

**Universidad Pública de Navarra**

**ESCUELA TECNICA SUPERIOR  
INGENIEROS AGRONOMOS**

*Nafarroako Unibertsitate Publikoa*

*NEKAZARITZAKO INGENIARIEN DE  
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKO A*

**ANÁLISIS DE LOS RESIDUOS INCLUIDOS BAJO EL CONCEPTO “BASURA  
INDUSTRIAL”, LER 160122 EN LA EMPRESA VOLKSWAGEN NAVARRA  
PARA OPTIMIZAR SU GESTIÓN FINAL**

presentado por

**JAVIER PÉREZ REYES**

*-(e)k aurkeztua*

dirigido por

**BEATRIZ SORET LAFRAYA**

**MASTER EN INGENIERÍA AGRONÓMICA  
*INGENIARITZA AGRONOMIKO MASTERRA***

**FEBRERO/2019**

## 1. Agradecimientos

Deseo expresar mis agradecimientos a todas las personas que han estado ayudándome durante la realización de este proyecto. Por un lado agradecer el apoyo recibido por parte de la empresa en la que se han podido tomar los datos Volkswagen Navarra. Ha hecho que sea posible este proyecto, y sobre todo dar gracias a tres personas de dicha empresa, Ana Isabel Moreno Twose, Coro Azcona Velaz y David Luis Dominguez Amillano. Agradecer en especial la ayuda a mi tutora Beatriz Soret Lafraya, por guiarme a lo largo de este proyecto. Por último quiero agradecer de forma especial a mi familia y amigos el apoyo y ánimo que me han dado estos años.

## 2. Resumen

En Volkswagen Navarra hay ciertos residuos denominados “basura industrial” con código LER 160122 que van a vertedero y cuya gestión no es la óptima, ya que llegan impropios al contenedor. Además, el objetivo marcado en la empresa es reducir todo lo posible aquellos residuos con destino vertedero. El objetivo de este trabajo ha sido buscar soluciones para ambos problemas analizando esta “basura industrial” para conocer su tipología, identificar los impropios y proponer alternativas a la gestión. Como resultado, se ha determinado que hay tres causas principales que conducen a la deposición de impropios. También se han planteado soluciones para estos problemas, proponiendo diez medidas para evitar la llegada de impropios y tres alternativas de gestión a la actual. Gracias al estudio exhaustivo de una de las alternativas de gestión, se ha propuesto desviar hacia el reciclaje un importante número de piezas de plástico del vehículo, evitando su depósito en vertedero.

## 3. Palabras clave

Palabras clave: basura industrial, plástico, gestión de residuos, LER, Volkswagen Navarra

Keywords: industrial waste, plastic, waste management, EWL, Volkswagen Navarra

## 4. Abstract

Volkswagen Navarra generates a certain waste called "industrial waste", which code is LER 160122, that goes directly to a landfill and whose management is not optimal since it contains materials improper to that container. Additionally, the objective of the company is to reduce such waste destined to the landfill as much as possible. The aim of this work has been finding solutions for both problems by analyzing this "industrial waste" to get to know its typology, identifying the improper ones and proposing alternatives to its management. The results allow to determine that there are three major causes of improper waste disposal. Several solutions for these problems have also been proposed by presenting 10 measures to avoid the improper waste and 3 management alternatives to the current one. Thanks to the exhaustive study of one of the management alternatives, diverting for recycling an important number of plastic pieces from the vehicle has been proposed. This avoids its deposit in landfill.

## 5. Índice

1. Agradecimientos .....	2
2. Resumen.....	3
3. Palabras clave.....	3
4. Abstract .....	3
5. Índice .....	4
6. Antecedentes y Objetivos .....	6
6.1. Antecedentes .....	6
6.1.1. Economía y medio ambiente en Europa .....	6
6.1.2. Normativa en Europa, España y la Comunidad Foral de Navarra (CFN) .....	9
6.1.3. Cantidades de residuos generados en Europa, España y la Comunidad Foral de Navarra.....	12
6.1.4. Alternativas para la gestión de los residuos.....	21
6.1.5. Problemática del plástico .....	22
6.1.6. Medio ambiente en Volkswagen Navarra .....	23
6.2. Objetivos .....	26
7. Material y Métodos.....	27
7.1. Esquema general de la metodología utilizada .....	27
7.2. Residuos englobados por el código LER 16 01 22 .....	27
7.3. Flujos de materiales en la empresa y zonas de acumulación de estos residuos .....	30
7.4. Elección puntos de seguimiento detallado (PSDs) .....	33
7.5. Forma de toma de datos .....	35
7.6. Periodicidad de la toma de datos.....	36
7.7. Toma de datos.....	36
7.8. Registro de datos.....	37
7.9. Análisis de los indicadores TBF y del registro histórico de generación de basura industrial .....	37
7.10. Análisis de datos.....	38
7.10.1. Frecuencia .....	38
7.10.2. Representatividad .....	38
7.10.3. Análisis visual .....	39
7.11. Códigos seleccionados para estudiar .....	39
7.12. Causas de deposición, propuesta de medidas y alternativas de gestión.....	39
8. Resultados y Discusión .....	40

8.1. Análisis de los indicadores TBF y del registro histórico de generación de basura industrial .....	40
8.2. Residuos encontrados en todos los contenedores .....	46
8.3. Análisis de datos.....	51
8.3.1. Frecuencia .....	51
8.3.2. Representatividad .....	63
8.3.3. Análisis visual .....	65
8.4. Códigos seleccionados para estudiar .....	66
8.5. Causas de deposición, propuesta de medidas y alternativas de gestión.....	68
8.5.1. Propuestas de medidas generales .....	68
8.5.2. Propuestas de medidas específicas.....	69
8.5.3. Alternativas de gestión.....	70
9. Conclusiones.....	73
10. Bibliografía .....	74
11. Anexos .....	77
Anexo 1. Tipos de residuos clasificados en cada código LER. ....	77
Anexo 2. Estudio de piezas de rechazo del coche.....	84

## 6. Antecedentes y Objetivos

### 6.1. Antecedentes

#### 6.1.1. Economía y medio ambiente en Europa

Durante décadas, la Unión Europea (UE) ha estado disfrutando del crecimiento en términos de prosperidad y bienestar. Sin embargo, desde hace varios años estamos inmersos en un doble desafío. Por un lado, se quiere estimular el crecimiento económico, necesario para proporcionar empleo y bienestar a los ciudadanos de los estados miembros, y por otro, garantizar el desarrollo sostenible. Compatibilizar ambos objetivos puede necesitar, por tanto, una transformación radical en diferentes ámbitos como la energía, la industria, los sistemas de transporte, o la agricultura y la pesca. Mediante dicha transformación se pretende generar riqueza y bienestar, reduciendo al mismo tiempo el impacto sobre el medio ambiente debido al uso de recursos desde el productor hasta el consumidor (Comisión Europea, 2011).

Los recursos naturales forman parte del medio ambiente y se consideran un bien de todas las personas. Todos los seres humanos se benefician de los diferentes elementos o factores medioambientales tales como la atmósfera, el clima o la biodiversidad entre otros. De igual forma, todo el planeta sufre los efectos del calentamiento global, la reducción de la capa de ozono, o la pérdida de biodiversidad (Gobierno de Navarra-Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local, 2016).

Esta dimensión global hace referencia a una gestión compartida. Los ciudadanos acceden y hacen uso de los recursos naturales, y también más concretamente, producen residuos, cuya generación en todo el planeta requiere de una visión con perspectiva global (Gobierno de Navarra-Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local, 2016).

Europa es el mayor importador neto de recursos por persona. Su economía abierta al resto de países depende en gran medida de la importación de energía y materias primas. La cantidad total de materiales utilizados directamente en la economía de la Unión en 2007 superó los 8.000 millones de toneladas (Comisión Europea, 2011). Para poder utilizar esta cantidad de materiales es necesario importarlos o extraerlos. Durante el siglo XX, la extracción de recursos materiales se multiplicó por treinta y cuatro, reduciéndose la disponibilidad de recursos naturales y subiendo el precio de las materias primas (Comisión Europea, 2011).

El sistema económico de la Unión Europea sigue basándose en el uso ineficiente de los recursos ya que sufren fugas de materiales valiosos (Comisión Europea, 2011, 2014a). Se estima que entre los años 2010 y 2050 la eficiencia en el uso de los recursos deberá ser de cuatro a diez veces mayor para poder seguir siendo sostenibles (Comisión Europea, 2011).

Algunas empresas preocupadas por estos temas han reconocido los beneficios de un uso más eficiente de los recursos, sin embargo, no todas ellas han implementado medidas para mejorar la situación actual. Por otro lado, debido al incremento de los precios de las materias primas, va a ser necesario el uso más eficiente de los recursos para aumentar la competitividad y la rentabilidad de las empresas, en definitiva una transformación (Comisión Europea, 2011).

Para fomentar esta transformación, puede ser necesario recompensar la innovación y la eficiencia de los recursos gracias al incremento de la reutilización, el reciclado y la sustitución de materiales, y al ahorro de recursos (Comisión Europea, 2011).

En ese aspecto, desde la década de los ochenta la Unión Europea ha ido dando cada vez más importancia a la protección del medio ambiente y, en consecuencia, a los recursos naturales. La razón de dicha importancia se debe a que los daños y el deterioro del medio ambiente distan mucho de estar controlados (Comisión Europea, 2000). Al fin y al cabo, la economía ha ido sustentándose en un uso intensivo de los recursos, y por tanto deteriorando el medio ambiente (Comisión Europea, 2011), habiendo cada vez más personas o grupos que exigen medidas de

protección más decididas a nivel nacional y, sobre todo, a nivel europeo (Comisión Europea, 2000).

También los datos alertan de la gravedad de la situación y de la necesidad de actuar. Cada vez cobran más importancia aquellas políticas que intentan una disociación del crecimiento económico de la generación de residuos (Ministerio de agricultura alimentación y medio ambiente, 2014).

Desde el año 2011, se tiene una visión para 2050 en la que la economía será competitiva e integradora, proporcionando un elevado nivel de vida con un impacto medioambiental mucho menor (Comisión Europea, 2011). Dicho impacto medioambiental menor se materializa, entre otras cosas, con la reducción de los desechos de la actividad económica, generando menor cantidad de residuos.

Una manera de reducir los residuos es primero prevenir su generación y después seguir la jerarquía de gestión de residuos (preparación para la reutilización, reciclado, otras formas de valorización y eliminación), en definitiva, tener la concepción del residuo como un recurso, para incorporarlo al sistema productivo (Agencia Estatal BOE, 2009; Ministerio de agricultura alimentación y medio ambiente, 2014, 2016). Además es uno de los retos clave y una obligación normativa para los estados miembros de la Unión Europea que debe ser cumplido antes de 2020 (Ministerio de agricultura alimentación y medio ambiente, 2014).

Un momento importante en cuanto al cambio de los modelos de desarrollo, que concierne a la UE, es la Cumbre para el Desarrollo Sostenible celebrada en septiembre de 2015. En ella los Estados Miembros de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) aprobaron la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. También aprobaron los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con sus correspondientes metas para poner fin a la pobreza, luchar contra la desigualdad y la injusticia, y hacer frente al cambio climático (Gobierno de Navarra, 2018a).

Los objetivos de desarrollo sostenible y la Agenda 2030 así como otros aspectos relacionados con la sostenibilidad, como la obligación de seguir la jerarquía de la gestión de los residuos para tener la concepción del residuo como recurso, han contribuido al desarrollo de un nuevo paradigma en los modelos productivos y de consumo y a lo que actualmente se denomina la Economía Circular.

La economía circular persigue que los productos, componentes y recursos en general mantengan su utilidad y su valor en todo momento (Ellen Macarthur Foundation, 2017). El concepto de economía circular va más allá de la gestión de los residuos, se trata de un cambio en el modelo económico de un sistema “extractivo” industrial de materias primas y energía a otro en el que esos materiales estén siempre en uso, o se haga un uso máximo, y haya una regeneración. Así, en cuanto a los residuos, se trata de convertirlos en materias primas, con el fin de conseguir la sostenibilidad del planeta. La legislación busca fomentar la economía circular por medio de diferentes medidas que contemplan primero prevenir la generación de residuos, y después, gracias a la llamada regla de “las tres R”: Reducir, Reutilizar y Reciclar.

Con ello, se intenta mantener el valor de los productos, los materiales y los recursos en la economía durante el mayor tiempo posible, reduciéndose al mínimo los residuos generados. Esta transformación es un reto pero a la vez puede ser una oportunidad para transformar la economía de la UE generando nuevas ventajas competitivas y sostenibles (Comisión Europea, 2015).

La UE ha marcado desde hace años las pautas sobre la economía, y más concretamente sobre la economía circular.

Ya en el año 2011, en la Comunicación de la Comisión de 20 de septiembre de 2011 “Hoja de Ruta hacia una Europa Eficiente en el Uso de los Recursos”, se indicaba algo parecido a la economía circular sin nombrarla específicamente. Explicaba que, realizar una mayor «simbiosis industrial» podría suponer un ahorro de 1.400 millones de euros al año y generar 1.600 millones de euros en ventas. Esta simbiosis industrial implica que los residuos de algunas empresas son utilizados como recursos por otras (Comisión Europea, 2011).

En el documento “Hacia una economía circular: un programa de cero residuos para Europa”, Comunicación de la Comisión de 2 de julio de 2014, ya se hablaba de economía circular.

Se explicaba que, para cumplir el programa de eficiencia en el uso de los recursos establecido de conformidad con la Estrategia Europa 2020 para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador, es necesario conseguir una economía más circular. Es posible mejorar y sostener la eficiencia en el aprovechamiento de los recursos, y puede aportar importantes beneficios económicos (Comisión Europea, 2014a).

Distintos estudios estiman una reducción de los insumos materiales necesarios entre 17 % - 24 % para 2030 gracias a la mejora de la eficiencia en el aprovechamiento de los recursos a lo largo de las cadenas de valor (Meyer, 2011).

El mejor uso de los recursos puede tener un potencial de ahorro total de 630.000 millones de euros anuales para la industria en la UE (Europe INNOVA, 2012). Investigaciones realizadas por empresas basados en la modelización a nivel del producto, estiman un crecimiento del PIB de la UE de hasta el 3,9 % como consecuencia de la creación de nuevos productos, nuevos mercados y más valor para las empresas (Ellen Macarthur Foundation, 2013).

Otro documento más reciente es “Cerrar el círculo: un plan de acción de la UE para la economía circular”, Comunicación de la Comisión de 2 de diciembre de 2015. En él se dice que, un mejor diseño, puede hacer que los productos/objetos sean más duraderos o más fáciles de reparar, actualizar o reelaborar. Además, ayudaría a los recicladores a desmontar los productos para recuperar componentes y materiales valiosos (Comisión Europea, 2015).

Para poder llegar a una economía más circular, es necesario “diseñar” residuos e incluir la innovación en toda la cadena de valor, en lugar de basarse solamente en soluciones para el final de la vida útil de un producto. Los productos tienen que rediseñarse de tal manera que se utilicen más tiempo, puedan repararse, se actualicen, se reelaboren y finalmente se reciclen, en lugar de desecharse (Comisión Europea, 2014a).

Incluso en una economía circular, es posible que haya ciertos aspectos lineales, pues hacen falta recursos primarios y hay que eliminar cierto tipo de residuos (Comisión Europea, 2014a). Sin embargo, se pretende aumentar para 2030 la tasa de reciclado de los residuos de envases hasta el 80 %, fijándose como objetivos intermedios el 60 % para 2020 y el 70 % para 2025, adoptándose además objetivos para materiales específicos. La intención es prohibir para 2025 el depósito en vertederos de los plásticos, metales, papel y cartón reciclables y de los residuos biodegradables. Por último, se quiere eliminar la práctica totalidad de los depósitos en vertederos para 2030 (Comisión Europea, 2014a).

El uso de plásticos en la UE ha crecido de manera constante, pero se recicla menos del 25 % de los residuos de plásticos recogidos, y aproximadamente el 50 % se deposita en vertederos (Comisión Europea, 2015). Es prioritario aumentar el reciclado de los plásticos para poder llegar a conseguir una economía más circular.

Se puede ver la importancia que se da desde la UE al reciclaje de los envases, y a la no deposición de los plásticos, metales, papel y cartón que se puedan reciclar en vertederos. Puntos importantes que pueden dar pautas para este trabajo.

Por otro lado, el plan de acción de la UE para la economía circular, incluye compromisos globales sobre el diseño ecológico, la elaboración de planteamientos estratégicos sobre los plásticos y las sustancias y productos químicos y acciones específicas en ámbitos como los plásticos, los residuos alimentarios, las materias primas críticas, los residuos industriales y mineros, el consumo y la contratación pública (Comisión Europea, 2015). En este trabajo influyen tanto los planteamientos estratégicos sobre los plásticos como las acciones específicas en el ámbito del plástico y de los residuos industriales.

## 6.1.2. Normativa en Europa, España y la Comunidad Foral de Navarra (CFN)

### a) Europa

El objetivo general de las políticas de gestión de residuos de la Unión Europea es reducir el impacto sobre el medio ambiente y la salud, y mejorar la eficiencia en el uso de los recursos. El objetivo a largo plazo de estas políticas es reducir la cantidad de residuos generados y, cuando la generación de residuos sea inevitable, promover los residuos como recurso y lograr niveles más elevados de reciclado y una eliminación de residuos segura (Eurostat, 2019).

El 22 de noviembre de 2016, la Unión Europea adopta y publica la Comunicación al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones el documento “Next steps for a sustainable European future - European action for sustainability” en el cual recoge la manera en que la UE asume la Agenda 2030 (Gobierno de Navarra, 2018a).

La gestión de residuos en la UE ha tenido ciertos momentos clave en los comienzos del siglo XXI. Se exponen a continuación cronológicamente:

- 2002. Sexto Programa de Acción Comunitario en Materia de Medio Ambiente, aprobado mediante la Decisión 1600/2002/CE, que incitaba a desarrollar o revisar la legislación sobre residuos, distinguiendo entre residuos y no residuos, y al desarrollo de medidas relativas a la prevención y gestión de residuos, incluyendo el establecimiento de objetivos.
- 2003. Estrategia Temática de Prevención y Reciclado de Residuos, de la UE, adoptada mediante comunicación de la Comisión de 27 mayo 2003, donde se señala el objetivo de que la UE se convierta en una sociedad del reciclado, que trate de evitar los residuos y utilizarlos como recurso.
- 2008. Directiva 2008/98/CE sobre Residuos: Directiva Marco de Residuos. Establece las bases de la actual política de gestión de residuos. Su objetivo es establecer medidas destinadas a proteger el medio ambiente y la salud humana mediante la prevención o la reducción de los impactos adversos derivados de la generación y gestión de los residuos, la reducción de los impactos globales del uso de los recursos y la mejora de la eficacia de dicho uso.
- 2011. “Hoja de Ruta hacia una Europa Eficiente en el Uso de los Recursos”, Comunicación de la Comisión de 20 de septiembre de 2011 que aspira a desvincular el crecimiento económico del incremento en la generación de residuos. El objetivo, estimular el crecimiento económico y garantizar que éste sea sostenible en un mundo con materias primas cada vez más escasas. Además, define un objetivo intermedio para 2020 en el que los residuos se gestionarán como recursos. Establece el reciclado y la reutilización como futuras opciones económicamente más atractivas para los operadores públicos y privados, ya que la recogida selectiva estará muy extendida y se habrán desarrollado ya mercados funcionales para esas materias primas secundarias.
- 2014. “Hacia una economía circular: un programa de cero residuos para Europa”, Comunicación de la Comisión de 2 de julio de 2014 que establece los puntos importantes a seguir para llegar a tener una economía circular. Define que hay que contribuir a; crear un marco político que potencie la eficiencia de los recursos en toda la UE; modernizar la política y los objetivos sobre residuos para concebir los residuos como recurso; y al establecimiento de un objetivo de eficiencia en el uso de los recursos.
- 2015. “Cerrar el círculo: un plan de acción de la UE para la economía circular”, Comunicación de la Comisión de 2 de diciembre de 2015 que establece un mandato concreto y ambicioso de la UE para apoyar la transición hacia una economía circular. Indica que será necesario un compromiso continuado y amplio de todos los niveles de gobierno, en los Estados miembros, las regiones y las ciudades, así como de todas las partes interesadas.

- 2018. Directiva (UE) 2018/851 del parlamento europeo y del consejo por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos, de 30 de mayo de 2018. En ella se modifican entre otros aspectos, lo referente a la prevención de residuos (art. 9), la valorización de los residuos (art. 10), la preparación para la reutilización y el reciclado (art. 11) y la eliminación (art. 12).

Con todos estos momentos clave en apenas 13 años, es comprensible pensar que se está dando cada vez mayor importancia a la gestión de los residuos debido además por la complejidad del tema.

La estrategia de la UE se fundamenta en una serie de principios como son: (Comisión Europea, 2000).

- Principio de prevención: la producción de residuos tiene que reducirse y, cuando sea posible, evitarse.
- La responsabilidad del productor y el principio de que quien contamina, paga: los que producen residuos o contaminan el medio ambiente deben pagar todos los costes de sus acciones.
- Principio de precaución: tienen que anticiparse todos los problemas potenciales.
- Principio de proximidad: los residuos deben eliminarse lo más cerca posible de su origen.

Dichos principios se materializan en la estrategia general comunitaria sobre residuos de 1996, en la que se establece una jerarquía de operaciones de gestión de residuos. La jerarquía establece que primero se debe prevenir la generación de los residuos, tras ella se debe fomentar el reciclado y la reutilización y, como última opción, la eliminación óptima con un mayor control (Comisión Europea, 2000).

Esta estrategia, además, insiste en la importante necesidad de reducir los traslados de residuos, en relación con el principio de proximidad (Comisión Europea, 2000).

Merece la pena destacar la forma en la que se catalogan los diferentes residuos. Éstos se numeran o catalogan según la Lista Europea de Residuos (LER) aprobada por Decisión 2000/532/CE, y transpuesta mediante Orden Ministerial MAM/304/2002 en España. Esta lista recoge la totalidad de los residuos. La inclusión de una sustancia, material o producto en la lista LER no le da la condición de residuo, salvo que cumpla estrictamente lo establecido en la Directiva Marco de residuos (DMR) (Ministerio de agricultura alimentación y medio ambiente, 2014).

La lista LER consta de veinte capítulos (códigos de dos dígitos). Estos capítulos se subdividen a su vez en subcapítulos (códigos de cuatro dígitos) y códigos (de seis dígitos) (Comisión Europea, 2018c).

Hay capítulos con prioridad A (del 01 al 12 y del 17 al 20) relativos a la fuente generadora del residuo. Los de prioridad B (del 13 al 15) son relativos al tipo de residuo. Por último, los de prioridad C (16), representa un conjunto variado de flujos de residuos que no se pueden relacionar específicamente con un determinado sector o proceso (Comisión Europea, 2018c).

## b) España

A continuación, se expone la legislación de residuos a nivel estatal, en su mayoría trasposiciones de las directivas europeas, en orden cronológico (Envira, 2019):

- REAL DECRETO 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986 básica de residuos tóxicos y peligrosos.

- ORDEN de 13 de octubre de 1989, por la que se determinan los métodos de caracterización de los residuos tóxicos y peligrosos.
- REAL DECRETO 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988 de 20 de julio.
- ORDEN MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos (trasposición de la Decisión 2000/532/CE).
- LEY 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación (Ley IPPC), establecen un nuevo enfoque en la concepción del medio ambiente. Definen importantes actuaciones como son la concesión de la Autorización Ambiental Integrada (AAI), el concepto de las Mejores Técnicas Disponibles (MTD) y la Transparencia informativa. Estos nuevos conceptos tienen importantes repercusiones tanto para las autoridades competentes como para los sectores industriales.
- RESOLUCIÓN de 20 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba el Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008-2015.
- CORRECCIÓN DE ERRORES de la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y lista europea de residuos.
- LEY 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- RESOLUCIÓN de 16 de noviembre de 2015, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 6 de noviembre de 2015, por el que se aprueba el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022.
- CORRECCIÓN DE ERRORES de la Resolución de 16 de noviembre de 2015, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 6 de noviembre de 2015, por el que se aprueba el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022.
- ORDEN AAA/699/2016, de 9 de mayo, por la que se modifica la operación R1 del anexo II de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Prevención y Control Integrados de la Contaminación.

Además, hay legislación específica para algún tipo de residuos, para el transporte, y para vertederos. A continuación se expone la normativa de vertederos debido a su relación con este trabajo (Envira, 2019):

- REAL DECRETO 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- REAL DECRETO 1304/2009, de 31 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante el depósito en vertedero.
- ORDEN AAA/661/2013, de 18 de abril, por la que se modifican los anexos I, II y III del Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

### c) Comunidad Foral de Navarra

Por lo que respecta a la política interna de Navarra en relación a la Agenda 2030, se focalizan 60 metas de la Agenda 2030, correspondiendo a 15 ODS. En lo que compete a la gestión de residuos en Navarra, dentro del departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local, la Dirección General de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio utiliza el Instrumento de planificación denominado Plan de Residuos de Navarra 2017-2027 para conseguir la Meta 12.5 (reciclado de residuos) (Gobierno de Navarra, 2018a).

Dicho Plan de Residuos de Navarra 2017-2027 (Gobierno de Navarra-Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local, 2016) constituye el instrumento básico de planificación de la política de prevención y gestión de residuos en la Comunidad Foral de Navarra para los años sucesivos. Además, contiene el Programa de Prevención y el Plan de Gestión para los residuos generados y gestionados en la Comunidad Foral de Navarra durante el periodo 2017-2027, y se alinea con los conceptos de gobernanza y economía circular.

La normativa que afecta a Navarra en temas relacionados con los residuos se recoge en la Ley Foral 14/2018, de 18 de junio, de residuos y su fiscalidad. BON 120, de 22.06.18. (Gobierno de Navarra, 2018b). La Ley Foral de Residuos y su Fiscalidad se ha elaborado partiendo de las premisas establecidas en el Plan de Residuos de Navarra 2017-2027. Tiene el objetivo de prevenir la generación de residuos y mejorar su gestión y con la finalidad de cumplir con la jerarquía de residuos y alcanzar los objetivos de la economía circular y cambio climático.

Uno de los objetivos estratégicos de este Plan de Residuos de Navarra 2017-2027 es el OE.07 ELIMINACIÓN - Reducir al máximo el depósito de residuos en vertedero, especialmente los reciclables, evitando que llegue residuo no tratado, esto es, vertido directo cero (Gobierno de Navarra-Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local, 2016).

En general, los residuos generados en las empresas, se denominan o categorizan como residuos industriales. Los residuos industriales se definen según la Ley 22/2011, de 28 de julio de residuos y suelos contaminados, como los residuos resultantes de los procesos de fabricación, de transformación, de utilización, de consumo, de limpieza o de mantenimiento generados por la actividad industrial, excluidas las emisiones a la atmósfera (Gobierno de Navarra-Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local, 2016). Por tanto, incluye tanto los peligrosos (RP) como no peligrosos (RNP).

Todos estos residuos generados, y que van a ser objeto de estudio en el presente trabajo, son residuos que, en principio, se espera que sean no peligrosos (RNP). Los residuos RP se definen según la Ley 22/2011, de 28 de julio de residuos y suelos contaminados, como residuo que presenta una o varias de las características peligrosas enumeradas en el anexo III de esa misma Ley 22/2011, y aquel que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en los convenios internacionales de los que España sea parte, así como los recipientes y envases que los hayan contenido. Por lo que, un residuo no peligroso (RNP) es todo aquel que no se clasifica como RP.

#### 6.1.3. Cantidades de residuos generados en Europa, España y la Comunidad Foral de Navarra

##### a) Europa

Según estudios de la Comisión Europea, en el año 2011 cada uno de los ciudadanos de la Unión Europea hacía uso o necesitaba dieciséis toneladas (t) de materiales al año (valor obtenido contabilizando importaciones, restando exportaciones y sumándole la extracción material, incluyendo minería y alimentación entre otros), de los cuales seis toneladas se desechó, descargándose la mitad de estos últimos (3 t) en vertederos (Comisión Europea, 2011).

En cuanto a la cantidad de residuos que genera cada país, se espera que tenga cierta relación con la población y el volumen de la economía del mismo (Eurostat, 2019). Así mismo, (Eurostat, 2019) indica que los Estados miembros más pequeños de la UE notificaron, en términos generales,

niveles más bajos de producción de residuos, mientras que los más grandes generaron los niveles más elevados.

La Comunidad generaba en el año 2000 prácticamente 2.000 millones de toneladas (t) de residuos al año (Comisión Europea, 2000). Esta cantidad de residuos totales, venía incrementándose un 10% anual desde el año 1994 (Comisión Europea, 2000). En el año 2011 ya se alcanzaba la cifra de 2.700 millones de toneladas de residuos (Comisión Europea, 2011). Como promedio, solo se reutilizaban o reciclaban el 40 % de los residuos sólidos; el resto se descargaba en vertederos o se incineraba (unos 1.620 millones de t) (Comisión Europea, 2011).

Puede ser interesante conocer también cómo se reparten los residuos según categorías (Figura 1).

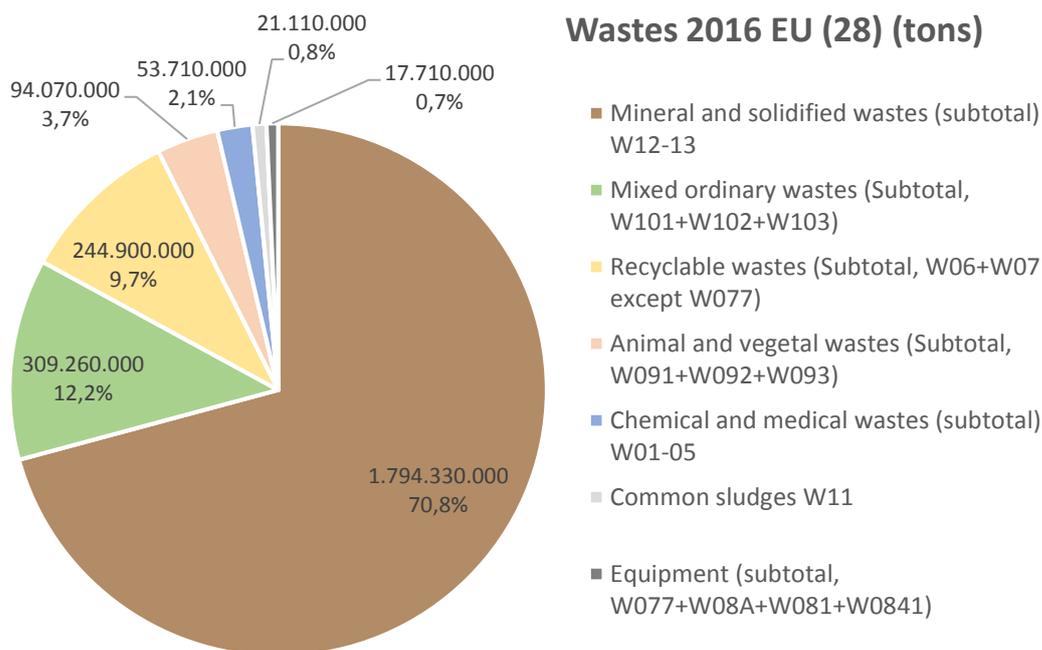


Figura 1. Residuos generados en la UE (28) en el año 2016 según diferentes categorías de residuos. Obtención a partir de base de datos Fuente: (Comisión Europea, 2018a).

Nota: Categorías de residuos citadas: W101 - Household and similar wastes, W102 - Mixed and undifferentiated materials, W103 - Sorting residues, W06 - Metal wastes, ferrous, Metal wastes, non-ferrous, Metal wastes, mixed ferrous and non-ferrous, W07 - Glass wastes, paper and cardboard wastes, rubber wastes, plastic wastes, wood wastes, textile wastes, W077 - Waste containing PCB, W091 - Animal and mixed food waste, W092 - Vegetal wastes, W093 - Animal faeces, urine and manure, W077 - Waste containing PCB, W08A - Discarded equipment (except discarded vehicles and batteries and accumulators waste) (W08 except W081, W0841), W081 - Discarded vehicles, W0841 - Batteries and accumulators wastes. Fuente: (Comisión Europea, 2018b).

En el año 2016 se puede ver que en la UE (28) el 70,8 % de los residuos estaban formados por residuos minerales y solidificados con 1.794.330.000 toneladas. Seguido de este gran grupo de residuos estaban los residuos ordinarios mezclados (W101+W102+W103) con el 12,2 % con 309.260.000 toneladas. El tercer gran grupo serían los residuos reciclables con el 9,7 % y 244.900.000 toneladas y el cuarto ya con el 3,7 % con 94.070.000 toneladas. El resto de grupos representan porcentajes inferiores. Cada uno de estos grandes grupos de residuos se gestionará de una forma e incluso diferentes fracciones dentro de cada grupo se pueden llegar a gestionar de maneras distintas.

Dentro de la UE, cada país hace un uso distinto de los diferentes métodos de tratamiento (Comisión Europea, 2019). Algunos reciclan más del 80 % de los residuos, lo que ilustra las posibilidades de utilizar los residuos como uno de los recursos clave de la UE (Comisión Europea,

2011). Por ejemplo, algunos países presentan tasas de reciclado muy elevadas como son Italia y Bélgica, mientras que otros favorecen más el tratamiento en vertederos (Bulgaria, Rumanía, Grecia, Suecia y Finlandia) (Comisión Europea, 2019). Además, cada sector industrial es distinto en la utilización de recursos y a la generación y gestión de residuos (Comisión Europea, 2015).

## b) España

El sector de la recogida y del tratamiento (valorización y eliminación) de residuos, desde el punto de vista socioeconómico, está en crecimiento y constituye una de las fuentes reconocidas de empleo verde, sobretudo el reciclado (Ministerio de agricultura alimentación y medio ambiente, 2014). Este crecimiento se está dando pese a la tendencia descendente en la generación de residuos en España desde el año 2004 (Figura 2).

Desde el año 2004 hasta el año 2016 ha descendido la generación de residuos un 19,7%, pasando de 160,6 a 128,9 millones de toneladas respectivamente. Sin embargo el punto más bajo de todo el periodo se dio en el año 2014 con 110,5 millones de toneladas y 2.378 kg/habitante (Comisión Europea, 2014b). Descartando el gran grupo de desechos mineros y de cantera que desciende su generación un 22,8 %, se puede ver que el resto de residuos descienden de 73,8 a 61,9 millones de toneladas, lo que supone un 16,1% menos respecto al año 2004. Con esto se puede ver que la generación de residuos se está reduciendo, pero que se reducen más rápidamente en los mineros y de cantera que en el resto.

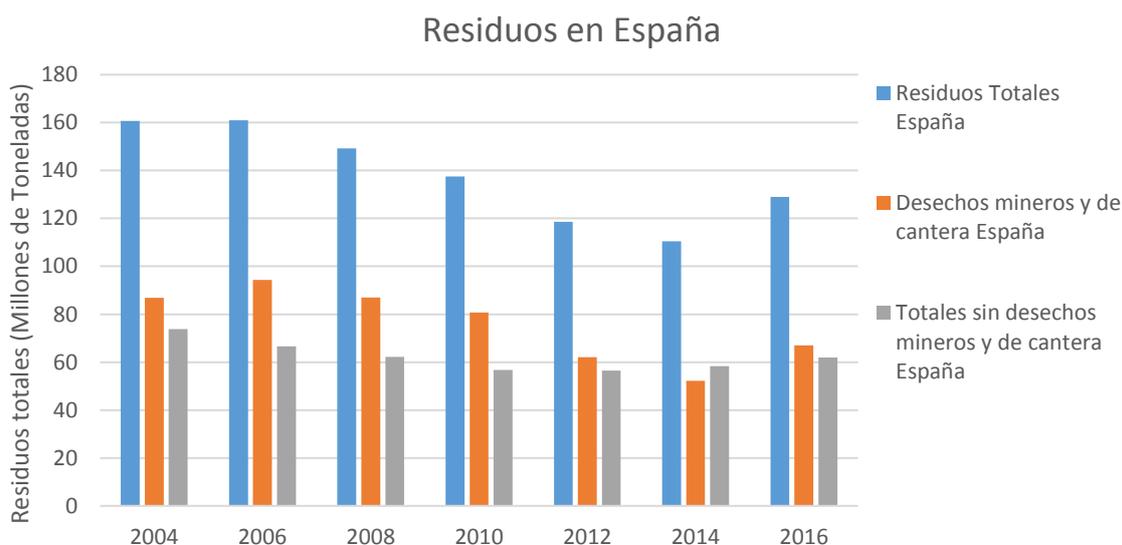


Figura 2. Residuos generados en España, tanto los totales como los dos grandes grupos de residuos. Adaptado de Fuente: (Comisión Europea, 2018a).

No todos los residuos se gestionan de la misma forma. Según datos de EUROSTAT 2010 (Ministerio de agricultura alimentación y medio ambiente, 2014), en España se destinan a la valorización material (incluido el reciclaje) el 61% del total de los residuos, mientras que en vertederos terminan el 37% (Figura 3). Comparando con la UE-28, son datos bastante positivos dado que España logra una tasa de valorización material superior (61% frente a 49% UE-28) y la eliminación en vertederos es inferior (37% frente a 45% UE-28).

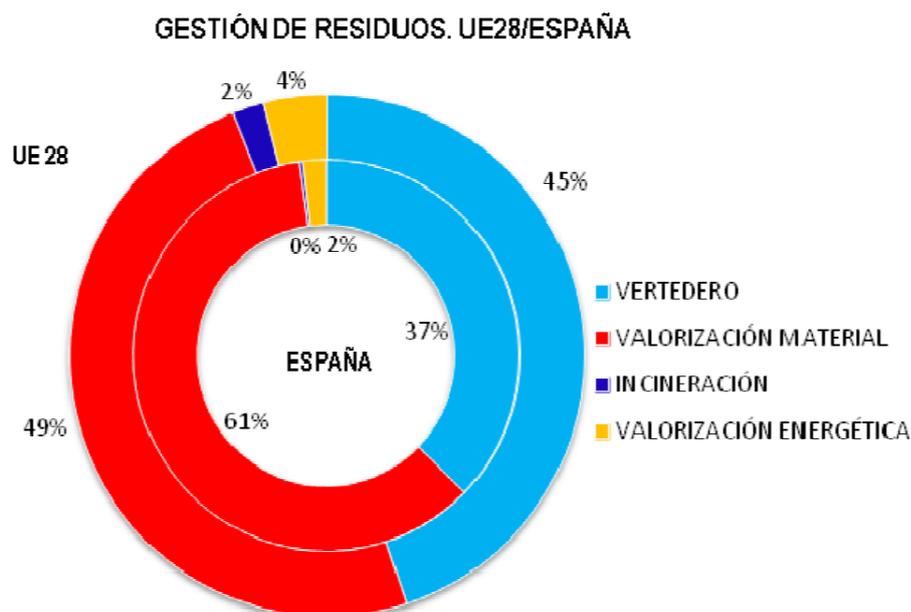


Figura 3. Comparativa entre la UE-28 y España para los diferentes tipos de gestión de residuos. Fuente: (Ministerio de agricultura alimentación y medio ambiente, 2014).

Dentro de la valorización material se incluye el reciclaje. En España, el ratio de reciclaje de residuos fue del 43 % en el año 2010 y del 46 % tanto en 2012 como 2014 (Comisión Europea, 2016).

Se pueden ver datos de reciclaje en ratio (%) a continuación, comparándolos con la media de la UE y de algunos de los países miembros (Figura 4). Este ratio mide la proporción de residuos propios de un país, o de la UE, que se reciclan. Se excluyen los residuos de sectores de la minería y la construcción tales como los principales desechos minerales, los de dragado y los de excavación. Esta exclusión mejora las comparaciones entre países, ya que los desechos minerales representan grandes cantidades en algunos países provenientes de actividades económicas como la minería y la construcción. Los datos reflejan el tratamiento de los desechos nacionales y excluyen los desechos importados de otros países de la UE; sobre el nivel total de la UE se excluyen las importaciones de residuos procedentes de países no pertenecientes a la UE. La información sobre el tratamiento de residuos se divide en seis tipos de tratamiento: recuperación (reciclaje, recuperación de energía, rellenado) y eliminación (incineración, vertedero, otra disposición). El indicador presenta sólo datos sobre el tipo de tratamiento de recuperación - reciclaje.

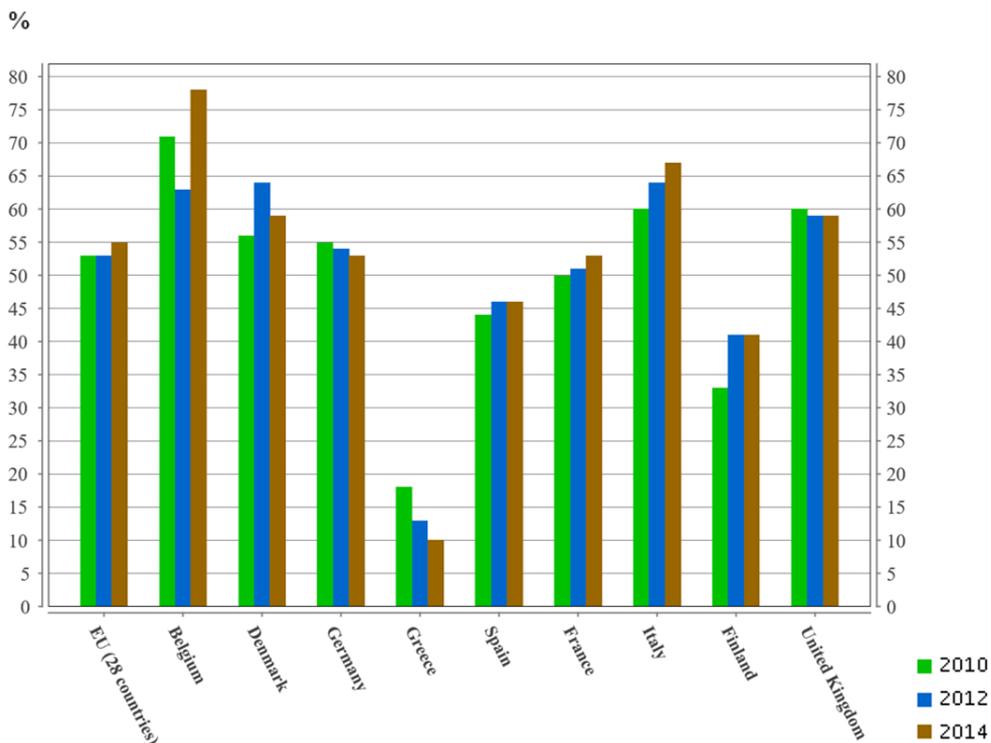


Figura 4. Tasa de reciclaje (%) de residuos excluyendo los principales desechos minerales para la UE y para algunos de sus países miembros para los años 2010-2012-2014. Obtención a partir de base de datos Fuente: (Comisión Europea, 2016).

También se puede ver a continuación un mapa con los países de la UE categorizados en 5 grupos según el mismo ratio (Figura 5). En él se observa que España está en una situación intermedia, sin embargo, hay muchos países en categorías superiores (con mayor tasa de reciclado).

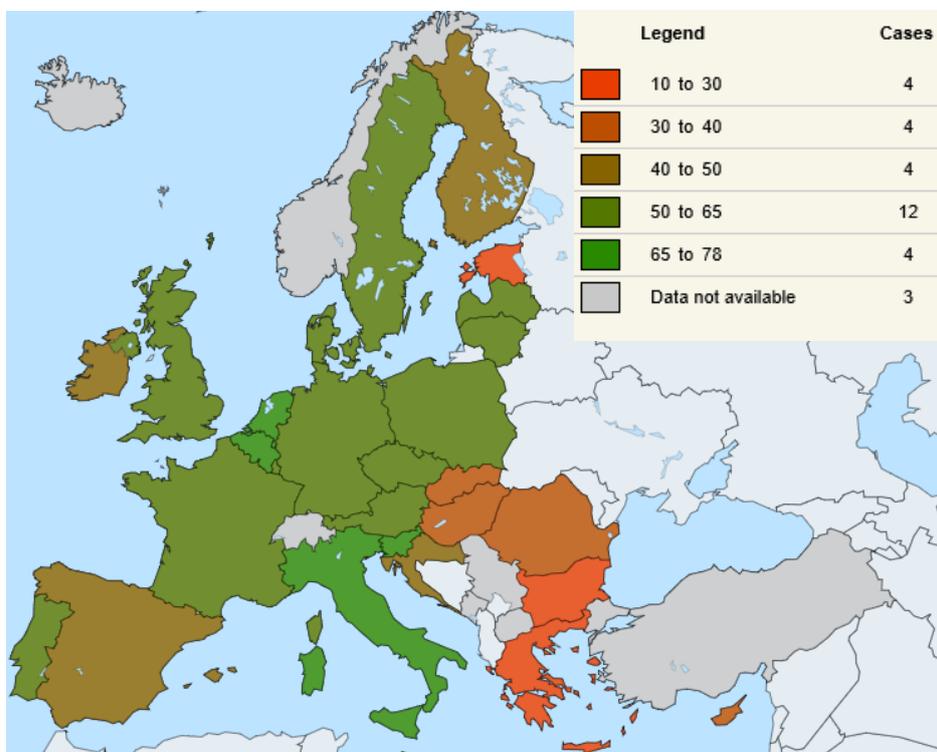


Figura 5. Tasa de reciclaje (%) de residuos excluyendo los principales desechos minerales para los países de la UE en 2014. Obtención a partir de base de datos Fuente: (Comisión Europea, 2016).

Por todo ello, se puede ver que hay potencial de mejora. La intención es que aumente la valorización de los residuos, disminuyendo todo lo posible la deposición en vertedero.

### c) Comunidad Foral de Navarra

A la hora de analizar la cantidad de residuos generados en una zona, se puede clasificar según la tipología de los residuos o bien por la actividad económica que los genera.

Según la tipología de los residuos, los generados en VW Navarra son residuos industriales, tanto peligrosos como no peligrosos.

La evolución de la generación de residuos industriales en la Comunidad Foral de Navarra (CFN) lleva una tendencia diferente para los residuos peligrosos (RP) y los residuos no peligrosos (RNP).

Los RP llevan una tendencia irregular reduciéndose poco a poco hasta el año 2016 y teniendo un pico en 2017 con algo más de 40.000 t, aumentando su generación un 15 % respecto a 2010.

Los RNP también tienen fluctuaciones según años y han aumentado un 13 % entre los años 2010 y 2017, alcanzando el pico en 2017 con casi 790.000 t (Gestión Ambiental de Navarra, 2015, 2018; Gobierno de Navarra-Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local, 2016). En total los residuos industriales han aumentado en ese periodo un 13,1 % (Figura 6).

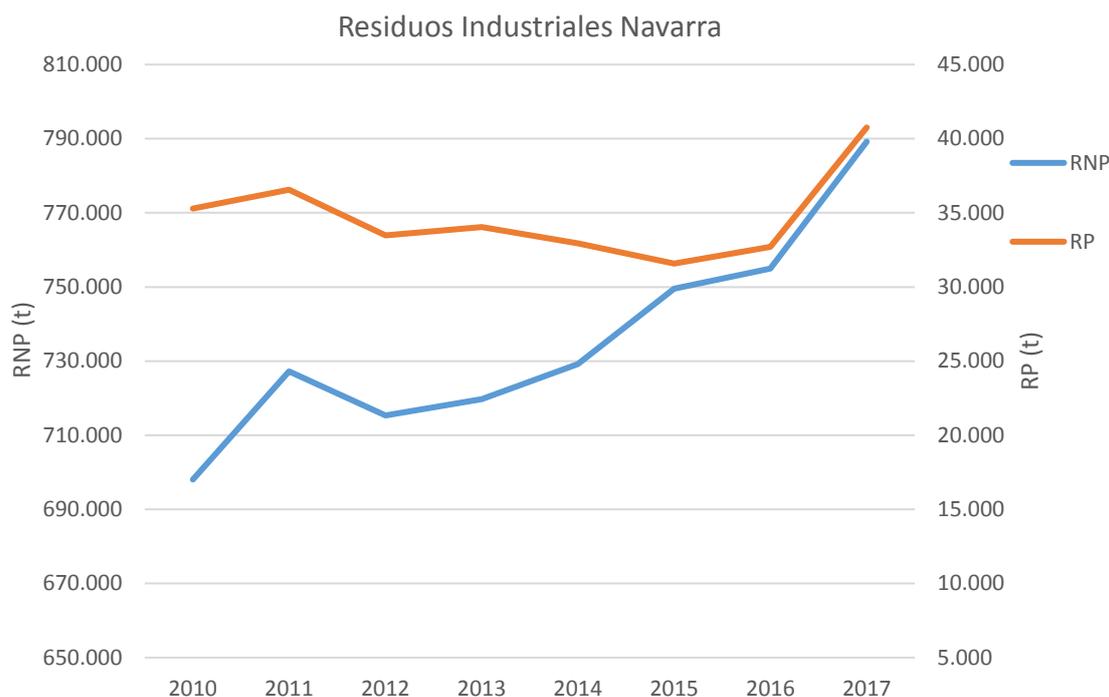


Figura 6. Evolución de la generación de residuos industriales en Navarra (2010-2017), para los residuos peligrosos (RP) y los residuos no peligrosos RNP. Adaptado de Fuente: (Gestión Ambiental de Navarra, 2015, 2018; Gobierno de Navarra-Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local, 2016).

Los RP han pasado de poco más de 35.000 t en 2010 a estar por encima de 40.000 en 2017. Los RNP por su parte, han pasado de casi 700.000 t a casi 790.000 t en el mismo periodo.

La siguiente tabla muestra las cantidades de los residuos industriales (Tabla 1).

Tabla 1. Evolución de la generación de residuos industriales en Navarra (2010-2014), para los residuos peligrosos (RP), los residuos no peligrosos RNP y la cantidad total (suma de ambas). Adaptado de Fuente: (Gestión Ambiental de Navarra, 2015, 2018; Gobierno de Navarra-Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local, 2016).

Residuos Industriales Navarra (t)								
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
RNP(t)	698.037	727.260	715.332	719.764	729.175	749.563	754.924	789.188
RP (t)	35.283	36.561	33.478	34.033	32.944	31.577	32.709	40.755
Total (t)	733.320	763.821	748.810	753.797	762.119	781.140	787.633	829.943

Por otro lado, el número de empresas generadoras de residuos industriales en Navarra ha ido variando desde 2012 hasta el 2014, aumentando de 8.285 hasta 9.409 (Tabla 2).

Tabla 2. Evolución del número de empresas generadoras de residuos industriales en Navarra (2010-2014). Adaptado de Fuente: (Gobierno de Navarra-Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local, 2016).

Empresas generadoras Residuos Industriales Navarra					
	2010	2011	2012	2013	2014
Nº Empresas	-	-	8.285	8.980	9.409

Volkswagen Navarra se encuentra entre esas empresas representando menos del 0,012 % de las empresas generadoras de residuos industriales. Sin embargo, en cuanto a residuos se refiere, lo importante es lo que representa en cuanto a la cantidad de residuos generados. VW Navarra ha seguido la siguiente evolución (Figura 7) en la generación de residuos industriales en el periodo 2010 – 2018 (Tabla 3). Dichas cantidades rondan entre, aproximadamente, 38.000 t y 49.000 t. Se puede observar que en todos los años se han generado entre el 5,11 % y 6,72 % del total de residuos industriales de Navarra.

Tabla 3. Cantidad total de residuos industriales generados en Navarra, en Volkswagen Navarra y el porcentaje que representa VW Navarra respecto al total de residuos industriales en Navarra. Adaptado de Fuente: (Gestión Ambiental de Navarra, 2015, 2018; Gobierno de Navarra-Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local, 2016).

Residuos Industriales Navarra y VW Navarra (t)									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Total res. industriales Navarra (t)	733.320	763.821	748.810	753.797	762.119	781.140	787.633	829.943	-
Res. industriales VW Navarra (t)	49.282	47.982	38.251	38.812	41.955	43.321	43.194	42.621	45.264
Res. industriales VW Navarra respecto Total Navarra (%)	6,72	6,28	5,11	5,15	5,51	5,55	5,48	5,14	-

## Residuos Industriales Navarra & VW Navarra

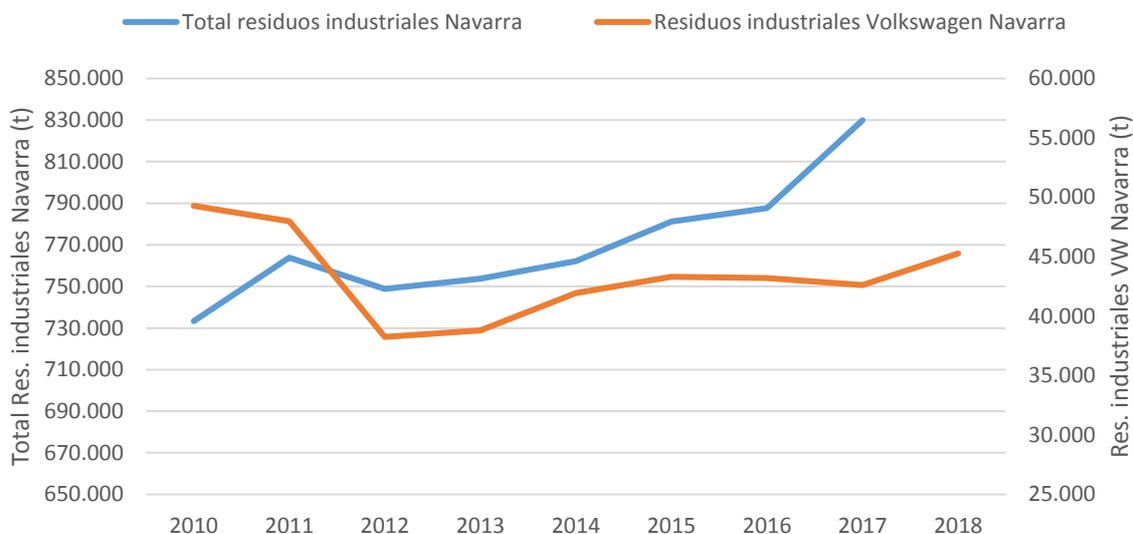


Figura 7. Residuos industriales generados en la CFN (2010-2017) y en VW Navarra (2010-2018) Adaptado de Fuente: (Gestión Ambiental de Navarra, 2015, 2018; Gobierno de Navarra-Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local, 2016).

Nota: Se contabiliza como residuo industrial todo residuo generado en VW Navarra excluyendo restos de poda y residuos de construcción y demolición. Se calcula para cada año la cantidad de residuos generados y restándole estos dos tipos de residuos.

Por tanto, se puede decir que VW Navarra es una empresa bastante importante en la generación de residuos industriales por las cantidades que genera y por el porcentaje sobre el total que representa dentro de la CFN. Además, la tendencia en VW Navarra es ascendente desde 2012.

Según la actividad que lo genera, se puede ver a continuación la generación de residuos no peligrosos por actividades económicas en Navarra según el código de Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE) para los años 2015 y 2017 (Figura 8). Se exponen solo los no peligrosos puesto que el código 16 01 22 es un código de residuos no peligrosos.

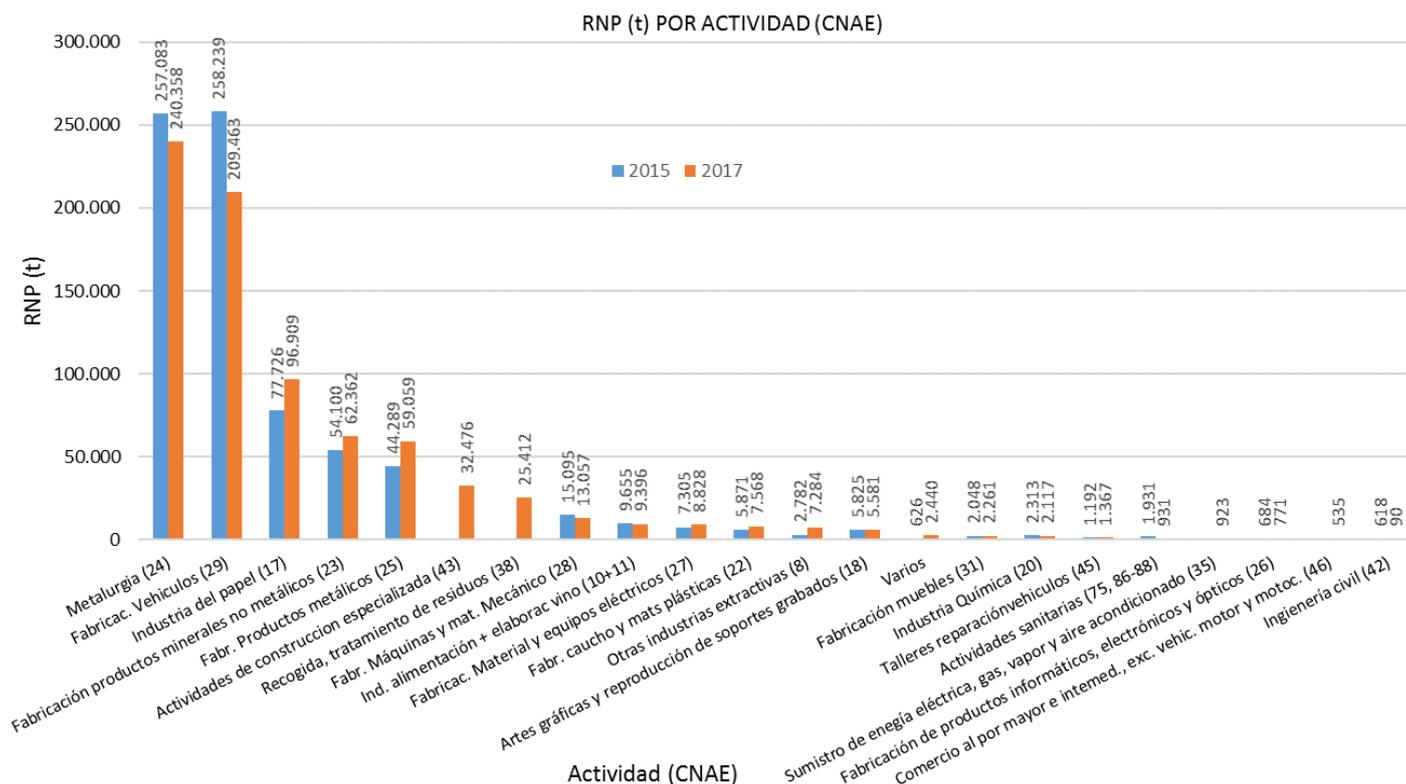


Figura 8. Residuos no peligrosos (t) generados en 2015 y 2017 en Navarra por sector de actividad (CNAE). Adaptado de Fuente: (Gestión Ambiental de Navarra, 2015, 2018).

Los sectores de fabricación vehículos (CNAE 29) y el de metalurgia (CNAE 24) generaron conjuntamente el 68 % (34 % cada uno) en el año 2015 y el 57 % (30 % CNAE 24 y 27 % CNAE 29) respecto al total de residuos no peligrosos generados en toda la CFN. Se puede observar por tanto la importancia de ambos sectores económicos en cuanto a la generación de residuos no peligrosos se refiere.

Volkswagen Navarra tiene el código CNAE 2910 - Fabricación de vehículos de motor, dentro del código 29 - Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques. En Navarra, en el año 2015 había 99 empresas con código CNAE 29 y en el año 2017 89 (Instituto Nacional de Estadística, 2018) que generaban un total de 258.239 t y 209.463 t de RNP respectivamente. VW Navarra en 2015 generó 42.556 t de RNP, representando ese año el 16,48 % de los residuos generados por empresas del código 29 en Navarra y en 2017 41.923 t de RNP, representando ese año el 20,01 % (Figura 9).

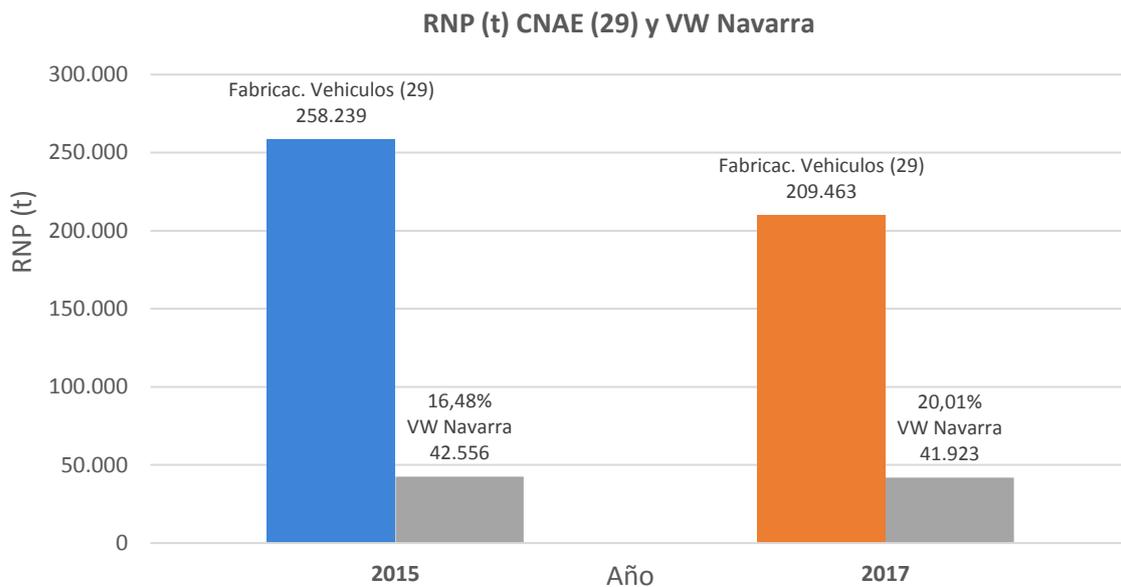


Figura 9. Residuos no peligrosos generados por las empresas del CNAE (29) y por VW Navarra (perteneciente al código CNAE (29)) en los años 2015 y 2017 y el porcentaje que representa esta última respecto a todas las empresas de ese código CNAE (29).

La empresa VW Navarra, siendo una empresa de las 99 con código CNAE 29 que había en 2015 y de las 89 en el año 2017, representa ambos años un porcentaje bastante importante de los residuos no peligrosos generados por todas ellas.

Retomando uno de los objetivos estratégicos del Plan de Residuos de Navarra 2017-2027, concretamente el OE.07 ELIMINACIÓN, lo que se pretende es reducir al máximo el depósito de residuos en vertedero, especialmente los reciclables, evitando que llegue residuo no tratado, esto es, vertido directo cero (Gobierno de Navarra-Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local, 2016). En este trabajo se intenta seguir la línea marcada en el Plan. Por ello, con la realización de este trabajo se espera que, en el futuro, se intenten reducir los residuos industriales generados, gracias a un análisis de alguna de las fracciones de estos residuos. De esta forma se contribuiría a la reducción de los residuos depositados en vertedero.

#### 6.1.4. Alternativas para la gestión de los residuos

Hay diferentes tipos de gestión de los residuos según varios factores como, por ejemplo, el tipo de residuo o la actividad generadora.

En el momento en que se producen materiales de desecho, los gestores deben optar siempre por el mejor método de tratamiento que suponga los riesgos más bajos tanto para la salud humana como para el medio ambiente (Comisión Europea, 2000).

De forma general, se puede decir que hay dos gestiones totalmente distintas, la valorización o recuperación y la deposición o eliminación. En la primera de ellas el objetivo es el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos, bien obtener materias primas a partir de él mediante reciclaje, reutilizar el objeto u obtener la energía que sea capaz de generar. En la segunda el objetivo es depositar los residuos en los lugares adecuados, bien incinerándolos para reducir su volumen o depositándolo directamente en vertedero u otro lugar.

Para realizar una buena gestión de residuos, lo primero es intentar prevenir la generación de residuos ya que, si no se producen, no tienen que gestionarse. Por tanto, en un plan de gestión debe darse máxima prioridad a la prevención y la reducción de residuos (Comisión Europea, 2000).

Una opción de gestión puede ser la reutilización. Reutilizar es el empleo de un residuo como producto sin transformación y para el mismo fin para el que fue diseñado.

Cuando se han generado residuos, lo que debe intentarse es reciclar totalmente el residuo o bien parcialmente. De esta forma se reduce el volumen de residuos que deben ser eliminados y puede evitarse recurrir a materias primas nuevas (Comisión Europea, 2000). En el caso de los residuos orgánicos la solución puede ser el compostaje, para terminar formando compost y poder aportarlo a ciertos suelos como aporte de materia orgánica y fertilizante.

En ciertos casos, la solución puede ser aprovechar la energía que tienen los residuos utilizándola como combustible (Comisión Europea, 2000). Este aprovechamiento se denomina valorización energética.

Si los residuos no han podido llevar ninguna de las anteriores gestiones, tienen que eliminarse, teniendo que elegir entre los vertederos o la incineración. Ambas soluciones tienen sus puntos negativos, y ambas pueden tener impactos negativos sobre la salud y el medio ambiente (Comisión Europea, 2000).

Una de las soluciones por las que se opta actualmente es la exportación/importación de residuos. Sin embargo, el transporte de los residuos a otras partes del mundo para su eliminación es en muchas ocasiones ilícita, y no puede considerarse viable a largo plazo. Puede llegar el momento en el que los países importadores o receptores de residuos se nieguen a aceptar la basura de la UE (Comisión Europea, 2000). De hecho, China ha prohibido las importaciones de ciertos tipos de residuos sólidos de países extranjeros, siendo una medida que puede tener efectos importantes sobre la industria mundial del reciclaje (Fontdegloria, 2018).

Algunos Estados miembros han priorizado el reciclaje, llegando a gestionar de esta manera más del 80 % de los residuos, lo que muestra las posibilidades de utilizar los residuos como materia prima (Comisión Europea, 2011).

Desde la revolución industrial, las economías de la UE han desarrollado un crecimiento basado en la secuencia «tomar-fabricar-consumir y eliminar». Se trata de un modelo lineal basado en la hipótesis de la abundancia, disponibilidad, facilidad de obtención/extracción y eliminación barata. Cada vez es más evidente que esta actitud amenaza la competitividad de Europa (Comisión Europea, 2014a).

La transición a una economía más circular, es la posible solución al aumento de precios en las materias primas y a la masiva generación de residuos.

#### 6.1.5. Problemática del plástico

El plástico está presente en todo tipo de objetos y materiales por las características que tiene de flexibilidad, durabilidad y ligereza, además de bajo precio. La producción mundial de plásticos se ha disparado en los últimos 50 años, especialmente en las últimas décadas. Por ejemplo, en el periodo 2002-2013 aumentó un 50%. Se estima que en 2020 se pueden superar las 500 millones de toneladas anuales, suponiendo un 900% más que en 1980 (Greenpeace España & Ministerio para la transición ecológica, 2017).

Como se ha podido ver, en la UE se da gran importancia a los plásticos. Naciones Unidas estima que cada 2,59 km<sup>2</sup> de océano contiene un promedio de 46.000 pedazos de plástico flotantes (Ministerio de agricultura alimentación y medio ambiente, 2014). Este es tan solo un ejemplo de la cantidad de plástico en los océanos, pero no solo afecta a estos, sino que también el plástico se acumula en zonas costeras y en tierra en los continentes.

Un ejemplo de la preocupación por este tema es el hecho de que el Parlamento Europeo votara el 24 de octubre de 2018 llevar a cabo las modificaciones legislativas necesarias para prohibir la comercialización, importación y exportación de utensilios de plástico de un solo uso (platos, vasos, cubiertos, o pajitas) a partir del 1 de enero de 2020. Actualmente el texto está aprobado y está en proceso de elaboración el texto definitivo (Parlamento Europeo, 2018).

En el año 2014, las previsiones indicaban que la producción de plásticos en la UE aumentaría a un ritmo del 5 % anual, reciclándose el 24 % de los residuos de plástico, depositando en vertederos cerca del 50 % e incinerándose el resto (Comisión Europea, 2014a).

En una consulta pública sobre los residuos de plástico realizada por la Comisión en 2013, se señaló un gran potencial de uso más sostenible de los plásticos expresando el interés de eliminar el depósito en vertederos y a la mejora del diseño de los plásticos y productos plásticos (Comisión Europea, 2014a).

En cuanto al plástico en el contexto de la economía circular, el objetivo es desviar aquellos que sean reciclables de los vertederos y la incineración, hacia el reciclado. Sin embargo, la innovación en el ámbito de los plásticos puede contribuir a la economía circular al favorecer la reducción de peso de los materiales utilizados en los vehículos (Comisión Europea, 2015).

Además, es importante destacar la cantidad de plástico en las diferentes piezas del coche, en su parte exterior en ciertos elementos, y sobre todo en la zona interna del coche, tanto en la parte visual interior como en las partes internas ocultas a la vista. Todas esas piezas contienen gran cantidad de plástico puesto que no son piezas finas sino más bien gruesas y macizas en algunas zonas. En el caso de VW Navarra, estos plásticos, junto con el resto de materiales que se destinan a vertedero dentro del depósito de basura industrial, van a suponer un problema ambiental generando impactos negativos allí donde se depositen y también en el trayecto hasta su deposición.

El objetivo OE.07 ELIMINACIÓN del Plan de Residuos de Navarra 2017-2027 anteriormente citado es importante ya que afecta a la empresa VW Navarra. Esto es debido a que el residuo que se va a intentar gestionar mejor dentro de la empresa Volkswagen Navarra, actualmente va a un gestor de residuos situado en la Comarca de Pamplona y posteriormente es transportado a un vertedero de residuos industriales en la provincia de Guadalajara. Este gestor, situado en Navarra, recupera ciertos materiales que puede utilizar (que en principio es poca cantidad y dicha empresa gestora estima que la cantidad recuperada está en torno a 10%) y tras ello, envía al vertedero de Guadalajara lo que no puede aprovechar (el 90 % restante). Además, hay que tener en cuenta el transporte de ese 90 % que no se recupera, con el coste y generación de emisiones que conlleva transportar ese material desde Navarra hasta Guadalajara.

Por otro lado, con este proyecto se está adelantando a la posible normativa y restricciones de uso de plástico. En la Ley Foral 14/2018, de 18 de junio, de residuos y su fiscalidad. BON 120, de 22.06.18. (Gobierno de Navarra, 2018b) en el artículo 23 punto 4. establece que a partir del 1 de enero de 2020 queda prohibida la venta de platos, vasos, tazas y bandejas alimentarias desechables de plástico que no entren dentro del ámbito de aplicación de la Directiva 94/62/CE, relativa a envases y residuos de envases, excepto aquellos que estén constituidos por material biodegradable. En dicha Directiva 94/62/CE (Parlamento europeo y el Consejo de la Unión Europea, 1994) se define a un envase como todo producto fabricado con cualquier material de cualquier naturaleza que se utilice para contener, proteger, manipular, distribuir y presentar mercancías, desde materias primas hasta artículos acabados, y desde el fabricante hasta el usuario o el consumidor. Se considerarán también envases todos los artículos «desechables» utilizados con este mismo fin. Con lo cual un vaso de plástico de una máquina de café por ejemplo no podrá expedirse a no ser que sea reciclable.

Nuevas normativas pueden afectar cada vez más a diferentes plásticos y por tanto con este proyecto se está adelantando trabajo y se está intentando prevenir futuros problemas o retos derivados de dicha nueva normativa.

#### 6.1.6. Medio ambiente en Volkswagen Navarra

El grupo Volkswagen estableció estrategias relacionadas con el medio ambiente para cada una de las 12 marcas del Grupo. Cada una de las marcas identificó su estrategia con un nombre determinado.

La marca Volkswagen estableció en 2012 la estrategia “Think Blue.”, la cual se define como la filosofía a largo plazo de la marca Volkswagen para conseguir la sostenibilidad ambiental. Con ella se pretende conseguir una producción más respetuosa con el medio ambiente en sus fábricas, a la vez que sensibilizar a los empleados para que en su vida diaria también actúen en consecuencia.

La forma en la que se materializa la estrategia “Think Blue.” en cada fábrica es el llamado programa o estrategia “Think Blue. Factory.” (TBF).

En Volkswagen Navarra el programa TBF tenía como objetivo reducir un 25 % de 2010 a 2018 el consumo de energía y agua, la generación de residuos no recuperables y las emisiones de disolventes y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), de media por cada coche fabricado. Por lo tanto, se definieron 5 indicadores que aportaban a la media de igual forma.

En el año 2018 se quiso ser más ambicioso y se aumentó el objetivo hasta el 45 % de 2010 a 2025 teniendo en cuenta los mismos 5 indicadores, iniciando este proceso en enero de 2019. Resulta mucho más complicado conseguir este nuevo objetivo por varias razones; la adición de un 20 %; y la diferenciación entre impactos/indicadores globales y locales. La primera razón por la que el nuevo objetivo es más complicado, viene dada por la adición de un 20 % al previo 25 %. La reducción del primer 25 % es la parte más fácil o sencilla, sin embargo, el 20 % adicional es una parte que supone mucho más esfuerzo. La segunda razón radica en la diferenciación entre impactos/indicadores con afecciones globales (consumo de energía y emisiones de CO<sub>2</sub>) e impactos/indicadores con afecciones a nivel local (consumo de agua, emisiones de disolventes y generación de residuos no recuperables). Es por ello que a los globales se les pondera con un 60 % y a los locales con el 40 % restante. La dificultad está en que los indicadores de consumo de energía y emisiones de CO<sub>2</sub>, ponderan un 60 % y además, son los dos indicadores más difíciles para la planta de Volkswagen Navarra. Por ello, será necesaria una implicación mucho más importante para reducir todos los indicadores, en los globales para intentar reducir todo lo que sea posible con la previsión de que será muy difícil reducir tanto, y en los locales para intentar compensar la dificultad de los globales, ya que en estos, se prevé poder reducir más que un 45 %. Además, hay que considerar que el indicador de emisiones de disolventes (local), también llamados compuestos orgánicos volátiles (COVs), es un indicador que actualmente es muy difícil de mejorar y que el indicador de consumo de agua, también local, está ya muy optimizado por lo que también será difícil mejorarlo. Por tanto, el que puede tener mayor potencial de mejora es el indicador de residuos no recuperables.

El indicador de generación de residuos no recuperables de la estrategia TBF se fija tan solo en aquellos cuyo destino es el vertedero. Estos residuos que van a vertedero son cuatro principalmente: algunos residuos peligrosos, algunos lodos (edari pintura KTL, desengrase y activado edari y lodos de pintura acuosos), residuos no recuperables provenientes principalmente de áreas de descanso de la empresa y los residuos de basura industrial. Este trabajo, por tanto, tiene gran interés para la empresa ya que se alinea directamente dentro del objetivo de reducción del 45% entre los 5 indicadores (incluidos los residuos no recuperables). El indicador final obtenido haciendo la media de esos 5 indicadores es el llamado indicador TBF.

En este sentido, se lleva trabajando desde hace varios años, consiguiéndose una reducción general de residuos de este tipo del 48,35 % (diciembre 2018) con respecto al año 2010. Se puede ver que para el indicador de residuos no recuperables que van a vertedero, ya se ha alcanzado la reducción de al menos el 25 %. En cuanto a la media para el TBF, que en realidad es el indicador que refleja realmente si se consigue el objetivo o no, a diciembre de 2018, ha obtenido un valor de 24,62 % de reducción, cumpliéndose prácticamente el objetivo marcado para 2018. Esto refleja que en la reducción de residuos recuperables ya se ha alcanzado un buen resultado, pero que hay otros indicadores con porcentajes peores que conducen a que el valor medio sea del 24,62 %.

Sin embargo, la fábrica está actualmente inmersa en el nuevo objetivo marcado hasta 2025 ya comentado con anterioridad. Es necesario por tanto un importante esfuerzo en cada uno de los indicadores para alcanzar el objetivo de reducción del 45 % para el indicador TBF.

En lo que concierne al indicador de residuos no recuperables, se considera que, a pesar de haber tenido ya una mejora del 48,35 % a niveles de 2018 en comparación con 2010, todavía existe potencial en aquellos residuos que consisten en mezclas de diferentes piezas de rechazo o materiales varios, que es el objeto de este estudio. La idea es que este indicador de residuos aumente el porcentaje de reducción todo lo posible conforme van pasando los años hasta llegar a 2025 mediante la implementación de medidas. Con ello se podría compensar la dificultad que tienen otros indicadores a reducir sus valores.

La empresa Volkswagen Navarra tiene un departamento específico dedicado a la gestión del medio ambiente, habiendo una parte del mismo trabajando de forma muy intensa en mejorar la gestión de los residuos que actualmente se envían a vertedero. Este trabajo fin de máster se enmarca en el trabajo de dicho departamento.

Además, este trabajo tiene gran importancia para la empresa Volkswagen Navarra por cuatro razones:

- Producción muy irregular de residuos no recuperables que van a vertedero, que afectan por tanto al indicador TBF.
- Compensar los demás indicadores.
- Evitar sanciones y/o daños de imagen a la empresa y al grupo empresarial derivadas del incumplimiento de la ley.
- Existencia de leyes más restrictivas y controles más exhaustivos.

## 6.2. Objetivos

El objetivo de este trabajo es analizar los residuos catalogados como basura industrial, correspondiente al código LER 16 01 22, en la empresa Volkswagen Navarra, en orden a conocer su tipología, identificar los impropios y proponer alternativas a la gestión de los mismos.

## 7. Material y Métodos

### 7.1. Esquema general de la metodología utilizada

Se presenta un esquema en el que se describe la metodología utilizada en este TFM (Figura 10). Se ha aplicado un enfoque basado en puntos de referencia para dar respuesta a dos preguntas relativamente genéricas (qué tipología tienen los residuos que se clasifican como “basura industrial” en la empresa Volkswagen Navarra y cuáles son aquellos residuos impropios a los que se podría dar una mejor gestión), y proponer alternativas de gestión.

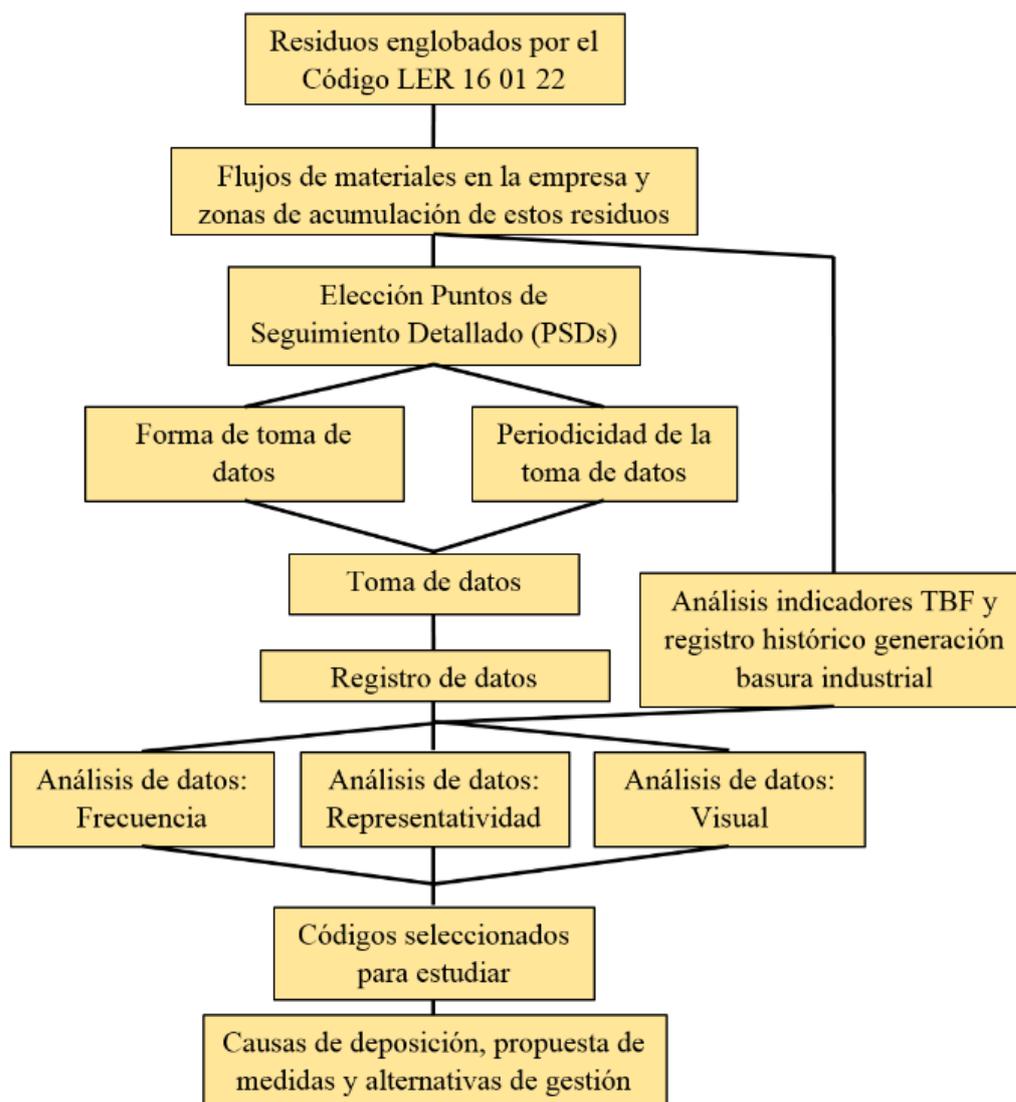


Figura 10: Proceso seguido en el estudio.

En concreto, se tomaron datos de 13 Puntos de Seguimiento Detallado (PSDs), en los que se realizó un seguimiento continuo completo para, a partir de dicha información, conocer la tipología de los residuos que se clasifican como “basura industrial” y cuáles son aquellos residuos impropios a los que se podría dar una mejor gestión en la empresa Volkswagen Navarra.

En los apartados siguientes se describen los pasos seguidos según la metodología diseñada.

### 7.2. Residuos englobados por el código LER 16 01 22

La orden MAM3042002, 8 febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. BOE 43, de 19.02.02. (Ministerio de Medio

Ambiente, 2002) describe literalmente al código LER 16 01 22 como “Componentes no especificados en otra categoría.” (Ministerio de Medio Ambiente, 2002). Se puede ver que, si tan solo se lee el código LER con su descripción, no se comprende prácticamente nada acerca del tipo de residuos que deben ir así clasificados. Por lo tanto, es necesario ver cómo se ha hecho esta clasificación de residuos para poder entender mejor qué residuos engloba.

La forma de clasificar un residuo está explicada en la Comunicación de la Comisión — Orientaciones técnicas sobre la clasificación de los residuos, 2018/C 124/01 del Diario Oficial de la Unión Europea (Comisión Europea, 2018c). Este documento da orientaciones para poder clasificar un residuo y aclara cómo está hecha la clasificación y la manera de interpretarla (Comisión Europea, 2018c).

Para este Trabajo Fin de Máster puede ser de gran ayuda este documento (Comisión Europea, 2018c) con el objeto de comprender cómo se clasifica un residuo y así entender por qué la empresa puso dicho código a esos residuos.

En esta línea, explica que para poder clasificar un residuo, es importante identificar su fuente (el proceso o actividad en que se produce) y su tipo (o tipos, en caso de mezcla) (Comisión Europea, 2018c). Una vez se tiene toda esta información, se debe evaluar la lista de residuos entera, para elegir el que mejor se adecue al residuo que se quiere clasificar (Comisión Europea, 2018c).

Este mismo documento indica que no se debe limitar el análisis a tan solo el código LER y lo que él indica para ver qué engloba, sino también lo que dicen los títulos del capítulo y subcapítulo al que pertenecen (Comisión Europea, 2018c).

La lista LER consta de veinte capítulos (códigos de dos dígitos). Estos capítulos se subdividen a su vez en subcapítulos (códigos de cuatro dígitos) y códigos (de seis dígitos) (Comisión Europea, 2018c).

La clasificación de un residuo se rige mediante un procedimiento determinado, el cual establece un orden de prioridad de los capítulos (Comisión Europea, 2018c). Inicialmente se debe intentar clasificar un residuo en los capítulos con prioridad A (del 01 al 12 y del 17 al 20) (salvo los códigos generales que acaben en 99), que son capítulos relativos a la fuente de los residuos (Comisión Europea, 2018c). En caso de no poder clasificarlos en ninguno de ellos, se pasa a los capítulos con prioridad B (del 13 al 15) (salvo los códigos generales que acaben en 99), que son capítulos relativos al tipo de residuo (Comisión Europea, 2018c). Por último, si no se puede clasificar en ninguno de los anteriores, se pasa al de prioridad C (16) (salvo los códigos generales que acaben en 99), que representa un conjunto variado de flujos de residuos que no se pueden relacionar específicamente con un determinado sector o proceso, por ejemplo, los RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos) o los vehículos al final de su vida útil (Comisión Europea, 2018c). Si no es posible clasificar el residuo en ninguno de los códigos, debe buscarse un código 99 (residuos no especificados en otra categoría) en el capítulo y subcapítulo más adecuado para el residuo que se esté clasificando (Comisión Europea, 2018c).

En lo que se refiere al código estudiado, se puede comprobar que está en un capítulo de prioridad C, capítulo 16. El capítulo 16 se describe como “Residuos no especificados en otro capítulo de la lista.” (Ministerio de Medio Ambiente, 2002). El código 16 01 22 pertenece al subcapítulo 16 01. El subcapítulo 16 01 se describe como “Vehículos de diferentes medios de transporte (incluidas las máquinas no de carretera) al final de su vida útil y residuos del desguace de vehículos al final de su vida útil y del mantenimiento de vehículos (excepto los de los capítulos 13 y 14 y los subcapítulos 16 06 y 16 08)” (Ministerio de Medio Ambiente, 2002).

Por tanto, se tiene la siguiente información del código estudiado:

- Capítulo: 16 Residuos no especificados en otro capítulo de la lista.
- Subcapítulo: 16 01 Vehículos de diferentes medios de transporte (incluidas las máquinas no de carretera) al final de su vida útil y residuos del desguace de vehículos al final de su

vida útil y del mantenimiento de vehículos (excepto los de los capítulos 13 y 14 y los subcapítulos 16 06 y 16 08).

- Código: 16 01 22 Componentes no especificados en otra categoría.

En definitiva, los residuos a los que se asigne el código 16 01 22 deben:

- ser residuos no especificados en otro capítulo de la lista;
- ser vehículos de diferentes medios de transporte (incluidas las máquinas no de carretera) al final de su vida útil o residuos del desguace de vehículos al final de su vida útil o del mantenimiento de vehículos; y además
- ser componentes no especificados en otra categoría;

A lo anterior se exceptúan: los residuos de aceites y de combustibles líquidos (capítulo 13); los residuos de disolventes, refrigerantes y propelentes orgánicos (capítulo 14); las pilas y acumuladores (subcapítulo 16 06); y los catalizadores usados (subcapítulo 16 08).

Se entiende que al decir que tienen que ser “componentes no especificados en otra categoría”, deben ser residuos no especificados en los siguientes:

16 01 03 Neumáticos fuera de uso.

16 01 04\* Vehículos al final de su vida útil.

16 01 06 Vehículos al final de su vida útil que no contengan líquidos ni otros componentes peligrosos.

16 01 07\* Filtros de aceite.

16 01 08\* Componentes que contienen mercurio.

16 01 09\* Componentes que contienen PCB.

16 01 10\* Componentes explosivos (por ejemplo, air bags).

16 01 11\* Zapatas de freno que contienen amianto.

16 01 12 Zapatas de freno distintas de las especificadas en el código 16 01 11.

16 01 13\* Líquidos de frenos.

16 01 14\* Anticongelantes que contienen sustancias peligrosas.

16 01 15 Anticongelantes distintos de los especificados en el código 16 01 14.

16 01 16 Depósitos para gases licuados.

16 01 17 Metales férricos.

16 01 18 Metales no férricos.

16 01 19 Plástico.

16 01 20 Vidrio.

16 01 21\* Componentes peligrosos distintos de los especificados en los códigos 16 01 07 a 16 01 11, 16 01 13 y 16 01 14.

Se puede ver la complejidad del código LER estudiado. Como resumen se puede decir que se engloban en el código LER 16 01 22, todos aquellos componentes del coche que son mezclas de diferentes materiales, y por tanto no son componentes de un solo material clasificable en otra categoría de entre las anteriores expuestas. Para que se pueda comprender mejor, por ejemplo,

englobaría componentes que tengan cables, piezas de metal férreo, plástico y nylon, pero no englobaría neumáticos o piezas de metal entre otros.

### 7.3. Flujos de materiales en la empresa y zonas de acumulación de estos residuos

La empresa Volkswagen Navarra (VW Navarra) tiene una superficie de 1.630.199 m<sup>2</sup>, lo que equivale a unas 163 ha (hectáreas). En esta empresa trabajan 4.764 personas para producir alrededor de 1.400 coches al día. A lo largo de la semana se trabajan cinco días produciendo coches, de lunes a viernes, y los fines de semana con ciertos trabajos en prensas o bien empresas externas realizando diversas tareas.

Dentro de VW Navarra se pueden distinguir diferentes zonas. Por un lado, están las naveas propiamente de producción de automóviles como son: prensas, chapistería, pintura, motores, montaje y revisión final. Por otro, están las áreas auxiliares: logística, calidad, depuradora, central térmica, mantenimientos, bomberos, comedor, laboratorios, oficinas y otras zonas destinadas a empresas externas.

Todas las zonas generan residuos, unos derivan de la propia producción y otros no, teniendo estos diferente índole y características. Por otro lado la gestión de los diferentes residuos, tanto dentro como fuera de la empresa, varía.

Como ya se ha indicado, los residuos se generan en todas las zonas de la empresa, sin embargo, se gestionan de manera distinta. Algunos por la cantidad y forma de producción, como los recortes metálicos de prensas, lodos de depuradora, disolvente sucio, se llevan directamente desde el punto en que se generan hasta un gestor de residuos que los recicla. Sin embargo, otros residuos que se producen en muchos puntos y en cantidades menores, se almacenan temporalmente dentro de las instalaciones de VW Navarra hasta que son enviados a los distintos gestores autorizados. El almacenamiento queda restringido a un máximo de 6 meses si son residuos peligrosos o 2 años si se trata de no peligrosos.

Fundamentalmente hay dos zonas donde se acumulan residuos, una es la denominada “playa” y la otra es la zona restringida de recogida de residuos. La primera de ellas está sin vallar, tiene el suelo de hormigón y asfalto según zonas, y en ella hay dispuestos contenedores que recogen madera, chapa desnuda, manguera de cobre, aluminio, basura industrial, RAEE, etc. La segunda está vallada perimetralmente con un muro y con acceso restringido, ya que en ella se almacenan residuos peligrosos. Esta zona está dividida en dos, una cubierta para los residuos peligrosos y otra con las 4 compactadoras para aquellos elementos voluminosos: cartón, plástico, residuos no reciclables y otros residuos no peligrosos.

Como se ha mencionado en los antecedentes, en el contexto de TBF (Think Blue Factory) se está dando importancia a aquellos residuos que acaban en vertedero, o sea, los que no acaban en reciclaje o valorización energética. Son estos al final los que tienen mayor afección al medio ambiente. De todos los residuos que se generan, los que acaban en vertedero o depósito final son ciertos residuos peligrosos, algunos lodos (edari pintura KTL, desengrase y activado edari, lodos de pintura acuosos), los catalogados con el código LER 20 03 01 (mezcla de residuos municipales), que al final son los residuos no reciclables recogidos en diferentes zonas de la empresa (sobre todo en zonas de descanso), y los catalogados con el código 16 01 22. Más en concreto el contenedor de “basura industrial” con el código LER 16 01 22 acaba en una empresa gestora de residuos que aprovecha ciertos materiales que puedan llegar, como madera o algún metal entre otros, y posteriormente deriva a vertedero lo que no puede utilizar. Se puede decir que apenas aprovecha objetos de este contenedor de basura industrial (10%) como se ha indicado anteriormente en antecedentes.

Estos residuos declarados dentro de la empresa como basura industrial se generan en diferentes sitios. Todos ellos van a parar a un contenedor situado en la zona de recepción de residuos de la playa, de acceso libre a cualquier persona. Una empresa subcontratada se encarga a su vez de verterlos a este contenedor, no debiendo echar residuos a este contenedor ninguna otra persona ajena a dicha empresa. Un transportista autorizado se encarga del traslado hasta las instalaciones

del gestor autorizado, quién a su vez lleva a cabo parte de recuperación de algunos materiales. Se puede ver una fotografía del mismo (Figura 11). Este contenedor tiene unas dimensiones aproximadas de: largo 7-3-2,50 m (largo, ancho, alto).



*Figura 11. Contenedor grande donde van a parar todos los residuos con código 16 01 22 “Basura Industrial”.*

En el momento en que un artículo se destina a basura industrial, y por tanto es un residuo, no se lleva directamente al contenedor grande, sino que se recoge en alguno de los contenedores más pequeños dispuestos en diferentes puntos en la fábrica.

La localización exacta de los contenedores pequeños se podrá ver más adelante y correspondería con los 10 contenedores pequeños de recogida de basura industrial dentro de la empresa, y dos contenedores más que están situados al lado del contenedor grande. Estos dos contenedores pequeños cercanos al grande están puestos ya que hay gente que echa residuos de basura industrial en esa zona y, no pueden o se les hace complicado echarlo al grande. Cuando están llenos ambos se vuelcan al contenedor grande por parte de la empresa encargada para ello. Se puede ver uno de los 12 contenedores pequeños dispuestos por la empresa VW Navarra para recoger la basura industrial (Figura 12).



*Figura 12. Contenedor pequeño de "basura industrial" a la derecha, al lado de otros dos contenedores pequeños de otro tipo de residuos. Esta fotografía corresponde al PSD N5-LR.*

Es importante destacar que algunos de los contenedores pequeños y el contenedor grande, están situados en el exterior y, por tanto, dificulta la toma de datos debido a la climatología.

Tras llenarse cualquiera de los 12 contenedores pequeños, el encargado de cada zona avisa a la empresa que realiza la recogida y uno de los operarios que se encarga de coger, transportar el contenedor pequeño lleno hasta el contenedor grande, volcarlo dentro y devolver al lugar de recogida el contenedor pequeño vacío. Se puede ver la forma en la que se vierte uno de los contenedores pequeños (Figura 13).



*Figura 13. Volcado de uno de los contenedores pequeños en el grande mediante una carretilla elevadora.*

#### 7.4. Elección puntos de seguimiento detallado (PSDs)

El planteamiento de la toma de datos se realizó mediante PSDs. En estos puntos se tomaron todos los datos por separado para ver diferencias y similitudes entre ellos y poder analizar correctamente cómo es la recogida de los residuos en cada uno.

Cabe destacar que no se han tomado nunca datos de este tipo de residuo y no se tiene antecedentes en cuanto a la manera de tomar los datos. Por tanto, fue necesario determinar los puntos de muestreo, la periodicidad y la forma de recoger los datos.

Por esta razón, inicialmente se decidió hacer una prueba tomando los datos tan solo del contenedor grande para ver qué residuos llegaban a ese contenedor. De esta forma se puede ver qué residuos hay en un momento concreto. Trascurrido un tiempo, se realiza una nueva observación, para detectar aquellos objetos que no estaban anteriormente, es decir, es lo que se ha desechado en ese periodo de tiempo proveniente de toda la fábrica.

De esta manera se identificaba bastante bien qué residuos/objetos llegaban, siempre que no llegase gran cantidad. Sin embargo, en el caso de llegar gran volumen de residuos, se tapaban unos objetos a otros, no pudiendo ver con claridad que había debajo. Además, se pudo observar que también llegaban contenedores pequeños con residuos que no deberían ir a ese contenedor. Por ambas razones se decidió tomar datos de todos los puntos de recogida de basura industrial: en el contenedor grande y en los 12 pequeños. De esta forma se puede identificar el foco de cada tipo de residuo y se puede ver más fácilmente qué residuo llega al contenedor, evitando perder información al estar tapados por otros objetos. Se decidió por tanto tomar datos en todos los pequeños sin discriminar a ninguno, ya que *a priori* no se puede saber qué llega a cada uno de ellos y tan solo es posible intuir la llegada de ciertos objetos por la localización del contenedor.

En el siguiente plano se pueden ver los 13 puntos finales en los que se decidió tomar datos y por tanto hacer un seguimiento detallado de esos puntos (Figura 14). Además, se adjunta una tabla con diferentes características de cada punto para entender mejor cada uno de ellos (Tabla 4). La periodicidad presente en la tabla se explica mejor en el punto 7.6.

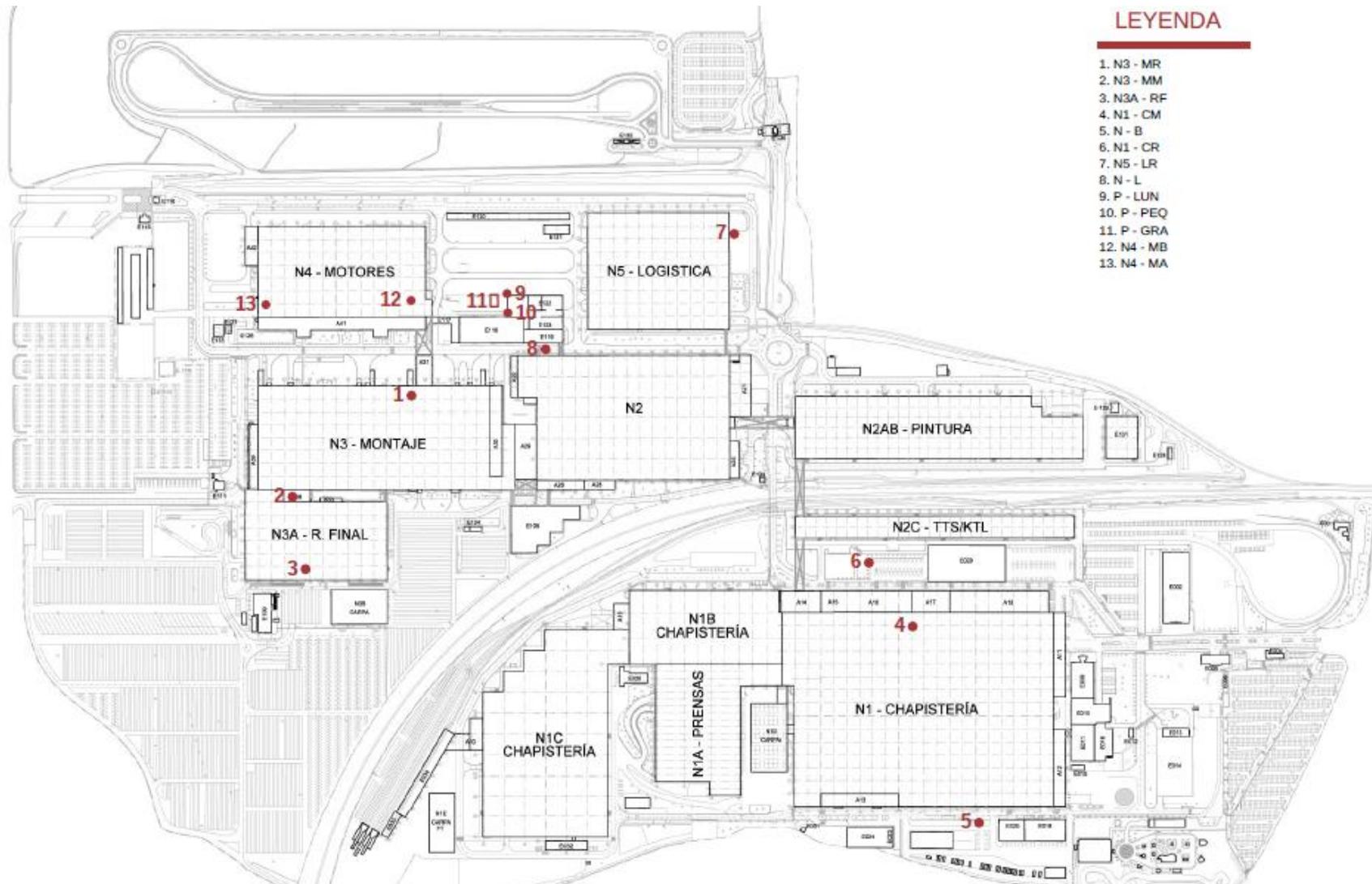


Figura 14. Plano general de la empresa VW Navarra y los 13 puntos de recogida de datos.

Tabla 4. Datos de cada PSD tales como nombre completo, ubicación, tipo de residuo, los días en los que el contenedor está presente en su punto, y periodicidad aproximada de toma de datos.

Nombre PSD	Nombre completo	Ubicación	Tipo residuo	Días presencia semanal	Periodicidad aproximada
P-GRA	Playa Grande	Exterior	Todo	Todos	24 horas
P-LUN	Playa Pequeño Lunas	Exterior	Lunas	Todos	24 horas
P-PEQ	Playa Pequeño	Exterior	Desconocido	Todos	24 horas
N1-CM	Nave1-Chapisteria_ Mantenimiento Chapa	Interior	Mantenimientos	Todos	10-15 días
N1-CR	Nave1-Chapisteria_ Rechazos Calidad	Exterior	Rechazos	Todos	7 días
N3A-RF	Nave3A-R.Final_ Mantenimiento R. Final	Interior	Mantenimientos	Todos	10-15 días
N3-MM	Nave3-Montaje_ Mantenimiento Montaje	Interior	Mantenimientos	Todos	10-15 días
N3-MR	Nave3-Montaje_ Rechazos Montaje	Interior	Rechazos	Todos	7 días
N4-MA	Nave4-Motores_ Almacén Piezas Red	Interior	Rechazos	Todos	7 días
N4-MB	Nave4-Motores_ Box Rechazos	Interior	Rechazos	Todos	7 días
N5-LR	Nave5-Logística_ Rechazos Calidad	Exterior	Rechazos	Todos	7 días
N-B	Nave-Báscula	Exterior	Desconocido	Todos	10-15 días
N-L	Nave-Laboratorio	Exterior	Rechazos	Viernes (A veces jueves)	7 días

## 7.5. Forma de toma de datos

Al igual que ocurría con la elección de los puntos para hacer el seguimiento, tampoco se conocía *a priori* cuál sería la mejor forma para tomar los datos.

Inicialmente, se pensó que para conseguir un seguimiento perfecto habría que hacer mediciones lo más precisas posibles de los residuos que llegan, registrando cada objeto que llega a cada uno de los contenedores, apuntar el momento de llegada, la tipología del objeto y el peso. Sin embargo, esto resulta inviable en la práctica debido a que en la empresa se trabaja las 24 horas del día y 5 días a la semana, además de que en los fines de semana es posible que también echen residuos a alguno de los contenedores. Otro motivo que imposibilita esta práctica es que tan solo se disponía de una persona para tomar los datos (7-8 horas diarias para poder tomar datos). Por lo tanto, se tuvo que replantear la idea inicial.

Lo primero que se hizo fue ir a ver los contenedores, con ello se puede hacer una idea general de las dimensiones y de las características de lo que va a parar a ellos. El contenedor grande se podría abrir cuando está vacío o si tiene poca cantidad de residuos, pero no cuando aumenta algo la cantidad de residuos almacenados, ya que sería imposible abrir la puerta o una vez abierta volver a cerrarla. Además por razones de seguridad no es conveniente entrar en el contenedor. En los pequeños sí que se podía coger algún objeto para verlo mejor.

Se asumió que, al no poder registrar la entrada de residuos a cada contenedor en cada momento, no se iba a poder tomar el peso de cada objeto ya que una vez está dentro de un contenedor, es difícil sacarlo y pesarlo. Además, la cantidad de objetos que llegan a cada contenedor es inmensa y, por tanto, pesar cada uno de ellos registrándolo, hace la tarea imposible o muy costosa.

Se decidió por tanto que, la forma en la toma de datos iba a ser de la siguiente manera: la persona encargada de tomar los datos llegaría al lugar de uno de los contenedores y tomaría fotografías de los objetos que allí hay. Se decidió que era el mejor sistema para la toma de datos, ya que de esta forma se invierte relativamente poco tiempo en cada contenedor y se obtiene la información necesaria. Posteriormente, se pueden analizar las fotografías en la oficina qué objetos había para así llevar el registro. De esta manera no se toman pesos, pero sí que se puede obtener una imagen de la cantidad que hay de un determinado objeto.

Para aquellos objetos que no se sepa si tienen que ir a este contenedor o no, se decide sacar fotos de las diferentes caras para terminar de obtener el material o materiales que lo conforman.

Las fotografías se han tomado con una cámara proporcionada por la empresa (marca: Olympus modelo: 9010). También fue necesario contar con una autorización de reportaje fotográfico dentro de la empresa (Figura 15), que permitía tomar fotografías de las zonas donde se ubiquen residuos.

Volkswagen Navarra		Seguridad		SOLICITUD: <input checked="" type="checkbox"/> Reportaje Fotográfico <input type="checkbox"/> Reportaje de Video		Número S-082/18			
Peticionario VW-Navarra		ANA MORENO TWISE		CeCo		796			
Dependencia		SC1-Medio Ambiente		NIE/DNI		73110076E			
Persona realiza reportaje		JAVIER PEREZ REYES - BECARIO PRACTICAS							
Motivo y objetivo del reportaje		DOCUMENTAR LA GESTION DE RESIDUOS							
Nave / Edificio		ZONAS DONDE HAYA RESIDUOS							
Zona / Proceso		TODA LA FABRICA							
Fecha Inicio		01/09/2018		Fecha Final		31/12/2018			
		Hora Inicio		8:00:00		Hora Final		15:00:00	
CÁMARAS	1	Marca	OLYMPUS	Modelo	90107	Número	94415		
		Marca		Modelo		Número			
		Marca		Modelo		Número			
OBSERVACIONES		Excluidas las zonas de acceso restringido.							
Peticionario: Dependencia VW-NA		Conforme: Director Área		Autorizado: Gerente Seguridad					
Fdo. Ana Moreno Twise		Fdo. Javier Pérez Reyes		Fdo. Felisa de los Reyes					
Fecha: 29/09/18		Fecha: 29/09/18		Fecha: 29/09/18					

Figura 15. Autorización de reportaje fotográfico a zonas donde haya residuos para la empresa VW Navarra.

## 7.6. Periodicidad de la toma de datos

Una decisión importante en este trabajo es elegir cada cuanto tiempo se van a ir a tomar las fotografías de cada contenedor. Debido a la variabilidad en los contenedores, es conveniente analizar cada uno de ellos para ver la periodicidad de la toma de fotos.

Debido a que se trabaja las 24 horas del día, se decidió tomar fotografías diariamente al contenedor grande, que es el lugar donde va a parar toda la basura industrial. De esta forma se puede hacer un seguimiento exhaustivo del contenedor, evitando que se acumule mucha cantidad y que se tapen unos objetos a otros. Por tanto, se procede a la toma de fotografías cada 24 horas aproximadamente (entre las 9 y las 11 de la mañana).

Para los contenedores pequeños la periodicidad cambia, dependiendo de cada uno de ellos. Como se ha podido ver en el punto 7.4. (Tabla 4), hay puntos que al contenedor van a parar objetos de mantenimiento, a otros objetos de rechazo, a otro van lunas de coche y a otros objetos que no se sabe el origen denominados como desconocido. En los contenedores de rechazo se decide hacer un seguimiento más o menos semanal, tomando fotos cada 7 días más o menos. Uno de estos pequeños contenedores cercanos al grande recoge lunas del coche, y otro recoge basura industrial. A estos dos contenedores se les hace un seguimiento diario a la vez que se hace al grande.

Para el resto de contenedores se elige que la periodicidad sea de entre 10 y 15 días, considerando que a los contenedores de rechazo llegan piezas más constantemente y siempre más o menos las mismas piezas (a priori es lo que se espera), mientras que a los contenedores de las zonas de mantenimiento o de origen desconocido, llegan objetos más variados y no de manera tan constante.

## 7.7. Toma de datos

La toma de datos se realiza de la forma ya explicada y con la periodicidad establecida.

Es importante destacar que se hacen fotos parciales del contenedor grande y una foto total de los pequeños para ver una imagen general de cada contenedor, y después se sacan fotografías de cada tipo de objeto.

A modo de ejemplo, si hay un palet de madera y tres listones también de madera, tan solo se saca una foto del palet o de alguno de los listones. Gracias a las fotos parciales y/o generales se sabe la cantidad estimada de madera en el contenedor. De esta manera se evita tener excesivas fotografías.

Se tiene muy presente que pueden llegar objetos al contenedor general provenientes de contenedores pequeños y que ya se habían sacado fotos de dichos objetos días pasados.

Se estimó inicialmente que harían falta entre mes y medio y dos meses de toma de datos para poder ver cómo van generándose residuos en la empresa.

## 7.8. Registro de datos

Todas las fotografías se descargaron y almacenaron en un ordenador en la oficina. Para poder analizar los datos se ha llevado un registro de las fotografías cada día, archivándolas con la fecha en que se tomó y con una numeración. El formato elegido es el siguiente: aa-mm-dd\_NºFoto.

Ese mismo día, o a lo sumo al día siguiente, se analizan las fotografías. Tras numerarlas se ven las fotografías y se organizan en carpetas.

Los residuos que van a parar al contenedor pequeño que recoge material desconocido cercano al grande, se toman como si fueran a parar al contenedor grande. Se toma esta decisión ya que está muy cercano a él, y según se informó desde el Departamento de Medio Ambiente de Volkswagen Navarra, se decidió poner este contenedor pequeño ya que aparecía material diverso de origen desconocido que no se sabía dónde echar. Se decidió, por tanto, ponerlo porque era preferible que lo dejaran ahí, antes que echarlo a un contenedor inadecuado o dejarlo en el suelo. Al fin y al cabo, cuando se llena este contenedor pequeño, es volcado al grande. En definitiva, las fotos de objetos tanto en el PSD P-GRA como en el P-PEQ, se tratan de igual forma como si se hubieran tomado del contenedor grande: de hecho, hay objetos de origen desconocido que se tiran en cualquiera de los dos contenedores. Se sabe de antemano que se debe a una práctica inadecuada.

El siguiente paso es intentar asignar un código LER a cada objeto que esté en cualquiera de los contenedores. Lo que se hace es ver cada fotografía e intentar asignar un código LER a aquellos objetos impropios. Los objetos impropios son aquellos que no deberían ir según el código LER 16 01 22 y están en los puntos de seguimiento.

En una tabla de Excel se registran tanto los objetos que a priori deberían ir en 16 01 22, como los que no deberían ir a parar a ese contenedor (Impropios). Se apunta el número completo de la fotografía en el código LER que más se ajuste según el objeto que aparezca, la fecha en que ha aparecido y en qué PSD.

En definitiva, se tiene la trazabilidad de las fotos para poder revisarlas en cualquier momento, teniendo toda la información necesaria.

El objetivo del registro es conocer qué objetos se tienen cada día y con qué código LER deberían salir de Volkswagen Navarra. Además, tener un registro de aquellos objetos que se tengan dudas y se piense que pueden salir de este flujo y cambiar su gestión final.

## 7.9. Análisis de los indicadores TBF y del registro histórico de generación de basura industrial

En este apartado se pretende contextualizar la basura industrial dentro de la empresa y los indicadores TBF. Inicialmente se explica la evolución de los indicadores TBF. Tras ello se habla del indicador de residuos y la relación con la basura industrial. Dentro de la empresa VW Navarra hay cuatro tipos de residuos que van a vertedero: algunos residuos peligrosos, algunos lodos, los

residuos no reciclables provenientes de las zonas de descanso principalmente y la basura industrial. Se realiza un análisis de las cantidades generadas de ese último grupo “basura industrial” en VW Navarra para poder conocer la evolución. De esta forma se puede observar la cantidad que se genera y la problemática que conlleva.

## 7.10. Análisis de datos

Una vez se tienen todos los objetos registrados se procede a analizarlos. El objetivo de este análisis es conseguir ver qué tipos de residuos se acumulan en cada uno de los 13 puntos para dar importancia a los que aparezcan con más frecuencia o los que ocupen gran volumen entre otros aspectos.

Para conseguir este objetivo se decidió realizar tres análisis paralelos de los datos (frecuencia, representatividad y visual).

### 7.10.1. Frecuencia

Por un lado, se hace un análisis de la frecuencia en que aparece cada uno de los tipos de residuos (código LER) para cada uno de los PSDs. La frecuencia se calcula dividiendo el número de días que aparece un código LER entre el número de días que se han cogido datos de ese PSD. Por ejemplo, si se observan objetos clasificados con el código LER 17 04 05 en el PSD N1-CR dos días y en ese punto se han tomado datos 4 días, la frecuencia serían  $2/4$  de los días, lo que significaría que el 50 % de los días aparecen objetos de hierro y acero (17 04 05) en ese punto.

Con este análisis se consigue ver qué tipo de residuos aparecen con mayor frecuencia y de esta forma dar importancia a los que sean más frecuentes.

Se decide diferenciar tres grupos según el número de días que se tomaron datos. En los PSDs con datos de cinco días o más, se seleccionan los códigos que tienen una frecuencia de al menos un 25 % de los días. En aquellos con datos de 4 días, se fija en al menos el 50 % de los días. Aquellos PSDs que tengan datos de 3 días o menos, se descartan de este análisis de frecuencia por no tener datos de días suficientes. Se decide hacer este descarte ya que, al tener datos de 3 días por ejemplo, los porcentajes para un determinado código tan solo pueden ser de 0 % si no está presente, 33 % (un día presente), 66 % (dos días presente) o 100 % (los tres días presente).

### 7.10.2. Representatividad

El segundo análisis que se realiza es el de representatividad de cada código LER respecto al total de códigos LER en todo el conjunto de residuos de basura industrial. Para ello se obtiene la representatividad de cada código en cada uno de los PSDs que se calcula dividiendo el número de días que aparece un código LER entre el número total de códigos para todos los días. A modo de ejemplo, supongamos que en esos 4 días del ejemplo anterior aparecen los siguientes códigos: el código 17 04 05 aparece solo el primer día: el segundo día los códigos 17 04 05 y 15 01 01, el tercer día el 15 01 01 y el cuarto día el 15 01 02. El número total de códigos para todos los días es 5, por lo que, si el código 17 04 05 aparece dos días, la representatividad es de  $2/5$ , lo que significa que representa el 40 %, el código 15 01 01 representaría otro 40 % y el 15 01 02 el 20 % restante.

Hasta este paso, se sabe lo que representa cada código en cada PSD. El siguiente paso es llevar a cabo una ponderación, es decir, cuánto representa cada PSD en el total de los residuos de basura industrial.

La representatividad o ponderación de un PSD se calcula dividiendo el número de días que se toman datos en ese PSD, entre la suma de días totales entre todos los PSDs. A modo de ejemplo, si tuviéramos tres PSDs y en el PSD “A” se toman datos 5 días, en el “B” se toman 4 días y en el “C” 7 días, la representatividad o ponderación de cada uno es la siguiente. Para “A” la ponderación es de  $5/(5+4+7)$ , resultando una ponderación de 0,3125, o sea un 31,25 %. Para “B” sería de  $4/16$  que es 0,25 o 25 %, y para “C”  $7/16$  es 0,4375 o 43,75 %.

Tras esto lo se pondera la representatividad de cada código LER con la ponderación del PSD donde ha estado presente multiplicando ambos valores en tanto por 1. El resultado da la representatividad de cada código LER en cada PSD. Sumando la representatividad que ha obtenido para un determinado código en cada uno de los PSDs, se obtiene como resultado lo que representa cada código LER en el conjunto de residuos de basura industrial.

Con este análisis se consigue ver cómo de representativo es un tipo de residuo para dar importancia a aquellos que son más representativos (aquellos que obtengan mayor porcentaje).

Se decide poner el límite del 2 % de representatividad para ser estudiados ya que se presupone, y tras hacer el análisis se corrobora, que hay muchos residuos que aparecen muy pocas veces y representan porcentajes incluso inferiores al 1 % de representatividad. Es decir, todos los códigos que tengan una representatividad final de al menos un 2 % o más, serán posibles códigos a estudiar.

### 7.10.3. Análisis visual

El tercero de los análisis se realiza de manera visual teniendo en cuenta los días en que se fueron a cada uno de los PSDs y también las fotografías que se guardan. Puede haber residuos que tanto por frecuencia como por representatividad no tengan mucha importancia, pero que si tengan importancia por algún otro aspecto. Con este análisis se pretende tener en cuenta aquellos códigos LER que ocupan mucho volumen en el contenedor, los que pesan mucho y los peligrosos. Los que ocupan mucho volumen tienen la problemática que al generarse en la empresa y verterse al contenedor, hacen que se llene más rápidamente teniendo que sacarlo de la empresa. Los residuos que pesan mucho tienen la importancia que contribuyen a empeorar el indicador TBF y los residuos peligrosos son importantes debido a la propia peligrosidad del residuo.

En este análisis se escogen aquellos tipos de residuos que ocupen mucho volumen, pesen mucho o sean peligrosos gracias a la propia experiencia de verlos en el momento de tomar datos y también otros que se hayan podido ver en las fotografías.

### 7.11. Códigos seleccionados para estudiar

Como resultado del proceso de análisis de datos, se seleccionan los códigos que van a ser estudiados. Los que se van a estudiar son aquellos que hayan sido seleccionados en cualquiera de los tres análisis.

### 7.12. Causas de deposición, propuesta de medidas y alternativas de gestión

El estudio final se hace viendo las causas de deposición de los diferentes códigos LER seleccionados para estudiar. Una vez se tienen las causas de deposición de los diferentes códigos LER, se proponen medidas directas e indirectas que puedan hacer la situación actual y eviten la llegada de residuos impropios. Por último, se explican las alternativas de gestión para residuos clasificados con el código LER 16 01 22 (propios) y alternativas de gestión generales.

## 8. Resultados y Discusión

En este apartado se van a exponer los resultados obtenidos en el mismo orden explicado anteriormente en el esquema general de la metodología utilizada. Se inicia con el análisis de los indicadores TBF y del registro histórico de la basura industrial. Tras él, se expone un pequeño apartado explicativo de los tipos de residuos encontrados, en orden a dar una visión de conjunto.

### 8.1. Análisis de los indicadores TBF y del registro histórico de generación de basura industrial

Los indicadores TBF son aquellos que muestran de manera relativa algunos de los aspectos medioambientales de la empresa. Los indicadores son cinco y muestran la cantidad, por coche fabricado, de las emisiones de CO<sub>2</sub> y disolventes emitidas a la atmósfera, de los residuos no recuperables destinados a vertedero y del agua y energía utilizadas.

El objetivo que tiene la empresa VW Navarra es conseguir que el indicador TBF que engloba a los 5 indicadores TBF, se reduzca un 45 % entre 2010 y 2025. Se presenta a continuación la evolución del indicador global TBF entre los años 2010 y 2018 (Figura 16). Se observa que hay años que se cumple el objetivo de ese año y otros en los que no se consigue alcanzar, como en los años 2012 y 2017. La realidad de este indicador es que varía según cada año y viene dado por los coches que se producen y la eficacia en el trabajo en relación con los 5 indicadores. Con el cierre del año de 2018 se puede ver que prácticamente se ha alcanzado el objetivo del 25 %, realmente se ha obtenido un 24,62 % de reducción siendo exactos.

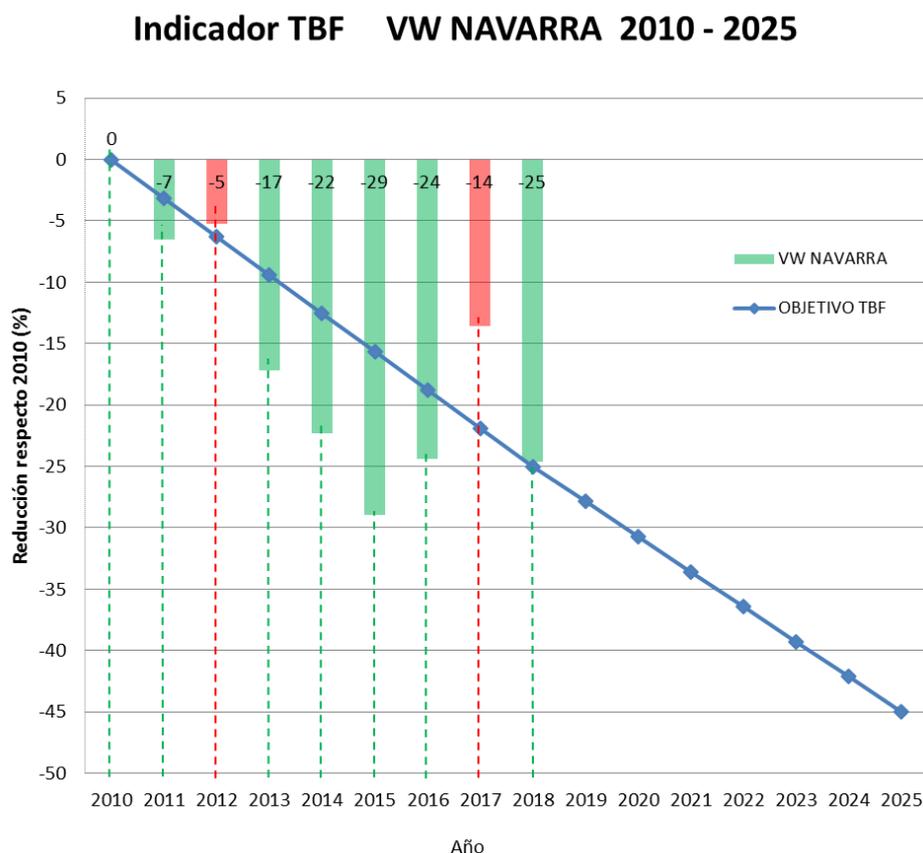


Figura 16. Evolución de la reducción en el indicador TBF global para cada año entre 2010 y 2018 y objetivo a conseguir cada año.

Nota: En verde los años que se ha superado lo previsto por el objetivo fijado TBF, en rojo los años que no se ha alcanzado el objetivo para ese año y en azul el objetivo de cada año.

Sin embargo, cada uno de los 5 indicadores sigue una tendencia que se analiza a continuación.

### Consumo de energía

Para el caso de la energía se puede observar que en los años entre 2011 y 2016 se estaba muy cerca del objetivo de cada año, si bien se estaba unos años por encima del objetivo y otros por debajo (Figura 17). Sin embargo en los años 2017 y 2018 se ha estado bastante por encima del objetivo, con 1.167 y 1.000 kWh/ vehículo respectivamente. En el año 2017 incluso se aumentó el consumo frente a 2010. Tras finalizar el año 2018, este indicador está con una reducción del 8,45 %.

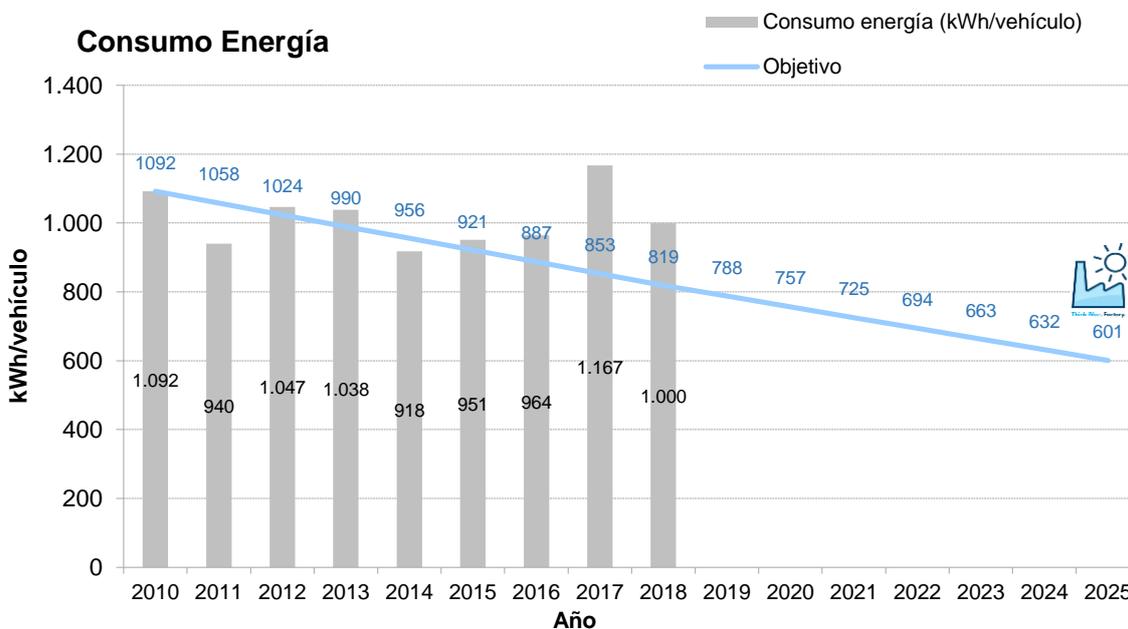


Figura 17. Indicador de consumo de energía (kWh/vehículo) para 2010-2018 y el objetivo de cada año entre 2010 y 2025.

Nota: En azul el objetivo de cada año y en negro el valor obtenido realmente.

### Emisiones de CO<sub>2</sub>

Las emisiones de CO<sub>2</sub> por vehículo fabricado también han sufrido variaciones a lo largo del periodo 2010-2018 (Figura 18). En los años 2011 y 2014 se estuvo muy por debajo del objetivo marcado. Por el contrario, los años 2012 y 2017 se estuvo por encima incluso de los valores de 2010. En el año 2018 se ha estado por encima del objetivo marcado de 97 kg/vehículo ya que se han emitido a la atmósfera 109 kg/vehículo. Tras finalizar el año 2018, este indicador está con una reducción del 15,71 %. Esto indica que está bastante mejor que el indicador de consumo de energía.

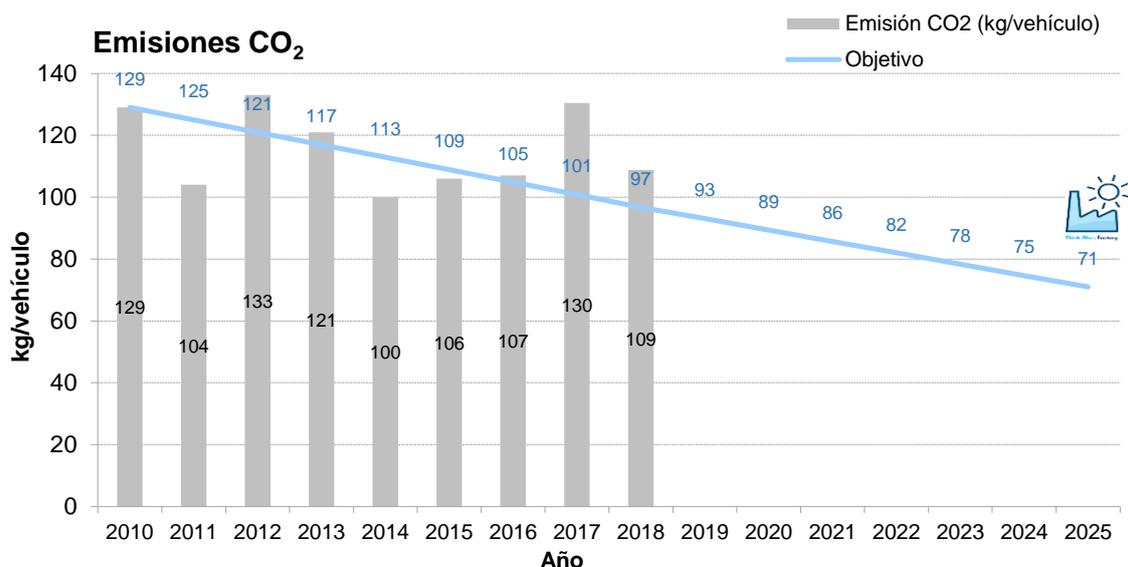


Figura 18. Indicador de emisiones de CO<sub>2</sub> (kg/vehículo) para 2010-2018 y el objetivo de cada año entre 2010 y 2025.

Nota: En azul el objetivo de cada año y en negro el valor obtenido realmente.

### Emisiones de disolventes (COVs)

Las emisiones de disolventes o compuestos orgánicos volátiles (COVs) por vehículo fabricado también han sufrido variaciones a lo largo del periodo 2010-2018 (Figura 19). En los años 2011-2013 se estuvo muy por encima del objetivo marcado. Por el contrario, los años 2014-2017 se estuvo por debajo de los objetivos e incluso en los años 2015 y 2016 ya cumpliendo el objetivo marcado para 2015 con 1,34 kg/vehículo. En el año 2018 sin embargo, se ha estado por encima del objetivo marcado de 1,83 kg/vehículo ya que se han emitido a la atmósfera 1,93 kg/vehículo. Tras finalizar el año 2018, este indicador está con una reducción del 20,87 % respecto a 2010. Esto indica que se está bastante mejor que los dos indicadores anteriores, los de consumo de energía y emisiones de CO<sub>2</sub>.

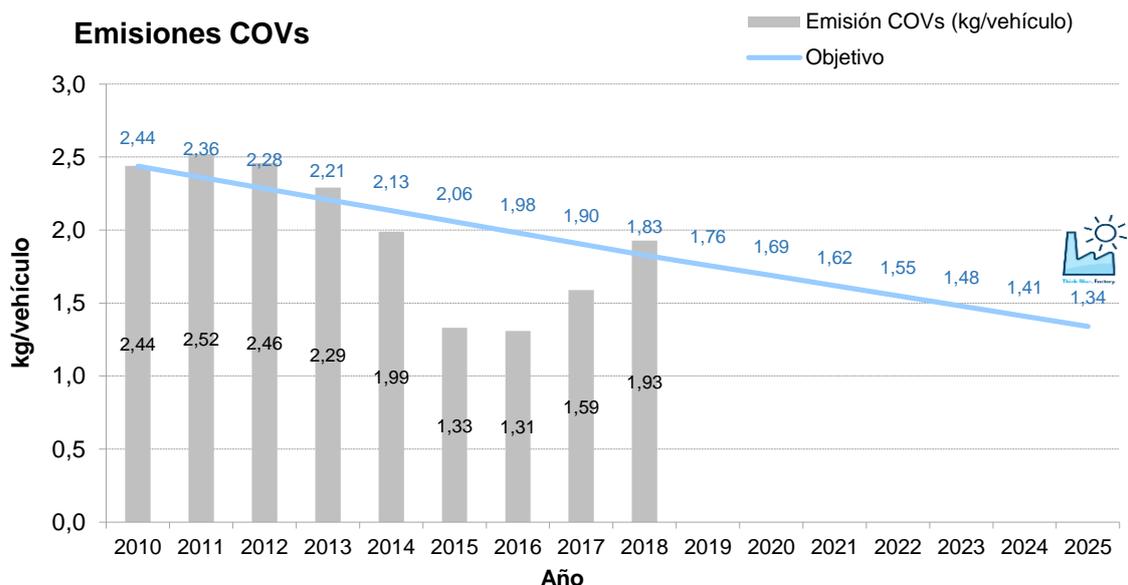


Figura 19. Indicador de emisiones de COVs (kg/vehículo) para 2010-2018 y el objetivo de cada año entre 2010 y 2025.

Nota: En azul el objetivo de cada año y en negro el valor obtenido realmente.

### Consumo de agua

El consumo de agua por vehículo fabricado no ha sufrido tantas variaciones a lo largo del periodo 2010-2018 como en los casos anteriores (Figura 20). En los años 2011 y 2012 se tuvieron consumos incluso superiores a 2010. Sin embargo, gracias a diferentes medidas tomadas, se fue reduciendo la cantidad poco a poco hasta lograr en 2014 y 2015 estar por debajo de los objetivos de cada uno de esos años. En los años 2016 y 2017 se invirtió esa tendencia descendente y se estuvo por encima de los objetivos teniendo consumos de 1,31 y 1,38 m<sup>3</sup>/vehículo respectivamente. En el año 2018 se ha conseguido reducir el consumo de agua en 350 l/vehículo respecto a 2017, llegando a consumir tan solo 1,03 m<sup>3</sup>/vehículo fabricado. Tras finalizar el año 2018, este indicador está con una reducción del 29,73 % respecto a 2010. Esto indica que, hasta el momento, se está mejor que los tres indicadores anteriores.

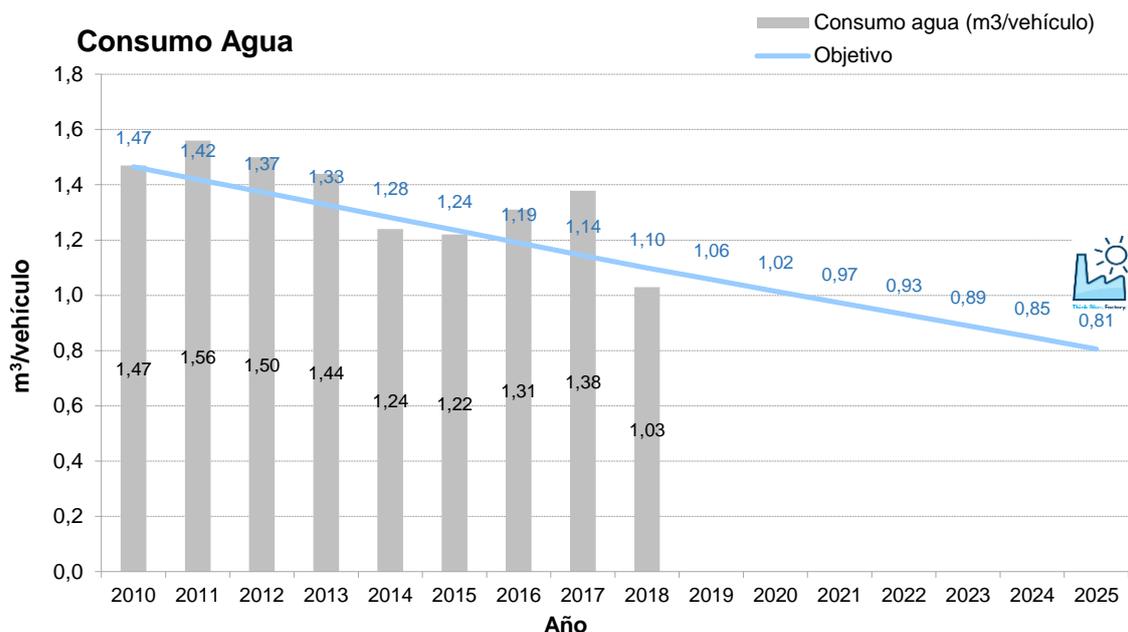


Figura 20. Indicador de consumo de agua (m<sup>3</sup>/vehículo) para 2010-2018 y el objetivo de cada año entre 2010 y 2025.

Nota: En azul el objetivo de cada año y en negro el valor obtenido realmente.

### Residuos no recuperables

La cantidad de residuos no recuperables que se generan en VW Navarra por cada vehículo fabricado ha sufrido unos altibajos muy grandes a lo largo del periodo 2010-2018 siendo este indicador el más irregular de todos (Figura 21). Todos los años la cantidad generada ha estado por debajo del objetivo marcado para cada año. Sin embargo, se puede ver que hay años que se han generado 2,52 kg/vehículo como en el año 2013 y años de 7,47 como en 2010, lo que es casi el triple. La cantidad generada por coche fabricado fluctúa mucho. Esto demuestra que la cantidad total de residuos no recuperables puede depender algo de la producción, pero además debe haber otro factor que haga fluctuar tanto las cantidades. No podría depender solo de la producción puesto que esta no ha variado tanto en los años 2010-2018. En el año 2018 se ha conseguido llegar a 3,86 kg/vehículo, bajando incluso del objetivo de 2025 (4,11 kg/vehículo). Tras finalizar el año 2018, este indicador ha conseguido reducirse en un 48,35 % respecto a 2010. Se puede decir que este indicador es el que más se reduce de los 5 y con gran diferencia.

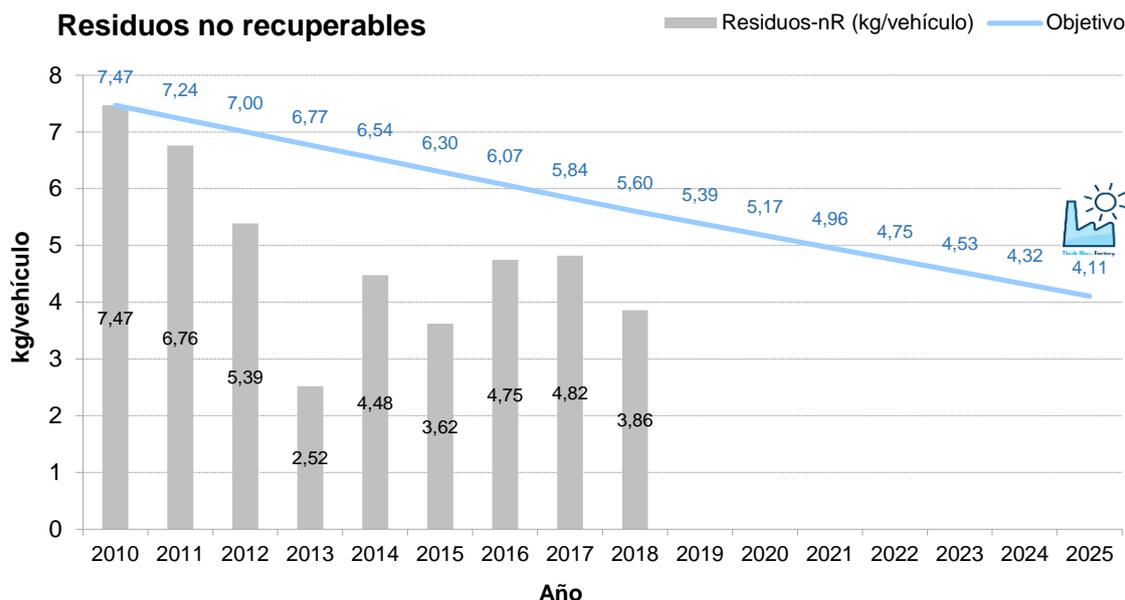


Figura 21. Indicador de consumo de agua (m<sup>3</sup>/vehículo) para 2010-2018 y el objetivo de cada año entre 2010 y 2025.

Nota: En azul el objetivo de cada año y en negro el valor obtenido realmente.

Es muy difícil predecir las cantidades que van a salir de residuos no recuperables puesto que no dependen solamente de la producción. Además, al haber cuatro grupos de residuos que van a vertedero y se contabilizan para este indicador, todavía es más difícil actuar sobre ellos tomando medidas con el fin de reducirlos. Los cuatro grandes grupos como ya se han dicho son: algunos residuos peligrosos, ciertos lodos de diversa índole, residuos no reciclables de zonas de descanso y la basura industrial. Este último es el contenedor de basura industrial estudiado en este trabajo.

Los residuos de basura industrial representan al año entre un 10 y un 15 % del total de residuos que van al vertedero, influyendo sobre el indicador TBF de residuos con tal porcentaje. Puede parecer que es poco, sin embargo, es una de las partes sobre las que más se puede actuar. Este residuo denominado basura industrial tan solo tiene un código LER, el 16 01 22, mientras que el grupo de residuos peligrosos contabilizados para este indicador por ejemplo, engloba 14 códigos LER distintos. El grupo de lodos que van a vertedero está formado por 3 tipos diferentes y los residuos no recuperables de zonas de descanso tan solo por uno. Se preveía gran potencial de mejora en este tipo de residuos llamados basura industrial por parte del departamento de Medioambiente y por ello se han estudiado tales residuos.

Se ha realizado un análisis de datos de los residuos de basura industrial generados cada año en el periodo 2008-2018 (Figura 22).

Se puede observar que la producción de basura industrial es muy irregular a lo largo de los años teniendo algunos de poco más de 118 toneladas (2012) y años de casi el doble, alcanzando casi 229 t en 2011. La tendencia general desde 2008 es descendente en cuanto a la cantidad de residuos de basura industrial se refiere, aunque en 2017 hubo un pico generándose 191,44 t.

Desde el año 2010 hasta finales de 2018 se han producido 1.424 t de residuos de basura industrial que han ido a vertedero. Sin embargo, a fecha de 2018, se ha conseguido reducir un 41,7 % la generación de este tipo de residuos.

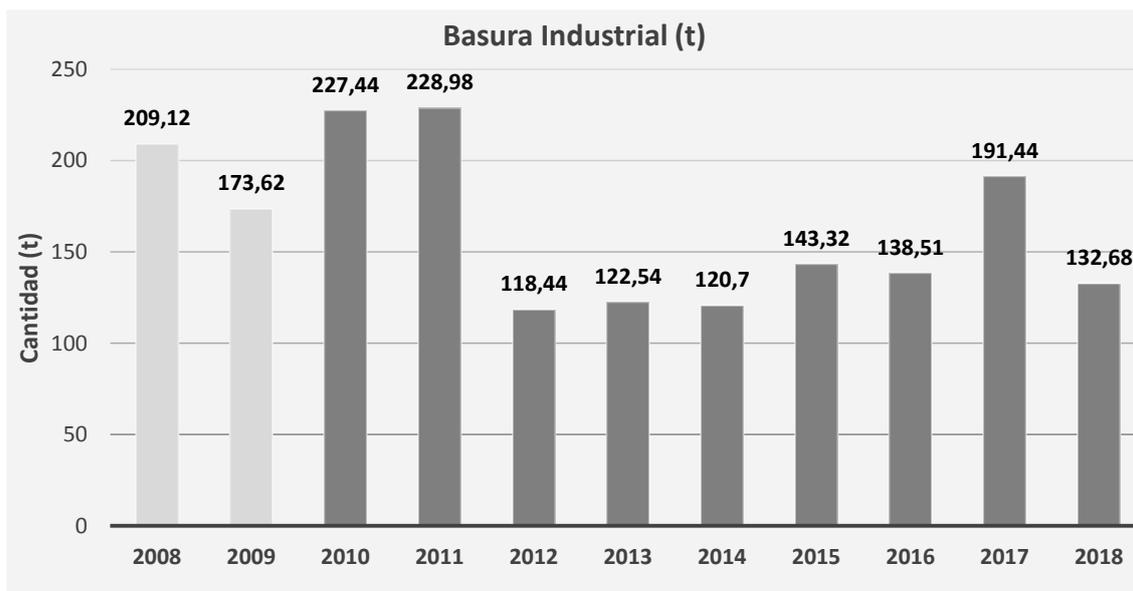


Figura 22. Registro anual de residuos de basura industrial generados en Volkswagen Navarra para los años 2008-2018.

Nota: En gris oscuro los años que se tienen en cuenta para Think Blue.Factory (TBF) y en gris claro los años que no se contabilizan en TBF.

En cuanto a la relación en la generación de basura industrial con la producción, se observa que no tienen gran relación (Figura 23). Justamente el año que menos producción hay de estos 4 años (2017) con 244.127 vehículos, es el año que mayor cantidad de residuos de basura industrial se general con 191,44 t. Esto justifica que la generación de basura industrial no se debe solo a la producción.

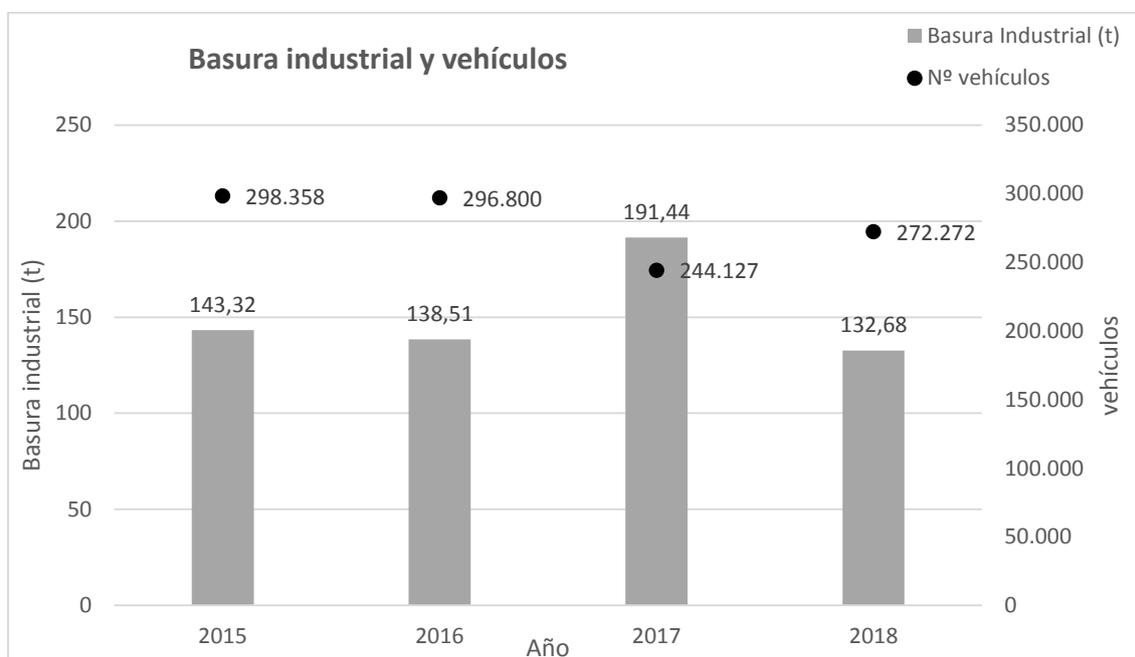


Figura 23. Basura industrial generada en VW Navarra para los años 2015-2018 y producción de vehículos para esos mismos años.

De igual forma se puede apreciar la cantidad de basura industrial por coche fabricado, de manera relativa (Figura 24). La cantidad generada por vehículo fabricado para los últimos 4 años (2015-2018) varía entre 0,467 y 0,784 kg/vehículo. En el año 2015 se juntan dos factores que hace

dispararse la cantidad generada por coche fabricado hasta 0,784; por un lado se generó más cantidad de basura industrial que el resto de los años, y por otro se produjeron menos coches. Todo esto representa que hay gran fluctuación según cada año y por tanto, si hay años con tasas más bajas y otros con más altas, se intuye que puede haber potencial de mejora en este tipo de residuos.

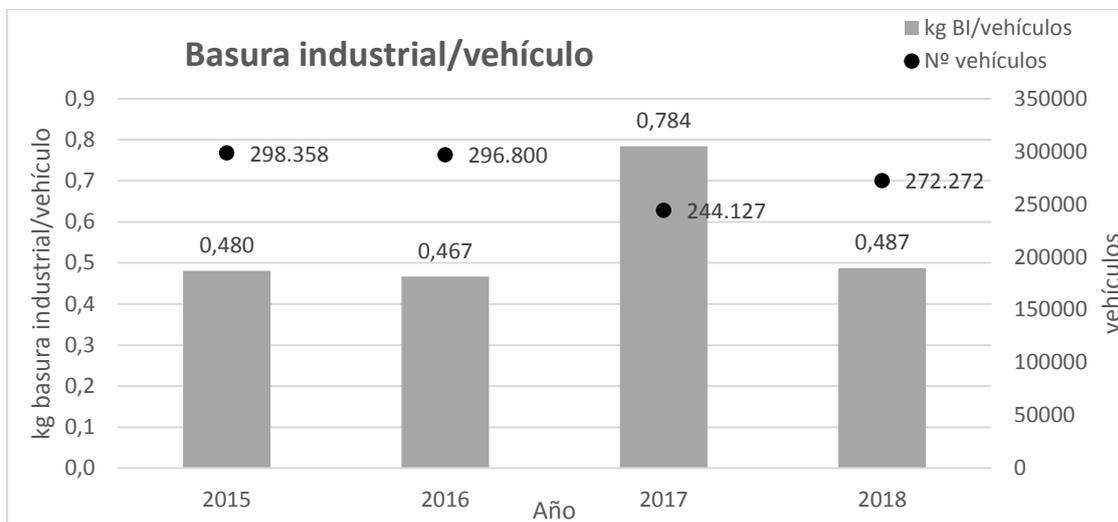


Figura 24. Basura industrial generada en VW Navarra por coche fabricado (kg/vehículo) para los años 2015-2018 y producción de vehículos para esos mismos años.

## 8.2. Residuos encontrados en todos los contenedores

El periodo en el que se tomaron los datos fue entre el 5 de octubre y el 12 de diciembre de 2018, con un total de 32 días de muestreo. A continuación, se muestra el número de días que se tomaron datos en cada PSD (Figura 25). Puede verse que varía mucho la cantidad de días en que se tomaron datos según cada PSD teniendo puntos donde se tomaron datos tan solo un día (N-L) y PSDs donde se tomaron 32 días (P-GRA y P-PEQ) o 29 días como es el caso de P-LUN.

Esto hace que los datos que se pudieron tomar en cada PSD varíe, teniendo más relevancia o importancia aquellos PSDs con mayor número de observaciones.

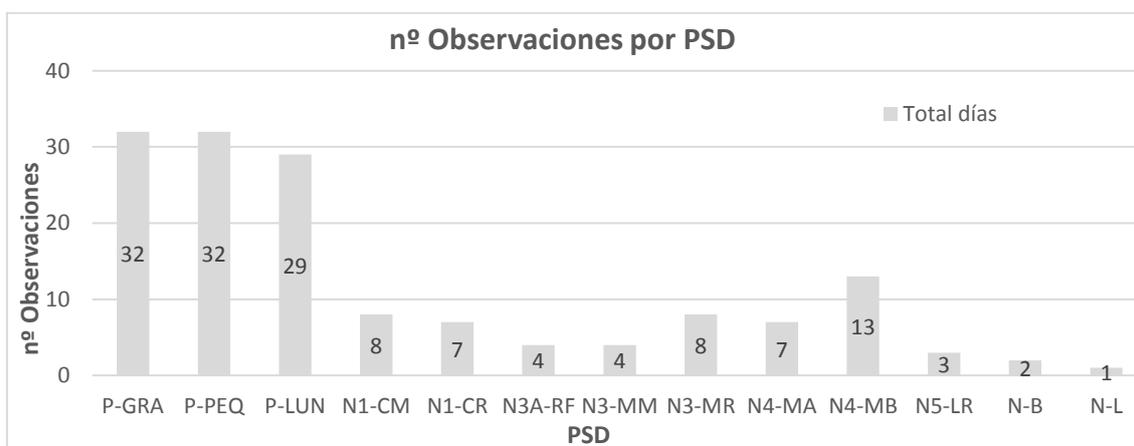


Figura 25. Número de días que se tomaron datos en cada PSD. Descripción de cada PSD: P-GRA=Playa Grande, P-LUN=Playa Pequeño Lunas, P-PEQ=Playa Pequeño, N1-CM=Nave1-Chapisteria\_Mantenimiento Chapa, N1-CR=Nave1-Chapisteria\_Rechazos Calidad, N3A-RF=Nave3A-R.Final\_Mantenimiento R. Final, N3-MM=Nave3-Montaje\_Mantenimiento Montaje, N3-MR=Nave3-Montaje\_Rechazos Montaje, N4-MA=Nave4-Motores\_Almacén Piezas Red, N4-MB=Nave4-Motores\_Box Rechazos, N5-LR=Nave5-Logística\_Rechazos Calidad, N-B=Nave-Báscula.

De igual forma, se tiene la distribución semanal de los días de toma de datos (Figura 26). Como se puede ver, también hay gran variación según cada día de la semana, siendo el viernes el día de la semana con menor cantidad de PSDs observados, teniendo desde el 1 de octubre hasta el 12 de diciembre tan solo 6 PSDs observados, lo que significa que tan solo se sacaron fotografías a 6 contenedores. Esta pequeña cantidad de contenedores observados los viernes viene dada por la situación empresarial de la empresa VW Navarra, afectando a 8 viernes e imposibilitando la toma de datos.

Por el contrario, durante todos los miércoles se lograron ver 41 PSDs, siendo el día de la semana con mayor número de contenedores observados. El resto de días laborables están entre 32 y 38 PSDs.

Esta diversidad de toma de datos dentro de los días de la semana puede llegar a afectar a los datos que se tomaron ya que no todos los días de la semana tienen por qué haber los mismos tipos de residuos.

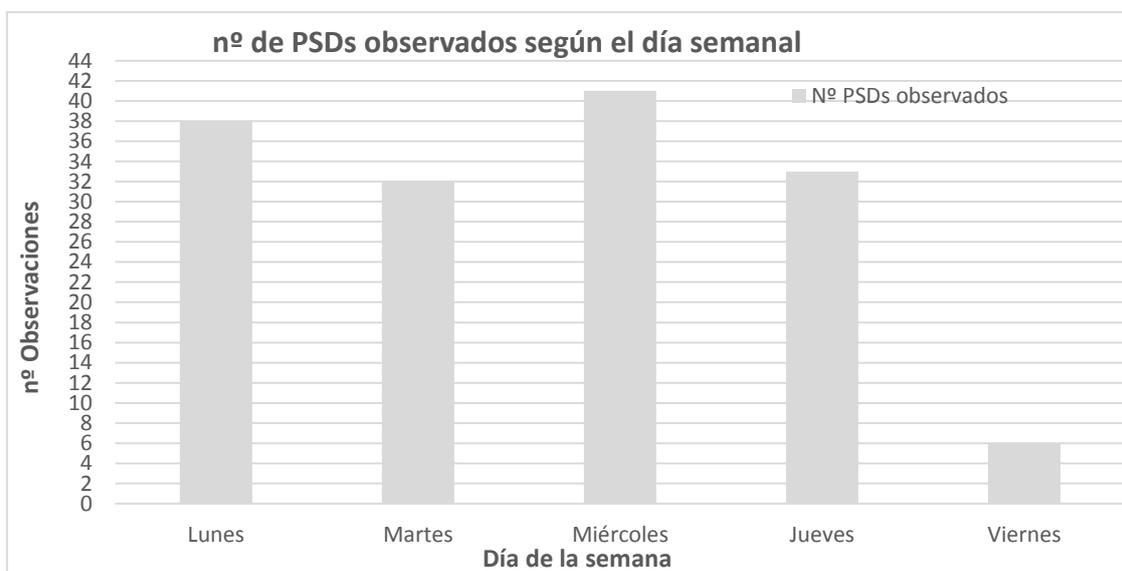


Figura 26. Número de PSDs observados según el día de la semana.

Se observan a continuación los días de la semana en los que se tomaron datos para cada PSD (Figura 27). Hay gran heterogeneidad para cada punto, teniendo puntos que tan solo se han logrado ver un día de la semana como son N-B (miércoles) y N-L (jueves), este último porque solo se pudo tomar un día de datos, y puntos en los que se han tomado datos en los diversos días de la semana (P-GRA, P-PEQ, P-LUN y N4-MB). Sin embargo, dentro de cada PSD la proporción de cada día de la semana varía mucho para todos los puntos.

De igual forma que la diversidad en la cantidad de días de la semana puede afectar a los datos que se toman en general, dentro de cada PSD también puede afectar esta diversidad de días por la misma razón, no todos los días de la semana tienen por qué salir el mismo tipo de residuos.

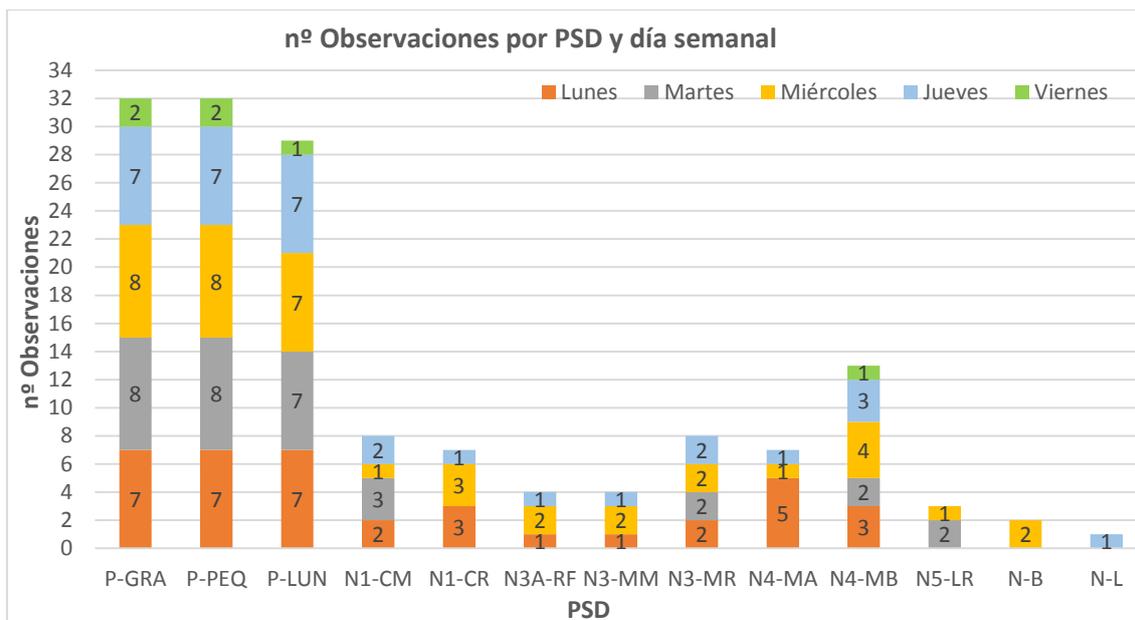


Figura 27. Número de días que se tomaron datos en cada PSD según los días de la semana. Descripción de cada PSD: P-GRA=Playa Grande, P-LUN=Playa Pequeño Lunas, P-PEQ=Playa Pequeño, N1-CM=Nave1-Chapisteria\_Mantenimiento Chapa, N1-CR=Nave1-Chapisteria\_Rechazos Calidad, N3A-RF=Nave3A-R. Final\_Mantenimiento R. Final, N3-MM=Nave3-Montaje\_Mantenimiento Montaje, N3-MR=Nave3-Montaje\_Rechazos Montaje, N4-MA=Nave4-Motores\_Almacén Piezas Red, N4-MB=Nave4-Motores\_Box Rechazos, N5-LR=Nave5-Logistica\_Rechazos Calidad, N-B=Nave-Báscula.

En cuanto a los residuos encontrados (códigos) en los contenedores a lo largo del periodo de toma de datos se refiere, todos se pueden agrupar en cinco capítulos LER (Tabla 5). Se puede ver que no solo hay residuos del capítulo 16, que es el capítulo al cual pertenece el código asignado actualmente a este tipo de residuos, el 16 01 22. También hay residuos de otros 4 capítulos como son el 12, 15, 17 y 20.

Estos 4 capítulos tienen materiales muy diversos: residuos del tratamiento físico y mecánico de metales y plásticos, envases, absorbentes, trapos de limpieza, materiales de filtración, ropas de protección, residuos de construcción y demolición y por último, residuos municipales.

Además, hay un tipo de residuo que no se ha podido poner en ningún capítulo y tampoco se le ha podido asignar un código LER (se explicarán más adelante las razones).

Tabla 5. Capítulos LER a los cuales pertenecen todos los códigos LER encontrados en los diferentes contenedores.

Capítulo LER	Descripción
12	Residuos del moldeado y del tratamiento físico y mecánico de superficie de metales y plásticos.
15	Residuos de envases; absorbentes, trapos de limpieza, materiales de filtración y ropas de protección no especificados en otra categoría.
16	Residuos no especificados en otro capítulo de la lista.
17	Residuos de la construcción y demolición (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas).
20	Residuos municipales (residuos domésticos y residuos asimilables procedentes de los comercios, industrias e instituciones), incluidas las fracciones recogidas selectivamente.

Nota: A cada uno de los capítulos se le ha asignado un color que se va a utilizar también en los gráficos siguientes para poder visualizarlos de mejor forma y sean más claros.

Se expone a continuación la totalidad de los códigos asignados a los residuos encontrados en los diferentes contenedores (Tabla 6). En total se han clasificado los residuos en 31 tipos de residuos, pero pertenecientes a 26 códigos LER. Se han encontrado residuos de un código LER del capítulo 12.

Para el caso del capítulo 15 se han encontrado 10 tipos de residuos clasificables en 8 códigos LER, esto es debido a que el código 15 01 02 está 3 veces, a cada tipo de residuos se le ha puesto una letra para diferenciarlos; la letra E significa que son garrafas y envases industriales, la letra F que es film o flejados y la T que son tapones. Se ha realizado de esta forma ya que cada uno de los residuos puede gestionarse de diferente forma según la letra que se le ha asignado.

Del capítulo 16 se han encontrado residuos de siete códigos LER y del capítulo 20 cuatro.

En el capítulo 17 pasa lo mismo que en el 15, habiendo 8 tipos de residuos de 6 códigos LER. Se repite el 17 04 11 con tres letras distintas; la C significa que son cables con cobre, la F que son cables con fibra de vidrio y la S que no tienen ningún tipo de cableado interior, es la cobertura del cable pelado.

Además, hay un tipo de residuo que no se le ha asignado código LER ya que son bolsas de plástico de diferentes colores que llevan en su interior materiales de todo tipo o desconocidos puesto que a veces no se pudieron abrir y de origen también desconocido. No se le puede asignar código LER por no conocer el contenido interior o, al menos, no conocerlo *a priori*.

Se pueden ver los tipos de residuos que se han clasificado con cada uno de los códigos LER de la Tabla 6 en el Anexo 1. Tipos de residuos clasificados en cada código LER.

Tabla 6. Códigos LER en los que se han clasificado todos los residuos encontrados, letra asignada a los que están repetidos y descripción del mismo.

Código LER	Letra	Descripción del LER (descripción Letra)
12 01 03		Limaduras y virutas de metales no férricos.
15 01 01		Envases de papel y cartón.
15 01 02	E	Envases de plástico. (Garrafas y envases industriales)
15 01 02	F	Envases de plástico. (Film y flejados)
15 01 02	T	Envases de plástico. (Tapones)
15 01 03		Envases de madera.
15 01 06		Envases mezclados.
15 01 09		Envases textiles.
15 01 10*		Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.
15 02 02*		Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas.
15 02 03		Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras distintos de los especificados en el código 15 02 02.
16 01 03		Neumáticos fuera de uso.
16 01 19		Plástico.
16 01 20		Vidrio.
16 01 22		Componentes no especificados en otra categoría.
16 02 14		Equipos desechados distintos de los especificados en los códigos 16 02 09 a 16 02 13.
16 02 16		Componentes retirados de equipos desechados, distintos de los especificados en el código 16 02 15.
16 06 04		Pilas alcalinas (excepto las del código 16 06 03).
17 02 03		Plástico.
17 03 02		Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.
17 04 01		Cobre, bronce, latón.
17 04 05		Hierro y acero.
17 04 11	C	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10. (Con cableado de cobre)
17 04 11	F	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10. (Con cableado de fibra de vidrio)
17 04 11	S	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10. (Sin cableado)
17 06 04		Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.
20 01 02		Vidrio.
20 01 21*		Tubos fluorescentes y otros residuos que contienen mercurio.
20 03 01		Mezclas de residuos municipales.
20 03 07		Residuos voluminosos.
-		Son bolsas de plástico de diferentes colores que llevan en su interior materiales de todo tipo o desconocidos y de origen también desconocido. No se le puede asignar código LER por no conocer el contenido interior o al menos no conocerlo <i>a priori</i> .

Nota: Cada uno de los códigos tiene asignado el color del capítulo al que pertenece que se va a utilizar también en los gráficos siguientes para poder visualizarlos de mejor forma y sean más claros. Los códigos que presentan asterisco “\*”, son aquellos que son catalogados como residuos peligrosos.

De toda la lista anterior de residuos, los que se denominan propios a estos contenedores denominados “basura industrial” son tan solo los residuos del código 16 01 22 mientras que el resto de residuos son impropios.

### 8.3. Análisis de datos

Se va a realizar ahora el análisis de todos los datos con el objetivo de ver los residuos más importantes en los que se debe incidir o deben ser estudiados. Este análisis se va a llevar a cabo en tres etapas. En primer lugar, se presentan los resultados del análisis de frecuencia de aparición de cada uno de los códigos LER en cada contenedor, después se exponen los resultados del análisis de representatividad de cada código LER y, por último, se presentan los resultados del análisis visual.

Para poder comprender los datos analizados y el tipo de análisis tanto para la frecuencia como para la representatividad, hay que realizar el proceso de abstraerse, evitando pensar en cantidades (peso o volumen) puesto que en ningún caso fue posible registrarlas. Que un determinado código LER aparezca en un contenedor y se represente en las siguientes gráficas, no da información de si es un objeto grande o pequeño, de gran volumen o pequeño, o si era un objeto o multitud de objetos iguales. Por ello, estos aspectos serán evaluados o considerados tan solo en el análisis visual (tercer análisis).

#### 8.3.1. Frecuencia

Con este análisis se consigue ver qué residuos aparecen con mayor frecuencia en cada contenedor. A modo de resumen, se ve la cantidad de veces que se han visualizado residuos de cada código LER.

Como se ha indicado en el apartado 7.10.1., se decide diferenciar tres grupos según el número de días que se tomaron datos y tener diferente criterio de selección para cada grupo.

A continuación, se va a analizar cada PSD por separado, viendo el número de días que están presentes los diferentes códigos LER, y a su vez el porcentaje de frecuencia de cada uno. Los primeros que se analizan son los que tienen datos de cinco días o más, después los que tienen cuatro días (N3A-RF y N3-MM), y por último el PSD P-GRA junto con el PSD P-PEQ llamado P-GRA+P-PEQ que es el PSD más complejo ya que a él van todos los residuos provenientes del resto de contenedores. No se analizan tres PSDs (N5-LR, N-B y N-L) ya que tienen datos de menos de cuatro días.

#### P-LUN

Se puede ver a continuación el número de días que se observaron residuos de cada código LER para el PSD P-LUN (Figura 28). Como se observa, este contenedor recibe varios tipos de residuos, sin embargo, sobresale principalmente uno de ellos que son los residuos del código 16 01 20 (Vidrio proveniente como residuo de vehículos) habiéndolo encontrado 16 días. En este contenedor se han encontrado otros tres códigos LER. Dos corresponden a residuos de origen municipal o asimilables a urbanos como son el 20 01 21\* (fluorescentes); este código se ha encontrado dos días, y el 20 01 02 (vidrio de origen municipal o asimilable a urbano) que se ha encontrado un día. El tercero corresponde al capítulo 17 como es el 17 04 05 (hierro y acero proveniente de obras o demoliciones) con un día presente.

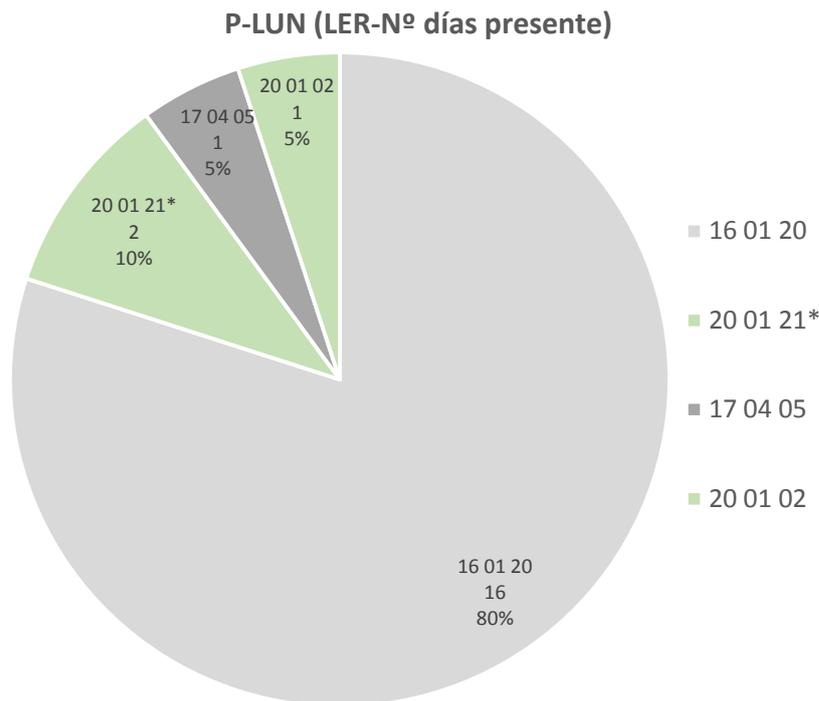


Figura 28. Número de días que se observa cada código LER en el PSD P-LUN.

Analizando la frecuencia de aparición de cada código LER, se obtiene que hay códigos con presencia desde poco más de un 3 % de los días, hasta alguno por encima del 55 % (Figura 29). En este PSD se tomaron datos 29 días, por lo que tan solo se van a seleccionar para posterior estudio los que estén por encima de un 25 % de los días presentes. En este caso tan solo el 16 01 20 obtiene un porcentaje superior al 25 %, concretamente un 55,2 %.

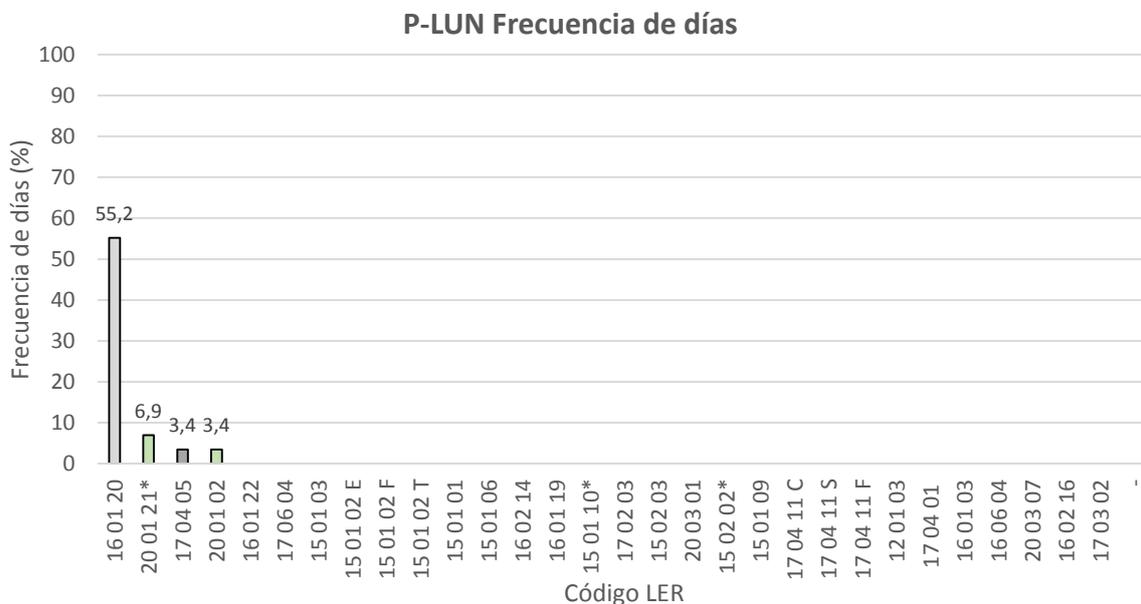


Figura 29. Frecuencia de aparición de cada código LER en el PSD P-LUN.

### N1-CM

Se puede ver a continuación el número de días que se observaron residuos de cada código LER para el PSD N1-CM (Figura 30). Se puede apreciar que este contenedor recibe ocho tipos de residuos, estando muy repartido entre diferentes tipos y no destacando claramente ninguno. Hay

residuos que aparecen desde un día hasta 4. Englobando por grupos, pueden observarse residuos de diferentes tipos de envases correspondientes al capítulo 15, destacando con mayor presencia el 15 01 06 (envases mezclados) con 3 días presente. También hay residuos del capítulo 17, con el mismo código pero de diferente tipología, hay cables con cobre (17 04 11 C) y sin cobre (17 04 11 S). Los otros tres códigos LER encontrados pertenecen al capítulo 16, dos del subcapítulo 16 02 (residuos de equipos eléctricos y electrónicos) y otro del código 16 01 22 con 3 días presente. El código que más aparece en este contenedor es el 16 02 16 (componentes retirados de equipos desechados) con 4 días, puede entenderse debido a que este PSD está situado en el punto de mantenimiento de chapistería y en caso de realizarse alguna tarea de mantenimiento, es lógico que salgan componentes de aparatos eléctricos - electrónicos.

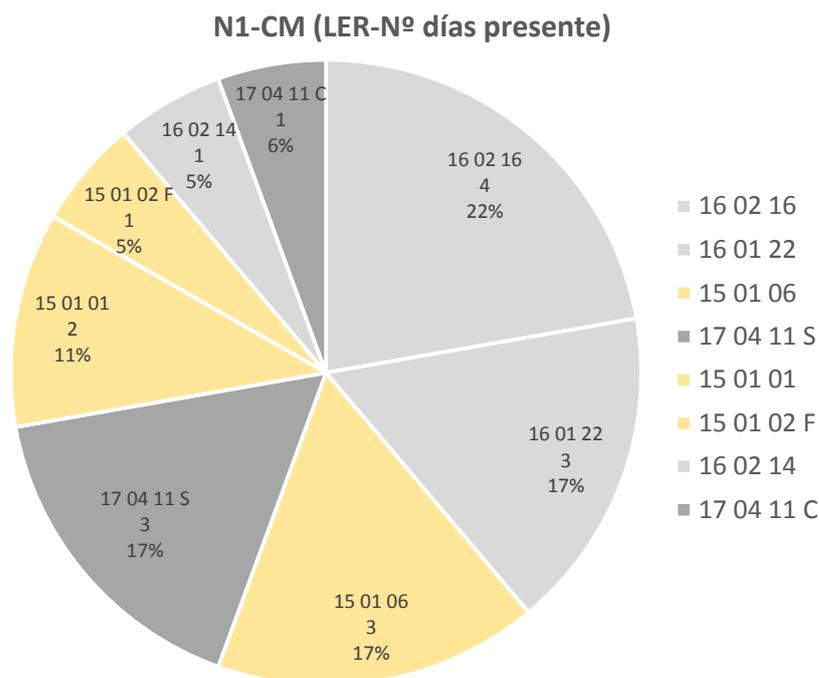


Figura 30. Número de días que se observa cada código LER en el PSD N1-CM.

Analizando la frecuencia de aparición de cada código LER, se obtiene que hay códigos con presencia desde 13 % de los días, hasta el 50 % (Figura 31). En este PSD se tomaron datos 8 días, por lo que tan solo se van a seleccionar para posterior estudio los que estén por encima de un 25 % de los días presentes de igual forma que en el PSD anterior. En este caso hay cinco códigos seleccionados para estudio posterior que son: el 16 02 16 con un porcentaje de presencia del 50 % de los días, 16 01 22, 15 01 06 y 17 04 11 S con un 38 % y 15 01 01 con un 25 %.

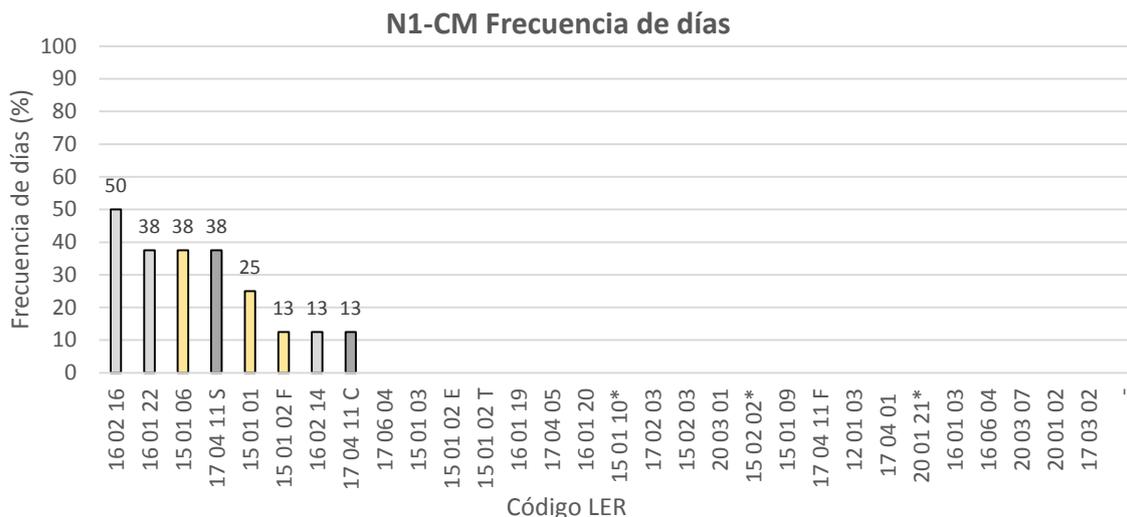


Figura 31. Frecuencia de aparición de cada código LER en el PSD N1-CM.

### N1-CR

Se puede ver a continuación el número de días que se observaron residuos de cada código LER para el PSD N1-CR (Figura 32). En este PSD situado en chapistería y que tiene que recibir en teoría piezas de rechazos, se recogen durante siete días de observación cinco tipos de residuos. El total de residuos están bastante repartidos entre diferentes tipos y destacando un tipo de residuo, el 16 01 22 con 6 días de presencia. Hay residuos que aparecen desde un día hasta seis. Además del ya nombrado del capítulo 16, hay otro con el código 16 01 19 (plástico que proviene de piezas del coche) presente dos días. En el capítulo 15 estarían el 15 01 01 con dos días de presencia y el 15 01 02 con un día de presencia siendo envases de papel y cartón, y de plástico respectivamente. Por último, uno de los días se vieron residuos del código 17 04 05.

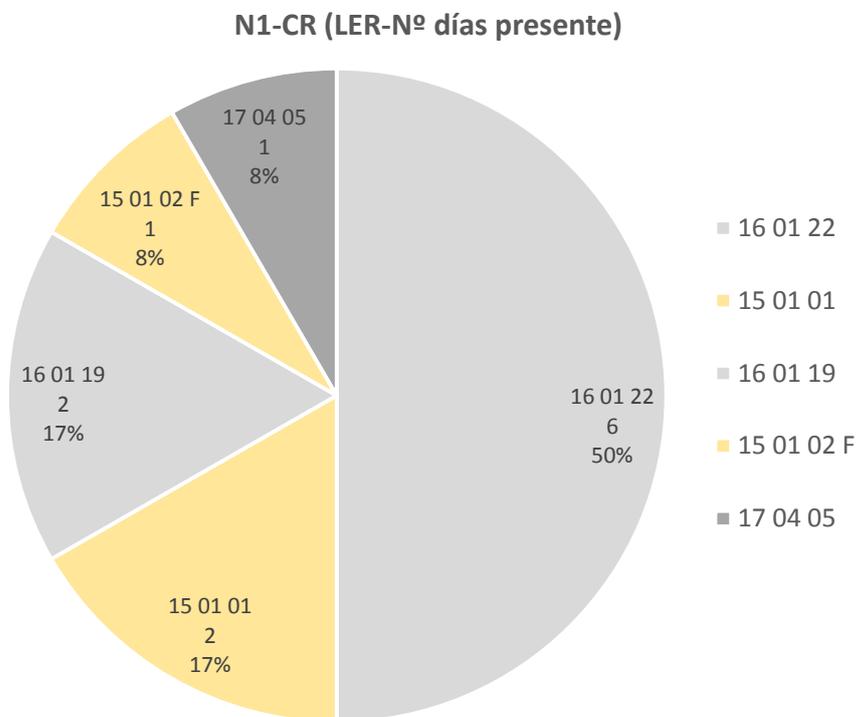


Figura 32. Número de días que se observa cada código LER en el PSD N1-CR.

Analizando la frecuencia de aparición de cada código LER, se observa que hay códigos con presencia desde 14 % de los días, hasta el 86 % (Figura 33). En este PSD también se van a seleccionar para posterior estudio los que estén por encima de un 25 % de los días presentes de igual forma que en los PSDs anteriores. En este caso hay tres códigos seleccionados para su estudio posterior que son: el 16 01 22 con un porcentaje de presencia del 86 % de los días, 15 01 01 y 16 01 19, estos dos últimos con un 29 %.

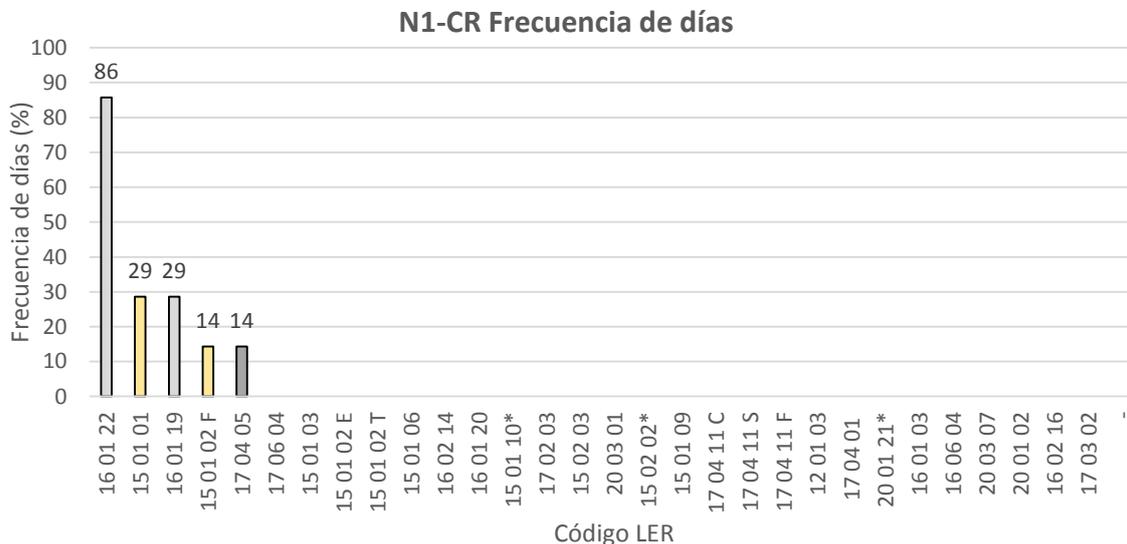


Figura 33. Frecuencia de aparición de cada código LER en el PSD N1-CR.

### N3-MR

Se puede contemplar a continuación el número de días que se observaron residuos de cada código LER para el PSD N3-MR (Figura 34). En este PSD situado en la nave de montaje se tienen que recoger en teoría piezas de rechazos. Se recogen durante ocho días de observación cuatro tipos de residuos, destacando un tipo de residuo, el 16 01 22 con siete días de presencia, lo cual es lógico porque como ya se preveía, tenían que llegar a este contenedor piezas de rechazos. Hay otros tres tipos de residuos que aparecen un día cada uno de ellos y corresponden a los códigos 16 01 20 (vidrio de rechazo del coche), 15 01 02 T (plástico en forma de tapones) y 15 02 03 (absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras).

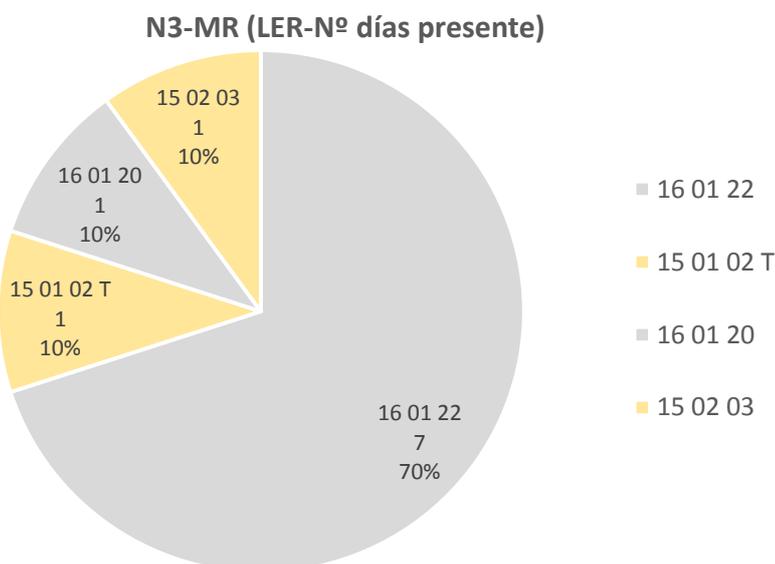


Figura 34. Número de días que se observa cada código LER en el PSD N3-MR.

Observando la frecuencia de aparición de cada código LER, se distingue claramente que el código LER 16 01 22 destaca por encima de los demás teniendo una frecuencia de aparición del 88 % de los días (Figura 35). El resto de códigos tienen una frecuencia de tan solo el 13 %. En este PSD también se van a seleccionar para posterior estudio los que estén por encima de un 25 % de los días presentes de igual forma que en los PSDs anteriores. En este caso tan solo se selecciona el código LER 16 01 22.

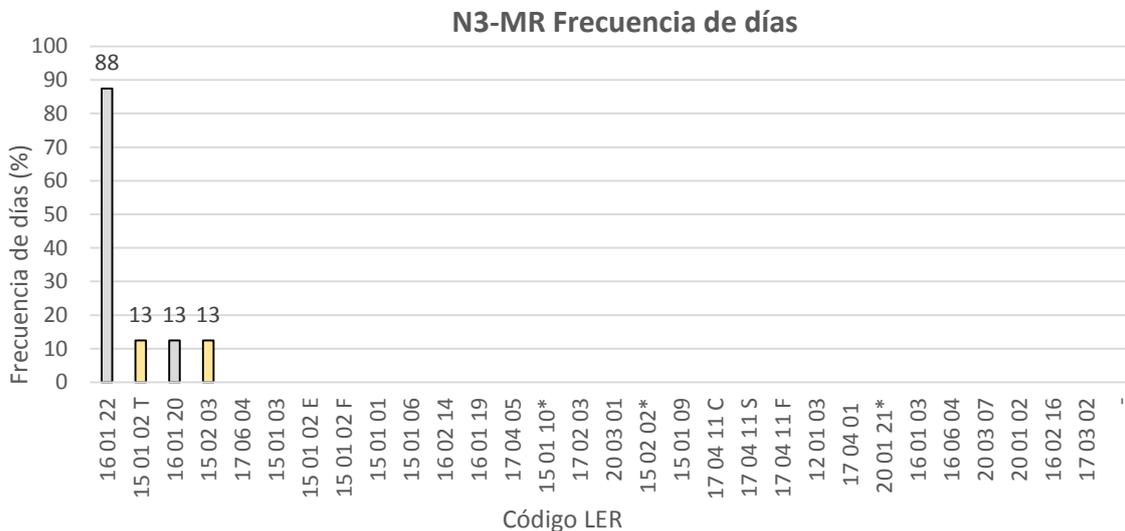


Figura 35. Frecuencia de aparición de cada código LER en el PSD N3-MR.

#### N4-MA

Se puede apreciar a continuación el número de días que se vieron residuos de cada código LER para el PSD N4-MA (Figura 36). En este PSD situado en la nave de motores también se tienen que recoger en teoría piezas de rechazos. Se recogen datos siete días de observación cuatro tipos de residuos, estando los cuatro dentro del subcapítulo 16 01. Destacan los códigos 16 01 22 con cinco días de presencia y el 16 01 19 con cuatro. Con tan solo un día están los códigos 16 01 03 y 16 01 20.

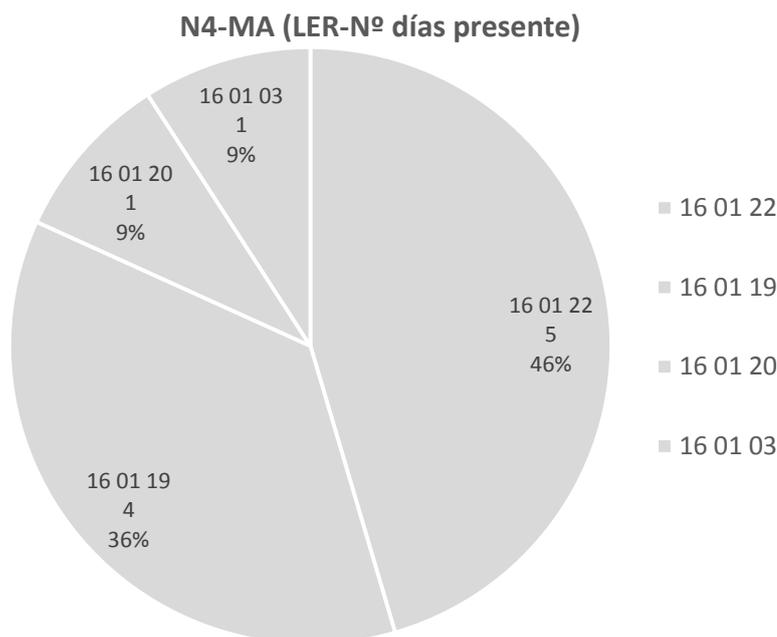


Figura 36. Número de días que se observa cada código LER en el PSD N4-MA.

Analizando la frecuencia de aparición de cada código LER, se observa que hay dos códigos con un porcentaje elevado como son el código LER 16 01 22 (71 %) y el 16 01 19 (57 %) (Figura 37). Con un porcentaje muy inferior (14 %) están los otros dos códigos. En este PSD también se seleccionan para posterior estudio los que están por encima de un 25 % de los días presentes de igual forma que en los PSDs anteriores. En este caso tan solo se selecciona el código LER 16 01 22 y el 16 01 19.

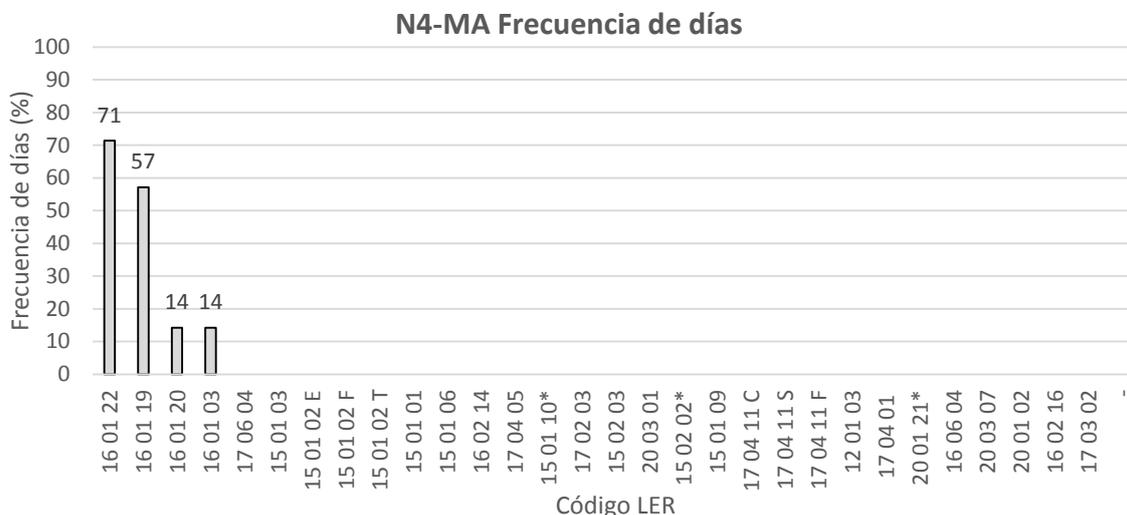


Figura 37. Frecuencia de aparición de cada código LER en el PSD N4-MA.

#### N4-MB

Se puede ver a continuación el número de días que se observaron residuos de cada código LER para el PSD N4-MB (Figura 38). En este PSD situado en la nave de motores también se tienen que recoger en teoría piezas de rechazos. Se tomaron datos 13 días de observación pudiendo obtener cuatro tipos de residuos. Tres de ellos están dentro del subcapítulo 16 01(vehículos de diferentes medios de transporte al final de su vida útil y residuos del desguace de vehículos al final de su vida útil y del mantenimiento de vehículos). Resulta lógico que gran mayoría de los residuos que aparecen en este PSD sean de dicho subcapítulo puesto que en la nave de motores se realiza el montaje del motor con su transmisión y otras partes anexas, y también se realiza el montaje de las puertas. Piezas que en el momento de montaje de cualquiera de estas partes no encajen o tengan algún defecto, son rechazadas y van a parar a este PSD como residuo.

Hay gran variabilidad en el número de días que están presentes cada tipo de residuos variando entre dos y nueve días. Destaca el código 16 01 22 como podía esperarse debido a que es un punto donde se recogen rechazos con 9 días. Tras este código el siguiente con mayor presencia es el 16 01 19 con seis días, el siguiente es el 15 01 02 T con 4 días y el que menos días el 16 01 20 con solo 2 días.

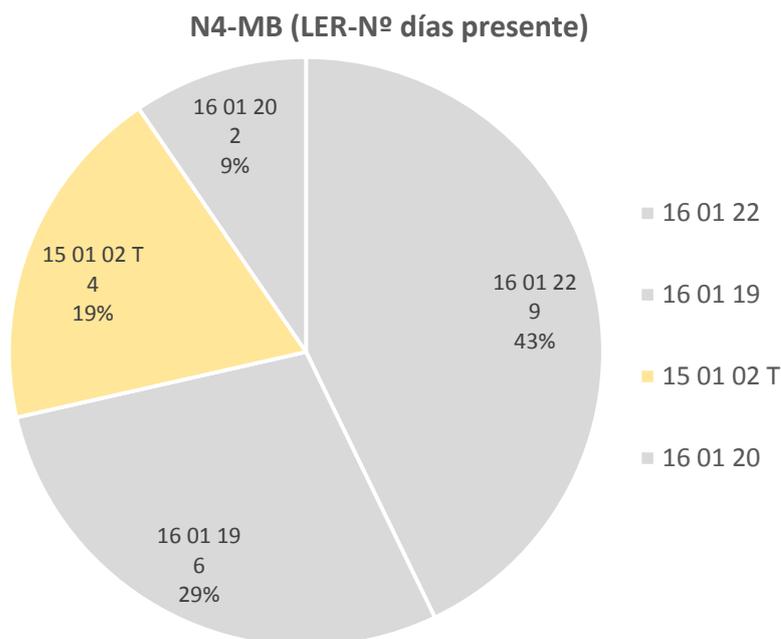


Figura 38. Número de días que se observa cada código LER en el PSD N4-MB.

Mirando la frecuencia de aparición de cada código LER, se aprecia que hay gran variabilidad entre los cuatro, variando entre poco más del 15 % y casi el 70 % (Figura 39). En este PSD también se van a seleccionar para posterior estudio los que estén por encima de un 25 % de los días presentes de igual forma que en los PSDs anteriores. En este caso tres de ellos lo superan y son: 16 01 22 (69,2 %), 16 01 19 (46,2 %) y 15 01 02 T (30,8 %).

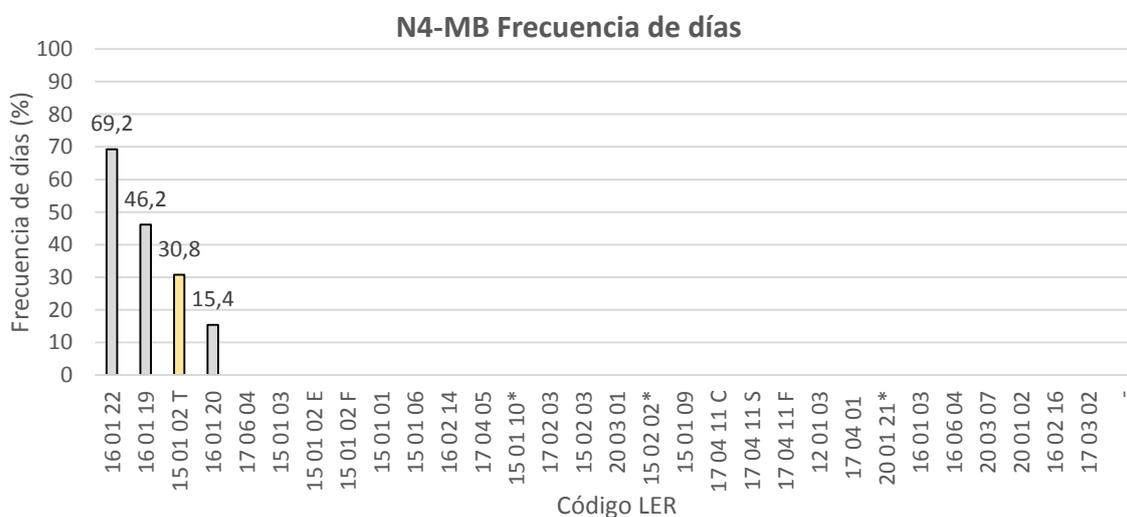


Figura 39. Frecuencia de aparición de cada código LER en el PSD N4-MB.

A continuación se exponen los dos PSDs que se cogieron cuatro días datos.

### N3A-RF

Se puede contemplar a continuación el número de días que se observaron residuos de cada código LER para el PSD N3A-RF (Figura 40). En este PSD situado en la zona de revisión final se recogen en principio residuos de las tareas de mantenimientos. Se recogen datos cuatro días de observación y cinco tipos de residuos, estando todos ellos presentes un día. Los códigos presentes son: 16 01 22, 16 02 16, 16 02 14 (equipos desechados), 15 01 06 y 15 01 01. Se observa, al ser un PSD

donde van a parar residuos de operaciones de mantenimiento, que se tienen residuos del subcapítulo 16 02 (residuos de equipos eléctricos y electrónicos).

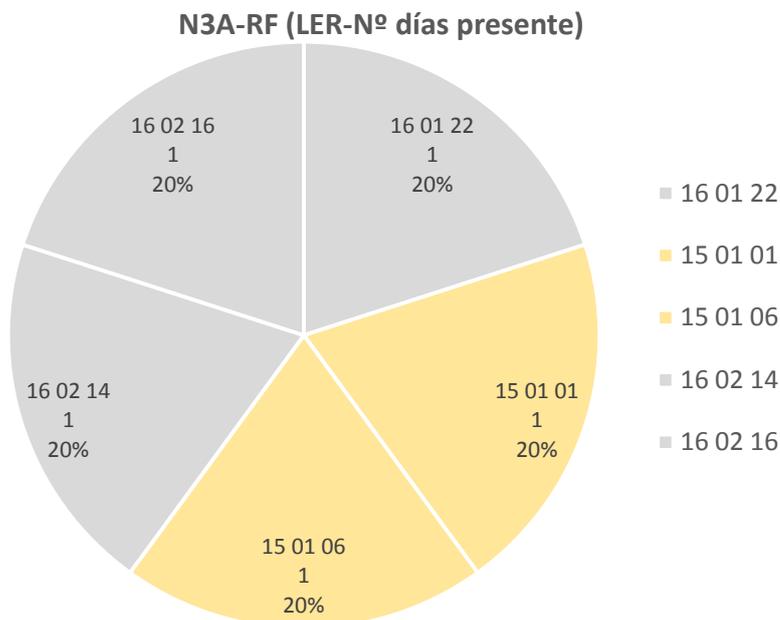


Figura 40. Número de días que se observa cada código LER en el PSD N3A-RF.

Analizando la frecuencia de aparición de cada código LER, se nota que no hay variabilidad entre los diferentes códigos encontrados, teniendo todos ellos una frecuencia del 25 % de los días (Figura 41). En este caso ningún código supera el porcentaje mínimo establecido para los puntos con cuatro días de observación (50%), por lo que ninguno se someterá a estudio, al menos en lo que a este PSD se refiere.

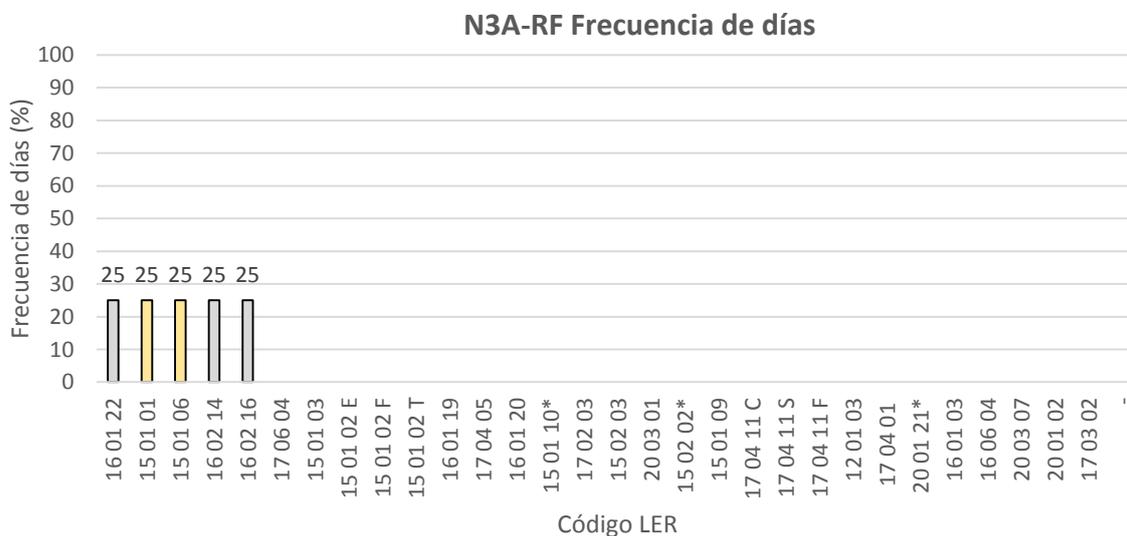


Figura 41. Frecuencia de aparición de cada código LER en el PSD N3A-RF.

### N3-MM

Se puede observar a continuación el número de días que se vieron residuos de cada código LER para el PSD N3-MM (Figura 42).

Se trata de un PSD situado en la zona de montaje donde se recogen en principio residuos de las tareas de mantenimientos. El muestreo se lleva a cabo durante cuatro días de observación y cinco

tipos de residuos, estando tres de ellos presentes un día y dos presentes dos días. Los códigos presentes un día son: 17 04 11 S, 17 02 03 (plástico proveniente de obras) y 20 03 01 (mezclas de residuos municipales). Los códigos presentes dos días son: 16 01 22 y 16 02 14.

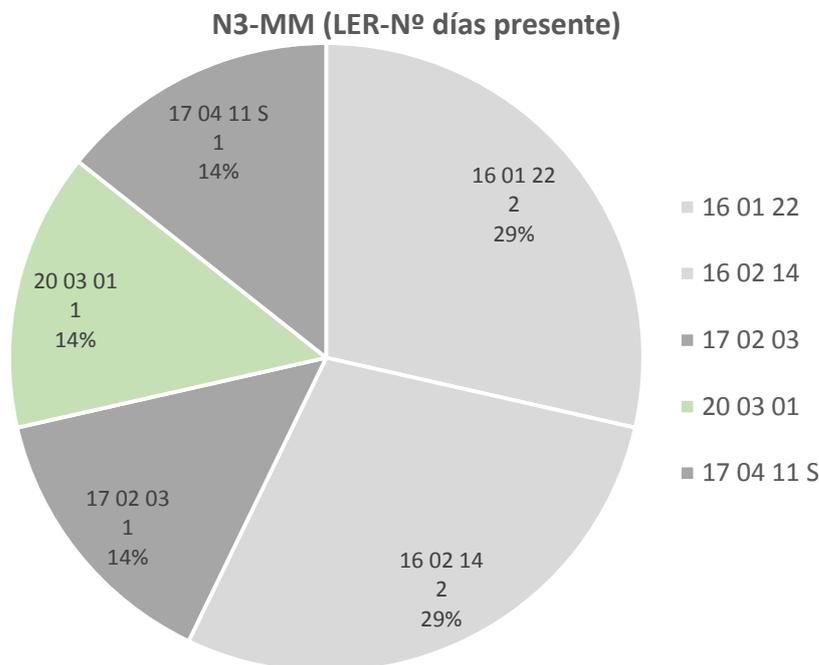


Figura 42. Número de días que se observa cada código LER en el PSD N3-MM.

Viendo la frecuencia de aparición de cada código LER, se observa que no hay gran variabilidad entre los diferentes códigos encontrados, teniendo dos de ellos una frecuencia del 50 % de los días y tres con una frecuencia del 25 % (Figura 43). En este PSD se van a seleccionar para posterior estudio los que tengan al menos un 50 % de los días presentes ya que se trata de un PSD como el anterior, con tan solo cuatro días de observación. En este caso justo alcanzan el 50 % de los días los códigos del capítulo 16 como son el 16 01 22 y el 16 02 14.

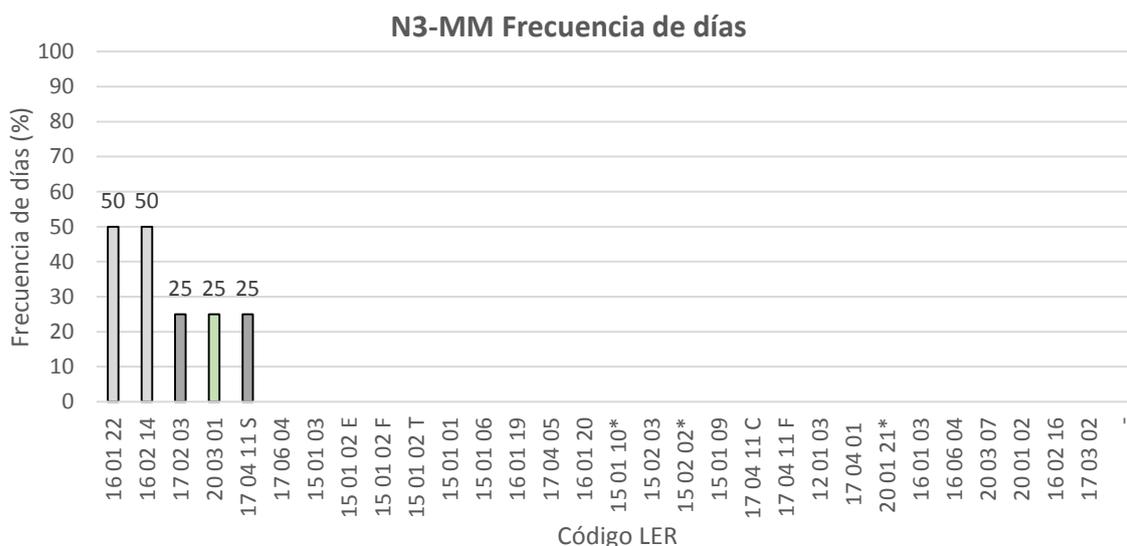


Figura 43. Frecuencia de aparición de cada código LER en el PSD N3-MM.

Por último, se presenta el PSD más complejo de todos que es la unión entre P-GRA y P-PEQ y que se recogieron datos los mismos días para uno y para otro y fueron 32 días.

## P-GRA+P-PEQ

Se puede ver a continuación el número de días que se observaron residuos de cada código LER para el PSD P-GRA+P-PEQ (Figura 44).

A simple vista se aprecia que en este PSD hay gran número de códigos, 30 tipos de residuos que corresponden a 26 códigos exactamente (alguno de los códigos está repetido como se ha explicado anteriormente).

Existe una gran variabilidad de códigos, estando además distribuidos entre los diferentes capítulos (cinco capítulos y un tipo de residuo sin poder clasificar). Es normal que en estos dos contenedores aparezcan residuos de diferentes tipologías y que sean los que más repartidos estén ya que en el P-GRA se recoge lo que proviene de todos los demás. Se recogen datos 32 días de observación y un total de 30 tipos de residuos.

Tan solo el LER código 20 01 02 (vidrio de origen municipal o asimilable a urbano) de todos los observados en la totalidad de los contenedores, no está presente en estos dos contenedores y que sí aparecía en otro.

Se encuentra residuos del código 12 01 03 (limaduras y virutas de metales no féreos) siendo este el único del capítulo 12 y está presente un día solo.

En cuanto al capítulo 15 se refiere, se encuentran 10 tipos de residuos que se clasifican en 8 códigos LER, siendo dos de ellos residuos peligrosos: 15 01 06, 15 01 01, 15 01 02 F, 15 02 03, 15 01 03, 15 01 10\*, 15 02 02\*, 15 01 02 T, 15 01 02 E y 15 01 09. Todos estos códigos tienen presencia desde 1 hasta 24 días según cada código, destacando los dos primeros de la lista enumerada.

Del capítulo 16 se encuentran 7 tipos de residuos: 16 01 22, 16 01 19, 16 01 20, 16 02 16, 16 02 14, 16 01 03 y 16 06 04. Todos estos códigos tienen presencia desde 1 hasta 29 días con la gran variabilidad que ello supone, destacando el primero de la lista enumerada.

Del capítulo 17 se encuentran 8 tipos de residuos pertenecientes a 6 códigos LER distintos: 17 04 05, 17 06 04, 17 04 11 S, 17 02 03, 17 04 11 C, 17 03 02, 17 04 11 F y 17 04 01. La presencia de estos códigos varía entre 1 y 16 días con la gran variabilidad que ello supone, destacando los tres primeros de la lista enumerada. Del capítulo 20 hay tres residuos con los siguientes códigos siendo el último peligroso: 20 03 07, 20 03 01 y 20 01 21\*.

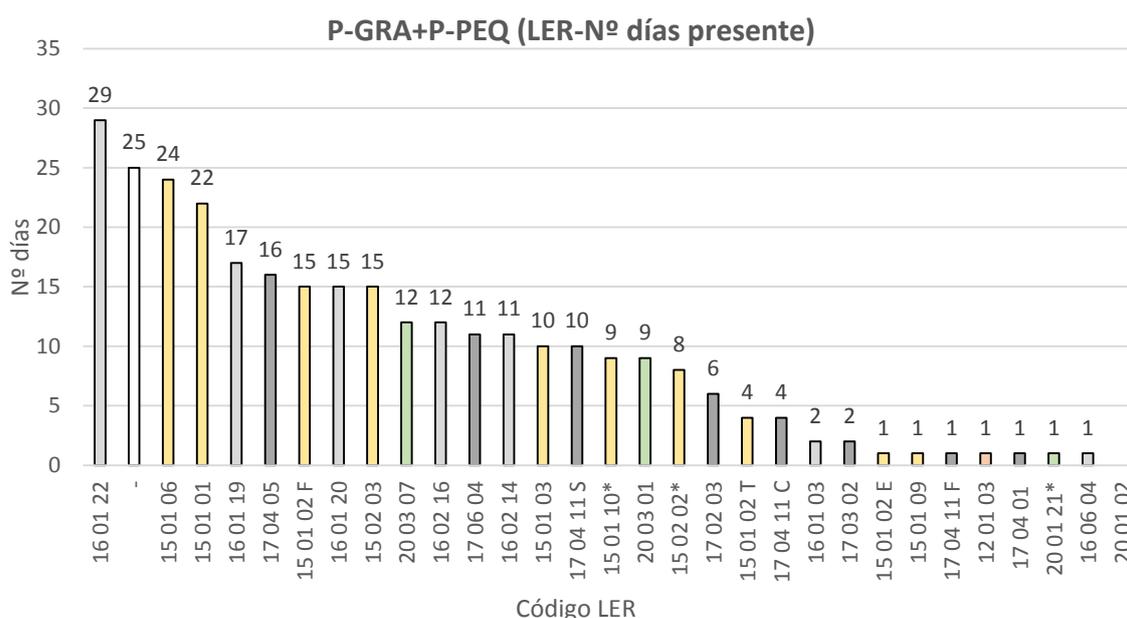


Figura 44. Número de días que se observa cada código LER en el PSD P-GRA+P-PEQ.

Observando la frecuencia de aparición de cada código LER, se aprecia fácilmente que hay gran variabilidad entre los diferentes códigos encontrados, variando entre el 3 % y el 91 % (Figura 45). En este PSD se seleccionan todos aquellos con una presencia mayor del 25 %, es decir, los que están a la izquierda del código 15 02 02\*, que también se incluye.

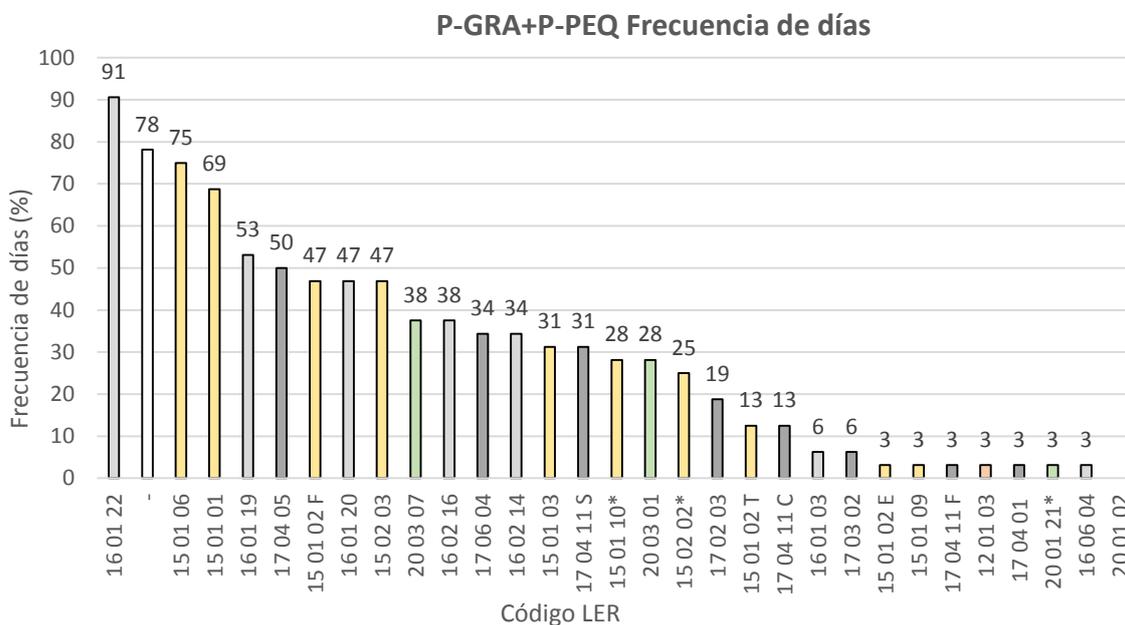


Figura 45. Frecuencia de aparición de cada código LER en el PSD P-GRA+P-PEQ.

Como resultado de este análisis de frecuencia, se concluye que los códigos seleccionados para su estudio son los siguientes (Tabla 7).

Tabla 7. Códigos LER seleccionados en el análisis de frecuencia para su posterior estudio.

Código LER	Letra	Descripción del LER (descripción Letra)
15 01 01		Envases de papel y cartón.
15 01 02	F	Envases de plástico. (Film y flejados)
15 01 02	T	Envases de plástico. (Tapones)
15 01 03		Envases de madera.
15 01 06		Envases mezclados.
15 01 10*		Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.
15 02 02*		Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas.
15 02 03		Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras distintos de los especificados en el código 15 02 02.
16 01 19		Plástico.
16 01 20		Vidrio.
16 01 22		Componentes no especificados en otra categoría.
16 02 14		Equipos desechados distintos de los especificados en los códigos 16 02 09 a 16 02 13.
16 02 16		Componentes retirados de equipos desechados, distintos de los especificados en el código 16 02 15.
17 04 05		Hierro y acero.
17 04 11	S	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10. (Sin cableado)
17 06 04		Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.
20 03 01		Mezclas de residuos municipales.
20 03 07		Residuos voluminosos.
-		Son bolsas de plástico de diferentes colores que llevan en su interior materiales de todo tipo o desconocidos y de origen también desconocido. No se le puede asignar código LER por no conocer el contenido interior o al menos no conocerlo <i>a priori</i> .

### 8.3.2. Representatividad

El siguiente análisis que permitirá decidir qué códigos se van a priorizar para ser estudiados es el de representatividad. En este análisis se consigue ver qué códigos tienen mayor representatividad en el conjunto de la basura industrial.

A continuación se expone la ponderación de cada PSD para obtener la representatividad final (Tabla 8).

Tabla 8. Ponderación de cada PSD según el número de días que se han tomado datos.

PSD	P- GRA	P- PEQ	P- LUN	N1- CM	N1- CR	N3A- RF	N3- MM	N3- MR	N4- MA	N4- MB	N5- LR	N-B	N-L	Suma
Total días	32	32	29	8	7	4	4	8	7	13	3	2	1	150
Ponderación (%)	21,3	21,3	19,3	5,3	4,7	2,7	2,7	5,3	4,7	8,7	2,0	1,3	0,7	

Se expone a continuación la representatividad final obtenida para cada código LER dentro de la totalidad de los residuos de basura industrial en VW Navarra (Figura 46). Se puede ver que hay 14 códigos que están por encima del límite del 2 % de representatividad y que por consiguiente van a ser seleccionados para estudio. Cinco de ellos corresponden al capítulo 15: 15 01 01, 15 01

02 F, 15 01 02 T, 15 01 06 y 15 02 03. Otros cinco corresponden al capítulo 16: 16 01 19, 16 01 20, 16 01 22, 16 02 14 y 16 02 16. Dos del capítulo 17: 17 04 05 y 17 04 11 S. Por último, también los códigos 20 01 21\* y los residuos sin clasificar en ningún código LER "-" están por encima del 2 %.

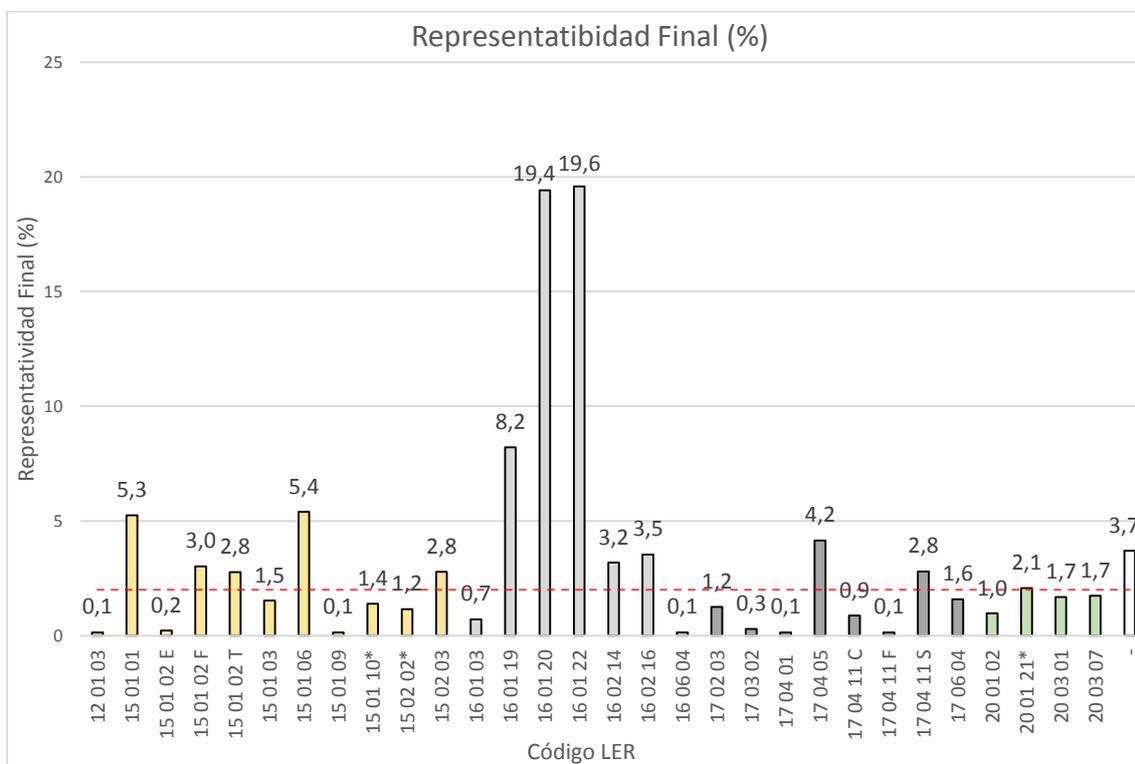


Figura 46. Representatividad final de cada código LER en el conjunto de PSDs.

Nota: En línea roja discontinua se expone el límite de 2 % que establece que todos los códigos que estén por encima de dicha representatividad, se escogen como posibles candidatos a estudio.

Como resultado de este análisis de representatividad, se concluye que los códigos seleccionados para su estudio son los siguientes (Tabla 9).

Tabla 9. Códigos LER seleccionados en el análisis de representatividad para su posible posterior estudio.

Código LER	Letra	Descripción del LER (descripción Letra)
15 01 01		Envases de papel y cartón.
15 01 02	F	Envases de plástico. (Film y flejados)
15 01 02	T	Envases de plástico. (Tapones)
15 01 06		Envases mezclados.
15 02 03		Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras distintos de los especificados en el código 15 02 02.
16 01 19		Plástico.
16 01 20		Vidrio.
16 01 22		Componentes no especificados en otra categoría.
16 02 14		Equipos desechados distintos de los especificados en los códigos 16 02 09 a 16 02 13.
16 02 16		Componentes retirados de equipos desechados, distintos de los especificados en el código 16 02 15.
17 04 05		Hierro y acero.
17 04 11	S	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10. (Sin cableado)
20 01 21*		Tubos fluorescentes y otros residuos que contienen mercurio.
-		Son bolsas de plástico de diferentes colores que llevan en su interior materiales de todo tipo o desconocidos y de origen también desconocido. No se le puede asignar código LER por no conocer el contenido interior o al menos no conocerlo <i>a priori</i> .

### 8.3.3. Análisis visual

En el análisis visual se pretende obtener aquellos códigos que son importantes a estudiar pero que con los análisis de frecuencia y representatividad son difíciles de detectar.

Para seleccionar los códigos importantes se van a tener en cuenta tres criterios o factores: el volumen que ocupa un determinado objeto de un código LER, el peso, y la peligrosidad. En este análisis se ha tenido en cuenta la experiencia personal en el momento de tomar los datos.

En cuanto al factor del volumen, se selecciona un tipo de residuos que se encuentra pocas veces pero que genera un gran problema por el volumen que ocupa, haciendo obligatoria la salida del contenedor. Se ha identificado entre estos residuos el aislamiento de las naves de la empresa, sin tener en cuenta el aislamiento propio del coche. Este residuo se obtiene cada cierto tiempo al hacer obras en alguna zona de la empresa y además tiene la característica de ser casi siempre incompresible, como lo es por ejemplo la lana de roca. En este TFM se le asigna un código LER 17 06 04 (materiales de aislamiento). El segundo de los seleccionados por el volumen que ocupan o pueden llegar a ocupar es el 15 01 09 (envases textiles), no por el propio envase textil, sino por los materiales que puede contener. Además, se pudo comprobar que algunos de estos envases textiles llevaban escrito “Atención contiene amianto” en los laterales del envase. En este caso no llevaban amianto y tan solo habían sido utilizados estos envases textiles para albergar otro tipo de residuos por falta de otros sin el anagrama. Sin embargo, la empresa transportista, la gestora de los residuos o el personal del vertedero pueden llegar a negarse a tocar ese contenedor por el hecho de ver ese texto escrito en los envases, o incluso una inspección de policía puede llevar a una gran alarma. El tercero de los códigos seleccionados es el 20 03 07 (residuos voluminosos) por el volumen que ocupan. El último de los códigos seleccionados por este criterio de volumen es el que se ha denominado “-”, siendo un tipo de residuos que son desconocidos y tan solo se sabe que son bolsas de plástico con materiales diversos dentro. Estas bolsas al llegar al contenedor ocupan mucho volumen y contribuyen en gran medida a su llenado.

Teniendo en cuenta el criterio del peso, se ve claramente que es importante estudiar el residuo formado por las lunas de coche rechazadas por cualquier razón ya que, aunque ocupen poco espacio, pesan mucho y empeoran el indicador ambiental de residuos no recuperables. Este tipo de residuo tiene un código LER asignado de 16 01 20 (vidrio). Por otro lado, ciertos objetos de los códigos LER 16 02 14 (equipos desechados) y 16 02 16 (componentes retirados de equipos desechados) también pueden llegar a pesar mucho según qué equipos sean o de cuales provengan. El último seleccionado por peso, es un código que se tiene en cuenta por el peso y por el valor del mismo. Este residuo es el cableado con elemento transmisión de cobre con el código 17 04 11 C.

Teniendo en cuenta la peligrosidad, los códigos LER seleccionados son aquellos de residuos peligrosos que son tres; el 15 01 10\* (envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas), el 15 02 02\* (absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas) y el 20 01 21\* (tubos fluorescentes). Se realiza esta selección debido a su peligrosidad.

Como resultado de este análisis visual, se concluye que los códigos seleccionados son los siguientes (Tabla 10).

Tabla 10. Códigos LER seleccionados en el análisis visual para su posterior estudio.

Código LER	Letra	Descripción del LER (descripción Letra)
15 01 09		Envases textiles.
15 01 10*		Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.
15 02 02*		Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas.
16 01 20		Vidrio.
16 02 14		Equipos desechados distintos de los especificados en los códigos 16 02 09 a 16 02 13.
16 02 16		Componentes retirados de equipos desechados, distintos de los especificados en el código 16 02 15.
17 04 11	C	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10. (Con cableado de cobre)
17 06 04		Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.
20 01 21*		Tubos fluorescentes y otros residuos que contienen mercurio.
20 03 07		Residuos voluminosos.
-		Son bolsas de plástico de diferentes colores que llevan en su interior materiales de todo tipo o desconocidos y de origen también desconocido. No se le puede asignar código LER por no conocer el contenido interior o al menos no conocerlo <i>a priori</i> .

#### 8.4. Códigos seleccionados para estudiar

Como resultado del proceso de análisis de datos se seleccionaron para estudiar los códigos indicados en la tabla siguiente (Tabla 11). En total, teniendo en cuenta los tres tipos de análisis realizados, se seleccionaron 22 códigos y se trató de ver la causa de su generación y las posibles medidas a tomar para mejorar su gestión final.

Tabla 11. Códigos LER seleccionados por cada análisis y el resultado conjunto de los tres análisis.

Código LER	Letra	Descripción del LER (descripción Letra)	Análisis			Total
			Frecuencia	Representatividad	Visual	
12 01 03		Limaduras y virutas de metales no férreos.				
15 01 01		Envases de papel y cartón.	X	X		X
15 01 02	E	Envases de plástico. (Garrafas y envases industriales)				
15 01 02	F	Envases de plástico. (Film y flejados)	X	X		X
15 01 02	T	Envases de plástico. (Tapones)	X	X		X
15 01 03		Envases de madera.	X			X
15 01 06		Envases mezclados.	X	X		X
15 01 09		Envases textiles.			X	X
15 01 10*		Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.	X		X	X
15 02 02*		Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas.	X		X	X
15 02 03		Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras distintos de los especificados en el código 15 02 02.	X	X		X
16 01 03		Neumáticos fuera de uso.				
16 01 19		Plástico.	X	X		X
16 01 20		Vidrio.	X	X	X	X
16 01 22		Componentes no especificados en otra categoría.	X	X		X
16 02 14		Equipos desechados distintos de los especificados en los códigos 16 02 09 a 16 02 13.	X	X	X	X
16 02 16		Componentes retirados de equipos desechados, distintos de los especificados en el código 16 02 15.	X	X	X	X
16 06 04		Pilas alcalinas (excepto las del código 16 06 03).				
17 02 03		Plástico.				
17 03 02		Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.				
17 04 01		Cobre, bronce, latón.				
17 04 05		Hierro y acero.	X	X		X
17 04 11	C	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10. (Con cableado de cobre)			X	X
17 04 11	F	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10. (Con cableado de fibra de vidrio)				
17 04 11	S	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10. (Sin cableado)	X	X		X
17 06 04		Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.	X		X	X
20 01 02		Vidrio.				
20 01 21*		Tubos fluorescentes y otros residuos que contienen mercurio.		X	X	X
20 03 01		Mezclas de residuos municipales.	X			X
20 03 07		Residuos voluminosos.	X		X	X
-		Son bolsas de plástico de diferentes colores que llevan en su interior materiales de todo tipo o desconocidos y de origen también desconocido. No se le puede asignar código LER por no conocer el contenido interior o al menos no conocerlo <i>a priori</i> .	X	X	X	X
			19	14	11	22

Hay que destacar que de todos los códigos LER asignados a los residuos de los diferentes contenedores, tan solo los residuos asignados con el código LER 16 01 22 son los denominados propios, el resto serían impropios y no deberían ir a esos contenedores. Estos impropios deberían salir de la empresa con sus códigos correspondientes. Cuanta menor sea la cantidad de residuos impropios que vayan con ese código 16 01 22, mejor se habrá hecho la clasificación.

Lo ideal sería estudiar los 31 códigos de residuos iniciales, sin embargo, puede resultar muy difícil obtener la causa de deposición de los 31 códigos y proponer medidas y alternativas de gestión. Por consiguiente, se van a analizar los 22 códigos seleccionados.

## 8.5. Causas de deposición, propuesta de medidas y alternativas de gestión

En este apartado se van a exponer las causas generales de deposición para los códigos de residuos impropios seleccionados anteriormente (Tabla 11). Seguidamente, se indican las propuestas de medidas directas e indirectas de carácter más general y que afectan a varios tipos de residuos y, tras ellas, las medidas directas e indirectas específicas que afectan a un determinado tipo de residuo. Por último, se explican las alternativas de gestión para residuos clasificados con el código LER 16 01 22 (propios) y alternativas de gestión generales.

### Causas de deposición de impropios en los diferentes contenedores de código LER 16 01 22

Tras analizar los 22 códigos LER seleccionados, se ha visto que las causas de deposición de impropios son 3. Se exponen a continuación las 3 causas de deposición de impropios:

- Falta de información de empresas externas y personal propio: por desconocimiento de la forma de clasificar los diferentes residuos, se clasifican de forma incorrecta ciertos residuos, acabando en el contenedor inadecuado.
- Falta de colaboración o disposición a la correcta clasificación o gestión de los residuos por parte de las personas o empresas externas: diferentes personas no clasifican correctamente los residuos aun sabiendo la manera de hacerlo o ciertas empresas externas vierten sus propios residuos de sus oficinas o de las obras que realizan dentro de VW Navarra. Las personas trabajadoras deberían clasificar los residuos correctamente. Las empresas externas que realicen actividad dentro de VW Navarra deben gestionar sus propios residuos tal cual se recoge en la contratación de dicha empresa. Las empresas externas que realicen obras dentro de VW Navarra deben gestionar los diferentes residuos generados por las obras de construcción y demolición tal cual se recoge en el pliego de condiciones del proyecto de cada contratación.
- Falta de recogida selectiva de algún tipo de residuo: por falta de haber recogida selectiva, no se pueden separar ciertos residuos ya que no está contemplado en la empresa y, por tanto, no hay contenedor destinado para ellos. Estos residuos son: las lunas de rechazo del vehículo (código LER asignado 16 01 20) y residuos voluminosos asimilables a urbanos (código LER asignado 20 03 07).

#### 8.5.1. Propuestas de medidas generales

Todas las medidas posibles se clasifican en dos grupos y se denominan medidas directas y medidas indirectas. En este apartado se exponen aquellas que son generales, o sea, que afectan a varios tipos de residuos. Las medidas directas son aquellas que afectan directamente a la gestión de los residuos o a la cantidad que se genera. Las medidas indirectas son aquellas que por sí no afecta a la gestión de los residuos o a las cantidades que se generan, sino que, al realizar esa medida, se afecta indirectamente a esos residuos. Todas las medidas se proponen teniendo en cuenta la cantidad que se genera y pensando en la óptima gestión de los residuos. Cabe mencionar que no se ha realizado un estudio exhaustivo de cada medida para ver si es posible logísticamente, viable económicamente o, en caso de que involucre a un gestor, si dicho gestor ve posible su gestión o el coste económico que conllevaría. Puede darse el caso que no haya gestor que acepte un residuo tras hacer un estudio de sus características.

Medidas directas:

- Informar del contenedor adecuado: se informa al experto y/o coordinador Think.Blue de cada área involucrada para que informen a las zonas donde se generan los residuos mal clasificados dentro de su área, indicando cuál es el contenedor al que debería ir cada tipo de residuo.

- Recordar importancia de la correcta clasificación de los residuos: poner información acerca de la importancia de clasificar correctamente los residuos en los diferentes medios de comunicación interna de la empresa VW Navarra como es intranet, Polo Zoom, noticias de actualidad, revista A Punto entre otros.

#### Medidas indirectas:

- Carteles informativos y cámaras de videovigilancia: poner carteles informativos y cámaras de videovigilancia en la zona donde están los contenedores P-GRA y P-PEQ. Se podrían poner carteles informativos en ciertos puntos indicando que “está prohibido verter residuos en los contenedores a toda persona no autorizada”, “zona videovigilada” o “acceso restringido a personal autorizado”, además de poner señalización horizontal en el acceso (símbolo de prohibido el paso, incluyendo debajo la frase “excepto personas autorizadas”). Las cámaras de videovigilancia podrían ser cámaras fijas puestas en dos lugares (edificio de motores y edificio de Warenfilter) y enfocadas hacia los contenedores. Con ello se espera un efecto disuasorio a la hora de que empresas externas depositen residuos en los contenedores y en ciertos casos estén mal clasificados, además, aportan información acerca de las personas o empresas externas que vierten residuos. De esta manera se podrían programar medidas directas de tipo formativo a aquellas empresas y personas que fuera necesario.
- Cerramiento de zona principal de recogida: cerramiento perimetral para no permitir el acceso a personas no autorizadas a la zona de los contenedores, teniendo una puerta de acceso a la misma y que tan solo ciertas empresas o personas autorizadas tengan llave de entrada. Se pavimentaría una zona verde actual para permitir acceso a camiones de recogida por esa zona y dejar paso a personas de Warenfilter por la actual entrada (por donde pasan actualmente).
- Gravar económicamente a las empresas externas que vierten residuos dentro de la fábrica: informar a las empresas que realizan actividad dentro de VW Navarra que la zona de recogida de residuos está videovigilada y que, en los casos que se detecte, se cargará un coste económico a la empresa que realiza la deposición de los residuos. Esta medida indirecta afecta a todo tipo de residuos que pueden ser generados por empresas externas en sus oficinas o en otros puntos.

#### 8.5.2. Propuestas de medidas específicas

Estas medidas tienen los mismos criterios que las generales, pero cada medida tan solo afecta a un tipo de residuo. Como en el caso anterior, no se ha llevado a cabo un estudio específico de viabilidad de cada medida.

#### Medidas directas:

- Recordar gestión a empresas de obras externas (capítulo LER 17): recordar a las empresas externas que actualmente estén realizando obras en VW Navarra e informar a las nuevas contrataciones de empresas para realizar nuevas obras, que los residuos que generen deben gestionarlos ellos mismos tal cual se recoge en el pliego de condiciones del proyecto de cada obra. Esta medida directa afecta a un tipo general de residuos, los de construcción y demolición incluyendo las tierras de excavación (códigos del capítulo 17).
- Contenedor específico para recogida selectiva de lunas (código LER 16 01 20): poner un contenedor nuevo para recoger selectivamente las lunas de los vehículos. Estas lunas incluyen: la luna delantera de vidrio laminado (dos láminas de vidrio y entre ellas una lámina plástica) y que suele llevar masilla en los bordes para su correcta colocación y sellado, la luna trasera de vidrio laminado con las varillas térmicas y que también suele llevar masilla, las lunas laterales de puertas de vidrio templado, las lunas triangulares situadas detrás de las puertas traseras y la luna de techo corredizo y deflector panorámico.

- Contenedor específico para recogida selectiva de residuos voluminosos (código LER 20 03 07): poner un contenedor nuevo para recoger selectivamente residuos voluminosos asimilables a urbanos como pueden ser mesas, sillas o armarios, exceptuando residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) que ya se gestionan por separado. Este tipo de residuos se los podría llevar un gestor autorizado para este tipo de residuos y que en Navarra podría ser Traperos de Emaús.
- Cambio de código LER, la manguera de cobre actual (16 01 18) pasar a 17 04 11: actualmente se hace una recogida selectiva de la manguera de cobre, sin embargo, tal vez sería más correcto sacar este tipo de residuo con el código 17 04 11 (Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10). Se propone esta medida puesto que el cableado de cobre sale de las tareas de mantenimientos de diferentes máquinas y equipos, y de cableado de diferentes instalaciones de la empresa.

Medidas indirectas:

- Gravar económicamente a residuos de empresas externas de obras (capítulo LER 17): informar a las empresas que realicen obras en VW Navarra que la zona de recogida de residuos está videovigilada y que, en los casos que se detecte, se cargará un coste económico a la empresa que realiza la obra. Esta medida indirecta afecta a un tipo general de residuos, los de construcción y demolición incluyendo las tierras de excavación (códigos del capítulo 17).

### 8.5.3. Alternativas de gestión

Viendo la situación actual de la gestión de residuos, se presentan las siguientes alternativas de gestión:

- Disposición interna de los contenedores de recogida de basura industrial: se ha comprobado que los contenedores situados en zonas externas reciben más cantidad de residuos impropios que aquellos situados dentro de las naves o incluso dentro de un box (zona dentro de una nave cercada por paneles y de acceso restringido a personas autorizadas). Por tanto, una alternativa de gestión actual es pasar, siempre que sea posible, aquellos contenedores exteriores a zonas interiores.
- Nueva gestión de piezas de rechazo del coche: se ha hecho un seguimiento de las piezas que llegan al contenedor de basura industrial (código LER 16 01 22) y se ha realizado un estudio sobre las piezas de rechazo, que en un principio son piezas que sí corresponden a este código LER.

El objetivo del estudio realizado es contribuir a reducir la cantidad de piezas que se gestionan como basura industrial, intentando sacar de este flujo ciertas piezas y gestionarlas de otra forma. Se han encontrado en los diferentes contenedores de basura industrial 100 piezas diferentes. Se ha estudiado el tipo de material o materiales del que están compuestas para ver la diferente tipología de piezas que se tienen. Tras ello, se ha visto qué piezas pueden tratarse como piezas de rechazo de plástico valorizable. Este tema se ha tratado con el gestor actual de plásticos valorizables que es una empresa situada en Cataluña y con la empresa a la que deriva esos plásticos.

Con toda la información sobre las piezas proporcionada a la empresa que gestiona estos residuos y derivada por ellos a su empresa gestora de plásticos, se han conseguido clasificar las 100 piezas en 2 tipos de piezas, las que pueden reciclarse y con las que pueden hacer combustible sólido recuperado (CSR). Como alternativa de gestión se propone derivar los 31 tipos de piezas seleccionadas al contenedor que actualmente ya existe de plástico reciclable cuyo código LER es 16 01 19 y por otro lado también derivar los burletes (son parte de esas 31 piezas) que también tienen el código LER 16 01 19 y ya se gestionan de forma separada aunque había confusión de qué tipos de burletes pueden ir y cuáles no. Todo ello iría por separado al gestor de Cataluña y que él a su vez,

lo deriva a su gestor de plásticos. Los resultados de este estudio se presentan en el Anexo 2. Estudio de piezas de rechazo del coche.

- Ecodiseño: se sugiere como posible alternativa de gestión de residuos el ecodiseño. Realmente no es una alternativa de gestión, sino que al tener en cuenta el concepto de ecodiseño en el momento de diseñar el coche, principalmente en el interior del vehículo, la gestión de las piezas de rechazo sería más sencilla además de la gestión del coche cuando sea un vehículo fuera de uso. En el momento de diseñar el coche se pensaría en la gestión de las piezas de rechazo para poder separar partes de ellas o viendo qué tipos de plásticos utilizar para cada pieza. Con ello, sería mucho más sencillo llevar la gestión de los residuos derivados de los rechazos.

A modo de resumen, se presenta una tabla resumen que expone cuáles son las causas de deposición de cada código LER, a qué códigos afecta cada medida propuesta y sobre qué códigos se mejoraría la gestión en el caso de cada alternativa de gestión sugerida (Tabla 12). Además, se añaden a qué zonas se debería avisar si se tomase la medida de “Informar del contenedor adecuado” y donde sería necesario poner contenedores para recoger lunas si se optase por la medida de “Contenedor específico para recogida selectiva de lunas”.



## 9. Conclusiones

Los resultados obtenidos en el presente Trabajo Fin de Máster permiten extraer las siguientes conclusiones:

1. Se ha desarrollado una metodología para realizar el estudio de los residuos denominados basura industrial, ya que no se contaba con un método para llevar a cabo este tipo de estudios. Se ha aplicado en el presente trabajo y podrá ser de aplicación en trabajos futuros.
2. En este sentido, y para poder validar la metodología, sería conveniente obtener datos de varios periodos sucesivos con el objetivo de comprobar si las tendencias ya observadas se repiten y continúan o, si por el contrario, varían. Igualmente, sería deseable comprobar cómo afecta a los resultados la frecuencia de toma de datos en los PSDs, ya que si se toman datos pocos días o no hay suficientes, los resultados podrían verse distorsionados.
3. La metodología desarrollada ha permitido analizar los residuos catalogados como basura industrial, conocer su tipología, identificar los impropios y proponer medidas y alternativas a la gestión actual.
4. Se han identificado 31 tipos diferentes de residuos, en el periodo estudiado, lo que se han categorizado y se han priorizado en orden a plantear mejoras para su gestión.
5. Se han identificado las principales causas por las que estos impropios se depositan en los contenedores de basura industrial, conduciendo esto a una gestión incorrecta.
6. Para reducir los residuos que se gestionan como basura industrial, se han propuesto diez medidas, entre las que destacan las medidas formativas tanto para el personal propio como de las empresas externas, y tres alternativas de gestión, que comprenden una nueva disposición de los contenedores y una nueva forma de gestionar las piezas de rechazo del coche.

## 10. Bibliografía

- Agencia Estatal BOE. (2009). Resolución de 20 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba el Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008- 2015. Jueves 26 de febrero de 2009. Retrieved from <https://www.boe.es/boe/dias/2009/02/26/pdfs/BOE-A-2009-3243.pdf>
- Comisión Europea. (2000). *La UE apuesta por la gestión de residuos*. Germany. Retrieved from [http://ec.europa.eu/environment/waste/publications/pdf/eufocus\\_es.pdf](http://ec.europa.eu/environment/waste/publications/pdf/eufocus_es.pdf)
- Comisión Europea. (2011). Hoja de ruta hacia una Europa eficiente en el uso de los recursos. Bruselas. Retrieved from [http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009\\_2014/documents/com/com\\_com\(2011\)0571\\_1/com\\_com\(2011\)0571\\_es.pdf](http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/com/com_com(2011)0571_1/com_com(2011)0571_es.pdf)
- Comisión Europea. (2014a). Hacia una economía circular: un programa de cero residuos para Europa. Bruselas. Retrieved from [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:50edd1fd-01ec-11e4-831f-01aa75ed71a1.0009.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:50edd1fd-01ec-11e4-831f-01aa75ed71a1.0009.02/DOC_1&format=PDF)
- Comisión Europea. (2014b). Waste generation by economic activities and households, 2014 YB17. Retrieved January 4, 2019, from [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Waste\\_generation\\_by\\_economic\\_activities\\_and\\_households,\\_2014\\_YB17.png](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Waste_generation_by_economic_activities_and_households,_2014_YB17.png)
- Comisión Europea. (2015). Cerrar el círculo: un plan de acción de la UE para la economía circular. Bruselas, 2.12.2015. Retrieved from [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b7-01aa75ed71a1.0011.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b7-01aa75ed71a1.0011.02/DOC_1&format=PDF)
- Comisión Europea. (2016). 12. Responsible consumption and production. Retrieved December 20, 2018, from <https://ec.europa.eu/eurostat/web/sdi/responsible-consumption-and-production>
- Comisión Europea. (2018a). Eurostat. Retrieved December 28, 2018, from <https://ec.europa.eu/eurostat/web/environment/waste/main-tables>
- Comisión Europea. (2018b). Eurostat RAMON - Reference And Management Of Nomenclatures. Retrieved December 19, 2018, from [https://ec.europa.eu/eurostat/ramon/nomenclatures/index.cfm?TargetUrl=LST\\_NOM\\_DTL&StrNom=CL\\_WASTE&StrLanguageCode=EN&IntPcKey=&StrLayoutCode=HIERARCHIC](https://ec.europa.eu/eurostat/ramon/nomenclatures/index.cfm?TargetUrl=LST_NOM_DTL&StrNom=CL_WASTE&StrLanguageCode=EN&IntPcKey=&StrLayoutCode=HIERARCHIC)
- Comisión Europea. (2018c, April 9). 2018/C 124/01 Comunicación de la Comisión — Orientaciones técnicas sobre la clasificación de los residuos. *Diario Oficial de La Unión Europea*. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=OJ%3AC%3A2018%3A124%3ATOC>
- Comisión Europea. (2019). Eurostat Statistics explained. Retrieved December 15, 2018, from [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste\\_statistics/es](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics/es)
- Ellen Macarthur Foundation. (2013). Towards the Circular Economy: Economic and business rationale for an accelerated transition. Retrieved from <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf>
- Ellen Macarthur Foundation. (2017). Economía Circular. Retrieved February 7, 2019, from <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/concepto>

- Envira. (2019). Conoce la normativa de residuos vigente en España. Retrieved January 22, 2019, from <https://envira.es/es/normativa-residuos-espana/>
- Europe INNOVA. (2012). Guide to resource efficiency in manufacturing: Experiences from improving resource efficiency in manufacturing companies. Retrieved from [https://www.greenovate-europe.eu/sites/default/files/publications/REMake\\_Greenovate!Europe - Guide to resource efficient manufacturing \(2012\).pdf](https://www.greenovate-europe.eu/sites/default/files/publications/REMake_Greenovate!Europe - Guide to resource efficient manufacturing (2012).pdf)
- Eurostat. (2019). Estadísticas sobre residuos. Retrieved January 12, 2019, from [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste\\_statistics/es](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Waste_statistics/es)
- Fontdegloria, X. (2018, January 10). China deja de reciclar tu plástico. *El País*. Retrieved from [https://elpais.com/elpais/2018/01/05/ciencia/1515145196\\_165569.html](https://elpais.com/elpais/2018/01/05/ciencia/1515145196_165569.html)
- Gestión Ambiental de Navarra. (2015). INVENTARIO 2015 RESIDUOS NO PELIGROSOS. Retrieved from <https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/3C16F2F8-254B-4A38-8ACD-34B389A8D2C6/374052/RNP1.pdf>
- Gestión Ambiental de Navarra. (2018). RESIDUOS INDUSTRIALES (RP y RNP) INVENTARIO 2017. Retrieved from <https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/02435035-9176-4658-9942-12D4961440B8/428214/12IndustrialesRPRPNIventario2017.pdf>
- Gobierno de Navarra. (2018a). Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible. Retrieved from <http://www.navarra.es/NR/rdonlyres/304ABA6A-2F67-4428-95D2-BD23285BA6C4/413737/InformeODSGNresumenejecutivoyplandeacci%C3%B3n.pdf>
- Gobierno de Navarra. Ley foral 14/2018, de 18 de junio, de residuos y su fiscalidad (2018).
- Gobierno de Navarra-Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local. (2016). Plan de residuos de Navarra 2017-2027. Retrieved from [https://gobiernoabierto.navarra.es/sites/default/files/3295\\_plan\\_pigrn\\_anexo.pdf](https://gobiernoabierto.navarra.es/sites/default/files/3295_plan_pigrn_anexo.pdf)
- Greenpeace España, & Ministerio para la transición ecológica. (2017). La problemática de los plásticos en Europa. Retrieved January 15, 2019, from <https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/recursos/pag-web/problematika-plasticos-europa.aspx>
- Instituto Nacional de Estadística. (2018). Empresas por CCAA, actividad principal (grupos CNAE 2009) y estrato de asalariados. Retrieved January 10, 2019, from <http://www.ine.es/jaxiT3/Tabla.htm?L=0&t=298>
- Meyer, B. (2011). *Macroeconomic modelling of sustainable development and the links between the economy and the environment*. Osnabrück. Retrieved from [http://ec.europa.eu/environment/enveco/studies\\_modelling/pdf/report\\_macro-economic.pdf](http://ec.europa.eu/environment/enveco/studies_modelling/pdf/report_macro-economic.pdf)
- Ministerio de agricultura alimentación y medio ambiente. (2014). Diagnóstico del Sector Residuos en España nº 7. *Análisis Y Prospectiva*, 7(Serie Medio Ambiente), 1–6. Retrieved from [https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/analisis-y-prospectiva/AyP\\_RESIDUOS\\_V10\\_tcm30-88410.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/analisis-y-prospectiva/AyP_RESIDUOS_V10_tcm30-88410.pdf)
- Ministerio de agricultura alimentación y medio ambiente. (2016). PLAN ESTATAL MARCO DE GESTIÓN DE RESIDUOS (PEMAR) 2016-2022, 1–182. Retrieved from [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/planes-y-estrategias/pemaraprobado6noviembrecondae\\_tcm30-170428.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/planes-y-estrategias/pemaraprobado6noviembrecondae_tcm30-170428.pdf)
- Ministerio de Medio Ambiente. (2002). ORDEN MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos., 6494–6515.

Parlamento Europeo. (2018). Enmiendas aprobadas por el Parlamento Europeo el 24 de octubre de 2018 sobre la propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la reducción del impacto ambiental de determinados productos de plástico. Retrieved January 15, 2019, from <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P8-TA-2018-0411+0+DOC+XML+V0//ES>

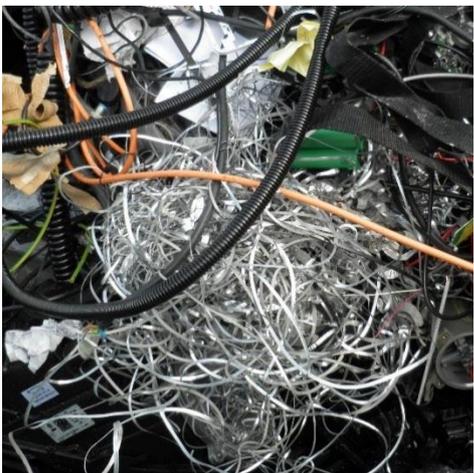
Parlamento europeo y el Consejo de la Unión Europea. DIRECTIVA 94/62/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 20 de diciembre de 1994 relativa a los envases y residuos de envases (1994).

## 11. Anexos

### Anexo 1. Tipos de residuos clasificados en cada código LER.

A continuación, se presentan algunas de las fotografías para cada uno de los códigos que se identificaron en los contenedores. De esta forma puede hacerse una idea del tipo de residuos encontrados y cómo se han clasificado según los códigos LER.

- 12 01 03 Limaduras y virutas de metales no féreos.



- 15 01 02 F Envases de plástico. (Film y flejados).



- 15 01 01 Envases de papel y cartón.



- 15 01 02 T Envases de plástico. (Tapones).

- 15 01 02 E Envases de plástico. (Garrafas y envases industriales).



- 15 01 03 Envases de madera.



- 15 01 06 Envases mezclados.



- 15 02 02\* Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas.



- 15 01 09 Envases textiles.



- 15 02 03 Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras distintos de los especificados en el código 15 02 02.



- 15 01 10\* Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.



- 16 01 03 Neumáticos fuera de uso.



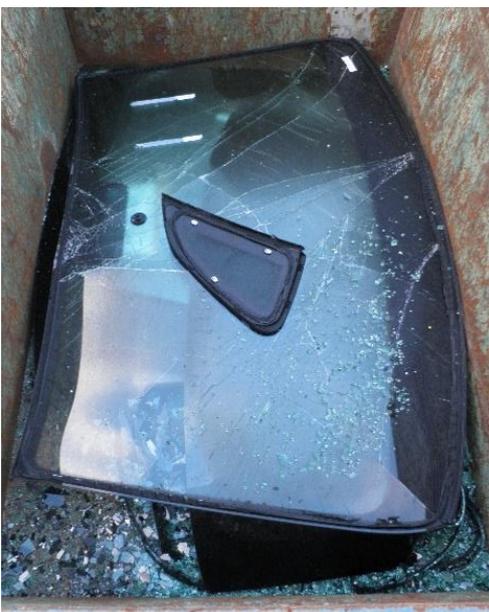
- 16 01 19 Plástico.



- 16 02 16 Componentes retirados de equipos desechados, distintos de los especificados en el código 16 02 15.



- 16 01 20 Vidrio.



- 16 06 04 Pilas alcalinas (excepto las del código 16 06 03).



- 16 01 22 Componentes no especificados en otra categoría.

Se expondrán algunos ejemplos en el Anexo 2. Estudio de piezas de rechazo del coche.

- 16 02 14 Equipos desechados distintos de los especificados en los códigos 16 02 09 a 16 02 13.



- 17 02 03 Plástico.



- 17 03 02 Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.



- 17 04 01 Cobre, bronce, latón.



- 17 04 05 Hierro y acero.



- 17 04 11 C Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10. (Con cableado de cobre).



- 17 04 11 F Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10. (Con cableado de fibra de vidrio).



- 17 04 11 S Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10. (Sin cableado).



- 17 06 04 Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.



- 20 01 02 Vidrio.



- 20 01 21\* Tubos fluorescentes y otros residuos que contienen mercurio.



- 20 03 01 Mezclas de residuos municipales.



- 20 03 07 Residuos voluminosos.



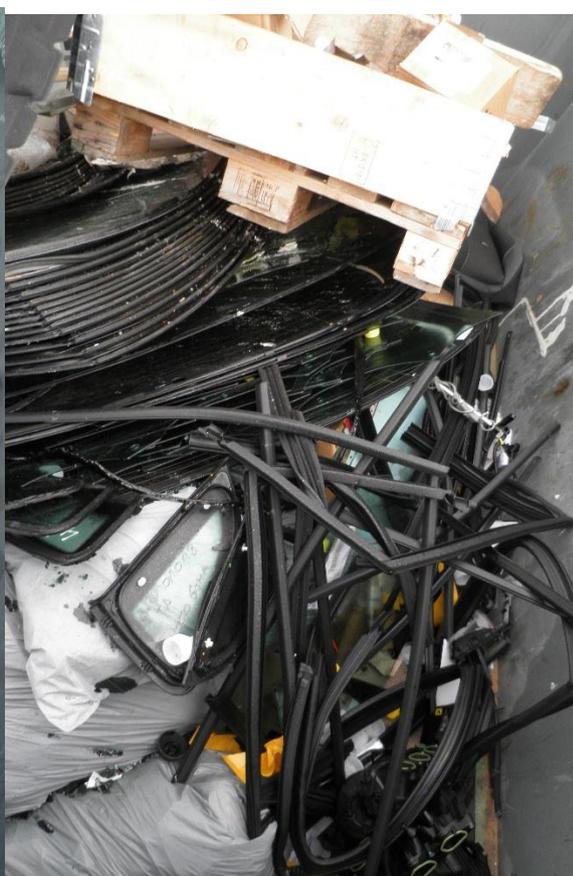
- “-” Son bolsas de plástico de diferentes colores que llevan en su interior materiales de todo tipo o desconocidos y de origen también desconocido. No se le puede asignar código LER por no conocer el contenido interior o al menos no conocerlo a priori.



Además se añaden algunas fotografías del contenedor entero para hacerse una idea de cómo se encontraban los residuos y de la vista que se tenía al llegar al contenedor. De esta forma se ve la dificultad que tiene tomar los datos.







## Anexo 2. Estudio de piezas de rechazo del coche.

En este estudio se ha trabajado más en profundidad la alternativa de gestión llamada “nueva gestión de piezas de rechazo del coche”. Se han estudiado los residuos propios que se han clasificado con el código LER 16 01 22 con el objetivo de intentar desviar de este flujo de residuos aquellos que puedan gestionarse de otra forma. En definitiva, conseguir gestionar parte de la basura industrial de una mejor manera.

Viendo que los residuos del código LER 16 01 22 eran principalmente piezas del vehículo y sobretodo de plástico, en esta parte del trabajo se fue poniendo atención a todas las piezas que se encontraban con la toma de datos. Al detectar una pieza, se fotografiaba en diversos ángulos con el fin de determinar las características de cada pieza e intentar identificar de qué material o materiales está formada.

Se lograron recopilar fotografías de 100 piezas diferentes del coche que son rechazadas y llegan al contenedor de basura industrial. Una vez se tenían todas las piezas, el siguiente paso era analizar de qué materiales estaban formadas e ir recogiendo toda la información posible de cada pieza. Se hicieron tres grupos de piezas: piezas de un único plástico y sin otros materiales, piezas formadas por uno o dos tipos de plásticos como mucho y que pueden tener algún otro material, y por último, piezas más complejas formadas por varios tipos de plásticos y además con diversos materiales.

Una vez se tuvieron los 3 grupos, se intentó ver las diferentes posibilidades de gestión. En este paso es importante tener en cuenta no solo la posibilidad de gestión de cada material, sino más bien ver si de los diferentes gestores de residuos que hay, alguno acepta estas piezas o cuáles de ellas si y cuáles no. En este aspecto desde VW Navarra se indicó qué empresa sería la encargada de encontrar un gestor para este tipo de piezas, siendo esta una empresa situada en Cataluña. Todo el material recopilado y la información obtenida fue puesta a disposición de esa empresa para lograr que algunas piezas al menos fueran gestionadas y no enviadas a vertedero.

La última opción de gestión debe ser vertedero, por lo que no se cerraron puertas a cualquier tipo de valorización.

Como resultado del trabajo conjunto entre la empresa de Cataluña y el autor del presente trabajo, se tiene que hay dos tipos de piezas; las piezas con posibilidad de reciclaje y otras piezas que no es posible el reciclaje pero sí con posibilidad de hacer combustible sólido recuperado (CSR). El CSR es un combustible preparado a partir de residuos no peligrosos para su posterior valorización energética en plantas de incineración como pueden ser empresas cementeras o centrales térmicas.

Dentro del primer grupo de piezas (las piezas más simples formadas por un único tipo de plástico) se seleccionan para reciclaje 9 piezas, el resto podrían ir a CSR. En el segundo grupo, formado por piezas de uno o dos tipos de plástico y que pueden tener algún material no plástico, se seleccionan 19 piezas para reciclaje y el resto podrían ir a CSR. Por último, en el tercer grupo, formado por las piezas más complejas, se seleccionan 3 que pueden ir a reciclaje. Esto hace una suma de 31 piezas que se podrían derivar de la basura industrial para reciclar. Las 69 piezas restantes se podrían derivar también y llevar para hacer CSR. Sin embargo, tanto el reciclaje como la posibilidad de hacer CSR, podrían tener un cargo económico. En este estudio tan solo se han visto las posibilidades que se tienen para evitar echar directamente a vertedero todas las piezas que actualmente van con el código 16 01 22 y son propias a este contenedor.

A continuación se muestran algunas de las 100 piezas que se han evaluado; algunas de las que podrían ir a reciclaje y unos ejemplos de las piezas con posibilidad de hacer CSR. Además se añade el tipo de material del que están formadas.

### Piezas con posibilidad de reciclar

Tan solo se exponen algunas de las 31 piezas.

- PP/PE (Polipropileno / polietileno)



- PP/PE (Polipropileno / polietileno) y metal



- PP/PE-TD10 (Polipropileno / Polietileno - Talco 10%) y metal



- PP-TD20 (Polipropileno - Talco 20%)



- PP/PE-TD16 (Polipropileno / Polietileno - Talco 16%) con cables, metal y espuma



- EPDM (Caucho Terpolímero de Etileno Propileno)



- HDPE (Polietileno de alta densidad) y metal



- PP\_EPDM-TD10 (Polipropileno / Caucho Terpolímero de Etileno Propileno - Talco 10%)

- EPDM (Caucho Terpolímero de Etileno Propileno) con alma de PP (Polipropileno)



- >PP/PE-TD16< >POM< (Polipropileno / Polietileno - Talco 16%), (Polioximetileno (Acetal)) y metal



Piezas con posibilidad de CSR

Tan solo se exponen algunas de las 69 piezas.

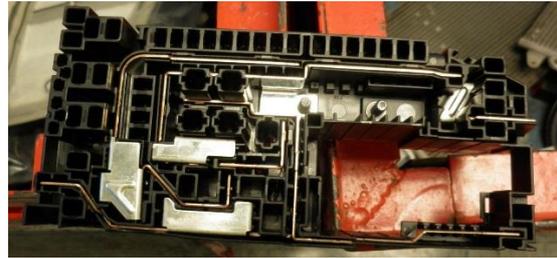
- ECO (Caucho de epiclóridina (copolímero de óxido de etileno))



- PP-TD40 (Polipropileno - Talco 40%)



- PA 6-GF10 (Poliámidas 6 - Fibra de Vidrio 10% en peso) y metal



- PP-GF35 (Polipropileno - Fibra de Vidrio 35% en peso) y metal



- PMMA.ABS (Polimetilmetacrilato "acrílico, plexiglás". Poli (Acrilonitrilo Butadieno Estireno))



>PET< >PUR< >PUR-GF< >PET<  
(Tereftalato de Polietileno), (Poliuretano),  
(Poliuretano - Fibra de Vidrio), (Tereftalato  
de Polietileno)



- >PP-GF30< >TPV-(EPDM+PP)< >PA6-  
GF50< (Polipropileno - Fibra de Vidrio 30%  
en peso), (Vulcanizado termoplástico -  
(Caucho Terpolímero de Etileno  
Propileno+Polipropileno)), (Poliamida 6  
(Poli(imino(I-oxohexametilén))) - Fibra de  
Vidrio 30% en peso)



- >ABS< >PMMA< >PC< >PC-ABS< >PP6-  
GF30< (Poli (Acrilonitrilo Butadieno  
Estireno)), (Polimetilmetacrilato (también  
conocido como acrílico, plexiglás)),  
(Policarbonato), (Policarbonato - Poli  
(Acrilonitrilo Butadieno Estireno)),  
(Polipropileno 6 - Fibra de Vidrio 30% en  
peso) y bombillas, metal y espuma

