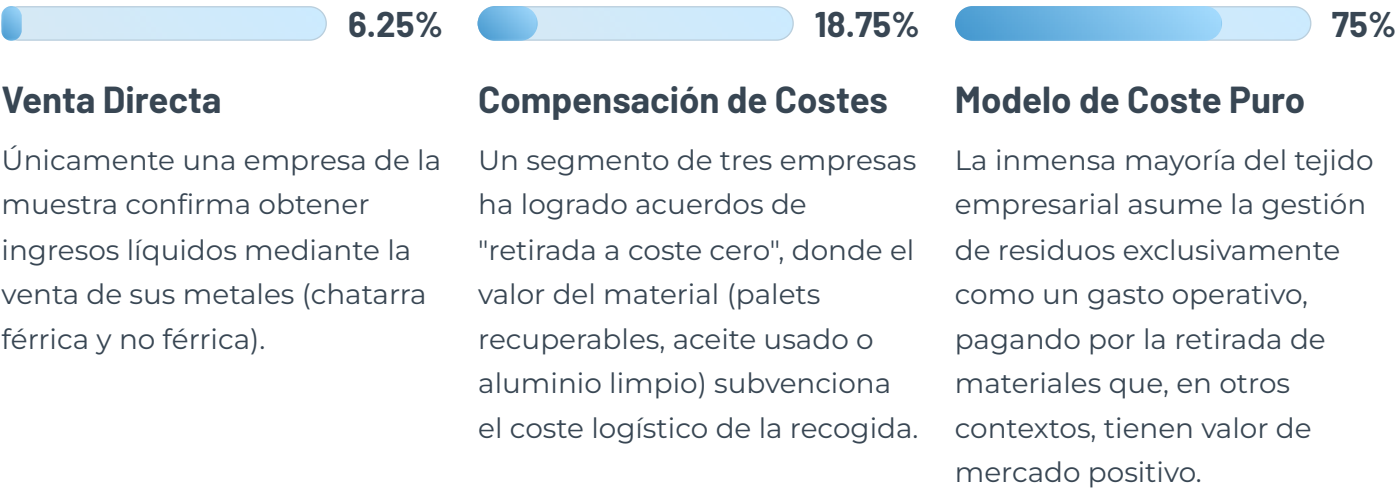
Este panorama muestra una alta fragmentación, con cada empresa contratando gestores diferentes según sus necesidades específicas. Aunque en algunos casos esto es necesario (residuos de construcción requieren gestores especializados diferente a los de aceites), en muchos otros casos hay oportunidades de consolidación de volúmenes y negociación conjunta.

Dinámicas de Valorización y Recuperación de Valor

El indicador más exigente para medir la madurez circular de un polígono no es cuánto recicla, sino cuántas de sus empresas logran transformar el residuo en un activo económico. El análisis financiero de los flujos de salida revela un escenario de oportunidades latentes masivas.

Radiografía de la Rentabilidad del Residuo

Actualmente, el modelo predominante sigue siendo lineal (pagar por eliminar). Solo una minoría cualificada ha logrado invertir la ecuación económica:



Posicionamiento Económico ante Residuo

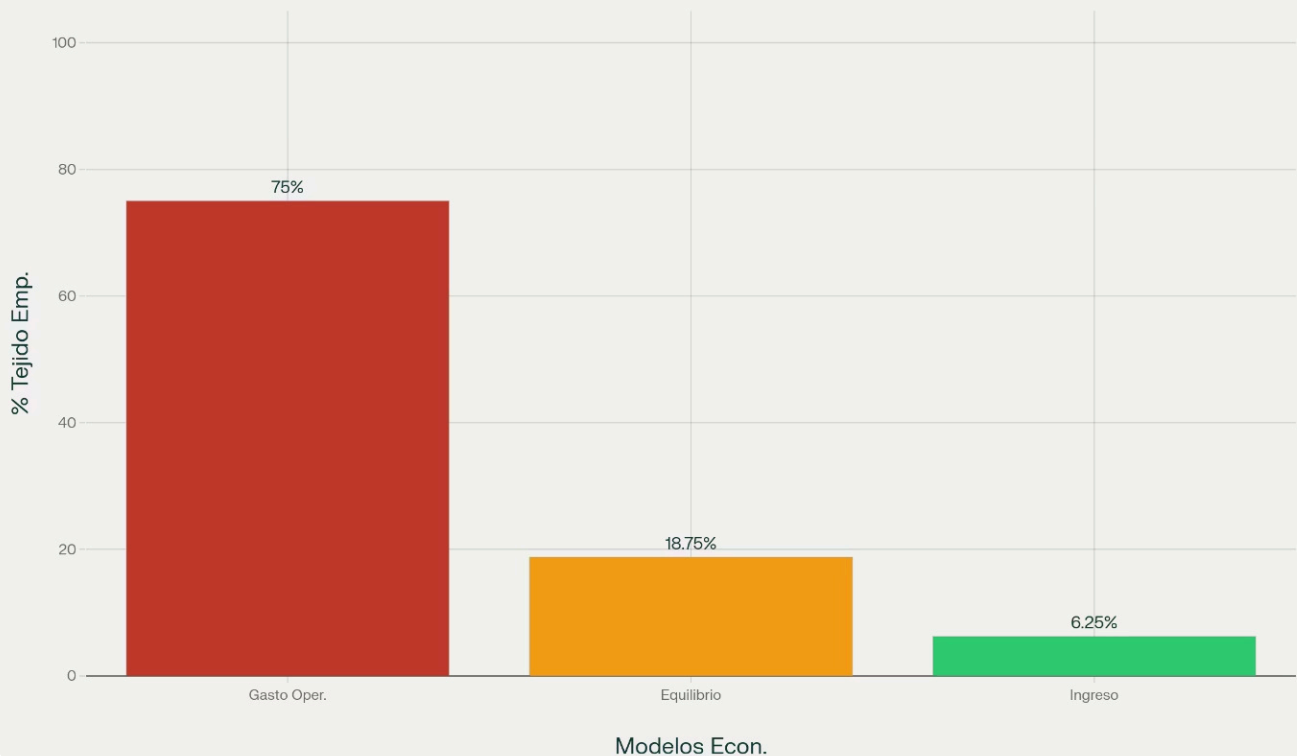


Figura 17. Modelos económicos de gestión. El gráfico evidencia el predominio del modelo lineal de "pago por vertido" (rojo). El objetivo estratégico de la EGM es migrar al 75% de las empresas hacia las zonas amarilla y verde, mediante la consolidación de volúmenes que den acceso a los mercados de compra-venta de materiales.

Análisis de Ineficiencias (El "Lucro Cesante")

El dato de que apenas el 25% de las empresas participe en modelos de recuperación de valor sugiere una desconexión estructural con los mercados secundarios de materias primas. Se han identificado tres factores causales:

1. **Falta de Masa Crítica Individual:** Pequeños generadores de cartón/metal no resultan atractivos para los recuperadores si negocian individualmente.
2. **Asimetría de Información:** Desconocimiento del valor de cotización de materiales como el cartón o el plástico film limpio.
3. **Gestión Administrativa:** La inercia de contratar "un gestor para todo" impide separar los flujos valiosos.

10. Análisis del Potencial de Simbiosis Industrial

Concepto de Simbiosis Industrial Aplicado al Polígono

La **simbiosis industrial** trasciende la gestión tradicional de residuos para convertirse en una estrategia de competitividad territorial. Se define como la colaboración operativa entre empresas geográficamente próximas para valorizar flujos de materiales, energía y servicios, transformando los desechos de una unidad productiva en recursos para otra o consolidando volúmenes para acceder a mercados de valor.

En el contexto específico del Polígono Industrial Aguamarga, la diversidad sectorial identificada en el diagnóstico (convivencia de logística, manufactura y servicios) actúa como catalizador de oportunidades. A partir de los datos recabados en la muestra representativa, las sinergias potenciales se han estructurado en torno a cinco vectores estratégicos de intervención:

01	02	03
Economía de Escala Logística	Centralización de la Contratación	Infraestructuras de Optimización Compartida
Agrupación de residuos universales de baja densidad (papel, cartón y plásticos) para transformar recogidas dispersas e ineficientes en rutas unificadas de alto volumen ("milk-runs").	Evolución de la contratación atomizada (cada empresa con su gestor) hacia licitaciones marco del polígono, reduciendo costes unitarios mediante la fuerza de compra agregada.	Habilitación de equipamiento tecnológico (prensas, trituradoras) en régimen de uso compartido para solucionar el déficit de tecnificación detectado en el 62,5% de las empresas.
04	05	
Pre-tratamiento y Densificación Local	Ecosistemas de Mercado Secundario	
Procesos de transformación in situ (trituration de madera, compactación de envases) para evitar el transporte ineficiente de "aire" y aumentar la densidad de carga.	Creación de circuitos comerciales para materiales de alto valor (como el aluminio o los RCD procesados), cambiando el paradigma de "coste de gestión" por el de "ingreso por venta".	

Oportunidades de Simbiosis por Flujos de Residuos

Sinergia 1: Circuito Integrado de Papel y Cartón

Descripción Estratégica: Esta iniciativa propone la transición de un modelo de recogida atomizado (donde cada empresa gestiona sus contenedores individualmente) hacia un sistema unificado de recogida mancomunada ("Milk-Run" o Ruta Circular). El proyecto agrupa al **68,75%** de la muestra (11 empresas identificadas), abarcando transversalmente a los sectores de logística, distribución farmacéutica, manufactura y servicios, creando la masa crítica necesaria para negociar directamente con recuperadores finales.

Estimación de Volumen y Viabilidad

Basándose en las frecuencias de retirada actuales (que oscilan entre la intensidad semanal de la distribución y la mensual de servicios), se estima un volumen consolidado objetivo de **20 a 50 toneladas mensuales**.

- **Viabilidad de Mercado:** Este volumen supera el umbral mínimo que exigen los recicladores industriales para ofrecer condiciones de compra (retorno económico) en lugar de cobro por servicio.

Mecanismo de Activación



Análisis Coste-Beneficio

Impacto Económico (El Giro de 180º)

- **Actual:** Modelo de Coste (Alquiler de contenedor + Porte + Tasa de vertido).
- **Sinergia:** Modelo de Ingreso. El valor de venta del material (rango estimado 30-80 €/ton según calidad y mercado) subvenciona el coste logístico, pudiendo

Impacto Ambiental y Operativo

- Reducción drástica de la huella de carbono: Se pasa de múltiples camiones de distintos proveedores entrando al polígono a un solo vehículo optimizado.
- Simplificación administrativa: Facturación y documentación de trazabilidad.

Sinergia 2: Gestión Unificada de Aceites y Disolventes (6 empresas)

Descripción Estratégica: Esta iniciativa plantea la unificación de la gestión de residuos peligrosos líquidos (aceites minerales, taladrinas y disolventes) generados por el **37,5%** de las empresas de la muestra. El objetivo es centralizar la contratación de un gestor autorizado único para el polígono, simplificando la compleja carga administrativa que conlleva la normativa de Residuos Peligrosos (RP) para los pequeños productores. Aunque el volumen físico agregado se estima modesto (en el rango de 0,3 a 0,5 toneladas anuales), la justificación de esta sinergia no es volumétrica, sino de **mitigación de riesgo**.

- **El Coste del Incumplimiento:** La gestión atomizada de pequeñas cantidades (ej. 20-60 litros/año) a menudo deriva en malas prácticas o almacenamiento prolongado indebido. La sanción administrativa por gestión inadecuada de residuos peligrosos puede alcanzar cifras muy superiores al coste de gestión de varios años, por lo que esta sinergia actúa como un "seguro normativo".



Contrato Marco de Recogida de RP

Selección de un gestor especializado que ofrezca tarifas planas o reducidas por ruta agrupada dentro del mismo recinto industrial.



Dotación de Infraestructura Segura

Suministro estandarizado de bidones homologados y cubetos de retención para evitar derrames accidentales en las instalaciones de las empresas participantes.



Gestión Documental Centralizada

El servicio incluye la tramitación delegada de las Hojas de Seguimiento y notificaciones a la administración ambiental (e-SIR), liberando a la PYME de esta carga burocrática.



Protocolo de Frecuencia

Establecimiento de rutas semestrales o anuales programadas, evitando que los residuos "caduquen" o se acumulen más allá de los 6 meses legales.

Análisis Coste-Beneficio

- **Impacto Normativo (Prioritario):** Garantía total de trazabilidad y eliminación del riesgo de sanciones ambientales. Convierte un foco de incertidumbre legal en un proceso auditado y seguro.
- **Impacto Económico:** Se estima una reducción del 15-25% en los costes fijos de recogida (portes) al optimizar la ruta del camión cisterna o de recogida de bidones, prorrateando el desplazamiento entre múltiples puntos de generación vecinos.
- **Impacto Operativo:** Simplificación radical de la interlocución administrativa (un solo proveedor, un solo modelo de factura).

Sinergia 3: Consolidación de Chatarra Metálica

Descripción Estratégica: Se ha identificado un clúster de generación intensiva de metales, protagonizado por una empresa manufacturera de paneles técnicos y empresas de montaje de estructuras, que conjuntamente generan un flujo masivo de metales no férricos (aluminio) y férricos (acero/hierro). El objetivo de esta sinergia es integrar estos volúmenes para saltar eslabones en la cadena de valor: pasar de entregar el material a intermediarios logísticos (pagando por ello) a venderlo directamente a fundiciones o gestores finales como materia prima secundaria de alta calidad.

Estimación de Volumen y Potencial Económico

El volumen consolidado supera las **500 toneladas anuales**, compuestas mayoritariamente por chatarra de aluminio.

- **La Paradoja Financiera:** Actualmente, este volumen se está gestionando con un coste operativo estimado entre 5.000 y 10.000 €/año.
- **El Valor Oculto:** Considerando la cotización media del aluminio en mercados secundarios (LME), que oscila conservadoramente entre 800 y 1.200 €/tonelada para chatarra limpia, el valor latente de este flujo se sitúa entre **400.000 € y 600.000 € anuales**. La sinergia busca capturar este valor que hoy se diluye en la cadena de intermediación.

Mecanismo de Activación



Segregación Avanzada en Origen

Implementación de protocolos estrictos para separar el aluminio limpio del acero y, crucialmente, del núcleo plástico (en el caso de paneles composite), ya que la mezcla penaliza drásticamente el precio de compra.



Tecnificación del Proceso

Evaluación de la instalación de una línea de trituración y separación mecánica compartida. Esto permitiría procesar los residuos complejos (paneles sándwich), liberando el aluminio para su venta directa como commodity.



Licitación de Venta

Negociación de contratos de compra-venta indexados a lonja, asegurando que el generador captura las subidas del mercado de metales.

Análisis Coste-Beneficio

- **Impacto Económico (Transformacional):** Es la iniciativa con mayor retorno de la inversión (ROI). Transforma una partida de gasto en la principal fuente de ingresos "verdes" del polígono.
- **Impacto Ambiental:** Cierre del ciclo del aluminio infinito. Cada tonelada de aluminio reciclado ahorra el 95% de la energía necesaria para producir aluminio primario, constituyendo n argumento de peso para la certificación de Huella de Carbono Neutra.

Sinergia 4: Residuos de Construcción y Materiales Similares

Descripción Estratégica: El diagnóstico ha identificado un polo de generación intensiva de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) vinculado a las actividades de control de calidad y tecnología de materiales presentes en el polígono. Esta sinergia propone transformar la gestión actual (basada en la eliminación en vertedero de inertes) hacia un modelo de producción de áridos reciclados, integrando estos materiales en la cadena de suministro de obras locales de mantenimiento vial y urbanización.

Estimación de Volumen y Viabilidad

Aunque la generación se concentra en puntos específicos (representando el 6,25% de la muestra), el impacto másico es muy elevado.

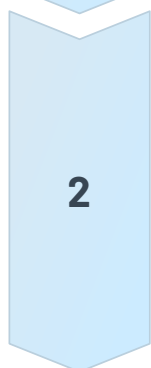
- **Indicador de Escala:** Los costes de gestión actuales superan los 10.000 € anuales por unidad generadora, lo que, correlacionado con las tarifas de vertido de inertes, sugiere un movimiento de tierras y escombros (hormigón, asfalto, probetas) superior a las **100-500 toneladas/año**.
- **Potencial de Mercado:** Existe una demanda creciente de áridos reciclados para cumplimiento de cuotas de sostenibilidad en licitaciones de obra pública (Ley 9/2017 de Contratos del Sector Público).

Mecanismo de Activación



Caracterización y Clasificación en Origen

Protocolo estricto para garantizar que el material (hormigón curado, asfalto) está libre de impropios, convirtiéndolo en subproducto apto para valorización.



Procesamiento Local (Dos Escenarios)

Escenario A (Intermedio): Acuerdos con plantas de machaqueo móviles o gestores de RCD cercanos para la retirada valorizada.

Escenario B (Avanzado): Instalación de una planta piloto de trituración y clasificación de áridos en el polígono, permitiendo la venta directa del material procesado (zahraras recicladas) a empresas de conservación de carreteras y constructoras locales.

Análisis Coste-Beneficio

- **Impacto Económico:** Conversión radical del modelo de negocio. Se elimina el coste de vertido (tasa de entrada + transporte a vertedero) y se genera un ingreso por venta de árido reciclado (precio de mercado estimado: 5-15 €/tonelada).
- **Impacto Ambiental:** Sustitución de árido natural (recurso extractivo finito) por material secundario, reduciendo la huella de carbono de las obras del entorno.
- **Sinergias Cruzadas:** Aprovechamiento de la flota de transporte y logística del propio polígono para la distribución del material final.

Sinergia 5: Gestión Integrada de RAEE y Baterías

Descripción Estratégica: Actualmente, la generación detectada es difusa: por un lado, flujos constantes de baterías de plomo en el sector automoción; por otro, una generación "silenciosa" de equipamiento informático obsoleto en oficinas y pequeños electrodomésticos en hostelería.

El objetivo es establecer un **Sistema de Recogida Agrupada** que acabe con el "síndrome del almacenamiento indefinido" (equipos viejos guardados en armarios por no gestionar su retirada) y garantice el cumplimiento de la normativa de Responsabilidad Ampliada del Productor (RAP).

Estimación de Volumen y Caracterización

Aunque el tonelaje total estimado es moderado (< 5 toneladas/año), el flujo se compone de dos fracciones de alto interés estratégico:

- **Fracción Pesada (Baterías de Automoción):** Generada por empresas de gestión de flotas. Es un residuo con valor positivo (ingreso) si se consolida.
- **Fracción Tecnológica (IT y Ofimática):** Generada transversalmente por los servicios corporativos y de formación. Aunque de bajo peso, contiene Materiales Críticos (tierras raras, oro, litio).

Mecanismo de Activación

1

Modelo de Campaña ("Semana del Reciclaje Tecnológico")

En lugar de un punto fijo permanente (que requiere licencia de gestor), se organizan dos recogidas anuales intensivas. Se habilita un punto de acopio temporal en una zona común o empresa colaboradora logística durante 48 horas.

2

Protocolo de Segregación Dual

Línea A (Peligrosos):

Baterías de plomo, monitores, SAls (gestión mediante jaulas de seguridad).

Línea B (No Peligrosos):

Cables, periféricos, pequeños electrodomésticos.

3

Valor Añadido (Seguridad Digital)

El contrato con el gestor incluirá obligatoriamente la emisión de Certificados de Destrucción Segura de Datos para los discos duros y memorias, incentivando así a las empresas a deshacerse de sus activos informáticos viejos sin miedo a fugas de información.

Análisis Coste-Beneficio

- **Impacto Normativo:** Garantiza la trazabilidad exigida por el RD 110/2015 sobre RAEE, evitando que estos residuos acaben en la chatarra convencional (infracción común).
- **Impacto Económico:** La consolidación de las baterías de plomo (automoción) permite negociar un retorno económico que puede subvencionar el coste de retirada del material informático.
- **Impacto Ambiental:** Recuperación de Materias Primas Críticas (CRMs). Un gestor especializado recupera cobre, oro y litio, reduciendo la dependencia extractiva.

Oportunidades Transversales de Simbiosis

Plataforma de Intercambio de Información y Coordinación

Descripción Estratégica: La barrera principal para la simbiosis industrial no suele ser técnica, sino informativa: las empresas desconocen que su vecino tiene la solución a su problema. Esta línea de acción propone la creación de un canal estructurado de intercambio de información (físico y digital) para visibilizar y conectar la "capacidad ociosa" del polígono.

El objetivo es transformar activos fijos infrautilizados en servicios compartidos, generando ingresos extra para el poseedor y ahorros para el usuario.

Catálogo de Intercambios Potenciales (Mapeo de Oportunidades)

A partir de los recursos identificados en el diagnóstico, se detectan cuatro flujos de colaboración inmediata:



Logística Inversa y Fletes Compartidos

Recurso: Empresas de montaje y eventos que movilizan flotas de transporte propias, a menudo con retornos en vacío.

Oportunidad: Ofrecer esa capacidad de carga para retirar residuos segregados de otras PYMES vecinas en el viaje de vuelta, reduciendo costes de transporte externos.



Buffer de Almacenamiento

Recurso: Operadores logísticos con fluctuaciones de stock y espacio disponible temporal en estanterías.

Oportunidad: Ofrecer servicios de "consolidación temporal" de residuos limpios (palets, cartón) para empresas con problemas de espacio, permitiendo acumular carga hasta llenar un tráiler completo.



Maquinaria como Servicio (MaaS)

Recurso: Unidades productivas con equipamiento de trituración o compactación que no opera al 100% de capacidad.

Oportunidad: Abrir el uso de esta maquinaria a terceros (mediante tarifa por uso) para densificar materiales (plásticos, maderas) de empresas colindantes antes de su expedición.



Sincronización de Rutas

Recurso: Múltiples operadores de paquetería entrando al polígono.

Oportunidad: Coordinación de horarios y zonas de carga/descarga para evitar congestión y optimizar la recogida capilar de residuos.

Mecanismo de Activación



Fase 1 (Analógica - Inmediata)

Constitución de la Mesa de Gerentes, con reuniones trimestrales de "oferta y demanda" donde se actualiza el inventario de capacidades disponibles.

Fase 2 (Digital)

Habilitación de un repositorio simple en la nube (Intranet del Polígono) donde las empresas publican sus recursos (ej. "Tengo 50 huecos de palet libres este mes" o "Tengo trituradora disponible los viernes").

Beneficios Estratégicos

- **Eficiencia Operativa:** Maximización del uso de activos industriales (ROA). Una máquina parada es un coste; una máquina compartida es un ingreso.
- **Resiliencia Local:** Reducción de la dependencia de proveedores lejanos.
- **Cohesión Empresarial:** Fomenta la confianza necesaria para proyectos más complejos.

Servicios Compartidos de Segregación y Almacenamiento

Descripción Estratégica: El diagnóstico ha revelado una carencia estructural: la mayoría de las PYMES carecen de espacio para acopiar residuos y de capital para adquirir maquinaria de compactación. Esta sinergia propone la creación de un **Hub Logístico de Residuos (Eco-Parque)** dentro del propio polígono. Se trata de una instalación compartida que actúa como "pulmón operativo", permitiendo a las empresas externalizar la gestión física de sus residuos sin que estos salgan del recinto industrial hasta que sea rentable transportarlos.

Alcance Operativo y Flujos Candidatos

La instalación se diseña para recepcionar, pre-tratar y consolidar los cuatro flujos principales detectados:

Papel, Cartón y Plásticos (Film)

Densificación mediante prensa compartida. Objetivo: pasar de transportar "aire" a expedir balas de alta densidad.

Maderas

Trituración de palets rotos y embalajes voluminosos para reducir su volumen en ratio 4:1.

Metales

Zona de clasificación manual/mecánica para separar aluminio de acero, incrementando el valor de venta.

Residuos "Huérfanos"

Punto de acopio para pequeñas cantidades de peligrosos (aceites, baterías) hasta alcanzar volumen de recogida.

Mecanismo de Activación (Modelo de Gestión)

01

Recepción y Pesaje

Las empresas depositan sus residuos segregados (modelo "Punto Limpio Industrial") o solicitan recogida interna. Se registra digitalmente la entrada (trazabilidad).

02

Valorización In Situ

El operador del centro procesa el material (compacta, tritura, clasifica).

03

Comercialización Conjunta

El centro actúa como Central de Ventas, acumulando el material de 20-30 empresas hasta llenar tráileres completos que se venden directamente a plantas de reciclaje final.

Análisis Coste-Beneficio

- **Impacto Económico:** Reducción estimada del **30-50%** en costes de gestión para las empresas usuarias. El ahorro proviene de dos fuentes: eliminación de portes de camiones medio vacíos y acceso a tarifas de venta mayorista.
- **Impacto Social:** Creación de empleo local directo (operarios de planta y conductores) y fomento de la economía social (posible gestión por Centro Especial de Empleo).
- **Impacto Urbanístico:** Mejora de la imagen del polígono al eliminar los contenedores desbordados de las fachadas de las empresas y la vía pública.



Conclusión Final

El Polígono Industrial Aguamarga se encuentra en un punto de inflexión estratégico. Los datos del diagnóstico revelan que existe una base sólida de cumplimiento normativo y una voluntad mayoritaria de colaboración (87,5% de interés en modelos colaborativos). Sin embargo, persisten ineficiencias estructurales que están generando pérdidas económicas y ambientales evitables.

Las cinco sinergias propuestas, junto con las dos iniciativas transversales, conforman una hoja de ruta integral que permitirá al polígono transformar su modelo de gestión de residuos de un enfoque lineal (coste) a uno circular (valor), con el objetivo de reducir los costes operativos globales en un **30% para el horizonte 2030**.