

**GUÍA METODOLÓGICA**

**ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE  
COMPOSICIÓN DE RESIDUOS**

Octubre de 2020



**GRUPO DE TRANSPARENCIA Y ESCUCHA ACTIVA**

**Edición: v.1.0**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO I. Introducción .....	3
CAPITULO II. Realización de la Guía .....	5
CAPITULO III. Procedimiento para la elaboración de estudios de composición de residuos.....	6
1 Objetivos y alcance .....	7
1.1 OBJETIVOS .....	7
1.2 PARTES IMPLICADAS.....	7
1.3 DETERMINACIÓN DEL ÁMBITO GEOGRÁFICO DE ACTUACIÓN.....	8
1.4 DEFINICIÓN DEL RESIDUO OBJETIVO.....	9
1.5 DETERMINACIÓN DEL ÁMBITO TEMPORAL .....	9
1.6 DEFINICIÓN DEL CASO PRÁCTICO .....	9
2 Plan de muestreo .....	10
2.1 FASE PREVIA: RECOPIACIÓN DE PARÁMETROS DE TRABAJO.....	10
2.2 ELECCIÓN DEL MÉTODO DE MUESTREO .....	12
2.3 SEGMENTACIÓN DEL ÁMBITO DEL ESTUDIO .....	14
2.4 TAMAÑO DE LA MUESTRA .....	20
2.5 SELECCIÓN GEOGRÁFICA DE LAS MUESTRAS Y DISTRIBUCIÓN TEMPORAL .....	24
2.6 SISTEMA DE MUESTREO.....	25
3 Ejecución de los trabajos de caracterización.....	28
3.1 PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN .....	28
3.1.1 Obtención de información sobre la generación de residuos y la recogida.....	28
3.1.2 Planificación, organización y coordinación .....	32
3.2 METODOLOGÍA DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS.....	33
3.2.1 Equipo humano .....	33
3.2.2 Medios materiales.....	34
3.2.3 Procedimiento de caracterización.....	35
3.2.4 Fichas de Muestreo y de Caracterización .....	39
3.2.5 Pruebas complementarias .....	44
3.2.6 Consideraciones a los resultados de las caracterizaciones.....	46
3.3 DETERMINACIÓN DE RESULTADOS .....	51
ANEXOS.....	59

## CAPITULO I. Introducción

La **GUIA METODOLOGICA PARA LA REALIZACION DE ESTUDIOS DE COMPOSICION DE RESIDUOS MUNICIPALES** (en adelante, la **Guía**) se presenta como un documento de referencia de trabajo en los estudios de composición de residuos municipales promovidos tanto por entidades públicas como privadas.

Consciente de la importancia del conocimiento de la composición de los residuos generados en un entorno, y de su evolución a lo largo del tiempo para el establecimiento de objetivos de prevención, basados en la reducción y gestión adecuada de los residuos, el Grupo de Transparencia y Escucha Activa (foro de intercambio de experiencias, de debate y de reflexión, constituido a iniciativa de Ecoembes, y en el que participan profesionales de la mayoría de Comunidades Autónomas, de la Federación Española de Municipios y Provincias –FEMP- y de la Asociación Nacional de Empresas Publicas de Medio Ambiente (ANEPMA)) puso en marcha el desarrollo de la Guía. Para ello, se ha organizado un Grupo de Trabajo específico coordinado por ANEPMA que, mediante reuniones e intercambio de información permanente ha ido sentando las bases y validando las diferentes cuestiones tratadas.

Si bien este tipo de estudios se había realizado con anterioridad en distintas zonas de España, tanto en el marco del Plan Piloto<sup>1</sup> promovido por el *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente* (actualmente *Ministerio para la Transición Ecológica*), como en trabajos promovidos por distintas entidades encargadas de la gestión de los residuos, no se cuenta con una metodología general de trabajo consensuada que pueda ser tomada como referencia para la realización de estudios de composición. Por tanto, la Guía trata de dar respuesta al conjunto de cuestiones que pueden surgir a la hora de abordar un estudio de composición de residuos, considerando desde los propios objetivos a abordar, hasta la interpretación de los resultados obtenidos.

La Guía se plantea como un manual de fácil uso y manejo. Para ello, se encuentra compuesta por un cuerpo sintético y conciso (Procedimiento) y un conjunto de Anexos que completan y refuerzan la información presentada. En resumen, consta de:

- **Procedimiento para la elaboración de Estudios de Composición de Residuos:** es el documento de referencia, en el cual se describen las directrices principales a seguir en el desarrollo de este tipo de trabajos. Describe objetivos y alcance de un estudio de composición, la definición del plan de muestreo, la ejecución de las caracterizaciones propiamente dicha, así como el análisis y la interpretación de resultados.
- **ANEXO I. Glosario de términos:** incluye una recopilación de definiciones de términos a los que se hace referencia en la presente Guía Metodológica.

---

<sup>1</sup> “Plan Piloto<sup>1</sup> de caracterizaciones de residuos urbanos de origen domiciliario” promovido por el Ministerio de agricultura, alimentación y Medio Ambiente (actualmente Ministerio para la Transición Ecológica), cuyos resultados fueron publicados en 2012.

- **ANEXO II. Metodología estadística para la elaboración del plan de muestreo:** detalla la metodología estadística propuesta para la segmentación de territorios y el cálculo del tamaño de la muestra (incluye, asimismo, los conceptos estadísticos que son de aplicación).
- **ANEXO III. Procedimiento de muestreo:** describe paso a paso el método para llevar a cabo la caracterización, desde que la muestra llega al lugar de trabajo hasta la recogida de resultados en la Ficha de Caracterización.
- **ANEXO IV. Guía de diferenciación de materiales en una caracterización:** se compone de una descripción y ejemplos de cada uno de los materiales que se incluyen en la Ficha de Caracterización, además de, en algunos casos, características y recomendaciones para su diferenciación.
- **ANEXO V. Procedimiento para la determinación de humedad/suciedad adherida y volátiles:** describe las metodologías para la determinación de humedad, de suciedad y de sólidos volátiles, basadas principalmente en Normas UNE.
- **ANEXO VI. Recomendaciones para evitar sesgos y cuestiones a tener en cuenta en la interpretación de resultados:** consta de recomendaciones para evitar en la medida de lo posible los sesgos y cuestiones a tener en cuenta, de aplicación tanto a la selección y caracterización de las muestras como a la interpretación de los resultados.
- **ANEXO VII. Documentación de referencia:** listado de la documentación que se ha consultado relacionada con el objeto de la Guía.
- **ANEXO VIII. Propuesta de directrices técnicas a tomar en consideración en los Pliegos para la contratación, por parte de la administración, de los servicios de caracterización:** contiene propuesta de los temas técnicos fundamentales a considerar con vistas a la contratación de los Servicios de Caracterización por parte de la Administración.

## CAPITULO II. Realización de la Guía

Como se indicaba en la INTRODUCCION, el desarrollo de la Guía parte de una iniciativa del **Grupo de Transparencia y Escucha Activa** en el que participa la mayoría de Comunidades Autónomas, la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP), la Asociación Nacional de Empresas Públicas de Medio Ambiente (ANEPMA) y Ecoembes.

Para la ejecución de los trabajos se ha constituido, en el seno del Grupo de Transparencia, un Grupo de Trabajo específico, integrado por ANEPMA (que, además, ha coordinado el trabajo), el Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO), ECOEMBES y varias Comunidades Autónomas<sup>2</sup>. El Grupo de Trabajo se ha reunido periódicamente tanto para sentar los conceptos del trabajo como para ir debatiendo y validando sus contenidos.

El periodo de desarrollo de la presente Guía ha tenido lugar entre julio de 2019 y febrero de 2020.

Por otra parte, como referencia para la elaboración de la Guía se ha consultado diversa documentación relacionada con su objeto, de tal manera que han servido de referente para su esquema de desarrollo, así como para conocer distintos planteamientos y casuísticas en los principales aspectos a tratar. El tipo de documentación considerada incluye:

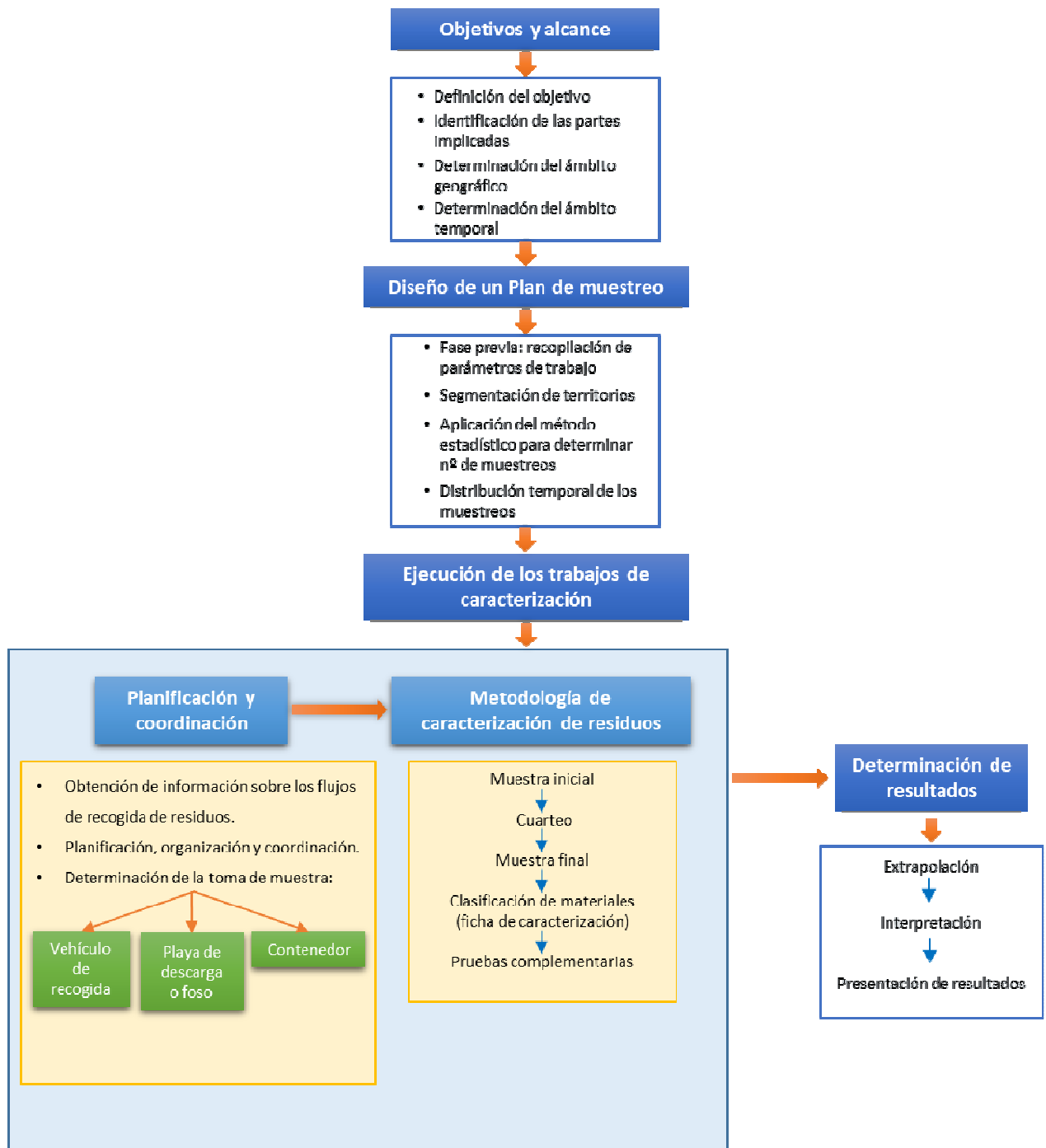
- Plan piloto de caracterización de residuos urbanos de origen domiciliario. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2012
- Estudios de composición de residuos municipales realizados en distintas Comunidades Autónomas de España.
- Metodologías internacionales de composición de residuos.
- Guías y manuales específicos relacionados con aspectos de la composición de residuos.
- Normas promulgadas por las Asociaciones de Normalización y Certificación
- Otros documentos, informes y estudios de interés.

---

<sup>2</sup>Cataluña, La Rioja, Comunidad Foral de Navarra y País Vasco

### CAPITULO III. Procedimiento para la elaboración de estudios de composición de residuos.

La Guía se ha estructurado en diferentes apartados que definen cada una de las fases en las que se compone un estudio de composición de residuos. A continuación, se presenta un esquema resumen de las cuestiones tratadas:



Fuente: Grupo de trabajo

Figura 1. Esquema del estudio de composición de residuos

La Guía será de aplicación a las recogidas municipales de fracciones ordinarias, procedentes de sistemas de recogida a través contenedores, neumática, cubos o bolseo, es decir, las fracciones de envases ligeros, papel-cartón, vidrio, fracción orgánica, fracción resto y fracción inorgánica.

La presente Guía no es de obligada aplicación, presentándose como un documento de referencia de trabajo en los estudios de composición de residuos municipales.

Las recogidas a través de los puntos limpios y otras específicas como recogida puerta a puerta de residuos voluminosos, recogida de textiles, RAEE, aceites, pilas, etc, no serán objeto de esta Guía.

Durante el desarrollo de la Guía, se muestra un caso práctico como ejemplo de desarrollo de un estudio de composición de residuos.

## 1 Objetivos y alcance

### 1.1 OBJETIVOS

La definición de los objetivos a cubrir con un estudio de composición de residuos es clave para determinar el modo de llevar a cabo:

- Diseño del plan de muestreo
- Caracterización de las muestras
- Análisis y valoración de resultados

Los objetivos pueden ser muy diferentes, siendo los más habituales los siguientes (o una combinación de ellos):

- Dimensionamiento, diseño y puesta en marcha de instalaciones de tratamiento de residuos.
- Conocimiento de la composición de los residuos municipales en un ámbito concreto (Comunidad Autónoma, provincia, agrupación de municipios, municipio, barrio,...), para definición de estrategias y/o para elaboración de planes de prevención y de gestión de residuos, así como para el seguimiento de los objetivos en la normativa.
- Identificación de errores en la separación de las fracciones de recogida selectiva.

### 1.2 PARTES IMPLICADAS

En el desarrollo de un estudio de composición de residuos intervienen una serie de agentes o actores diferentes según la actividad concreta a desarrollar (planificación, trabajos de campo, interpretación de resultados,...), de cuya coordinación depende en gran medida el desarrollo con éxito de todos los trabajos. En algunas ocasiones, pueden coincidir responsabilidades en la misma parte implicada (por ejemplo, que el promotor del proyecto pueda ser la entidad que recoge y/o gestiona el residuo).

Tomando en consideración los trabajos que se describen en la Guía, pueden distinguirse, al menos, las siguientes partes implicadas:

- **Promotor:** agente que detecta la necesidad de desarrollar los trabajos para dar cobertura al cumplimiento de un objetivo específico. Puede pertenecer a entidades tanto de carácter público como privado. En muchos casos puede coincidir con el responsable de diseñar la campaña de muestreo y de interpretar los resultados obtenidos o bien, puede determinar la necesidad de contar con una tercera entidad que cubra estas tareas. Asimismo, determina si es viable llevar a cabo las caracterizaciones en campo con personal propio o subcontratado.
- **Coordinador:** agente que tiene la visión global de los trabajos, plazos a cumplir y objetivos a conseguir. Será responsable de que al inicio de cada fase se disponga de toda la información necesaria y que se logren los objetivos previstos. Servirá de nexo de unión de todos los agentes implicados. Podrá coincidir con el promotor y/o con algún miembro del equipo técnico de diseño.
- **Equipo técnico de diseño de la campaña de muestreo y de análisis y valoración de resultados:** responsable de recopilar los datos y desarrollar las tareas específicas para determinar el tamaño y la distribución de las muestras a tomar, así como de la evaluación de los resultados obtenidos (en esencia, desarrolla los trabajos de "gabinete"). Puede coincidir con el promotor o ser una entidad independiente con la que se cuenta sólo para los trabajos teóricos del estudio de composición.
- **Entidad responsable de la recogida de los residuos:** entidad responsable de la recogida de las fracciones incluidas en el estudio (Entidad local titular del servicio y/o el operador del servicio). En función del ámbito territorial del estudio de composición podrán existir varias Entidades responsables de la recogida de los distintos flujos.
- **Gestor o titular de la instalación donde se realizará la caracterización:** entidad encargada de las instalaciones, ya sean de transferencia o de tratamiento final de los residuos, en las cuales se van a desarrollar los trabajos de caracterización (por ello, se encargará de que reúnan las condiciones adecuadas para la ejecución de las mismas).
- **Equipo de trabajo de campo:** encargado de llevar a cabo, in situ, los trabajos de caracterización de los residuos (en base a las directrices marcadas por el equipo técnico de diseño), esto es, selección de la muestra a caracterizar, procesamiento de la misma, separación manual, pesaje y traslado de los datos a la Ficha de Caracterización. Asimismo, cumplimentará la Ficha de Muestreo en campo.
- **Laboratorio:** entidad encargada de realizar los análisis físico-químicos (muestras complementarias) necesarias para complementar los estudios.

### **1.3 DETERMINACIÓN DEL ÁMBITO GEOGRÁFICO DE ACTUACIÓN**

El ámbito de actuación consiste en el área geográfica o territorio que va a ser objeto del estudio pudiendo ser estatal, regional (comunidad autónoma, provincia, agrupación de municipios, tales como mancomunidad, consorcio, etc.) o local (municipio, barrio o distrito).



## 1.4 DEFINICIÓN DEL RESIDUO OBJETIVO

En la elaboración de un estudio de composición, hay que definir cuál es el residuo objetivo de dicho estudio. Por ejemplo, cuando se trate de un estudio de composición de los residuos municipales en un ámbito territorial, el residuo objetivo será la totalidad de las fracciones "ordinarias" de gestión municipal, es decir, aquellas que son objeto de recogida, separada o no, por parte de Servicios Públicos de recogida. En el caso de un estudio de composición para el diseño de una planta de tratamiento el residuo objetivo será la fracción o fracciones que vayan a ser gestionadas en dicha planta, pudiendo ser la fracción resto, la fracción de envases ligeros, etc..., o en el caso de un estudio para determinar los errores en la separación en origen, el residuo objetivo será la fracción a controlar, por ejemplo la fracción resto, para determinar qué flujos de residuos no están bien separados en origen.

## 1.5 DETERMINACIÓN DEL ÁMBITO TEMPORAL

El ámbito temporal de los estudios de composición de residuos se refiere a la duración de los mismos, recomendándose, de forma general y para todos los objetivos, un periodo de un año, de forma que se pueda recoger de forma adecuada variaciones asociadas a la estacionalidad.

## 1.6 DEFINICIÓN DEL CASO PRÁCTICO

Durante el desarrollo de la Guía, se muestra un caso práctico como ejemplo de desarrollo de un estudio de composición de residuos.

Caso práctico: Se plantea como caso práctico, el estudio de composición de residuos de un ámbito geográfico compuesto por varios municipios, todos ellos de interior, y con las siguientes características:

- Existe un núcleo principal urbano con una zona comercial. Existen varias localidades limítrofes cercanas al núcleo urbano que presentan poca población y son principalmente de carácter residencial. Otras poblaciones, algo más alejadas, presentan una actividad predominantemente agrícola.

Los objetivos del estudio y el ámbito temporal son los siguientes:

- El objetivo del estudio es conocer la composición de los residuos en el ámbito geográfico indicado.
- El residuo objetivo será la fracción resto y la fracción de envases ligeros. En el caso del papel-cartón y el vidrio no se llevarán a cabo caracterizaciones por su condición de monomaterial, pero sí se tendrá en cuenta la cantidad recogida, para obtener la composición agregada.
- El ámbito temporal considerado es de un año.

## 2 Plan de muestreo

El diseño de un plan de muestreo determinará cuándo, dónde y cuantas muestras se recogerán para obtener la cantidad representativa dentro del ámbito geográfico y de actuación, que a la vez sea manejable y permita cumplir con los objetivos establecidos.

Un plan de muestreo se compone de las siguientes fases:

- Fase previa: recopilación de parámetros de trabajo
- Elección del método de muestreo
- Segmentación de territorios
- Tamaño de la muestra
- Sistema de muestreo

A continuación se detallan cada una de las fases indicadas de un plan de muestreo, necesarias para el correcto desarrollo de los trabajos:

### 2.1 FASE PREVIA: RECOPIACIÓN DE PARÁMETROS DE TRABAJO

Como fase previa o fase de investigación en el diseño del plan de muestreo, es importante recopilar cierta información, así como disponer de datos de referencia, principalmente obtenidos a través de estudios o datos históricos relativos a la composición de residuos del ámbito geográfico de trabajo.

En este sentido, a continuación se dan una serie de pautas e indicaciones a tener en cuenta para la recopilación y el tratamiento de la información de partida:

INFORMACIÓN DE PARTIDA	DEFINICIÓN	INDICACIONES
<b>Datos históricos de composición y generación de residuos</b>	<p>Se refiere a los datos históricos relativos, tanto a la generación de residuos, como a su composición.</p> <p>Además de proporcionar un conocimiento de la composición de residuos del territorio, permitirá llevar a cabo el análisis estadístico necesario para determinar un número de muestras que sea representativo.</p>	<p>Para el tratamiento de estudios previos realizados se tiene que tomar en consideración tanto la fiabilidad de la información (hay que verificar la autoría de dichos trabajos y si proviene de fuentes oficiales y confiables), como la coherencia (es necesario comprobar la coherencia, es decir, comparar con los objetivos de nuestro estudio y con las características del territorio).</p> <p>Los datos necesarios anuales relativos a la generación de residuos son las toneladas recogidas y la tasa de generación.</p>
<b>Datos necesarios para la segmentación de territorios.</b>	<p>Se refiere a la recopilación de datos demográficos y socioeconómicos del área de actuación.</p>	<p>En el apartado 2.2 se expone una serie de recomendaciones y fuentes de información que sirvan de ayuda para la segmentación de territorios.</p>

INFORMACIÓN DE PARTIDA	DEFINICIÓN	INDICACIONES
<b>Datos relativos al modelo de gestión de residuos.</b>	Se refiere a la obtención de datos relativos al modelo de gestión de residuos del ámbito de actuación.  Esta información permitirá una mejor estratificación del ámbito geográfico objeto de estudio.	En el apartado 3.1.1 se detalla cómo recopilar la información relativa al modelo de gestión de residuos del territorio.
<b>Datos de infraestructuras disponibles y otros necesarios para la realización de trabajos de caracterización.</b>	Se refiere al número de infraestructuras disponibles en el territorio, así como sus características.	En el apartado 3.1.2 se exponen las características que deben cumplir las infraestructuras para la realización de los trabajos de caracterización.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 1. Información previa necesaria para el diseño de un plan de muestreo

Caso práctico: Según el caso planteado en el apartado anterior, se realiza una recopilación de información necesaria para el desarrollo del estudio. La información obtenida y la fuente de los datos ha sido la siguiente:

- Datos de generación de residuos facilitados por las Entidades Locales, según se indica en la tabla inferior.
- Datos de población obtenidos a través del INE (Instituto Nacional de Estadística).

Se considera que previamente no ha sido realizado ningún estudio de composición de residuos en el ámbito.

Los datos obtenidos son los siguientes:

	Mun. Urbano*	Municipios Rural 1 a 15	Municipio Rural 16 a 25
Envases ligeros (kg/año)	897.000	480.525	277.992
Papel/Cartón (kg/año)	994.500	506.325	222.750
Vidrio (kg/año)	858.000	457.950	235.224
Fracción resto (kg/año)	17.875.000	8.385.375	4.187.350
Nº habitantes	65.000	32.250	17.820

\*Incluye los residuos generados en la zona comercial, de los cuales se disponen de datos de las rutas asociadas a dicha zona.

## 2.2 ELECCIÓN DEL MÉTODO DE MUESTREO

Para llevar a cabo el plan de muestreo en primer lugar es necesario decidir qué tipo de muestreo se va a seleccionar.

Según indica la *norma UNE-EN 14899:2007*, existen dos tipos de muestreo aplicables, siendo estos:

- El **muestreo probabilístico**, que tiene como base que cada elemento dentro de la población que se va a evaluar tiene la misma probabilidad de ser seleccionado en el muestreo.
- El **muestreo a juicio de experto**, que es un tipo de muestreo en el que, a diferencia del anterior, las muestras se toman en el mejor de los casos mediante un enfoque probabilístico y en el peor de los casos mediante un planteamiento no probabilístico.

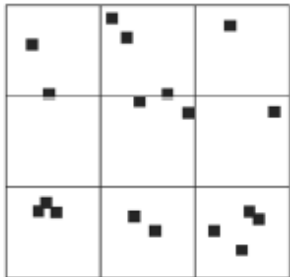
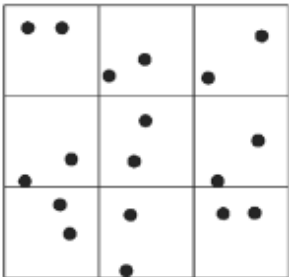
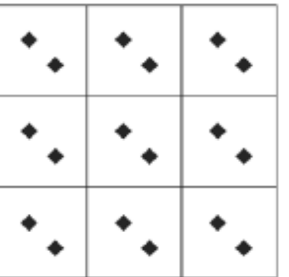
En el muestreo a juicio de experto no se tiene la certeza de que la muestra seleccionada sea representativa, ya que no todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser elegidos, circunstancia que no se da en el muestreo probabilístico. Únicamente se recomienda el muestreo a juicio de experto cuando la población no es accesible o no se dispone de ninguna información previa.

Por lo expuesto anteriormente y teniendo en cuenta que es el muestreo habitualmente utilizado en estudios de estas características, se recomienda el uso del **muestreo probabilístico** en los estudios de composición de residuos.

A su vez entre los muestreos probabilísticos se encuentran los siguientes tipos:

- Muestreo aleatorio simple: en este tipo de muestreo las muestras se toman al azar de manera independiente.
- Muestreo sistemático: se toma una primera muestra de forma aleatoria y después, a intervalos constantes, se eligen todas las demás muestras.
- Muestreo aleatorio estratificado: tras segmentar la población en grupos homogéneos, llamados estratos, como se ha indicado en el apartado anterior, las muestras son seleccionadas mediante un método aleatorio simple o por un método sistemático en cada estrato.

Se representan a continuación, de forma esquemática, los distintos muestreos indicados:

Muestreo aleatorio simple	Muestreo aleatorio estratificado	Muestreo sistemático
		

Fuente: Informe técnico UNE-CEN/TR 15310-1 IN (norma UNE-EN 14899:2007)

Tabla 2. Tipos de muestreo probabilístico

En la siguiente tabla se analizan las ventajas y desventajas de cada uno de los tipos de muestreo probabilísticos:

TIPO DE MUESTREO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<b>Aleatorio simple</b>	Es el tipo de muestreo más sencillo de llevar a cabo.	Al dejarlo todo al azar la muestra puede no ser suficientemente representativa de la población que estamos estudiando.
<b>Sistemático</b>	Es fácil de aplicar. Cuando la población está ordenada siguiendo una tendencia conocida la muestra resultante cubre toda la variabilidad de la población.	Depende de la ordenación que se le dé a la población. Puede dar problemas si la población presenta un comportamiento cíclico.
<b>Aleatorio estratificado</b>	Es posible estudiar cada estrato como una subpoblación en sí mismo, llegando a conclusiones sobre el comportamiento del carácter bajo estudio en dicho estrato. Se obtienen estimaciones más precisas.	Si a la hora de formar los estratos nos basamos en supuestos incorrectos, esto puede llevar a conclusiones erróneas en el estudio.

Fuente: Grupo de trabajo

Tabla 3. Pros y contras de los métodos de muestreo probabilísticos

En cuanto a la elección de un método probabilístico u otro, dependerá del objetivo a alcanzar y los recursos disponibles (tiempo y/o económicos), recomendando, en los casos en los que se lleve a cabo la segmentación de territorios, el **método aleatorio estratificado**. Este método, aunque supone un mayor esfuerzo en la planificación de los trabajos, incrementa la precisión y fiabilidad de los resultados y reduce el tamaño de muestra para alcanzar el nivel de confianza marcado.

## 2.3 SEGMENTACIÓN DEL ÁMBITO DEL ESTUDIO

Debido a la dificultad operativa y al coste que tendría, en muchos casos, extender los muestreos a la totalidad del ámbito territorial del estudio, es habitual proceder a segmentar dicho ámbito en estratos/zonas homogéneas de forma que la aplicación de muestreos representativos en cada uno de los estratos, garantice la representatividad total del estrato. En el presente apartado se plantea la forma de llevar a cabo esta segmentación, aplicable a los estudios de composición de ámbito supramunicipal (nacional, comunidad autónoma, provincia, mancomunidad, consorcio...) o municipios urbanos de cierta entidad.

Se plantea, por tanto, la segmentación de territorios como la división de la zona geográfica de trabajo en sectores homogéneos (estratos), es decir, con características similares, de tal manera que los resultados obtenidos en cada uno de los estratos, sea representativo de la totalidad del mismo.

Si atendemos a la *Norma UNE EN 14899:2007*, estratificación se entiende como la división de una población en subpoblaciones mutuamente exclusivas y exhaustivas (llamados estratos), que se consideran más homogéneas con respecto a las características investigadas que la población total.

Para llevar a cabo la estratificación, es importante identificar características comunes en cada estrato basadas en factores que afectan a la tasa de generación y composición de los residuos. Estas características pueden ser de diferente naturaleza (ambientales, geográficas, socioculturales y económicas). Para su identificación se pueden consultar fuentes documentales (más adelante se proponen algunas), así como con la colaboración de todas las partes implicadas que tengan relación con la zona geográfica. Lo fundamental es conseguir que la segmentación responda a una similitud en la generación y composición de los residuos generados, y como en todo análisis con componente estadístico, será necesario equilibrar una excesiva complejidad y coste en el desarrollo del estudio frente a la mejora de la representatividad obtenida.

Como ejemplo de la diversidad de tipologías de segmentaciones existentes, se muestra en la siguiente tabla la clasificación realizada en diferentes estudios en España (vease a continuación en orden alfabético), así como las distintas variables utilizadas para la determinación de las mismas:

EJEMPLO	SEGMENTACIONES	VARIABLES UTILIZADAS
<p><b>Ejemplo 1</b> <b>(Islas Baleares)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Municipios urbanos</li> <li>• Municipios costeros/turísticos</li> <li>• Municipios interiores/rurales</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tipología de municipios: urbanos, costero y rural.</li> <li>2. Turismo: municipios con fuerte influencia turística con un sector terciario amplio.</li> </ol>
<p><b>Ejemplo 2</b> <b>(Castilla-La Mancha)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Urbano</li> <li>• Semiurbano</li> <li>• Rural</li> <li>• Rural aislado</li> <li>• Residencial</li> <li>• Industrial/Comercial</li> <li>• Agrícola</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tipología de municipios: urbano, semiurbano, rural y rural aislado.</li> <li>2. Actividades económicas: agrícola, industrial/comercial.</li> </ol>

EJEMPLO	SEGMENTACIONES	VARIABLES UTILIZADAS
<p><b>Ejemplo 3</b> <b>(Cataluña)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción</li> <li>• Rural agrícola</li> <li>• Rural residencial</li> <li>• Rural residencial joven</li> <li>• Rural turismo</li> <li>• Turismo camping</li> <li>• Turismo hotel</li> <li>• Urbano activo</li> <li>• Urbano industrial</li> <li>• Urbano servicios</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tipología de municipios: rural y urbano.</li> <li>2. Actividades económicas: construcción, agrícola, industrial, servicios.</li> <li>3. Turismo: Turismo camping, turismo hotel.</li> </ol>
<p><b>Ejemplo 4</b> <b>(Galicia)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Urbano</li> <li>• Semiurbano</li> <li>• Rural</li> <li>• Sector primario</li> <li>• Sector secundario</li> <li>• Sector terciario interior</li> <li>• Sector terciario costa</li> <li>• Orgánico/Inorgánico</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tipología de municipios: rural, urbano y semiurbano.</li> <li>2. Actividades económicas: sector primario, secundario y terciario.</li> <li>3. Localización geográfica: costa e interior.</li> <li>4. Modelo de gestión de residuos: orgánico/inorgánico.</li> </ol>
<p><b>Ejemplo 5</b> <b>(Madrid)</b></p>	<p>Se realiza una segmentación por estratos: un total de 6 más la ciudad de Madrid.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Demográficas: Nº de habitantes, densidad de población, edad, etc.</li> <li>2. Socioeconómicas: renta, nº de viviendas, valor catastral, IRPF, PIB, ocupados totales, etc.</li> <li>3. Turismo: plazas en establecimientos hoteleros.</li> <li>4. Localización geográfica: altitud, distancia a la ciudad de Madrid, etc.</li> <li>5. Residuos: toneladas generadas y tasa de generación.</li> <li>6. Actividades económicas (comercial): porcentaje de unidades urbanas para ocio y hostelería; suelo urbano por terciario y comercial.</li> </ol>

*Fuente: Grupo de trabajo*

*Tabla 4. Ejemplos de segmentación de ámbito supramunicipal*

Como se puede observar, se han definido los estratos utilizando características comunes basadas en distintas variables: tipología de municipios, peso de las diferentes actividades económicas, turismo, etc.; en cada territorio se han adaptado las características aplicadas a las particularidades de cada territorio. No parece que exista una única solución, pero parece posible identificar elementos o referencias para poder adaptar la mejor solución a cada ámbito de estudio.

Teniendo en cuenta experiencias de estudios realizados y las variables más comúnmente utilizadas, se plantea a continuación una metodología para la realización de la segmentación de ámbito supramunicipal o de ámbitos municipales en donde se puedan establecer distintos estratos. Se plantea desde el punto de vista de una segmentación por niveles, de tal manera que exista una primera segmentación, que pueda irse complementado según elementos adicionales (principalmente debido al factor turístico) y elementos asociados al servicio de recogida.

## **Nivel 1. SEGMENTACIÓN BÁSICA**

Se trata de un primer nivel de segmentación, donde se realizará la segmentación por tipología de municipios y por actividad económica y/o sociodemográfica, de acuerdo a los siguientes criterios:

- Realización de la segmentación por **tipología de municipios o grado de urbanización**, basado en la demografía de los mismos. Se tendrán en cuenta las siguientes tipologías:
  - o Área metropolitana. Continuo urbano donde se desarrollan actividades de carácter residencial, industrial, comercial y de servicios, con una población estimada superior a la tipología de Urbano.
  - o Urbano. Población comprendida entre 50.000 y 175.000 habitantes.
  - o Semiurbano. Población comprendida entre 5.000 y 50.000 habitantes.
  - o Rural. Población inferior a 5.000 habitantes.

Fuente de información:

- Instituto Nacional de Estadística (INE). ([www.ine.es](http://www.ine.es))
  - Institutos de estadística u otros organismos oficiales de las Comunidades y Ciudades Autónomas.
- 
- Teniendo en cuenta la segmentación anterior, y como complemento a la misma, se tendrá en cuenta criterios de **actividad económica y/o sociodemográfica** del ámbito de estudio, siempre que estos estén claramente definidos. Se plantean los siguientes:
    - o Agrícola / Pesquero (actividad predominante del sector agrícola o pesquero).
    - o Comercial / Servicios (actividad principal enfocada a servicios o comercial).
    - o Industrial (principalmente la correspondiente a áreas industriales).
    - o Residencial (zonas generalmente alejadas del casco urbano o situadas en un lugar poco transitado en el que se agrupan un conjunto de viviendas).
    - o Turístico (zonas con actividad predominante dedicada al turismo. Suelen presentar una alta estacionalidad).

Cada uno de los criterios podrá ser aplicable a la segmentación, siempre y cuando representen como mínimo el 10% del total de residuos generados, o en su defecto, correspondan a un objetivo prioritario del estudio de composición de los residuos.

En el caso particular de la segmentación por turismo, se debe tener en cuenta los elementos adicionales que se indican en el Nivel 2.

Fuente de información:

- Instituto Nacional de Estadística (INE). ([www.ine.es](http://www.ine.es))
- Sede Electrónica del Catastro. Ministerio de Hacienda. ([www.sedecatastro.gob.es](http://www.sedecatastro.gob.es))
- Visor SIGPAC. Fondo Español de Garantía Agraria. ([sigpac.mapa.es](http://sigpac.mapa.es))
- Institutos de estadística u otros organismos oficiales de las Comunidades y Ciudades Autónomas.



Como ejemplos del procedimiento de segmentación básica indicada se plantean los siguientes casos.

- Ejemplo 1.1: Se quiere realizar un estudio de composición de residuos en una mancomunidad integrada por 17 municipios, cuya clasificación según tipología de municipio es la siguiente:

- 2 municipios urbanos
- 5 municipios semiurbanos
- 10 municipios rurales

Se trata de municipios no turísticos, donde la actividad de uno de los municipios urbanos es principalmente comercial y/o de servicios. Por otra parte 2 de los municipios semiurbanos tienen básicamente carácter residencial. Los 10 municipios rurales son similares por lo que no se considera ninguna segmentación adicional. En este caso la segmentación propuesta es la siguiente:

- Urbano
- Urbano comercial
- Semiurbano
- Semiurbano residencial
- Rural

- Ejemplo 1.2: Se quiere realizar un estudio de composición de residuos en un ámbito integrado por varios municipios, algunos de costa y turísticos y otros de carácter agrícola. Por otra parte existe un municipio principal urbano alejado de la costa, con una zona turística, una importante zona comercial y un pequeño polígono industrial. La clasificación según tipología de municipio es la siguiente:

- Urbano
- Rural

Los municipios rurales son en su totalidad, bien turísticos (municipios costeros), con una alta estacionalidad o meramente agrícolas (municipios de interior, alejados de la costa). En el caso del municipio urbano, existe una zona turística, una zona comercial que representa el 12% de los residuos totales generados, mientras que el pequeño polígono industrial representa el 2% del total de los residuos. Se considera para el ámbito de estudio, por tanto, una zona rural agrícola, una zona turística, la zona urbana comercial y el resto de la población urbana. La segmentación final para la realización del estudio sería la siguiente:

- Urbano
- Urbano comercial
- Rural agrícola
- Turístico

## **Nivel 2. ELEMENTOS ADICIONALES A LA SEGMENTACIÓN BÁSICA RELACIONADOS CON EL TURISMO**

En el caso de aquellas segmentaciones cuya actividad económica se encuentre relacionada con el turismo, pueden presentar distintas particularidades que afecten a la composición y generación de residuos, que serán valoradas incluir o no a la segmentación de turismo realizada en la segmentación básica.

Se plantean los siguientes casos:

- Por localización: Interior / Costa.
- Por tipología de alojamiento: Hotel / Gran Hotel / Pequeño Hotel / Camping

Fuente de información:

- Instituto Nacional de Estadística (INE). ([www.ine.es](http://www.ine.es))
- Institutos de estadística u otros organismos oficiales de las Comunidades y Ciudades Autónomas.
- Entidades Locales
- 

Como ejemplo de elementos adicionales a la segmentación básica se plantea el siguiente caso, partiendo del ejemplo 1.2 indicado anteriormente.

- Ejemplo: Como se indicaba en el ejemplo 1.2 anterior, existe una zona turística localizada en zonas rurales situados en la costa y por otra parte una zona turística en la zona interior. Para su diferenciación se realiza la siguiente segmentación complementando a la realizada anteriormente:
  - Urbano
  - Urbano comercial
  - Rural agrícola
  - Turístico interior
  - Turístico costa

## **Nivel 3. ELEMENTOS ASOCIADOS AL SERVICIO DE RECOGIDA**

En este tercer nivel se tendrían en cuenta particularidades asociadas a diferencias en el modelo o en el servicio de recogida de los residuos. Si las diferencias son pequeñas o afectan a poca población no sería necesario incorporar otro nuevo nivel de segmentación y únicamente se debería evitar seleccionar, dentro de la muestra, el municipio o zona que tenga una particularidad de servicio no aplicable a la mayoría del estrato en el que esté incluido.

Habría dos grupos de elementos a valorar:

- Elementos asociados al Modelo de segregación: aquellos casos en que existan una diferenciación en el número de fracciones y/o tipo de las mismas, tales como un 5º contenedor, fracción textil, modelo Orgánico / Inorgánico, etc.
- Elementos asociados al Nivel de servicio: tales como tipología de contenerización, distancias entre contenedores, frecuencias de recogida, etc.

Como se puede observar, los escenarios descritos en este nivel 3 pueden ser múltiples y disponer de varias casuísticas. De forma habitual, teniendo en cuenta experiencias de estudios realizados, no es habitual la incorporación de segmentaciones en función de las características del servicio de recogida.

Fuente de información:

- Entidades locales.

Se presenta a continuación un ejemplo del nivel 3 indicado, tomando como base el ejemplo 1.2 anterior.

- Ejemplo: Dentro del municipio urbano existe una zona con un modelo de separación de residuos distinto al resto, donde se incluye un 5º contenedor correspondiente a materia orgánica. Para su diferenciación, se añade un nuevo tipo de segmentación correspondiente a dicha zona, siendo la segmentación definitiva del ámbito de estudio, en el caso del ejemplo 1.2, la siguiente:
  - Urbano
  - Urbano comercial
  - Urbano 5º contenedor orgánica
  - Rural agrícola
  - Turístico interior
  - Turístico costa

Como se ha ido indicando en el procedimiento propuesto de segmentación, existen diversos tipos de fuentes de datos. En el presente listado se resumen las principales donde se puede obtener los datos necesarios para la segmentación:

- Instituto Nacional de Estadística (INE).
- Dirección General del Catastro. Ministerio de Hacienda.
- Institutos de Estadística de las Comunidades y Ciudades Autónomas.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- [www.fichassocioeconomicas.com](http://www.fichassocioeconomicas.com) (Consejo General de Economistas).
- Webs de ámbito municipal.
- Visor SIGPAC. Fondo Español de Garantía Agraria.
- Visor Iberpix. Instituto Geográfico Nacional.
- Ministerio para la Transición Ecológica.
- Entidades locales y Ayuntamientos.
- Otros que puedan identificarse.

Independientemente de la metodología indicada anteriormente, otra opción es llevar a cabo la segmentación mediante modelos matemáticos, tales como el “**análisis cluster**”, basado en el algoritmo K-medias (MacQueen, 1967). El método consiste en un método de agrupamiento, que tiene como objetivo la partición de un conjunto de n observaciones en k grupos.

Llevado a este contexto, este análisis permite, a partir de variables demográficas y socioeconómicas definidas para cada ámbito de población, segmentar estos datos de las variables en grupos que no han sido predefinidos, es decir, que el modelo en sí se encargará de crear grupos homogéneos (clusters o estratos) en base a los datos de partida.

En el anexo II se indica la metodología correspondiente al “análisis cluster” mencionado, aplicable a la segmentación de territorios, donde se indican las ventajas y desventajas de este método en particular.

Caso práctico: Se plantea la segmentación, del caso práctico, siguiendo la metodología expuesta en el presente apartado, descartando realizarla según modelos matemáticos (análisis clúster).

La primera clasificación según tipología de los municipios (en base a los habitantes) es la siguiente:

- Urbano
- Rural

Debido a que se dispone de una zona comercial, que supone más del 11% del total de los residuos generados, se considera dicha zona en la segmentación. Por otra parte se tienen en cuenta las zonas rurales con carácter residencial (municipios 1 a 15 indicados anteriormente) y las que la actividad principal predominante es agrícola (municipios 16 a 25). La segmentación final sería la siguiente:

- Urbano
- Urbano comercial
- Rural residencial
- Rural agrícola

## 2.4 TAMAÑO DE LA MUESTRA

A continuación se procederá a calcular el tamaño de la muestra, es decir, determinar el número de muestras necesarias para que el estudio sea representativo del total de la población, teniendo en cuenta la segmentación realizada en el apartado 2.3., ya que las muestras deben representar a cada estrato para proceder posteriormente a la extrapolación al total de la población.

Para ello se ha considerado el tipo de muestreo aleatorio estratificado indicado anteriormente, si bien la forma del cálculo del tamaño muestral que se indica en el presente apartado puede ser válido en el caso de optar por un tipo de muestreo aleatorio simple.

Para el cálculo de la muestra se tendrán en cuenta las siguientes hipótesis (se indican de forma pormenorizada en el Anexo II):

- Que la distribución de la población corresponde a una distribución normal.
- Que para el cálculo de la desviación típica ( $\sigma$ ), que mide la dispersión de los valores de una variable en una muestra, hay dos posibilidades:
  - 1) Se dispone de información previa de otras caracterizaciones de residuos en el mismo ámbito de estudio: en este caso los datos disponibles servirán para establecer la dispersión de la muestra a través de la desviación típica ( $\sigma$ ), así como la media aritmética de la población muestral ( $\bar{x}$ )<sup>3</sup>, necesaria para el cálculo de la desviación típica.
  - 2) Si no se dispone de información previa de otras caracterizaciones del ámbito de estudio, se proponen las siguientes alternativas:
    - Tener en cuenta la información disponible de otras caracterizaciones de residuos realizados en ámbitos que se consideren de características similares, para establecer el valor de la desviación típica ( $\sigma$ ) y media ( $\bar{x}$ ).
    - Ante la ausencia de la información anterior de otros ámbitos de estudio similares, tener en cuenta la información aportada en el Plan Piloto de Caracterización de Residuos Urbanos de origen domiciliario del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (ahora Ministerio para la Transición Ecológica), para establecer el valor de la desviación típica ( $\sigma$ ) y media ( $\bar{x}$ ), siendo dichos valores los siguientes por fracción:

	Envases Ligeros (kg)	Vidrio (kg)	Papel y Cartón (kg)	FORM (kg)	Fracción resto (kg)
Desviación típica ( $\sigma$ )	35,93	17,17	16,09	42,26	21,68
Media aritmética ( $\bar{x}$ )	185	211	180	196	190
Tamaño de la muestra	250	200	200	250	250

*Tabla 5. Desviación típica y media aritmética. Plan Piloto de Caracterización de Residuos Urbanos*

Las cantidades indicadas en la anterior tabla corresponden con el material solicitado en cada una de las fracciones.

La ecuación que permite calcular el tamaño de la muestra, teniendo en cuenta las hipótesis indicadas anteriormente se expone a continuación:

$$n \geq \frac{N \cdot Z^2 \cdot \sigma^2}{(N - 1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot \sigma^2} \quad (1)$$

<sup>3</sup> Ver Anexo II (Metodología estadística para elaboración del Plan de muestreo)

Siendo:

$n$  = el tamaño de la muestra que se quiere calcular (número de muestras)

$N$  = tamaño de la población (kg de residuos urbanos generados en los estratos a muestrear divididos por la cantidad de residuos caracterizados por muestra).

$Z$  = valor correspondiente al valor de confianza (nivel de confianza).

$\sigma^2$  = varianza que esperamos encontrar en la población. Este dato es el obtenido previamente a través de la desviación típica.

$e$  = margen de error máximo que se admite, en porcentaje sobre la media aritmética ( $\bar{x}$ ).

Para la aplicación de la fórmula hay que establecer los valores de los siguientes parámetros:

**Nivel de confianza (Z):** Es la probabilidad de que el verdadero valor del parámetro estimado en la población se sitúe en el intervalo de confianza obtenido, por lo que en función del nivel de confianza se usa un valor diferente. Los valores más frecuentes son:

- Nivel de confianza 90%,  $Z = 1,645$
- Nivel de confianza 95%,  $Z = 1,96$
- Nivel de confianza 99%,  $Z = 2,575$

De forma habitual el nivel de confianza establecido es del 95%, siendo  $Z=1,96$ .

Hay que tener en cuenta que si se aumenta el nivel de confianza, aumenta el tamaño de la muestra.

**Margen de error (e):** Es el intervalo en el que se espera encontrar el dato que se quiere medir. Habitualmente, en los estudios consultados, se fija un valor del 5%; en todo caso se recomienda que sea inferior al 10%.

Hay que tener en cuenta que si se reduce el error, aumenta el tamaño de la muestra.

A efectos prácticos, la ecuación indicada anteriormente, debe ser aplicada por cada uno de los estratos establecidos (según se indica en el apartado 2.2) y para cada una de las fracciones de residuos a estudiar. De este modo, se obtendrá el número de muestras a caracterizar por estrato y por fracción.

**Ejemplo:**

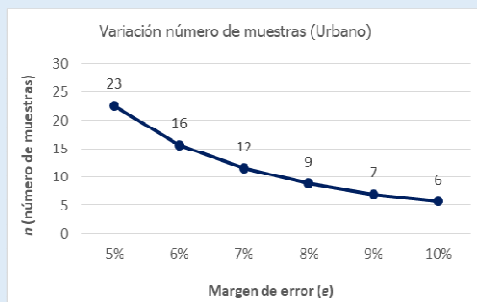
Se calcula el número mínimo de muestras necesarias ( $n$ ) para un estrato (Urbano) a través de la fórmula estadística (1).

Se considera los valores de nivel de confianza ( $Z$ ) y margen de error ( $e$ ) los recomendados de 1,96 y 5% respectivamente, mientras que el valor de la desviación típica ( $\sigma$ ) y media ( $\bar{x}$ ), se ha obtenido de otros estudios previos ya realizados. Por otra parte, se consideran 250 kg a caracterizar por cada una de las muestras.

Los valores a aplicar en la fórmula (1) son los siguientes:

	N	Z	$\sigma^2^*$	$\bar{x}^*$	E	$n$
Urbano	3.566	1,96	495	183	5%	$n \geq \frac{3.566 \cdot 1,96^2 \cdot 495}{(3.566-1) \cdot (0,05 \cdot 183)^2 + 1,96^2 \cdot 495} \geq 23$

Si aumentamos el margen de error progresivamente, hasta un máximo del 10%, se puede apreciar que cuanto menor es el margen de error mayor es el tamaño de la muestra.



**Caso práctico:**

Tal y como se indica en el ejemplo anterior, se ha calculado para el caso práctico el número de muestras mínimas de cada una de las segmentaciones y fracciones, obteniendo los siguientes resultados:

$n$ (nº de muestras mínimo)	Urbano	Urbano comercial	Rural residencial	Rural agrícola
Envases ligeros	15	6	11	10
Fracción resto	23	11	17	15

Para el cálculo de las muestras, se ha tenido en cuenta los valores de desviación típica ( $\sigma$ ) y media ( $\bar{x}$ ) obtenidos de otros estudios similares, siendo los siguientes:

	Urbano		Urbano comercial		Rural residencial		Rural agrícola	
	Media	D. típica	Media	D. típica	Media	D. típica	Media	D. típica
Envases ligeros	183	18,0	180	11,6	189	15,8	178	14,1
Fracción resto	186	22,5	190	16,4	189	19,6	183	18,0

## 2.5 SELECCIÓN GEOGRÁFICA DE LAS MUESTRAS Y DISTRIBUCIÓN TEMPORAL

A partir del número de muestras determinadas según la fórmula (1) del apartado anterior, para cada estrato y fracción, se elegirán, de forma aleatoria, los municipios o zonas en donde se realizarán dichos muestreos.

En cuanto a la distribución temporal, en función del objetivo del estudio, puede ir desde concentrarlos en un corto periodo hasta distribuirlos a lo largo del año.

Para el caso de estudios de composición de los residuos municipales en un territorio, y para tener en cuenta el efecto estacional (por diferente consumo según la época del año, por la actividad turística, etc...) se recomienda un reparto a lo largo de todo el ciclo anual, que pueda adaptarse a una **distribución cuatrimestral**<sup>4</sup> del año natural (períodos: enero-abril, mayo-agosto y septiembre-diciembre), como a una distribución trimestral ajustada a las estaciones climatológicas. En otros casos específicos, como la identificación de errores en la segregación, puede ser más conveniente concentrar los muestreos en un periodo corto.

### Caso práctico:

Obtenidos el número de muestras mínimo a caracterizar, se seleccionan ciertos municipios al azar (muestreo aleatorio) por cada una de las segmentaciones consideradas.

Como ejemplo, en la segmentación (estrato) de Rural residencial, se realizarán la toma de muestras en los municipios 1, 8 y 13, con carácter cuatrimestral.

<sup>4</sup> En casos de poblaciones con una alta variabilidad en la generación de residuos por cuatrimestre, se podrá repartir el número de muestras en función de las cantidades generadas en cada cuatrimestre.



## 2.6 SISTEMA DE MUESTREO

Realizada la segmentación del territorio de estudio y calculado el tamaño de la muestra, varios sistemas de muestreo o procedimientos de toma de muestras pueden ser utilizados para la realización del estudio de composición de residuos. La elección de uno u otro dependerá básicamente de los objetivos marcados, las características de la campaña de caracterización, medios disponibles y otras variables diversas como las económicas o disponibilidad de información.

En la elección del sistema de muestreo, hay que tener en cuenta, que el resultado obtenido en la campaña de caracterización es extrapolable al total de residuos, lo que significa que pequeñas desviaciones en los resultados pueden originar imprecisiones en las estimaciones del total de la población, ya sea por exceso o por defecto.

De esta manera, según lo indicado anteriormente, es importante que los datos de partida para la realización de las caracterizaciones sean de un grado de confianza alto, para evitar desviaciones en los resultados finales.

Se pueden distinguir tres sistemas de muestreo principales:

- A través de **rutas** representativas de cada estrato/segmento.
- En **foso** – playa de descarga en planta.
- A través de **contenedores**.

A continuación se indican las características de cada uno de los sistemas de muestreo indicados:

- 1) A través de **rutas** representativas de cada estrato/segmento.

Es el sistema de muestreo mayoritariamente usado para los estudios de composición de residuos en aquellos ámbitos territoriales de carácter supramunicipal.

Básicamente, se trata de la toma de muestras a partir del material procedente de rutas de recogida de residuos, para cada uno de los estratos previamente definidos en la segmentación del ámbito de estudio. Las muestras a caracterizar serán extraídas de los vehículos de recogida de las rutas seleccionadas. En el anexo III de la presente Guía se indica pormenorizadamente el procedimiento a seguir.

El sistema de muestreo a través de rutas, está orientado principalmente a los estudios de composición de ámbitos geográficos amplios, de carácter supramunicipal, como pueden ser estudios en comunidades autónomas, provincias o agrupación de municipios, en donde es necesario realizar una segmentación del ámbito geográfico de estudio en estratos o segmentos, tal y como se indica en el apartado anterior 2.3.

Para que este procedimiento se pueda aplicar con representatividad se deben cumplir dos condiciones: primero, que cada ruta de recogida de la que se tome la muestra, corresponda a un único estrato o segmento (es decir, que si habitualmente la ruta de recogida da servicio a municipios que pertenecen a diferentes estratos/segmentos, cuando haya que tomar una muestra se debe modificar la ruta de recogida habitual para que sólo se recojan los residuos del/de los municipio/s

perteneciente/s al estrato correspondiente); y segundo, que se disponga de información de generación a nivel de detalle por ruta de recogida, para poder asignar correctamente las caracterizaciones a la cantidad generada.

Debido a que con la estratificación realizada se consideran homogéneos todos los estratos o segmentos, cualquier ruta seleccionada, será representativa del muestreo, siempre y cuando se cumplan los condicionantes anteriormente indicados.

Las principales ventajas del sistema de muestreo a través de rutas serían la mayor sencillez en su organización y que no requiere organizar servicios específicos de recogida/movimiento de contenedores por lo que sería un sistema menos costoso.

El principal inconveniente de este sistema sería que, salvo que existan rutas específicas de recogida de residuos de origen comercial-servicios, no se podría diferenciar la composición de los residuos de origen doméstico y de origen comercial. Otro punto importante a tener en cuenta es la necesidad de que se realice una correcta homogeneización del material recogido por el vehículo para que la muestra seleccionada tenga la mayor representatividad posible.

## 2) En **foso** – playa de descarga en planta.

El sistema de muestreo en foso o playa de descarga de una instalación, consiste en la obtención de la muestra a caracterizar directamente del foso o de la playa de entrada de una planta de tratamiento de residuos. Igual que en el caso anterior, en el Anexo III de la presente Guía se indica pormenorizadamente el procedimiento a seguir.

Como se trata del punto de recepción de los residuos generados en todo el territorio al que da servicio la planta, las muestras seleccionadas no serán representativas de una tipología de municipio o de una zona específica.

Teniendo en cuenta esta limitación, este procedimiento está orientado a estudios en los que no es necesario conocer el origen de los residuos, como pueden ser el dimensionamiento o modificación de una planta de tratamiento residuos.

Las principales ventajas del sistema de muestreo en foso – playa sería la nula intervención en el proceso de recogida. Y como principales limitaciones serían que no es adecuado para obtener la composición de un determinado territorio y que pueden producirse sesgos en la composición por depósito de materiales más pesados en la parte inferior del volumen de residuos.

## 3) A través de **contenedores**.

El sistema de muestreo a través de contenedores consiste, básicamente, en la obtención de muestras a caracterizar directamente de contenedores seleccionados previamente. En el Anexo III de la presente Guía se indica con mayor detalle el procedimiento a seguir.

En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de esquema de muestreo a través de contenedores:

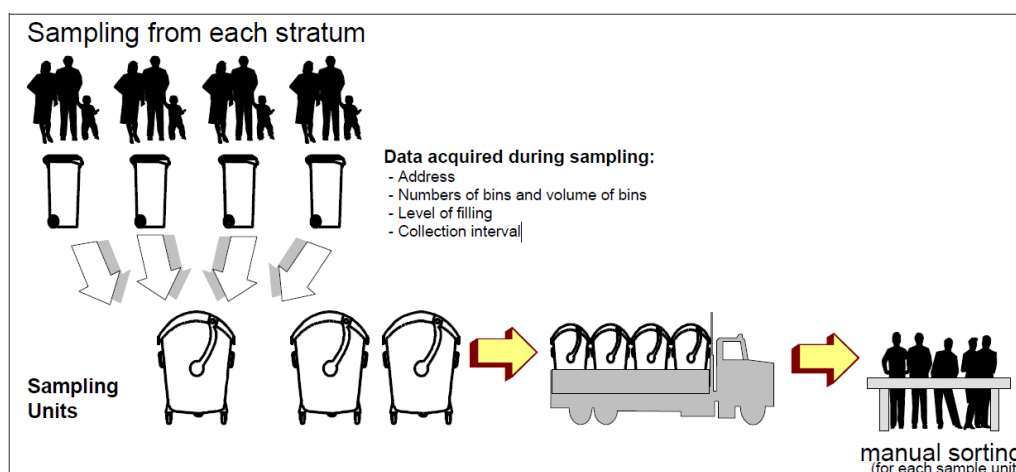


Figura 2. Esquema de ejemplo de muestreo a través de contenedores. Fuente: Methodology for the Analysis of Solid Waste (SWA-Tool)

El sistema de muestreo a través de contenedores, puede ser utilizado tanto en estudios de composición de ámbitos supramunicipales, como en otros ámbitos geográficamente más pequeños, tales como municipios, barrios, etc.

En comparación con el procedimiento de muestreo a través de rutas, supone un procedimiento con mayor complejidad, debido principalmente al trabajo previo a realizar antes de la caracterización (es necesario tener la ubicación precisa de todos los contenedores, con un sistema informático que los asocie a una zona concreta, usuarios específicos, etc) y al proceso de traslado de los contenedores hasta el lugar donde se llevará a cabo la caracterización. Por contrapartida, es el sistema de muestreo que permite obtener resultados con mayor granularidad de origen (por ejemplo se podría diferenciar origen doméstico y origen comercial).

Como principales ventajas del sistema de muestreo a través de contenedores destacar que se puede llegar a obtener la composición y generación específica por tipo de generador, por barrio, por calle, de forma que puede utilizarse para establecer mejoras en el servicio en dichos ámbitos. Como posibles inconvenientes serían la mayor complejidad en la organización sobre todo si se trata de un estudio de composición en un ámbito territorial supramunicipal y la limitación de uso en el caso de recogida por bolseo-puerta a puerta.

### 3 Ejecución de los trabajos de caracterización

En este epígrafe se describirá el modo de proceder para el desarrollo de las caracterizaciones, abarcando desde la recopilación de la información necesaria para su planificación, la selección y preparación de la muestra, su procesamiento y la cumplimentación de la Ficha de Caracterización donde se recogen los resultados obtenidos.

En el caso de la selección de la muestra, se tendrá en cuenta si procede de vehículo de recogida o directamente de contenedor.

#### 3.1 PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN

##### 3.1.1 OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS Y LA RECOGIDA

En el caso de un sistema de muestreo a través de **rutas** representativas de cada estrato/segmento, para la elección de las rutas sobre las que se realizarán los muestreos se necesita la siguiente información:

- Rutas de recogida: municipios o áreas que se incluyen en la recogida. Esta información es necesaria para planificar la toma de muestras.
- Generadores de los residuos recogidos en la ruta: domésticos, comerciales, industriales y otros.
- Datos de la ruta: contenedores que se recogen, tipología, número e itinerario.
- Frecuencia y horarios de recogida.
- Vehículo de recogida e identificación.
- Cantidad de residuos recogidos en cada ruta.
- Otros datos de interés.

En base a la información recopilada se determinará el número de rutas diferenciadas, por población de muestreo y estrato, seleccionándolas en base a los objetivos marcados por el estudio a realizar.

A continuación se proponen una serie de recomendaciones a considerar para la elección de las rutas:

- Se tendrá en cuenta la variabilidad del territorio objeto de estudio, de forma que queden representados adecuadamente los diferentes segmentos definidos. No obstante, se conjugará la diversidad de generación de residuos con el mayor peso que ejercen unas zonas respecto a otras.
- En los casos que sea posible, para la determinación de las rutas se tendrá en cuenta tanto el tipo de recogida (puerta a puerta/contenedor), como el tipo de contenedores y su capacidad. Esto puede influir en la presencia mayor o menor de impropios (contenedores con mayor capacidad y apertura de boca mayor, permiten el desecho por parte de los ciudadanos de residuos menos disgregados, aumentando la probabilidad de encontrar impropios).

- En la medida de lo posible no se realizarán muestreos en fechas que puedan influir en la variabilidad de la composición de los residuos, tales como: lunes, fines de semana, festivos, días posteriores a festivos, etc., salvo que sean elementos necesarios para conseguir un nivel adecuado de representatividad (en cuyo caso deberá ponderarse la muestra con la generación). Así mismo los muestreos deberán repartirse entre los días de la semana, en coherencia con la propia estructura semanal de la recogida. Se recomienda tomar en consideración como modificaciones en la frecuencia realizadas de forma temporal en zonas con alta variabilidad de población debido a la estacionalidad.

Tras la identificación de todas aquellas rutas que sean representativas, se seleccionarán al azar (dado que es probable que haya más rutas que número de caracterizaciones a realizar) aquellas necesarias para cubrir la asignación total de caracterizaciones.

En el caso de que la muestra se tome del **foso** de recepción de la planta, es recomendable recopilar previamente la siguiente información:

- Días de recepción de residuos.
- Horas punta y valle en la recepción.
- Horario de funcionamiento de la planta.
- Cantidad media diaria de residuos que entran en la planta.
- Tiempo de residencia de los residuos en el foso.
- Paradas técnicas de la planta.

En el caso de que la muestra se tome del **contenedor**, en base a la estratificación definida y a la información recopilada, se seleccionaran los contenedores representativos necesarios para completar la muestra. Para ello es recomendable recopilar la siguiente información de los contenedores seleccionados:

- Ubicación de los contenedores del flujo a estudiar.
- Tipo y volumen de los contenedores.
- Estimación visual del porcentaje de nivel de llenado.

**CUESTIONARIO INFORMACIÓN MODELOS DE RECOGIDA DE RESIDUOS (1)**

ENVASES LIGEROS											
RUTAS	Municipios o áreas	Generadores (domésticos/ comercial y servicios/industrial, otros...)	Tipología de contenedor	No de contenedores	Descripción del itinerario	Frecuencia	Horarios	Matrícula	Destino	Cantidades recogidas anuales (kg)	Observaciones
Ruta 1											
Ruta 2											
Ruta 3											
Ruta 4											
Ruta 5											
Ruta 6											
Ruta 7											
Ruta 8											
Ruta 9											
Ruta 10											

PAPEL/CARTÓN											
RUTAS	Municipios o áreas	Generadores (domésticos/ comercial y servicios/industrial, otros...)	Tipología de contenedor	No de contenedores	Descripción del itinerario	Frecuencia	Horarios	Matrícula	Destino	Cantidades recogidas anuales (kg)	Observaciones
Ruta 1											
Ruta 2											
Ruta 3											
Ruta 4											
Ruta 5											
Ruta 6											
Ruta 7											
Ruta 8											
Ruta 9											
Ruta 10											

VIDRIO											
RUTAS	Municipios o áreas	Generadores (domésticos/ comercial y servicios/industrial, otros...)	Tipología de contenedor	No de contenedores	Descripción del itinerario	Frecuencia	Horarios	Matrícula	Destino	Cantidades recogidas anuales (kg)	Observaciones
Ruta 1											
Ruta 2											
Ruta 3											
Ruta 4											
Ruta 5											
Ruta 6											
Ruta 7											
Ruta 8											
Ruta 9											
Ruta 10											

FRACCIÓN RESTO											
RUTAS	Municipios o áreas	Generadores (doméstico / limpieza viaria / parques y jardines / mercados / otros...)	Tipología de contenedor	No de contenedores	Descripción del itinerario	Frecuencia	Horarios	Matrícula	Destino	Cantidades recogidas anuales (kg)	Observaciones
Ruta 1											
Ruta 2											
Ruta 3											
Ruta 4											
Ruta 5											
Ruta 6											
Ruta 7											
Ruta 8											
Ruta 9											
Ruta 10											

FRACCIÓN ORGÁNICA											
RUTAS	Municipios o áreas	Tipos de residuos (doméstico / Servicios restauración / otros ...)	Tipología de contenedor	No de contenedores	Descripción del itinerario	Frecuencia	Horarios	Matrícula	Destino	Cantidades recogidas anuales (kg)	Observaciones
Ruta 1											
Ruta 2											
Ruta 3											
Ruta 4											
Ruta 5											
Ruta 6											
Ruta 7											
Ruta 8											
Ruta 9											
Ruta 10											

Fuente: Grupo de trabajo

Figura 3. Modelo de cuestionario de petición de información (1)

CUESTIONARIO INFORMACIÓN MODELOS DE RECOGIDA DE RESIDUOS (2)

ENVASES LIGEROS													
RUTAS	Cantidades recogidas (t)												Total anual (t)
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Ruta 1													
Ruta 2													
Ruta 3													
Ruta 4													
Ruta 5													
Ruta 6													
Ruta 7													
Ruta 8													
Ruta 9													
Ruta 10													
Total (t)													

PAPEL/CARTÓN													
RUTAS	Cantidades recogidas (t)												Total anual (t)
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Ruta 1													
Ruta 2													
Ruta 3													
Ruta 4													
Ruta 5													
Ruta 6													
Ruta 7													
Ruta 8													
Ruta 9													
Ruta 10													
Total (t)													

VIDRIO													
RUTAS	Cantidades recogidas (t)												Total anual (t)
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Ruta 1													
Ruta 2													
Ruta 3													
Ruta 4													
Ruta 5													
Ruta 6													
Ruta 7													
Ruta 8													
Ruta 9													
Ruta 10													
Total (t)													

FRACCIÓN RESTO													
RUTAS	Cantidades recogidas (t)												Total anual (t)
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Ruta 1													
Ruta 2													
Ruta 3													
Ruta 4													
Ruta 5													
Ruta 6													
Ruta 7													
Ruta 8													
Ruta 9													
Ruta 10													
Total (t)													

FRACCIÓN ORGÁNICA													
RUTAS	Cantidades recogidas (t)												Total anual (t)
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Ruta 1													
Ruta 2													
Ruta 3													
Ruta 4													
Ruta 5													
Ruta 6													
Ruta 7													
Ruta 8													
Ruta 9													
Ruta 10													
Total (t)													

Fuente: Grupo de trabajo

Figura 4. Modelo de cuestionario de petición de información (2)

### **3.1.2 PLANIFICACIÓN, ORGANIZACIÓN Y COORDINACIÓN**

Para que la realización de la caracterización tenga el menor impacto posible en el desarrollo normal de la recogida y tratamiento de los residuos, es indispensable establecer una planificación de los trabajos que implique la coordinación de las partes involucradas, en concreto, del gestor/titular de la instalación donde deben desarrollarse los trabajos y del responsable del equipo de campo. Igualmente es recomendable coordinarse con la empresa de recogida de cuyo vehículo se va a tomar la muestra, para la correcta recepción de la misma, o, en el caso de toma de muestras a partir de contenedores, coordinar horarios de recogida para poder retirar los contenedores con la mayor cantidad de residuos.

Es importante que tanto el gestor/titular de la instalación como el responsable de los trabajos de campo, conozcan los trabajos a desarrollar, la metodología a seguir y las necesidades asociadas a la buena marcha de los mismos. A efectos de que la coordinación sea la adecuada, es importante tomar en consideración:

- Que el lugar donde ha de tomarse la muestra y debe realizarse el trabajo reúne las condiciones adecuadas.
- Que se va a disponer de la muestra que se ha determinado analizar en la fecha y hora correcta.
- Que se dispone de todos los medios técnicos necesarios para el desarrollo de los trabajos.
- Que el personal de campo cuenta con la formación adecuada y con el equipamiento correcto.
- Que se ha procedido a la Evaluación de los Riesgos Laborales asociados al trabajo a realizar y que se han tomado las medidas adecuadas para su desarrollo en condiciones de seguridad tanto para el equipo de campo como para el resto del personal de la instalación.

En cuanto a los requisitos a cumplir por la zona utilizada para la caracterización, debe considerarse lo siguiente:

- Zona amplia, que permita trabajar con la muestra, instalar el equipo necesario (cribado, clasificación y pesaje), y la circulación tanto de personas como de maquinaria. Con el fin de minimizar riesgos, se recomienda proceder a la delimitación de la zona de trabajo, así como mantener la misma en óptimas condiciones de orden.
- Zona plana, pavimentada, protegida y resguardada de las condiciones climáticas (viento, lluvia, etc.), así como pájaros e insectos, debiendo estar además adecuadamente ventilada e iluminada.

En los epígrafes siguientes se describen las consideraciones más relevantes en relación con el resto de aspectos necesarios a tomar en cuenta.



## 3.2 METODOLOGÍA DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS

### 3.2.1 EQUIPO HUMANO

Como se indicó previamente, para la ejecución de los trabajos de caracterización (también denominados trabajos de campo) es preciso que el personal asignado a los mismos haya sido formado previamente para desarrollar los trabajos y esté dotado de todos los medios necesarios para ello.

En condiciones normales (considerando que las caracterizaciones se desarrollan con la metodología que se expone más adelante), se considera que para la realización de una caracterización, el equipo de campo debe estar compuesto al menos, por dos personas.

En relación con la formación, se considera que el mínimo a disponer por parte del equipo de campo, es el siguiente:

- Haber recibido formación acerca del procedimiento a seguir en campo, así como del modo de cumplimentación de la Ficha de Muestreo y de la Ficha de Caracterización, así como conocer la *Guía de diferenciación de materiales* (el que se presenta en el Anexo III o similar).
- Contar con la adecuada formación en cuestión de Prevención de Riesgos Laborales, esto es, que conozca los riesgos asociados al trabajo a realizar, los Equipos de Protección Individual (EPIs) que debe disponer y el modo adecuado de utilizar los mismos.

Habitualmente, para la homogeneización de la muestra y realización de cuarteos, es necesario el manejo de maquinaria, siendo ésta utilizada habitualmente por personal de la instalación donde se realizan las caracterizaciones. En el caso de que dicha circunstancia no sea posible, la persona del equipo de trabajo que la utilice deberá disponer de la cualificación necesaria para el manejo de maquinaria (retroexcavadora, garfio,...) si ello fuera necesario y de los permisos establecidos en el Real Decreto 818/2009, de 8 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento General de Conductores<sup>5</sup>.

Se recomienda que, previo a autorizar el inicio de los trabajos, se verifique documentalmente que se cuenta con la formación indicada y que se dispone de los EPIs correspondientes. Si bien, en algunos puede haber algún requisito específico, en términos generales se considera que el equipo de campo debe ir dotado de:

- Calzado de seguridad, con suela antideslizante y plantilla antiperforación.
- Casco.
- Gafas de seguridad (se puede prescindir de ellas en caso de llevar casco con pantalla de protección ocular).
- Guantes de seguridad, antipunzantes.
- Mascarilla, para filtración de vapores orgánicos, partículas de polvo, etc.

---

<sup>5</sup> Con el permiso de clase B se autoriza la conducción de conjuntos de vehículos que excedan de 3500 kg, sin rebasar los 4250 kg, tras la superación de una prueba de control de aptitudes y comportamientos que podrá ser sustituida por la superación de una formación específica, en los términos que se fijan por Orden del Ministro del Interior.

- Protectores auditivos.
- Vestimenta de seguridad/uniforme, siendo deseable que la misma sea de alta visibilidad. Se dispondrá al menos de chaleco de alta visibilidad sobre el uniforme.

### 3.2.2 MEDIOS MATERIALES

En cuanto a los medios materiales a disponer, debe distinguirse entre el trabajo de campo y el trabajo a realizar en laboratorio (se describen más adelante).

En relación con el **trabajo de campo**, cabe distinguir:

- Medios para la toma de muestras: el material variará según la procedencia de la misma (foso, playa de descarga) pudiendo ser necesario emplear maquinaria específica (retroexcavadora, garfio...). En el caso de muestreo por contenedor no suele ser necesario este tipo de medios.
- Medios para homogeneización de la muestra y realización de los cuarteos: pala mecánica.
- Medios para la realización de la caracterización, propiamente dicha:
  - ✓ Báscula electrónica o mecánica provista de certificado de calibración, con una sensibilidad de al menos 10 g y una tara máxima de 60 kg.
  - ✓ Báscula electrónica o mecánica provista de certificado de calibración, con una sensibilidad de 1 g y una tara máxima de 3 kg, para aquellas fracciones de menor tamaño/peso o finos.
  - ✓ Cribas de malla de 50 mm.
  - ✓ Lona plástica de alta resistencia.
  - ✓ Mesa de segregación, de dimensiones suficientes para el correcto desarrollo de los trabajos.
  - ✓ Palas, rastrillos y escobas.
  - ✓ Pequeño material: imanes, calibre, utensilios de corte, abrelatas, etiquetas, marcadores indelebles, etc.
  - ✓ Recipientes para la segregación de las distintas fracciones de residuos.

Además, se necesitará material como apoyo al trabajo de campo:

- Cámara fotográfica digital.
- Otros consumibles (equipo informático, cableado para el equipo, calculadora, etc.).

Con carácter general, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Antes del comienzo de la caracterización se debe tarar los recipientes utilizados para la segregación por fracciones.
- Para los residuos con contenido de humedad (ej. materia orgánica), se recomienda el uso de recipientes de metal o plástico a fin de evitar la absorción de humedad por el propio recipiente.

En relación con el **trabajo de laboratorio** para la realización de las pruebas complementarias (de aplicación a la determinación de humedad, suciedad y sólidos volátiles, como se especifica en otro apartado de la Guía), se deberá contar con:

- Bolsas de plástico de cierre hermético para el transporte de la muestra.
- Balanza de precisión (como mínimo con exactitud del 0,05% de la masa a pesar).
- Estufa, capaz de mantener una temperatura uniforme mientras se extrae la humedad de la muestra.
- Recipientes para el transporte y análisis (probetas) impermeables al vapor de agua y fabricados en material no susceptible a cambio alguno en las condiciones en las que se realiza el ensayo.

### 3.2.3 **PROCEDIMIENTO DE CARACTERIZACIÓN**

El procedimiento de caracterización consiste en la determinación de la composición de una muestra de residuos, mediante la cuantificación de las cantidades y proporciones de las diferentes fracciones que la componen.

El proceso se inicia con la recepción o recogida de la muestra que será obtenida de:

- Del vehículo de recogida a su llegada a la instalación de tratamiento de residuos (sistema de muestreo a través de rutas).
- Del foso de la instalación.
- De contenedores de residuos previamente seleccionados.

En función de estas procedencias se llevará a cabo la caracterización siguiendo diferentes metodologías que son detalladas en el Anexo III. Se recomienda a continuación el método más representativo en cada caso.

#### 1) Procedencia de **vehículo de recogida** (sistema de muestreo a través de rutas):

Este procedimiento es de aplicación para todas las fracciones objeto de la Guía: envases ligeros, Papel/Cartón, vidrio, fracción resto y materia orgánica.

De acuerdo a diversas metodologías consultadas a nivel nacional se identifica una dinámica de trabajo comúnmente reconocida y ampliamente utilizada, por lo que se propone su adopción a efecto de esta Guía.

Así, el procedimiento consta de los siguientes pasos:

- Previo pesaje del camión, volcado de la muestra desde el vehículo y depósito sobre la superficie acondicionada para la caracterización.
- Homogenización de la muestra por medios mecánicos (con ayuda de una pala mecánica o similar).
- Selección de una cantidad de residuos de, aproximadamente, unos 1.000 kg.
- Homogeneización de la muestra y división en cuatro partes.
- Se tomará el material de dos cuartos diametralmente opuestos elegidos al azar. Esta fracción de material, unos 500 kg, se extiende, se abren las bolsas que permanecen cerradas, se efectúa una homogeneización y un segundo cuarteo.
- Se toman unos 125 kg correspondientes a dos cuartos opuestos elegidos al azar. De esta manera, se obtendrán 250 kg de muestra sobre la que se realizará la separación de materiales en diferentes fracciones. Si bien esta cantidad es el tamaño de muestra habitual, se han llevado a cabo algunas experiencias para valorar si la reducción del tamaño conlleva pérdida de representatividad, tal y como se indica en el punto 3 del presente apartado.
- Separar los materiales de forma manual y proceder a su pesaje.
- Recoger los resultados en la Ficha de Caracterización.

## 2) Procedencia de **foso de recepción**:

Este procedimiento se realiza en determinados casos en los que no es necesario conocer el origen de los residuos, como por ejemplo si el objetivo es dimensionar o rediseñar una planta de residuos. No se recomienda su aplicación para todas las fracciones, proponiendo, de acuerdo a las metodologías consultadas, para la fracción de envases ligeros y resto.

Este procedimiento consta de los mismos pasos que el de vehículos de recogida, a excepción de la recogida de la muestra en el foso, que se describe a continuación:

- Se procederá a la homogeneización de la muestra dentro del foso, utilizando el pulpo.
- Se tomarán las pulpadas necesarias para obtener aproximadamente 1.000 kg de material. Estas pulpadas se tomarán en diversos puntos y a distintas alturas de la masa de residuos del foso.
- Estos 1.000 kg de material, serán depositados en una superficie limpia y pavimentada (o sobre una lona impermeable), para proceder a su extendido y homogeneización por medios mecánicos.
- A continuación se realiza el mismo procedimiento que para la procedencia desde un vehículo recolector.

### 3) Procedencia directa de **contenedor**

Este procedimiento es de aplicación para todas las fracciones objeto de esta Guía. Consta de los siguientes pasos:

- Los contenedores seleccionados previamente se etiquetan con su lugar de origen.
- A su llegada a la planta/instalación, se pesa cada uno de los contenedores y se registra el volumen de los residuos de cada uno para intentar asegurar que las distintas caracterizaciones sean equiparables.
- El contenido completo de cada contenedor es volcado en una superficie limpia y pavimentada.
- En este procedimiento no se realizan los cuarteos, procediendo, sobre la totalidad de los contenedores, contenedor a contenedor, a la separación manual de los materiales.
- A continuación se realiza el mismo procedimiento que para la procedencia desde un vehículo recolector.

Con el fin de homogeneizar criterios que permitan tratar determinados aspectos que pueden dificultar la interpretación de resultados de una caracterización, se propone a continuación una serie de recomendaciones:

- **Tratamiento de los voluminosos:** dado el elevado tamaño de esta fracción comparado con el resto de fracciones y cómo podría afectar su presencia en una caracterización, se considera necesario realizar un tratamiento diferente para estos materiales, consistente en separarlos antes de llevar a cabo el procedimiento de cuarteo, para obtener el peso total de los mismos y repartirlos de forma proporcional con los kg del vehículo.  
Como criterio para la consideración de voluminoso se recomienda que la suma de las tres dimensiones sea superior a 1 metro. Algunos ejemplos podrían ser materiales de mobiliario (sillas, mesas, etc.), restos de obras (mampostería, tuberías, etc.), automoción (ruedas, asientos, parachoques, etc.), colchones.  
La información será recogida en la ficha de campo para realizar posteriormente el ajuste necesario en los resultados de la muestra.  
Los voluminosos de inferior tamaño se recogerán en la ficha de caracterización en el apartado correspondiente.
- **Tratamiento de los inclasificables:**  
Una vez que se ha procedido a la separación de todas las fracciones, se obtiene una mezcla de materiales que, debido a su pequeño tamaño, resultara muy laborioso clasificar en su totalidad.  
Para facilitar la labor se propone establecer un criterio de granulometría, mediante el uso de un tamiz o criba volumétrica en la caracterización. El tamaño de malla a utilizar se establece en 50 mm que es el que se está utilizando en algunos estudios.

Tras el tamizado de esta mezcla de materiales:

- El material que no pasa por la criba: se debe caracterizar completamente.
- El material que pasa por la criba (pasante): será lo que denominemos “finos”. Sobre esta fracción se debe seguir el siguiente procedimiento de caracterización:
  - Si es  $\leq 20$  kg, se debe tomar una muestra representativa, de 2 kg.
  - Si es  $> 20$  kg, se debe tomar una muestra representativa, del 10% de la masa total de los mismos.

Sobre esa muestra se hará un nuevo proceso de separación para intentar separar al máximo posible los materiales y asociarlos a su fracción correspondiente. El resto será la fracción inclasificable.

Según los estudios de composición de residuos consultados, el porcentaje de “otros” residuos no asociados a ninguna categoría, se sitúa en valores máximos del 10% del total de residuos, mientras que el material inclasificable se sitúa en valores máximos del 7%.

- **Separación granulométrica:**

Además de lo establecido anteriormente para el tratamiento de “finos”, para objetivos específicos como puede ser el dimensionamiento de trómeles en el diseño de una planta de tratamiento, se recomienda utilizar cribas de diferente volumetría (ej.  $< 90$  mm, 90-200 mm y  $> 200$  mm).

- **Reducción del tamaño de muestra:** como se describe en el procedimiento de caracterización de esta Guía, en España el tamaño de la muestra utilizado de forma habitual es de 250 kg para todas las fracciones, pudiendo variar en el caso del Papel/Cartón o del vidrio, si bien se han llevado a cabo experiencias de análisis de la repercusión que tendría sobre los resultados trabajar con tamaños de muestras más pequeñas.

Como ejemplo, pueden indicarse los estudios realizados por ECOEMBES sobre muestras de entrada de envases ligeros. En concreto, se ha estudiado, durante períodos sucesivos (2014-2017), la repercusión sobre la variabilidad de la proporción de material solicitado (material que debe ir en el contenedor amarillo) en entradas de envases ligeros reduciendo el tamaño de muestra a caracterizar a 150 kg, manteniendo sin cambios los procedimientos de homogeneización, cuarteo y separación de materiales, manteniendo el error de la estimación dentro de unos valores asumibles que no deben ser superados, en este caso un 5%, con un nivel de confianza del 95%.

En los análisis realizados se concluyó que es viable reducir el tamaño de la muestra de 250 kg a 150 kg con una similar precisión a un coste más bajo que el método habitual.

También se observó que al reducir la cantidad de material analizado se produce un aumento de la variabilidad entre caracterizaciones y, podría ser necesario un incremento en el número

de muestras a realizar, sin afección en la precisión de la estimación de la proporción de material solicitado, entendiéndose que puede ser positivo ya que, a más muestras, mejor conocimiento sobre el residuo, favoreciendo los procedimientos de seguimiento de la recogida.

En el caso de que se pretenda modificar el tamaño de la muestra respecto a otras fracciones, cuya procedencia sea del vehículo de recogida, se recomienda, al igual que se hizo para la fracción envases ligeros, que se contraste la caracterización de una carga completa para verificar que la variabilidad de las muestras de un mismo vehículo es muy inferior a la variabilidad de muestras procedentes de diferentes vehículos.

### 3.2.4 FICHAS DE MUESTREO Y DE CARACTERIZACIÓN

Durante los trabajos de caracterización es preciso documentar tanto el procedimiento llevado a cabo, como recoger los datos de composición obtenidos en cada fracción.

Para ello se proponen dos fichas:

- Ficha de Muestreo: cuya función es la de documentar el procedimiento de los trabajos de campo.
- Ficha de Caracterización: tiene por objeto identificar los diferentes materiales o fracciones en las que se clasifican los residuos, así como su peso y porcentaje.

La Ficha de Muestreo propuesta está basada en la *Norma UNE EN 14.899:2007*. Consta de las siguientes partes:

- Información general: recopila la información referente a las partes implicadas en los trabajos de caracterización.
- Residuo: hace referencia a la fracción a la que pertenece, su origen y la identificación del mismo.
- Metodología de caracterización: recoge la información relativa a los trabajos de caracterización propiamente dichos (lugar, fecha y hora, equipos utilizados, etc.).
- Metodología de toma de muestras para analizar: hace referencia a la información relativa a las muestras que se tomarán para analizar en laboratorio (fecha y hora, equipos utilizados, tipos de análisis, identificación del laboratorio, etc.).

A continuación se adjunta la Ficha propuesta que recoge esta información:

FICHA DE MUESTREO	
Referencia:	Fecha:
INFORMACIÓN GENERAL	
Promotor:	Entidad de recogida y/o gestión del residuo:
Instalación:	Gestor/Titular de la instalación:
Otras partes implicadas:	
Trabajos de caracterización realizados por:	
RESIDUO	
Fracción:	
Origen del residuo (Vehículo/Foso/Contenedor):	
Matrícula vehículo/Ruta:	
DATOS DE LA CARACTERIZACIÓN	
Fecha y hora de los trabajos:	
Equipos utilizados:	
Tamaño de la muestra (kg):	
Observaciones durante los trabajos:	
PRUEBAS COMPLEMENTARIAS	
Fecha y hora del muestreo:	
Equipos utilizados:	
Tamaño de la muestra a analizar (kg):	
Tipo de análisis (Humedad/Suciedad/Sólidos volátiles):	
Codificación de la/s muestra/s:	
LABORATORIO ANALÍTICO	
Nombre y dirección	Fecha envío de la muestra:

*Fuente: Elaboración propia a partir de la Norma UNE EN 14899*

*Figura 5. Modelo de Ficha de Muestreo*



Respecto a la Ficha de Caracterización, con la finalidad de que se pueda adaptar a los diferentes estudios, se ha diseñado con carácter modular, estableciéndose unos niveles iniciales (nivel 0 y nivel 1), cuyas categorías podrán desagregarse con mayor detalle, dependiendo del objetivo planteado.

Par tanto, a partir de estos grandes grupos se podrán añadir niveles con mayor desglose y menor agrupación de materiales. Habrá que tener en cuenta que una mayor desagregación incorporará un mayor nivel de error y un mayor impacto de los sesgos inherentes al proceso de muestro (ver Anexo VI):

Estas Fichas propuestas han tenido como referencia la Ficha del Plan Piloto del Ministerio y se han completado con las Fichas utilizadas en los estudios de composición de residuos realizados en diferentes Comunidades Autónomas.

A continuación se presenta el modelo de Ficha de Caracterización:

CATEGORÍAS		KG	%
Nivel 0	Nivel 1		
MATERIA ORGÁNICA Y ASIMILABLE	MATERIA ORGÁNICA		
	RESTOS DE JARDINERÍA		
CELULOSAS	CELULOSAS		
PAPEL/CARTÓN	PAPEL-CARTÓN ENVASE		
	PAPEL/CARTÓN NO ENVASE		
	CARTÓN PARA BEBIDAS/ALIMENTOS		
PLÁSTICO	PLÁSTICO ENVASES		
	PLÁSTICO NO ENVASES (excepto bolsa de basura)		
	PLÁSTICO NO ENVASES (bolsa de basura)		
VIDRIO	VIDRIO ENVASE		
	VIDRIO NO ENVASE		
METALES	METALES ENVASE		
	METALES NO ENVASE		
MADERA	MADERA ENVASE		
	MADERA NO ENVASE		
TEXTILES	TEXTILES		
PILAS	PILAS Y ACUMULADORES		
OTROS RESIDUOS	VOLUMINOSOS		
	RAEE		
	RESTOS DE OBRAS MENORES		
	OTROS RESIDUOS		
	MATERIAL INCLASIFICABLE		
Observaciones:			

**NOTA 1:** Dependiendo del objetivo del estudio, se podrían desagregar con mayor detalle algunas categorías del " Nivel 1" según los cuadros adjuntos  
**NOTA 2:** En Algunos estudios la fracción " Otras Celulosas (Tisú)" se ha sumado a la fracción materia orgánica

DESGLOSE MATERIA ORGÁNICA
RESTOS DE ALIMENTOS
RESTOS DE JARDINERÍA
OTRA MATERIA ORGÁNICA

DESGLOSE CELULOSAS
TEXTILES SANITARIOS
OTRAS CELULOSAS (Tisú)

DESGLOSE PAPEL-CARTÓN
PAPEL-CARTÓN ENVASE FORMATO ASIMILABLE A DOMÉSTICO
PAPEL-CARTÓN ENVASE FORMATO COMERCIAL-INDUSTRIAL
PAPEL/CARTÓN NO ENVASE
CARTÓN PARA BEBIDAS/ALIMENTOS

DESGLOSE PLÁSTICOS ENVASE
PET ENVASE FORMATO ASIMILABLE A DOMÉSTICO
PEAD Natural ENVASE FORMATO ASIMILABLE A DOMÉSTICO
PEAD Color ENVASE FORMATO ASIMILABLE A DOMÉSTICO
PVC ENVASE FORMATO ASIMILABLE A DOMÉSTICO
FILM (excepto bolsas de un solo uso) FORMATO ASIMILABLE A
FILM FORMATO COMERCIAL/INDUSTRIAL
FILM (bolsas de un solo uso)
PET ENVASE FORMATO COMERCIAL INDUSTRIAL
PEAD Natural ENVASE FORMATO COMERCIAL INDUSTRIAL
PEAD Color ENVASE FORMATO COMERCIAL INDUSTRIAL
OTROS ENVASES PLÁSTICOS FORMATO ASIMILABLE A DOMÉSTICO
OTROS ENVASES PLÁSTICOS FORMATO COMERCIAL INDUSTRIAL

DESGLOSE PLÁSTICOS NO ENVASE
PLÁSTICO NO ENVASES (excepto bolsa de basura)
PLÁSTICO NO ENVASES (bolsa de basura)

DESGLOSE VIDRIO
VIDRIO ENVASE BLANCO
VIDRIO ENVASE COLOR
VIDRIO NO ENVASE

DESGLOSE METALES
ACERO ENVASE FORMATO ASIMILABLE A DOMÉSTICO
ACERO ENVASE FORMATO COMERCIAL-INDUSTRIAL
ALUMINIO ENVASE FORMATO ASIMILABLE A DOMÉSTICO
ALUMINIO ENVASE FORMATO COMERCIAL/INDUSTRIAL
METALES FÉRRICOS NO ENVASE
METALES NO FÉRRICOS NO ENVASE

DESGLOSE MADERA
MADERA ENVASE FORMATO ASIMILABLE A DOMÉSTICO
MADERA ENVASE FORMATO COMERCIAL-INDUSTRIAL
MADERA NO ENVASE

DESGLOSE TEXTILES
TEXTILES ENVASE
TEXTILES NO ENVASE

DESGLOSE RAEE
RAEE (Cat. 1 RD 110/2015)
RAEE (Cat. 2 RD 110/2015)
RAEE (Cat. 3 RD 110/2015)
RAEE (Cat. 4 RD 110/2015)
RAEE (Cat. 5 RD 110/2015)
RAEE (Cat. 6 RD 110/2015)
RAEE (Cat. 7 RD 110/2015)

DESGLOSE OTROS RESIDUOS
VOLUMINOSOS
MATERIAL INCLASIFICABLE
TIERRAS Y ESCOMBROS
CERÁMICOS
CANTIDAD DE PRODUCTO EN ENVASES (SÓLIDO)
CANTIDAD DE PRODUCTO EN ENVASES (LÍQUIDO)
BATERÍAS DE VEHÍCULOS
ACEITES
PRODUCTOS QUÍMICOS: BARNICES, PINTURAS, COLAS, DISOLVENTES,
MEDICAMENTOS
OTROS (materiales no incluidos en ninguna de las categorías anteriores)

Fuente: Grupo de trabajo

Tabla 6. Modelo de Ficha de Caracterización

Existen algunas fracciones que actualmente no se están tomando en consideración, de manera habitual en las caracterizaciones, pero atendiendo a que van a ser considerados por normativa de próxima entrada en vigor o a sus especiales características, y que por lo tanto se podrán desarrollar a medio plazo, se indican a continuación:

- **Desperdicio alimentario:** en algunas regiones de España se están llevando a cabo las caracterizaciones de residuos diferenciando dentro de la materia orgánica si los restos de alimentos corresponden o no a desperdicio.

La *Directiva 2018/851, de 30 de mayo de 2018*, que modifica la *Directiva 2008/98/CE* sobre los residuos, establece la obligatoriedad de realizar la recogida separada de biorresiduos, si bien aún se está estudiando la necesidad de tomar medidas con objeto de reducir la pérdida y el desperdicio de alimentos.

Con respecto a la consideración de este flujo, en este momento, no existen criterios definidos ni aceptados para su separación en un proceso de caracterización.

- **Residuos domésticos peligrosos:** se definen como aquellos residuos que poseen alguna de las características de peligrosidad enumeradas en el *Anexo III de la Ley 22/2011*, de residuos y suelos contaminados, no obstante, la normativa relativa a residuos peligrosos domésticos se encuentra actualmente en desarrollo por parte de la Unión Europea, no habiéndose establecido criterios para la segregación de este tipo de residuos, aplicables por los Estados Miembros.

Además, la Directiva de residuos incluye la obligatoriedad de la recogida separada de los residuos peligrosos de origen doméstico a más tardar el 1 de enero de 2025.

- **Otros:**
  - Colillas: existe cierta preocupación por este material y las cantidades tan elevadas que forman parte de la composición de los residuos municipales. Existen pequeñas iniciativas que tienen proyectos de recuperación y reciclaje que reutilizan el filtro para hacer otros productos o materias.  
Investigaciones realizadas acerca de este problema proponen medidas de responsabilidad del productor que requieren que estas empresas gestionen los residuos que generan sus productos.
  - Colchones: otro de los temas que causa debate es el de los colchones que aparecen en los contenedores de recogida municipal. Estos, dada su volumetría, se propone que sean tratados como voluminosos, siguiendo las instrucciones indicadas en el apartado anterior.

### 3.2.5 PRUEBAS COMPLEMENTARIAS

Las pruebas complementarias consisten en un conjunto de determinaciones o análisis físico-químicos que pueden llevarse a cabo para completar los resultados de una campaña de caracterización. Las más habituales son:

- Humedad/suciedad adherida
- Sólidos volátiles

En el Anexo V se indica de forma pormenorizada el procedimiento para la determinación de las pruebas complementarias indicadas.

#### **Humedad/suciedad adherida:**

La humedad/suciedad forma parte del flujo normal de los residuos, a pesar de lo cual se debe tener en cuenta que puede conferir un peso relevante<sup>6</sup>, como ocurre por ejemplo en materiales menos densos como el papel y los plásticos.

La determinación de humedad/suciedad se realiza principalmente en las fracciones de Papel/Cartón, plásticos, metales y textiles, debiendo tenerse en cuenta que hay una amplia variabilidad en los datos obtenidos asociada al tipo de material analizado. Así el plástico film de bolsas y las celulosas son residuos que presentan mayor cantidad de humedad/suciedad de acuerdo a los estudios de caracterización consultados, siendo los residuos con menor contenido en humedad los metales, concretamente el acero.

El cálculo de la humedad/suciedad se realiza de la siguiente forma:

$$\% \text{ Humedad/Suciedad} = 100 - \left( \frac{\text{Peso neto muestra} \cdot 100}{\text{Peso bruto muestra}} \right)$$

El cálculo del porcentaje de humedad/suciedad se aplica a toda la fracción del material caracterizado al que corresponde y se resta del peso bruto total de ese material, obteniéndose así el peso neto de cada fracción. El resultado se representa de forma conjunta (humedad/suciedad) como una fracción más en los resultados finales.

#### **Sólidos volátiles:**

Además de los análisis de humedad/suciedad, otro de los parámetros medidos en laboratorio es el análisis de sólidos volátiles, si bien su medición no se realiza de forma extendida en los estudios de caracterización.

---

<sup>6</sup> Artículo 5 de la Decisión de la Comisión de 22 de marzo de 2005 por la que se establecen los modelos relativos al sistema de bases de datos de conformidad con la Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a los envases y residuos de envases.

El cálculo se basa en incluir como materia orgánica el porcentaje promedio de sólidos volátiles obtenido en los análisis físico-químicos, eliminando dicho porcentaje de la fracción material inclasificable inicialmente obtenida. Para ello, se asume que la totalidad de sólidos volátiles obtenidos en los análisis corresponde a materia orgánica.

Los sólidos volátiles se determinan de la siguiente forma:

$$\% \text{ Volátiles} = 100 * \frac{(\text{Peso bruto} - \text{Peso tras calentamiento})}{\text{Peso bruto}} - \% \text{ humedad}$$

La muestra se toma principalmente de la fracción resto, si bien en estudios en los que se considere que el porcentaje de material inclasificable de otras fracciones de residuos es significativo, podría evaluarse su análisis.

De acuerdo a los estudios de composición de residuos analizados, las principales metodologías para la determinación de la humedad-suciedad y sólidos volátiles son las siguientes:

ANÁLISIS	PROTOCOLOS DE ANÁLISIS	RESULTADOS
Humedad/suciedad	Determinación de humedad/suciedad según metodología indicada en el Anexo V. En el caso de Papel/Cartón procedimiento según <i>Norma UNE-EN ISO 287:2018</i> .	Humedad/suciedad (%)
Sólidos volátiles	<i>Norma EN UNE-15402:2011 Combustibles sólidos recuperados. Determinación del contenido de materia volátil.</i> La toma y preparación de muestras se realizará de acuerdo a las <i>Normas UNE-EN 15442:2012 Combustibles sólidos recuperados. Métodos de muestreo y UNE-EN 15443:2011 Combustibles sólidos recuperados. Métodos para la preparación de la muestra de laboratorio.</i>	Materia volátil (%)

*Tabla 7. Metodologías de determinación de humedad/suciedad y sólidos volátiles*

Como se indicaba anteriormente, la metodología para la realización de estas pruebas complementarias se describe de forma detallada en el Anexo V, con el fin de estandarizar la obtención de estos datos de forma que sean comparables los resultados obtenidos, independientemente del alcance del estudio de caracterización realizado.

No obstante, con objeto de establecer unos valores de referencia que tomar en caso de no realizar los análisis en laboratorio, se ha llevado a cabo un estudio comparativo de las pruebas complementarias consideradas en los estudios de caracterización realizados en varias Comunidades Autónomas. En base a ello, el parámetro cuyo análisis se encuentra más extendido por la elevada influencia que tiene en los resultados, es la humedad.

En base a los valores de humedad-suciedad incluidos en los estudios realizados en la Comunidad de Madrid y Galicia en los años 2015 y 2016, así como en Cataluña en 2013, se establecen los valores de referencia indicados a continuación.

Cabe destacar, que los valores se refieren a la fracción resto, que tras la recogida de los residuos en los vehículos recolectores pueden dar lugar a transferencias de humedad-suciedad entre diferentes elementos. Estos valores no serían aplicables a las fracciones de recogida selectiva.

		RESULTADOS (*)		
		Media aritmética (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)
Envases				
	PET	20,41	7,2	38,33
	PEAD	21,77	8,06	58,1
	PVC	23,07	12,43	35,28
	Film	31,37	16,45	49,85
	Bolsa de 1 uso (film)	48,62	31,28	61,77
	Resto plástico	28,45	12,43	44,25
	Acero	17,65	5,41	28,6
	Aluminio	26,17	9,98	46,98
	Cartón bebidas	28,13	16,05	40,59
Celulosas		42,88	21,27	63,05
Textiles		22,52	8,53	46,43
Plástico no envase		13,02	1,85	35,8
Film bolsa de basura		46,45	25,3	65,7
Plástico envase comercial/industrial		8,93	4,48	21,45
Film comercial/industrial		18,24	5,67	28,4
Papel/Cartón		20,38	6,198	34,4

(\*) Para los cálculos se han considerado los valores de humedad-suciedad realizados sobre la totalidad de las muestras de los estudios de composición de residuos de Madrid, Galicia y Cataluña.

Fuente: Grupo de trabajo

Tabla 8. Valores de referencia de humedad para los estudios de composición de residuos

Por tanto, los valores indicados en la tabla anterior, pueden servir de referencia en el caso de que no se realicen pruebas complementarias relativas a la humedad-suciedad, aunque los datos aportados en la tabla deben ser considerados orientativos, ya que el valor de una zona u otra está condicionada por varios factores, en especial por la climatología. Así, los valores máximos indicados en la tabla corresponden a zonas con mayores precipitaciones anuales y los valores mínimos a zonas secas.

### 3.2.6 CONSIDERACIONES A LOS RESULTADOS DE LAS CARACTERIZACIONES

Es importante señalar que hay aspectos relacionados tanto con la obtención de información sobre generación, la selección de la muestra, o la realización del proceso de muestreo, que pueden producir ciertos sesgos en los resultados obtenidos, en relación al objetivo perseguido.

Se indican a continuación algunas de las cuestiones a tener en cuenta más comúnmente identificadas, agrupadas en función de la fase del estudio en la que nos encontremos, así como orientaciones en cuanto al modo de proceder (cabe indicar que en algunos casos están interrelacionadas entre sí).

1. Aspectos relacionados con la agregación de la información a tener en cuenta en la segmentación y en elección de la procedencia de la muestra a caracterizar: dentro de este apartado se indican algunas cuestiones que, derivadas de no disponer de información desagregada o de detalle, pueden dar lugar a interpretaciones de resultados que no se corresponden con la realidad.

- **Cuestión 1:** Falta de segregación de flujos de generación de residuos por parte de las entidades locales.

En muchas ocasiones los datos de generación facilitados por las entidades implicadas en el proceso engloban, dentro de la fracción "resto", residuos municipales como voluminosos, residuos de limpieza viaria, parques y jardines, limpieza de playas, restos de obras menores, residuos generados por la actividad económica (mercados, centros comerciales, hoteles y restaurantes, polígonos industriales, etc.). Estos flujos, salvo que formen parte de la ruta de recogida, normalmente no se caracterizan.

Tomarlos en consideración puede llevar a considerar en el agregado de generación, flujos cuya composición sea muy diferente, y a los que les estaría aplicando una caracterización que no les corresponde. Como consecuencia de ello, en fases posteriores del trabajo, al extrapolar los resultados para determinar los resultados del estudio de composición, podría incurrirse en sobredimensionar unos flujos e infradimensionar otros. En función del objetivo que se persiga con los trabajos, puede conllevar un error importante.

**A efectos de evitar, en la medida de lo posible, que esto suceda, se recomienda:**

- ✓ Trabajar con las partes implicadas (entidades locales, operadores de recogida o gestores de instalaciones de tratamiento), para identificar las rutas dentro del flujo de la fracción resto en las que la situación descrita se pueda dar (esto es, identificación de camiones que puedan transportar dentro de la fracción "resto" las tipologías de residuos mencionadas) y que puedan alterar los resultados de las caracterizaciones y, por tanto, del estudio de composición.
  - ✓ Tratar de obtener referencias de generación y composición de estos flujos menos habituales, para utilizarlos como complemento y contraste de la información, de modo que pueda analizarse su repercusión en los resultados de los estudios de composición.
- **Cuestión 2:** Necesidad de estudios de composición concretos de municipios que forman parte de una mancomunidad u otro tipo de agrupaciones y la recogida de residuos se produce de forma conjunto con dicha agrupación.

Cuando se dan estas situaciones de recogida de residuos conjunta, la mayoría de las entidades no disponen de sistemas de pesaje en los vehículos de recogida, de modo que no es posible diferenciar la generación de cada municipio, por lo que es común asignar la misma en base a la población de cada municipio, sin tener en cuenta las peculiaridades de cada uno de ellos. Ello puede conllevar a que se asigne la misma generación por habitante a municipios que pueden ser muy diferentes entre sí, afectando en la extrapolación de los datos, a los resultados del estudio de composición.

**A efectos de evitar, en la medida de lo posible, que esto suceda, se recomienda** escoger municipios, en el proceso de segmentación, cuya generación pueda ser estimada de forma independiente, bien sea por la existencia de una recogida diferenciada o bien porque la entidad disponga de un sistema de pesaje en los vehículos de recogida o sea viable implementarlo para llevar a cabo el estudio de caracterización cuyos resultados serán tomados como referencia y extrapolados para el estudio de composición.

## 2. Aspectos relacionados con la selección de las rutas a caracterizar.

- **Cuestión 1:** Casos de caracterización de municipios que no disponen de recogida independiente. Esta cuestión es habitual que se dé sobre todo entre municipios de pequeño tamaño, que gestionan la recogida de residuos mediante rutas de recogida conjuntas o con municipios de mayor tamaño, lo que puede ser un problema a la hora de disponer de resultados de caracterización de los residuos generados, únicamente, por ese municipio y, por tanto, puede conllevar error en los estudios de composición.

**A efectos de evitar, en la medida de lo posible, que esto suceda, se recomienda:**

- ✓ En la planificación de los trabajos de caracterización, valorar la modificación del recorrido de la ruta, desviando el camión de forma que realice la recogida en el área/municipio seleccionado, vaya a la planta a descargar y después continúe con la ruta por el resto de áreas o municipios. Esta es la opción más adecuada, pues permitiría disponer de datos específicos del municipio.
  - ✓ Que el camión realice la ruta de forma habitual, aplicando la misma composición a los municipios del estudio que forman parte de la ruta. No obstante, se considera que esta es la opción menos recomendable.
- **Cuestión 2:** Casos de caracterización de municipios que no descargan directamente en planta de selección. Esta situación es bastante habitual pues hay muchas entidades que descargan sus residuos en estaciones de transferencia, en las que no existe la posibilidad de llevar a cabo el proceso de caracterización.

**A efectos de evitar, en la medida de lo posible, que esto suceda, se recomienda** elegir rutas o municipios que descarguen directamente en planta de selección, evitando así la necesidad de modificación del servicio de recogida rutinario, el incremento de los costes, y la complicación de realizar caracterizaciones en sitios no acondicionados para ello (falta de medios técnicos en la mayoría de los casos).



3. Aspectos relacionados con la realización del proceso de muestreo, esto es, criterios adoptados durante el proceso de caracterización en campo, que pueden afectar a los resultados del estudio de composición al ser extrapolados:

- **Cuestión 1:** Diferenciación de envases domésticos y comerciales (cuando se incorpore esta separación en la Ficha de Caracterización, por considerarse relevante su estudio)

Existen bastantes tipos y formatos de envases en los cuales no es posible diferenciar completamente, durante la separación manual, qué envases son domésticos y qué envases son comerciales o industriales. En general, la utilización de un criterio tamaño o volumen no es suficiente, pero al carecer de otro indicador de sencilla aplicación, se produce una asignación a formato doméstico de envases que se generan en el sector comercial/HORECA/Industrial.

**A efectos de evitar, en la medida de lo posible, que esto suceda, se recomienda,** en las consideraciones finales, y de cara a poder utilizar los resultados para dimensionar la puesta en el mercado, tener en cuenta que el detalle de fracciones con ese nivel de desagregación tendría un cierto sesgo; sería conveniente contrastar los resultados con otras fuentes de información, como estudios específicos de generación de residuos en el sector comercial, para validar el orden de magnitud final resultante en el estudio y su repercusión sobre el estudio de composición.

- **Cuestión 2:** Imposibilidad de diferenciar completamente flujos de envases y de no envases.

La dificultad de separación entre materiales envase y no envase, para determinadas fracciones, especialmente para los plásticos y en menor medida para el aluminio, ya sea bien por un error de concepto o porque se encuentren fragmentados o partidos, puede dar lugar a imputaciones incorrectas de los mismos.

**A efectos de evitar, en la medida de lo posible, que esto suceda, se recomienda,** en las consideraciones finales, y de cara a poder utilizar los resultados para dimensionar la puesta en el mercado, tener en cuenta que determinados materiales pueden presentar un sobredimensionamiento sobre el valor final obtenido.

- **Cuestión 3:** Inclusión de cantidad excesiva de materiales en la categoría "otros".

En ocasiones, en la fracción considerada como finos, se incluyen muchos materiales que podrían ser clasificados en otras fracciones, haciendo que el porcentaje final que representa esta categoría sea elevado.

**A efectos de evitar, en la medida de lo posible, que esto suceda, se recomienda,** establecer un porcentaje máximo de referencia recomendable para esta fracción, de forma que si se supera, se debería realizar una revisión específica de la muestra para comprobar que no tendría impacto sobre el resultado y, en caso afirmativo, rechazarlo.

- **Cuestión 4:** Residuos multimateriales.

Algunos productos/objetos presentes en los residuos a caracterizar, están compuestos por varios materiales, tales como juguetes o piezas de oficina, menaje, decoración, compuestas por piezas de metal y plástico, o lo mismo en el caso de envases (por ejemplo, una botella de PET con una etiqueta de papel y un tapón de PEAD o una lata de acero con una etiqueta de papel). Durante el muestreo no es posible proceder a separar cada componente, por lo que se asigna al material mayoritario.

**A efectos de evitar, en la medida de lo posible, que esto suceda, se recomienda,** en las consideraciones finales, y de cara a poder utilizar los resultados para dimensionar la puesta en el mercado, tener en cuenta que determinados materiales pueden presentar cierto sesgo sobre el valor obtenido.

- **Cuestión 5:** Clasificación de envases con contenido de producto líquido o sólido.

Se deben tener en cuenta los envases con contenido del producto, los cuales deben ser separados para una correcta diferenciación de los materiales.

**A efectos de evitar, en la medida de lo posible, que esto suceda, se recomienda,** recoger esta información en la Ficha de Caracterización.

- **Cuestión 6:** Presencia de materia orgánica en la fracción finos.

La fracción finos principalmente está compuesta por arenas y restos orgánicos que, debido a su granulometría, no pueden desagregarse completamente y por tanto no pueden ser computados en la fracción de materia orgánica, produciéndose un infradimensionamiento de la misma.

**Recomendaciones:** Realización de un análisis de volátiles o recurrir a resultados obtenidos en otros estudios (Ver apartado 3.2.5. Pruebas Complementarias).

4. Consideraciones generales: Con carácter general, es recomendable (previo a la validación de la composición obtenida) hacer un ejercicio de contraste, con histórico de caracterizaciones o con información de ámbitos geográficos similares, debido a la existencia de factores que pueden tener influencia en los resultados y dar lugar a sesgos. Algunos de ellos son:
  - Diferencias procedentes del aumento de determinadas fracciones por cuestiones estacionales específicas como la toma de muestras en períodos de poda o de caída de hoja de árboles.
  - Diferencias ocasionadas por condiciones externas, como la climatología. Por ejemplo, situaciones atípicamente húmedas o secas pueden dar lugar a variaciones en los pesos de las diferentes fracciones, lo cual debe ser corregido con el análisis de humedad.

### 3.3 DETERMINACIÓN DE RESULTADOS

Una vez completadas todas las secciones descritas con anterioridad, la fase final de un estudio de composición de residuos es la de determinación de los resultados.

Para ello se lleva a cabo una extrapolación de los valores obtenidos de las muestras realizadas, al total del ámbito geográfico de estudio. Se recomienda el siguiente procedimiento de trabajo (se plantea para un ámbito supramunicipal, pero sería también válido en un ámbito geográfico de menor escala):

#### Cálculo de la composición por **municipio/zona y fracción**:

En primer lugar se obtiene la composición para cada municipio/zona seleccionado, para cada fracción y para cada cuatrimestre, mediante la **media aritmética** de las caracterizaciones realizadas en cada cuatrimestre. En el caso de que se disponga de información de generación diferenciada por rutas, se podría calcular ponderando las caracterizaciones de cada ruta por los kilos asociados a cada una de ellas, para cada fracción.

Para obtener la **composición neta** se aplican las correcciones de las pruebas complementarias (humedad-suciedad), a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Peso neto} = \text{Peso bruto} * (1 - \text{porcentaje de corrección})$$

Seguidamente, el cálculo de la **composición anual** de cada uno de los **municipios** y fracción, se realiza mediante la **media ponderada por los kilos** de cada cuatrimestre.

Este proceso se realiza para cada uno de los municipios/zonas seleccionadas en cada estrato

#### Cálculo de la composición por **estrato y fracción**:

En segundo lugar, para obtener la composición de cada estrato, se ponderan los resultados obtenidos en cada uno de los municipios/zonas que forman parte del estrato, por los kilos de generación asociados a cada uno de ellos.

Este proceso se debe realizar para cada uno de los estratos y para cada fracción.

#### Cálculo de la composición del **ámbito geográfico de estudio y fracción**:

En tercer lugar, para obtener la composición de cada fracción en todo el ámbito geográfico de estudio, se lleva a cabo la extrapolación de los resultados de cada estrato, mediante ponderación por los kilos de generación en cada estrato.

Si no se dispone de datos de generación de todos los municipios/zonas de un estrato, se aplica la generación promedio de los municipios/zonas seleccionados para la realización de caracterizaciones.

Este proceso se repite para cada fracción incluida en el estudio.

#### Cálculo de la **composición total agregada del ámbito de estudio**

A partir de la composición de cada fracción, para obtener la composición total, se agregan los resultados teniendo en cuenta la generación de cada una de ellas.

A continuación se muestra un esquema del procedimiento de trabajo descrito para la determinación de resultados, para un ámbito supramunicipal.

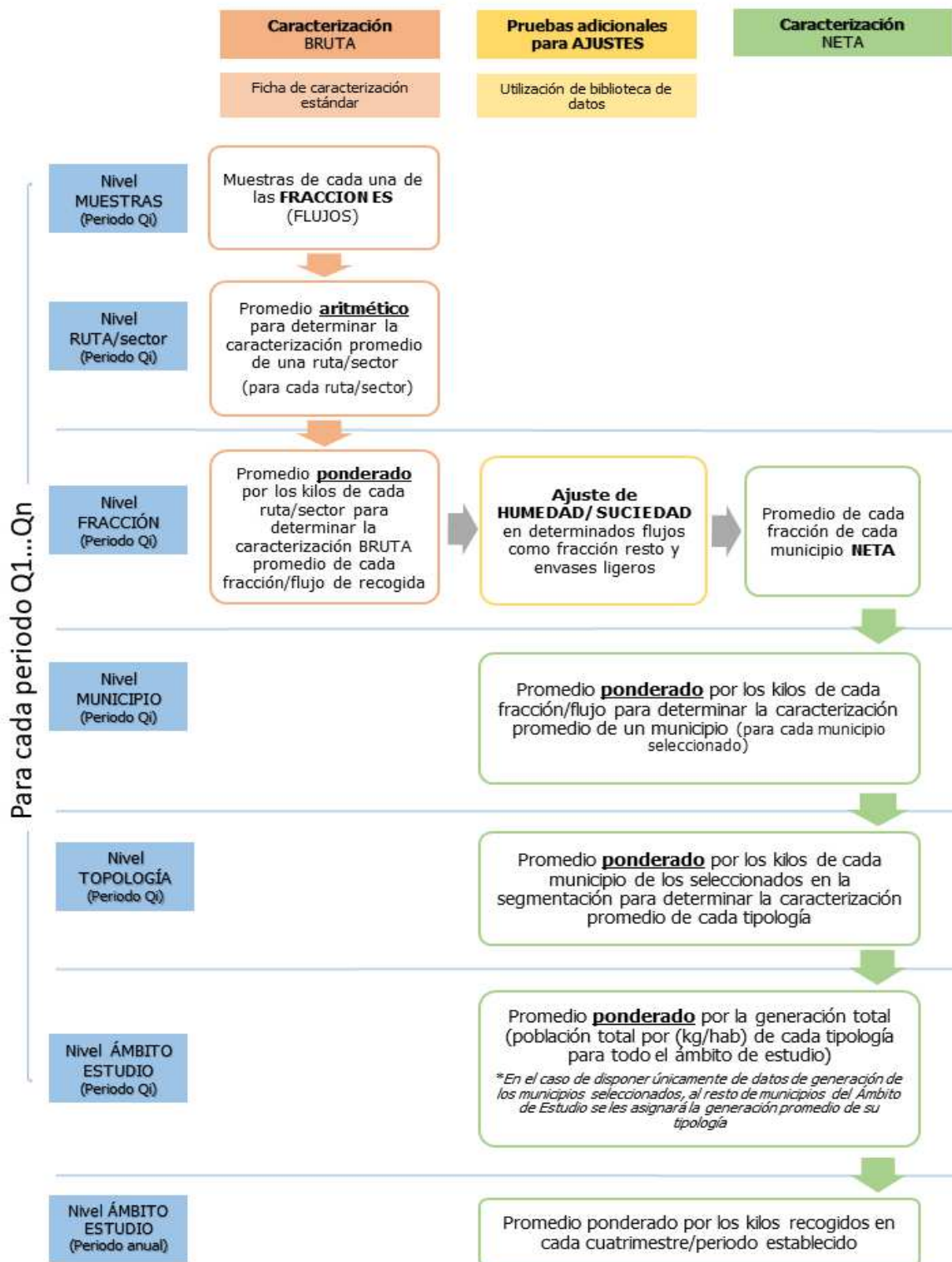


Figura 6. Caso composición agregada ámbito supramunicipal

Caso práctico:

Con el objetivo de simplificar el caso práctico, se calculan a continuación los resultados para un estrato y fracción, en concreto para el estrato **Rural residencial** y la **fracción resto**. Cabe destacar que habría que realizar el mismo proceso para el resto de fracciones consideradas y estratos.

- **Puntos a muestrear.**

Se realizan las siguientes caracterizaciones unitarias en los municipios seleccionados del estrato Rural residencial para la fracción resto:

Estrato	Nº mínimo caracterizaciones	Municipio	Caracterizaciones unitarias	Campañas anuales	Nº caracterizaciones por campaña
Rural residencial	17	Municipio 1	6	Cuatrimestre 1	2
		Municipio 8	6	Cuatrimestre 2	2
		Municipio 13	6	Cuatrimestre 3	2

### Caso práctico (continuación):

- Resultados brutos por municipio.**

Se obtienen, por cada uno de los municipios seleccionados, los siguientes resultados brutos de las caracterizaciones realizadas por cada cuatrimestre.

Como en cada una de las campañas se realizan 2 caracterizaciones, se ha realizado la media aritmética de las mismas, en cada municipio. En el caso de disponer de datos de generación por rutas, habría que realizar primeramente la media aritmética de las caracterizaciones de cada ruta, ponderando posteriormente por los kilos asociados a cada una de ellas.

Los resultados obtenidos, por municipio, son los siguientes:

#### Municipio 1:

Caracterización		Peso bruto - Q1	Peso bruto - Q2	Peso bruto - Q3	Población de estudio
Nivel 0	Nivel 1	%	%	%	
MATERIA ORGÁNICA Y ASIMILABLE	RESTOS DE ALIMENTOS	57,12%	56,74%	57,55%	2.040
PLÁSTICO	PET	1,82%	1,45%	1,98%	
	PEAD	0,89%	1,02%	0,49%	
METALES	ACERO ENVASE	5,93%	6,14%	7,89%	
TEXTILES	TEXTILES NO ENVASE	4,89%	4,74%	5,04%	
OTROS RESIDUOS	OTROS	12,30%	13,94%	11,13%	
Total generación (kg)		180.012	164.582	169.726	

\*La suma de los porcentajes no es del 100% al tratarse de un ejemplo en el que se han indicado solo algunos materiales.

#### Municipio 8:

Caracterización		Peso bruto - Q1	Peso bruto - Q2	Peso bruto - Q3	Población de estudio
Nivel 0	Nivel 1	%	%	%	
MATERIA ORGÁNICA Y ASIMILABLE	RESTOS DE ALIMENTOS	56,92%	55,98%	60,05%	1.870
PLÁSTICO	PET	0,99%	2,08%	1,93%	
	PEAD	0,85%	1,20%	1,05%	
METALES	ACERO ENVASE	6,10%	5,78%	5,78%	
TEXTILES	TEXTILES NO ENVASE	4,17%	4,97%	3,25%	
OTROS RESIDUOS	OTROS	14,30%	15,10%	13,14%	
Total generación (kg)		137.939	171.234	166.477	

\*La suma de los porcentajes no es del 100% al tratarse de un ejemplo en el que se han indicado solo algunos materiales.

#### Municipio 13:

Caracterización		Peso bruto - Q1	Peso bruto - Q2	Peso bruto - Q3	Población de estudio
Nivel 0	Nivel 1	%	%	%	
MATERIA ORGÁNICA Y ASIMILABLE	RESTOS DE ALIMENTOS	57,12%	58,19%	54,95%	2.370
PLÁSTICO	PET	1,15%	1,58%	1,77%	
	PEAD	0,63%	0,86%	0,99%	
METALES	ACERO ENVASE	5,20%	5,40%	6,15%	
TEXTILES	TEXTILES NO ENVASE	4,55%	4,71%	4,95%	
OTROS RESIDUOS	OTROS	15,66%	12,30%	13,85%	
Total generación (kg)		205.969	187.245	230.936	

\*La suma de los porcentajes no es del 100% al tratarse de un ejemplo en el que se han indicado solo algunos materiales.

### Caso práctico (continuación):

- Composición neta y anual por municipio.**

Para la obtención de la **composición neta** se ha tenido en cuenta los ensayos realizados en laboratorio (en este caso humedad/suciedad), realizándose el cálculo según la siguiente fórmula (en el Anexo V se indican más ejemplos de pruebas complementarias):

$$\text{Peso neto} = \text{Peso bruto} * (1 - \text{porcentaje de corrección})$$

A modo de ejemplo, se indica los cálculos de composición neta para el Municipio 1 y el primer cuatrimestre (Q1):

Caracterización		Peso bruto - Q1	Corrección	Peso neto - Q1
Nivel 0	Nivel 1	%	%	%
MATERIA ORGÁNICA Y ASIMILABLE	RESTOS DE ALIMENTOS	57,12%	-	57,12%
PLÁSTICO	PET	1,82%	12,00%	1,60%
	PEAD	0,89%	14,00%	0,77%
METALES	ACERO ENVASE	5,93%	11,00%	5,28%
TEXTILES	TEXTILES NO ENVASE	4,89%	13,00%	4,25%
OTROS RESIDUOS	OTROS	12,30%	-	12,30%

Cálculo de la **composición anual** de cada uno de los municipios:

Se realiza mediante la media ponderada de los resultados obtenidos en cada cuatrimestre por la generación asociada a cada uno de ellos. Los resultados obtenidos son los siguientes:

#### Municipio 1:

Caracterización		Peso neto - Q1	Peso neto - Q2	Peso neto - Q3	Total anual Mun. 1	Población de estudio
Nivel 0	Nivel 1	%	%	%	%	
MATERIA ORGÁNICA Y ASIMILABLE	RESTOS DE ALIMENTOS	57,12%	56,74%	57,55%	57,14%	2.040
PLÁSTICO	PET	1,60%	1,28%	1,71%	1,54%	
	PEAD	0,77%	0,88%	0,43%	0,69%	
METALES	ACERO ENVASE	5,28%	5,50%	7,05%	5,93%	
TEXTILES	TEXTILES NO ENVASE	4,25%	4,08%	4,36%	4,23%	
OTROS RESIDUOS	OTROS	12,30%	13,94%	11,13%	12,44%	
Total generación (kg)		180.012	164.582	169.726	514.320	

\*La suma de los porcentajes no es del 100% al tratarse de un ejemplo en el que se han indicado solo algunos materiales.

#### Municipio 8:

Caracterización		Peso neto - Q1	Peso neto - Q2	Peso neto - Q3	Total anual Mun. 8	Población de estudio
Nivel 0	Nivel 1	%	%	%	%	
MATERIA ORGÁNICA Y ASIMILABLE	RESTOS DE ALIMENTOS	56,92%	55,98%	60,05%	57,68%	1.870
PLÁSTICO	PET	0,86%	1,83%	1,71%	1,51%	
	PEAD	0,75%	1,03%	0,91%	0,91%	
METALES	ACERO ENVASE	5,45%	5,14%	5,17%	5,24%	
TEXTILES	TEXTILES NO ENVASE	3,61%	4,32%	2,80%	3,58%	
OTROS RESIDUOS	OTROS	14,30%	15,10%	13,14%	14,18%	
Total generación (kg)		137.939	171.234	166.477	475.650	

\*La suma de los porcentajes no es del 100% al tratarse de un ejemplo en el que se han indicado solo algunos materiales.

#### Municipio 13:

Caracterización		Peso neto - Q1	Peso neto - Q2	Peso neto - Q3	Total anual Mun. 13	Población de estudio
Nivel 0	Nivel 1	%	%	%	%	
MATERIA ORGÁNICA Y ASIMILABLE	RESTOS DE ALIMENTOS	57,12%	58,19%	54,95%	56,64%	2.370
PLÁSTICO	PET	1,02%	1,37%	1,56%	1,32%	
	PEAD	0,54%	0,76%	0,85%	0,72%	
METALES	ACERO ENVASE	4,65%	4,82%	5,47%	5,01%	
TEXTILES	TEXTILES NO ENVASE	3,91%	4,07%	4,31%	4,11%	
OTROS RESIDUOS	OTROS	15,66%	12,30%	13,85%	13,98%	
Total generación (kg)		205.969	187.245	230.936	624.150	

\*La suma de los porcentajes no es del 100% al tratarse de un ejemplo en el que se han indicado solo algunos materiales.

**Caso práctico (continuación):**

- **Composición por estrato y fracción.**

El cálculo de la composición por estrato y fracción se realiza por cada cuatrimestre de los distintos municipios, mediante la media ponderada por los kilos de generación del municipio.

A continuación se indica, como ejemplo, los resultados obtenidos del primer cuatrimestre (Q1). De igual manera, se realizaría para el resto de cuatrimestres y para cada uno de los estratos.

Caracterización		Q1 - Municipio 1	Q1 - Municipio 8	Q1 - Municipio 13	Q1- Total estrato
Nivel 0	Nivel 1	%	%	%	%
MATERIA ORGÁNICA Y ASIMILABLE	RESTOS DE ALIMENTOS	57,12%	56,92%	57,12%	57,07%
PLÁSTICO	PET	1,60%	0,86%	1,02%	1,18%
	PEAD	0,77%	0,75%	0,54%	0,67%
METALES	ACERO ENVASE	5,28%	5,45%	4,65%	5,08%
TEXTILES	TEXTILES NO ENVASE	4,25%	3,61%	3,91%	3,95%
OTROS RESIDUOS	OTROS	12,30%	14,30%	15,66%	14,15%
Total generación (kg)		180.012	137.939	205.969	

\*La suma de los porcentajes no es del 100% al tratarse de un ejemplo en el que se han indicado solo algunos materiales.

Los resultados obtenidos para cada uno de los cuatrimestres y para el **total del estrato Rural residencial** son los siguientes:

Caracterización		Q1- Total estrato	Q2- Total estrato	Q3- Total estrato	Total estrato Rural residencial
Nivel 0	Nivel 1	%	%	%	%
MATERIA ORGÁNICA Y ASIMILABLE	RESTOS DE ALIMENTOS	57,07%	57,01%	57,23%	57,10%
PLÁSTICO	PET	1,18%	1,49%	1,65%	1,44%
	PEAD	0,67%	0,89%	0,74%	0,77%
METALES	ACERO ENVASE	5,08%	5,14%	5,86%	5,37%
TEXTILES	TEXTILES NO ENVASE	3,95%	4,16%	3,88%	3,99%
OTROS RESIDUOS	OTROS	14,15%	13,73%	12,83%	13,55%
Total generación (kg)		523.920	523.061	567.139	

\*La suma de los porcentajes no es del 100% al tratarse de un ejemplo en el que se han indicado solo algunos materiales.

De la misma manera se realizarían los cálculos correspondientes para **todos los estratos**, de la fracción considerada, siendo los resultados obtenidos los siguientes:

	Urbano	Urbano comercial	Rural residencial	Rural agrícola
RESTOS DE ALIMENTOS	58,12%	56,75%	57,10%	59,25%
PET	1,65%	1,72%	1,44%	1,48%
PEAD	0,71%	0,85%	0,77%	0,68%
ACERO ENVASE	4,25%	4,95%	5,37%	5,12%
TEXTILES NO ENVASE	3,85%	4,65%	3,99%	4,15%
OTROS	13,15%	12,90%	13,55%	13,95%
Generación (kg)	15.908.750	1.966.250	8.385.375	4.187.350

\*La suma de los porcentajes no es del 100% al tratarse de un ejemplo en el que se han indicado solo algunos materiales.



### Caso práctico (continuación):

- **Cálculo de la composición para el ámbito geográfico de estudio.**

Obtenida la composición por estrato, para el cálculo de la composición global de la fracción considerada, en todo el ámbito geográfico, se realizaría la ponderación por los kilos de generación y por los habitantes de cada uno de los estratos.

	Urbano	Urbano comercial	Rural residencial	Rural agrícola	Total zona estudio
RESTOS DE ALIMENTOS	58,12%	56,75%	57,10%	59,25%	57,91%
PET	1,65%	1,72%	1,44%	1,48%	1,57%
PEAD	0,71%	0,85%	0,77%	0,68%	0,73%
ACERO ENVASE	4,25%	4,95%	5,37%	5,12%	4,72%
TEXTILES NO ENVASE	3,85%	4,65%	3,99%	4,15%	3,98%
OTROS	13,15%	12,90%	13,55%	13,95%	13,35%
Generación (kg/hab)	276,67	262,17	260,01	234,98	264,60
Población total estrato	57.500	7.500	32.250	17.820	115.070

\*La suma de los porcentajes no es del 100% al tratarse de un ejemplo en el que se han indicado solo algunos materiales.

Cabe destacar que en el caso que no se disponga de datos de generación de todos los municipios del ámbito geográfico, se asignará la generación correspondiente a su tipología, resultante del estudio.

Todo el proceso indicado debe realizarse para cada una de las fracciones (envases, Papel/Cartón, vidrio y fracción resto).

Para el **cálculo final de la composición** de los residuos en el ámbito geográfico de estudio se tienen en cuenta todas las fracciones, siguiendo la metodología de cálculo indicada anteriormente, obteniendo el resultado final de composición.

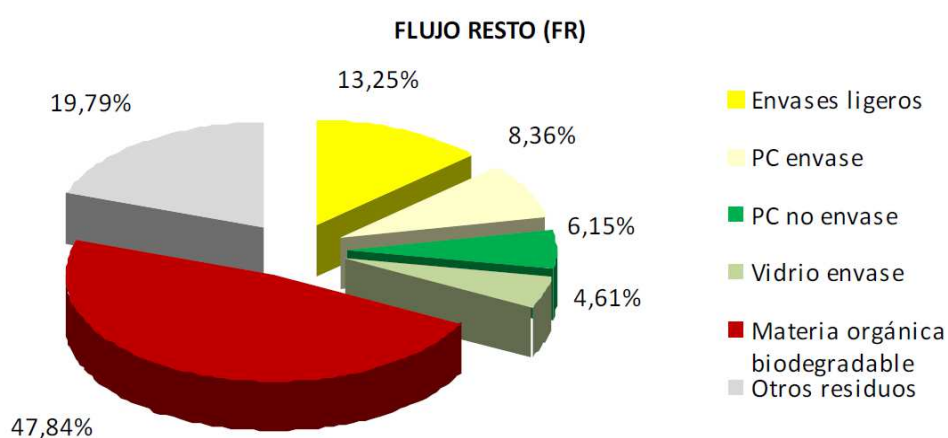
### **Presentación de resultados**

El modo de presentación de los resultados de un estudio de composición de residuos puede ser diferente según los destinatarios del mismo o la difusión que se le vaya a dar. En cualquier caso, siempre es recomendable elaborar un documento resumen que deje trazabilidad y constancia de la metodología utilizada y de los resultados obtenidos. De modo general, se distinguen dos situaciones:

- Uso interno de resultados, esto es, los datos obtenidos no serán objeto de publicación, sino que van a ser utilizados como herramienta de trabajo del promotor del trabajo. En este sentido, puede plantearse un sencillo informe que, como mínimo, contenga las bases del plan de muestreo, la trazabilidad de los trabajos de campo y sus resultados, el modo de procesamiento de los datos y el análisis de las conclusiones.
- Uso externo de los resultados, esto es, difusión de los mismos. En este caso, se recomienda (para facilitar la interpretación de las decisiones que se hayan ido tomando) acudir a un documento más detallado que contenga, como mínimo:

1. Objetivos y alcance del estudio
2. Antecedentes
3. Desarrollo de los trabajos
  - a. Selección y distribución de muestras
  - b. Procedimiento de caracterización
  - c. Pruebas complementarias
4. Resultados obtenidos.
5. Conclusiones e interpretación de resultados
6. Anexos (Resultados de las caracterizaciones y pruebas complementarias, cálculos para el tamaño de la muestra, reportaje fotográfico, certificados de calibración, etc...)

En cualquiera de las dos situaciones, se recomienda que los documentos sean lo más ilustrativos posibles, aportando datos numéricos y diagramas sencillos de interpretar, como el que se propone a continuación:



*Fuente: Plan Piloto de Caracterización de residuos de origen domiciliario: Informe de resultados. Julio 2012*

*Figura 7. Ejemplo de representación mediante gráfico circular*

## ANEXOS

## ANEXO I. GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Análisis clúster:** Técnica estadística multivariante utilizada para agrupar elementos de manera que se logre la máxima homogeneidad en cada grupo y diferencia entre grupos. Consiste en un método de agrupamiento, que tiene como objetivo la partición de un conjunto de  $n$  observaciones en  $k$  grupos.

**Caracterización:** determinación de la composición de una muestra de residuos, mediante la cuantificación de las cantidades y proporciones de las diferentes fracciones que la componen.

**Contenido de agua (ww)<sup>1</sup>:** Fracción de masa de agua en una muestra, determinada por valoración de Karl-Fischer como se especifica en la Norma 14346:2007.

**Contenido en humedad <sup>1</sup>:** Es la cantidad de agua contenida en un residuo. En la práctica, se estima como la relación entre la pérdida de masa que experimenta una muestra secada y su masa en el momento de la toma de muestras. Normalmente, se expresa como porcentaje (ISO 287:1985).

**Criba volumétrica:** Elemento que permite realizar una separación, en base al volumen, en fracciones.

**Crisol:** Recipiente cerámico utilizado en laboratorio para los análisis gravimétricos que necesitan altas temperaturas

**Cuarteo:** División en cuatro partes de la muestra de residuos.

**Estacionalidad:** Es la variación periódica y predecible de una serie temporal con un periodo inferior o igual a un año.

**Estratos <sup>2</sup>:** Partes mutuamente excluidas y exhaustivas de una población. Se identifican, bien porque se piensa que son diferentes de cada una de los demás, o bien por el objeto del muestreo.

**Estratificación (segmentación) <sup>3</sup>:** División de la zona geográfica de trabajo en sectores homogéneos (estratos), es decir, con características similares, de tal manera que sean representativos de la población global.

**Fiabilidad <sup>2</sup>:** Término colectivo para denominar el grado de precisión y confianza alcanzado por un esquema de muestreo dado.

**Fracción <sup>4</sup>:** Parte del total de residuos de características parecidas.

**Fracción Envases <sup>4</sup>:** Fracción de residuos de competencia municipal constituida por los envases. Incluye Papel-cartón envase, Vidrio envase y los denominados Envases Ligeros.

**Fracción Inorgánica <sup>4</sup>:** Terminología que se usa al referirse a la fracción seca de los residuos.

**Fracción Orgánica <sup>4</sup>:** Cuando se recoge de forma separada se utiliza el término FORS (fracción orgánica de recogida separada o fracción orgánica recogida separadamente). Está constituida por:

- Restos de la preparación de la comida o manipulación y elaboración de los productos alimentarios, restos sobrantes de comida, alimentos en mal estado y excedentes alimentarios que no se han comercializados o consumido (separados de su envase o embalaje),
- Fracción Vegetal en forma de restos vegetales de pequeño tamaño y de tipo no leñoso procedentes de jardinería y poda (ramos de flores mustios, malas hierbas, césped, pequeñas ramas de poda, hojarasca, etc.).

**Fracción Papel-cartón <sup>4</sup>:** Fracción de los residuos de competencia municipal constituida por papel y cartón.

**Fracción Resto** <sup>4</sup>: Fracción de los residuos que queda una vez efectuadas la separación en origen de fracciones recogidas separadamente y que todavía puede contener materiales valorizables.

**Fracción Vegetal** <sup>4</sup>: Fracción de los residuos de competencia municipal constituida por restos vegetales de jardinería y poda, susceptible de degradarse biológicamente mediante compostaje.

**Fracción Vidrio** <sup>4</sup>: Fracción de los residuos de competencia municipal constituida por envases de vidrio.

**Impropio** <sup>4</sup>: Elemento extraño al contenido básico de una determinada fracción de los residuos de competencia municipal.

**Masa constante** <sup>1</sup>: Es la masa obtenida en dos pesadas consecutivas, cuando esta no exceda el 0,1% de la masa inicial (ISO 287:1985).

**Materia seca (wdm)** <sup>1</sup>: Fracción de masa de una muestra excluido el agua expresada como un tanto por ciento por masa, calculada por determinación de residuo seco o contenido de agua según la Norma 14346:20067

**Media aritmética** <sup>2</sup>: Suma de los valores dividido por el número de valores.

**Media ponderada**: Una medida de tendencia central, que se da asignándole a cada clase un peso, y obteniendo un promedio de los pesos, teniendo estos pesos valores diferentes.

**Muestra** <sup>2</sup>: Porción de material seleccionado de una cantidad más grande de material.

**Muestra representativa** <sup>5</sup>: Muestra en la que la característica(s) de interés está (están) presente con una fiabilidad apropiada para los propósitos del programa de ensayo.

**Objetivo** <sup>5</sup>: Motivación subyacente para la investigación de un (potencial) residuo.

**Partes implicadas** <sup>2</sup>: Individuos implicados en el proceso (iterativo) relativo al intercambio de información con relación al material a muestrear.

**Plan de muestreo** <sup>5</sup>: Procedimiento predeterminado para la selección, retirada, conservación, transporte y preparación de las porciones a recoger de una población como una muestra.

**Playa o foso de descarga**: Zona de recepción de residuos.

**Población** <sup>3</sup>: La totalidad de los elementos que se tienen en cuenta.

**Residuo** <sup>6</sup>: Cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar. (Art. 3.a Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados).

**Residuos domésticos** <sup>6</sup>: Los residuos generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas. Se consideran también residuos domésticos los similares a los anteriores generados en servicios de industrias.

En esta categoría se incluyen también los residuos que se generan en los hogares de aparatos eléctricos y electrónicos, ropa, pilas, acumuladores, muebles y enseres, así como los residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria.

Tendrán consideración de residuos domésticos los residuos procedentes de limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas, los animales domésticos muertos y los vehículos abandonados. (Art. 3.b Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados).

**Residuos comerciales** <sup>6</sup>: Residuos generados por la actividad propia del comercio, al por mayor y al por menor, de los servicios de restauración y bares, de las oficinas y de los mercados, así como del resto del sector servicios. (Art. 3.c Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados).

**Residuos industriales**<sup>6</sup>: 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 reguladas en la Ley 34/2007, de 15 de noviembre. (Art. 3.d Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados).

**Residuo peligroso**<sup>6</sup>: Residuo que presenta una o varias de las características peligrosas enumeradas en el anexo III, y aquél 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. (Art. 3.e Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados).

**Residuo seco ( $w_{dr}$ )**<sup>6</sup>: Fracción de masa remanente de una muestra después de un proceso de secado a 105 °C tal como se especifica en la Norma 14346:2007.

**Residuo voluminoso**<sup>7</sup>: residuo de tamaño grande que por sus dimensiones pueden distorsionar la gestión ordinaria de los residuos de origen doméstico. (Ministerio para la Transición Ecológica).

**Segregación**: Proceso por el cual se separan los diferentes residuos existentes en la muestra.

**Sesgo (o error sistemático)**<sup>2</sup>: Diferencia entre la expectativa de los resultados del ensayo y un valor de referencia aceptado.

**Subpoblación**<sup>2</sup>: Parte definida de la población que se señalará con objeto de realizar un muestreo.

**Tamaño de la muestra**<sup>2</sup>: Número de artículos o cantidad de material que constituye una muestra.

---

<sup>1</sup> Definición basada en la Norma UNE-EN 14346:2007 Caracterización de residuos. Cálculo de la materia seca por determinación del residuo seco o contenido en agua.

<sup>2</sup> Definición basada en la Norma UNE-EN 14899: 2007. Caracterización de residuos. Toma de muestras de residuos. Esquema para la preparación y aplicación de un plan de muestreo.

<sup>3</sup> Definición basada en el Informe Técnico de la Norma UNE-EN 14899:2007 (Informe UNE-CEN/TR 15310-1 IN. Caracterización de residuos. Muestreo de residuos. Parte 1: Orientación en la selección y aplicación de los criterios de muestreo bajo diversas condiciones).

<sup>4</sup> De acuerdo a las definiciones incorporadas en la Guía para la implantación de la recogida separada y gestión de biorresiduos de competencia municipal. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Año 2013.

<sup>5</sup> Definición basada en el Informe Técnico de la Norma UNE-EN 14899:2007 (Informe UNE-CEN/TR 15310-5 IN. Caracterización de residuos. Muestreo de residuos. Parte 5: Orientación en el proceso de definición del plan de muestreo).

<sup>6</sup> De acuerdo a las definiciones incorporadas en la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados (Art. 3).

<sup>7</sup> Definición del Ministerio para la Transición Ecológica (<https://www.miteco.gob.es/>).

## ANEXO II. METODOLOGÍA ESTADÍSTICA PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE MUESTREO.

En el presente Anexo se detalla la información indicada en el apartado 2 de Plan de Muestreo, relativa a la segmentación del territorio mediante modelos matemáticos (análisis clúster), así como el cálculo del tamaño de la muestra, incluyendo los conceptos estadísticos que son de aplicación, en ambos casos.

### 1) Segmentación a través de modelos matemáticos (análisis clúster).

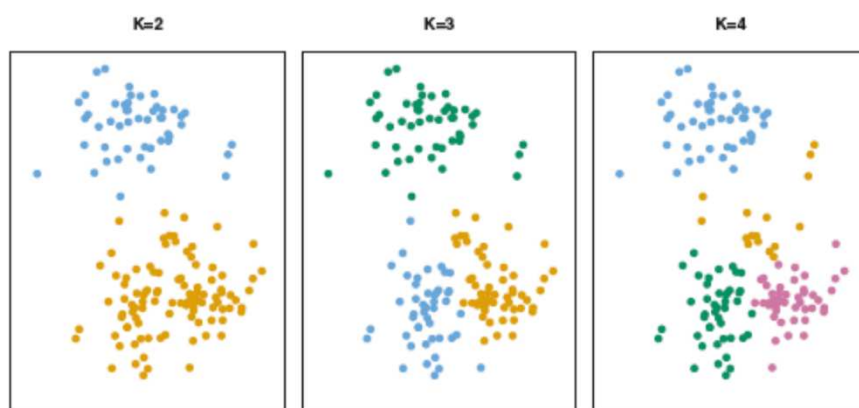
En el apartado 2.2 del documento principal de la Guía se indicaba la importancia que supone la segmentación de territorios, de tal manera que se determinen zonas homogéneas que garanticen la representatividad global. En dicho apartado se muestran varios procedimientos para obtener, a través del conocimiento y/o datos disponibles del ámbito de estudio, una segmentación del mismo.

Existen algunos casos, en que los datos disponibles para la realización de la segmentación, no arroja, a priori, una clara relación entre los mismos para determinar uno u otro tipo de segmentación, por lo que se indica en el presente apartado, otra opción de llevar a cabo la segmentación, mediante modelos matemáticos.

Se trata, en concreto, del **análisis clúster**, basado en el algoritmo **K-medias** (*MacQueen, 1967*)<sup>1</sup>. El análisis consiste en un conjunto de técnicas que utiliza múltiples variables para clasificar a un conjunto de individuos en grupos homogéneos.

Estas técnicas, en los análisis de composición de residuos, analizan los factores que previsiblemente afectan a las tasas de generación y composición de residuos y, en base a ellos, realizar una sectorización del ámbito de estudio, es decir, una división en sectores homogéneos (clústers).

El análisis clúster es, por tanto, una técnica cuya idea básica es agrupar un conjunto de observaciones en un número dado de clústers o grupos (segmentaciones, en el caso que nos ocupa). En la siguiente imagen se representa un ejemplo gráfico de segmentación:



*Fuente: Facultad de Informática. UNLP. 2016.*

*Imagen 1: Ejemplo de segmentación en base a distintos grupos (k)*

<sup>1</sup> MacQueen, J. Some methods for classification and analysis of multivariate observations. Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, Volume 1: Statistics, 281--297, University of California Press, Berkeley, Calif., 1967.

Desde el punto de vista matemático, el análisis clúster, basado en el algoritmo de K-medias es agrupar a las observaciones de forma tal que todas las que se encuentren en el mismo grupo sean lo más semejantes entre sí y que las pertenecientes a grupos distintos sean lo más desemejantes entre sí. Las medidas de distancia, como la euclídea, son utilizadas para medir la semejanza y desemejanza. Una medida para indicar como de bien los centroides representan a los miembros de su grupo es la suma de los errores al cuadrado. El algoritmo K-medias, en cada iteración, intenta reducir el valor de la suma de los errores al cuadrado. La medida consiste en la sumatoria de las distancias al cuadrado de cada observación al centroide de su grupo:

$$\arg \min_{\mathbf{S}} \sum_{i=1}^k \sum_{\mathbf{x} \in S_i} \|\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu}_i\|^2$$

Cantidad de grupos  $\rightarrow k$   
 Centroide del grupo  $i \rightarrow \boldsymbol{\mu}_i$   
 Obtener las asignaciones,  $S$ , que minimizan la fórmula  $\rightarrow \arg \min_{\mathbf{S}}$   
 Por cada punto asignado al grupo  $i \rightarrow \mathbf{x} \in S_i$

*Fuente: Facultad de Informática. UNLP. 2016.*

*Imagen 2: Algoritmo K-medias*

### Procedimiento de ejecución del algoritmo K-medias.

El proceso que se debe seguir, teniendo en cuenta el análisis clúster basado en el algoritmo K-medias, consta de las siguientes fases:

- 1) Selección de variables:

Existe un conjunto de factores que afectan a la tasa de generación y composición de los RSU, cuyo valor puede variar en un mismo país, región o ciudad. Éstos pueden ser de diferente naturaleza: ambientales, geográficas, socioculturales, económicos y políticos, y deben tenerse en cuenta para la realización de un estudio de generación y composición de los RSU en una determinada zona.

En esta primera fase, por tanto, se realizará una selección de variables que se prevea que caracterizan a los objetos que se van agrupando y de las que se disponga información. Si el número de variables es muy grande se puede realizar previamente un Análisis de Componentes Principales y resumir el conjunto de variables.

Algunas de las variables que pueden ser tenidas en cuenta son:

- La estación del año.
- Clima.
- Área geográfica.
- Densidad de población.
- Edad de la población.



- Nivel educativo.
- Porcentaje de población extranjera.
- Nivel de ingresos.
- Modo de vida de la población.
- Tipo de población.
- Nivel de urbanización.
- Tipo de vivienda.
- Número de miembros por hogar.
- Hábitos de manejo de los residuos en los hogares.
- Estacionalidad de la población.
- Tasa de personas con empleo.
- Distribución de los empleados en los diferentes sectores (primario, secundario, terciario)

#### 2) Definición de los centroides:

Se deben elegir ciertos puntos iniciales (K puntos) en el que se encuentran los datos que se quieren agrupar. Estos puntos representarán, inicialmente, los centroides iniciales de los sectores o clústers. Por tanto K, será un número entero positivo que define la cantidad de sectores que, a priori, se quieren obtener.

#### 3) Asignación de datos:

Se deben asignar cada uno de los datos (elementos del conjunto) al grupo que tenga el centroide más cercano a él.

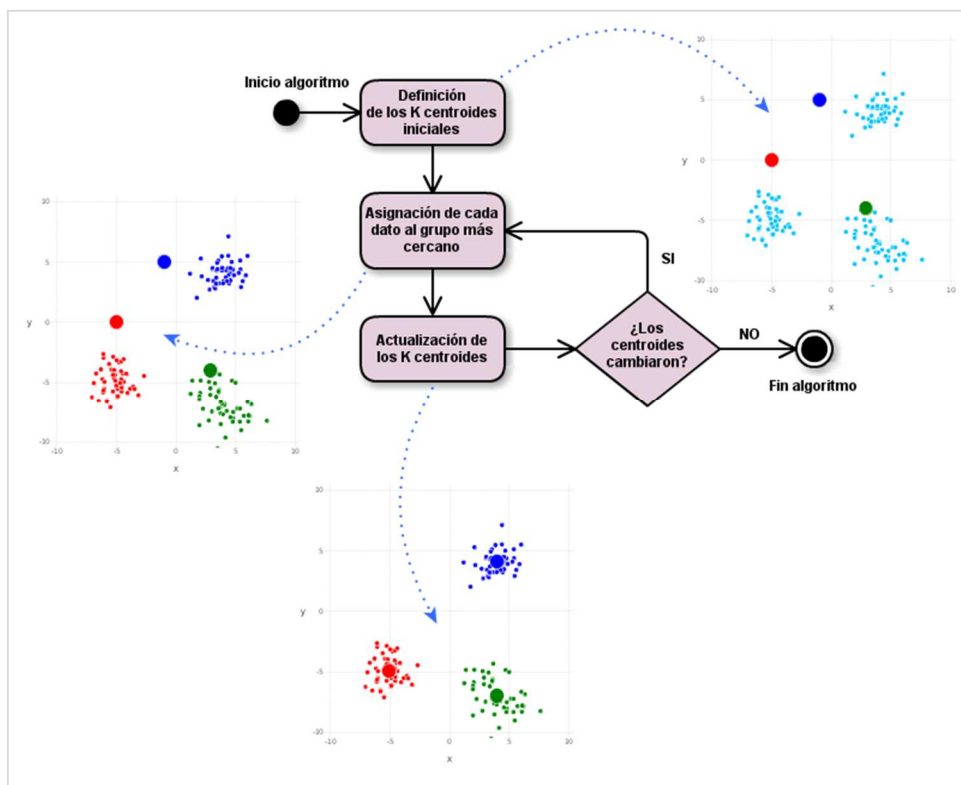
Para ello se calcula la distancia euclídea de cada observación a los centroides de los clústers y se reasigna cada observación al grupo más próximo formando los nuevos clústers que se toman en lugar de los primeros como una mejor aproximación de los mismos

#### 4) Recálculo de los centroides:

Una vez asignados todos los datos, se debe recalcular todas las posiciones de los centroides. Si dichos centroides han cambiado de posición, se deben repetir el paso 3 de asignación de datos y volver a recalcularlos, hasta que los centroides no cambien su valor

Una vez realizados todos los pasos, hasta que los centroides no cambien de valor, se obtienen los distintos sectores o clústers homogéneos, en función de las variables seleccionadas.

En la siguiente imagen se muestra de forma esquemática el proceso para la ejecución del Algoritmo K-medias.



Fuente: Facultad de Informática. UNLP. 2016.

Imagen 3: Proceso para la ejecución del Algoritmo K-medias

### Aspectos a destacar en la utilización del algoritmo K-medias.

Cabe destacar las siguientes recomendaciones y/o observaciones al utilizar el **análisis clúster** basado en el algoritmo de **K-medias**:

- Es el método matemático que se usa más habitualmente para la determinación de grupos homogéneos, obteniendo resultados razonables. El desarrollo matemático supone un estudio especializado de cada caso en particular, lo que supone un esfuerzo de dedicación importante a la hora de establecer una segmentación en el ámbito de estudio de la composición de residuos.
- Es un método muy útil cuando se quiere clasificar un número importante de datos de distintas variables.
- Se debe predeterminar de antemano el número de grupos (clústers) que se van a crear. Dependiendo de los resultados obtenidos se podrán volver a realizar el análisis considerando otra cantidad de grupos.
- Es importante el tipo de escala de las variables, si las variables tienen diferentes escalas (por ejemplo, una variable se expresa en kg y otra en años), los resultados podrían ser equívocos. Por otra parte las variables deben ser cuantitativas.

## 2) Cálculo del tamaño de la muestra.

En el documento principal de la Guía se indica la fórmula propuesta para el cálculo del tamaño de la muestra en un estudio de composición de residuos, es decir, el número de muestras necesarias para que dicho estudio sea representativo del total de la población, teniendo en cuenta la segmentación previamente realizada en el ámbito de estudio.

A nivel estadístico, el tamaño de muestra hace referencia al número de observaciones que componen la muestra extraída de una población y que, como mínimo, son necesarias para que los resultados obtenidos sean representativos de esa misma población. El cálculo del tamaño de la muestra se realizará por cada estrato y fracción a caracterizar.

### Hipótesis de partida.

Hay que tener en cuenta ciertas hipótesis para la determinación de la fórmula para el cálculo del tamaño muestral:

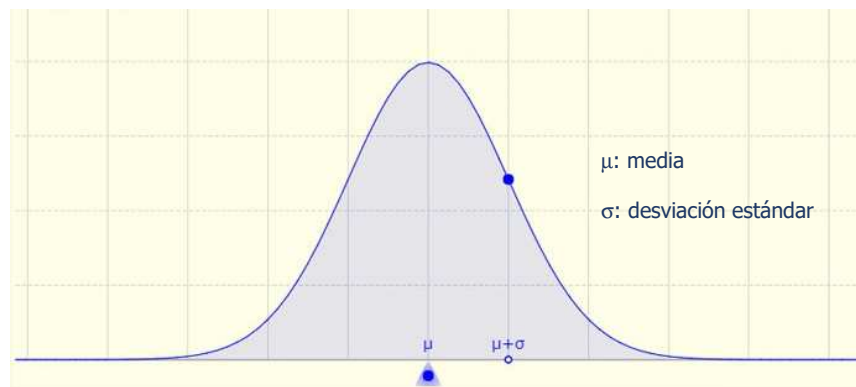
- **Tipo de muestreo:**

Se tendrá en cuenta el muestreo aleatorio estratificado, considerando que se han predefinido previamente estratos (segmentaciones) del ámbito de estudio.

A cada estrato se le aplicará un muestreo aleatorio simple para elegir los elementos que formarán parte de la muestra. La distribución de la muestra en función de los diferentes estratos se denomina afijación, considerándose, entre los distintos tipos existentes, la afijación proporcional, es decir, aquella distribución que se hace de acuerdo con el peso (tamaño) de la población en cada estrato.

- **Distribución de la población:**

Se considera que la distribución de los datos corresponderá a una Distribución Normal. En este tipo de distribución la densidad de los datos está concentrada en torno a la media y se hace muy pequeña conforme nos alejamos del centro tanto por la derecha o la izquierda ('colas' de la distribución), por lo que cuanto más alejado es el valor del centro de la función menos probable es observar ese valor.



Fuente: [www.matematicasvisuales.com](http://www.matematicasvisuales.com)

Imagen 4: Ejemplo de Distribución Normal

En el caso de que, una vez realizado el estudio, se perciba que los resultados obtenidos pueden no representar una Distribución Normal, debido a su desviación respecto a la media, se aconseja su comprobación, que se puede llevar a cabo mediante varios métodos:

1) Métodos gráficos:

- Histograma y curva normal: Consiste en representar los datos mediante un histograma y superponer la curva de una distribución normal con la misma media y desviación estándar que muestran los datos.
- Gráfico de cuantiles teóricos (Gráficos Q-Q): Consiste en comparar los cuantiles de la distribución observada con los cuantiles teóricos de una distribución normal con la misma media y desviación estándar que los datos. Cuanto más se aproximen los datos a una normal, más alineados están los puntos entorno a la recta.

2) Métodos analíticos:

- Asimetría y curtosis: Un valor de curtosis y/o coeficiente de asimetría entre -1 y 1, es generalmente considerada una ligera desviación de la normalidad (Bulmer, 1979), (Brown, n.d.). Entre -2 y 2 hay una evidente desviación de la normal pero no extrema.

3) Contraste de hipótesis:

- Test de Shapiro-Wilk: Este test se emplea para contrastar normalidad cuando el tamaño de la muestra es menor de 50. Para muestras grandes es equivalente al test de kolmogorov-Smirnov.
- Test de Kolmogorov-Smirnov y modificación de Lillefors: El test de Kolmogorov-Smirnov permite estudiar si una muestra procede de una población con una determinada distribución (media y desviación típica), no está limitado únicamente a la distribución normal.

• **Desviación típica ( $\sigma$ ) y media ( $\bar{x}$ ):**

Para el cálculo de la desviación típica ( $\sigma$ ), que mide la dispersión de los valores de una variables en una muestra, es necesario de disponer de información previa de dicho valor de otras caracterizaciones.

Como se indica en el documento principal de la Guía, se pueden establecer las siguientes casuísticas:

- 1) Se dispone de información previa de otras caracterizaciones de residuos en el mismo ámbito de estudio: en este caso los datos disponibles servirán para establecer la dispersión de la muestra a través de la desviación típica ( $\sigma$ ), así como la media aritmética de la población muestral ( $\bar{x}$ ), necesaria para el cálculo de la desviación típica.
- 2) No se dispone de información relativa a otras caracterizaciones de residuos del ámbito geográfico o de actuación.

En este caso se proponen las siguientes alternativas:

- Tener en cuenta la información disponible de otras caracterizaciones de residuos realizados en ámbitos que se consideren de características similares, para establecer el valor de la desviación típica ( $\sigma$ ) y media ( $\bar{x}$ ).

- Ante la ausencia de la información anterior de otros ámbitos de estudio similares, tener en cuenta la información aportada en el *Plan Piloto de Caracterización de Residuos Urbanos de origen domiciliario del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente* (ahora *Ministerio para la Transición Ecológica*), para establecer el valor de la desviación típica ( $\sigma$ ) y media ( $\bar{x}$ ), siendo dichos valores los siguientes por fracción:

	Envases Ligeros	Vidrio	Papel y Cartón	FORM	Fracción resto
Desviación típica ( $\sigma$ )	35,93	17,17	16,09	42,26	21,68
Media aritmética ( $\bar{x}$ )	185	211	180	196	190

Tabla 1: Desviación típica y media aritmética. Plan Piloto de Caracterización de Residuos Urbanos.

Para la obtención de la media aritmética de la población muestral ( $\bar{x}$ ) de cada una de las fracciones, se debe considerar la suma de los "propios" que se soliciten en cada contenedor, a excepción de la fracción resto que sería la suma de aquellos residuos distintos a los que deberían ir en el resto de contenedores.

### Ecuación del cálculo del tamaño de la muestra

La ecuación que permite calcular el tamaño de las muestras, mediante la adaptación de las fórmulas de la distribución normal se expone a continuación:

$$n \geq \frac{N \cdot Z^2 \cdot \sigma^2}{(N - 1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot \sigma^2} \quad (1)$$

Siendo:

$n$  = el tamaño de la muestra que se quiere calcular (número de muestras).

$N$  = tamaño de la población (kg de residuos urbanos generados en los sectores o estratos a muestrear divididos por la cantidad de residuos caracterizados por muestra).

$Z$  = valor correspondiente al valor de confianza (nivel de confianza).

$\sigma^2$  = varianza que esperamos encontrar en la población. Este dato es el obtenido previamente a través de la desviación típica.

$e$  = margen de error máximo que se admite, en porcentaje sobre la media aritmética ( $\bar{x}$ ).

Para la aplicación de la fórmula hay que establecer los valores de los siguientes parámetros:

Margen de error ( $e$ ): Es el intervalo en el que se espera encontrar el dato que se quiere medir. Habitualmente, por los estudios consultados, toma un valor del 5%, recomendando que el valor de la precisión relativa del resultado total sea inferior al 10%. Se debe aplicar sobre la media aritmética de la población muestral ( $\bar{x}$ ).

Nivel de confianza: Es la probabilidad de que el verdadero valor del parámetro estimado en la población se sitúe en el intervalo de confianza obtenido, por lo que en función del nivel de confianza se usa un valor diferente. Los valores más frecuentes son:

- Nivel de confianza 90%,  $Z = 1,645$
- Nivel de confianza 95%,  $Z = 1,96$
- Nivel de confianza 99%,  $Z = 2,575$

De forma habitual el nivel de confianza establecido es del 95%, siendo  $Z=1,96$ .

El tamaño de la muestra, por tanto, está íntimamente unido a estos dos factores, por lo que modificar cualquiera de ellos conlleva lo siguiente:

- Reducir el margen de error obliga a aumentar el tamaño de la muestra.
- Aumentar el nivel de confianza obliga a aumentar el tamaño de la muestra.
- Si aumenta el tamaño de muestra, pueden reducirse el margen de error o incrementar el nivel de confianza.
- Si se disminuye el tamaño de muestra, aumenta el margen de error o disminuye el nivel de confianza.

A efectos prácticos, la ecuación indicada anteriormente, debe ser aplicada por cada uno de los estratos establecidos y para cada una de las fracciones de residuos a estudiar. De este modo, se obtendrá el número de muestras a caracterizar por estrato y por fracción.

Además del tamaño muestral es necesario tener en cuenta, a la hora de interpretar los resultados, el error asumido para cada fracción y sobre que fracciones se ha acotado el error estadístico.

El error de estimación o error absoluto será la desviación de la media de las muestras de la fracción que se quiere estimar, respecto al valor real de la variable.

A continuación se presenta un ejemplo de cálculo de tamaño de muestra, donde además se mostrará la influencia de considerar uno u otro margen de error y nivel de confianza.

Consideramos los siguientes datos, relativos a un estrato de un ámbito de estudio para el caso de Envases Ligeros:

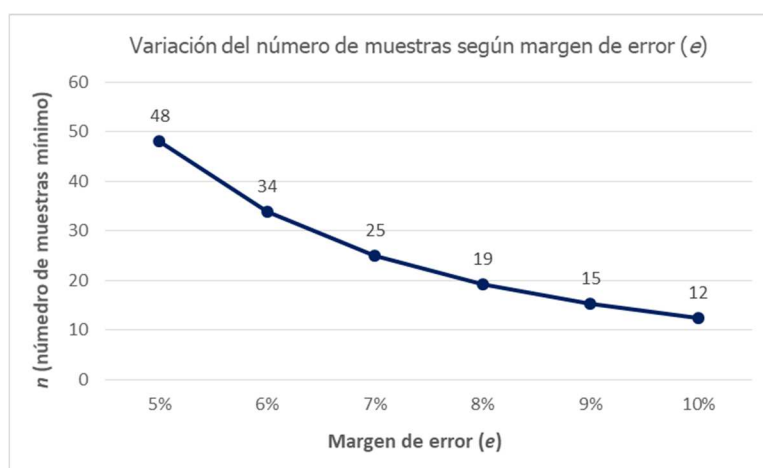
- Residuos urbanos generados: 320.000 kg.
- Kg de cada una de las caracterizaciones: 250 kg.
- $N = 320.000 \text{ kg} / 250 \text{ kg} = 1.280$  (máximo de muestras).
- $Z = 1,96$  correspondiente a un nivel de confianza del 95%.
- $\sigma^2 = 1.100$  (se considera como la varianza obtenida a través de un estudio anterior).
- $\bar{x} = 184 \text{ kg}$  (media obtenida a través de un estudio anterior).
- $e = 5 \%$

Sustituyendo los valores en la ecuación (1), obtenemos:

$$n \geq \frac{1.280 \cdot 1,96^2 \cdot 1.100}{(1.280 - 1) \cdot (0,05 \cdot 184)^2 + 1,96^2 \cdot 1.100} \geq 48 \text{ muestras}$$

El valor de  $n$ , aplicando la ecuación (1) es de **48 muestras**, es decir, el número mínimo de muestras a caracterizar que se consideran representativas del estrato estudiado, considerando un 5% de margen de error y un nivel de confianza del 95%.

Si aumentamos el margen de error progresivamente, hasta un máximo del 10%, obtenemos las muestras mínimas indicadas en el siguiente gráfico:

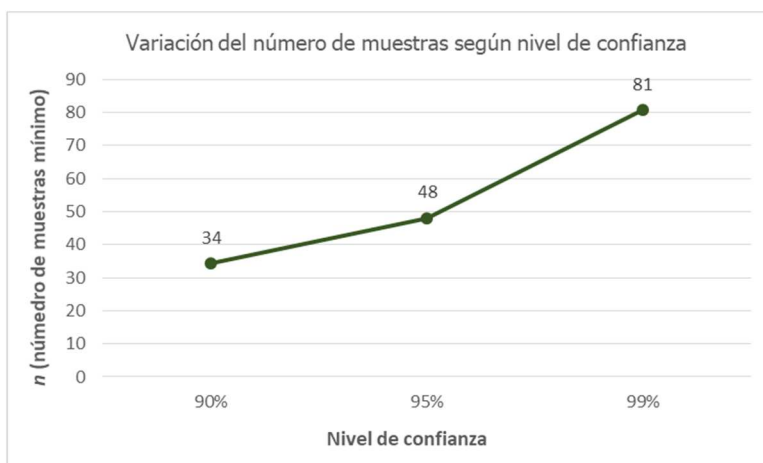


*Fuente: Elaboración Grupo de Trabajo*

*Gráfico 1: Variación del número de muestras según margen de error en un caso concreto.*

Como se puede apreciar en el gráfico 1 y según se indicaba anteriormente, cuanto menor es el margen de error mayor es el tamaño de la muestra.

Si respecto al ejemplo modificamos los valores correspondientes al nivel de confianza, obtenemos las muestras mínimas indicadas en el siguiente gráfico:



*Fuente: Elaboración Grupo de Trabajo*

*Gráfico 2: Variación del número de muestras según nivel de confianza en un caso concreto.*

Como se puede apreciar en el gráfico 2, cuanto mayor es el nivel de confianza mayor es el tamaño de la muestra.



## ANEXO III. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

El procedimiento de caracterización de residuos se fundamenta en un proceso que tiene lugar desde la recepción de la muestra en el lugar de trabajo hasta la recogida de los resultados en la Ficha de Caracterización correspondiente.

La muestra puede tener diferentes procedencias:

- Vehículo de recogida: el material que contiene procede de rutas previamente seleccionadas de acuerdo a la metodología descrita en el Apartado 3.2.3.
- Foso de recepción de la instalación: el material procede de recogidas municipales, sin determinar el origen exacto (fechas, horarios, rutas, etc.).
- Contenedores: el material procede de contenedores que han sido previamente seleccionados para llevar a cabo la caracterización.

En función de estas procedencias se procederá a llevar a cabo la caracterización considerando ciertas especificidades según el origen de la muestra.

### 1) Procedencia de vehículo de recogida:

Este procedimiento es de aplicación para todas las fracciones objeto de la Guía: envases ligeros, Papel/Cartón, vidrio, fracción resto y materia orgánica (en los casos en los que se realiza la recogida separada de la fracción inorgánica).

La procedencia de vehículo de recogida se trata del caso más habitual en España. De acuerdo a diversos trabajos realizados en diferentes ámbitos, hay una dinámica de trabajo comúnmente reconocida y ampliamente utilizada, por lo que se propone su adopción a efectos de esta Guía.

Así, el procedimiento consta de los siguientes pasos:

- En primer lugar, se realiza el pesaje del camión a la entrada de la planta. Así se conocerá la cantidad total de material que se ha recogido en una determinada ruta.
- A continuación, todo el contenido del vehículo recolector se vuelca en una superficie pavimentada y limpia, o en caso de no disponer de ella, sobre una lona impermeable.



*Fuente: Plan Piloto de Caracterización de residuos de origen domiciliario: Informe de resultados. Julio 2012.*

*Imagen 1: Volcado de residuos de un vehículo recolector*

- A continuación se procede a su homogeneización por medios mecánicos (con ayuda de una pala mecánica o similar) y se toma una cantidad de, aproximadamente, unos 1.000 kg, tratando de recoger de diferentes puntos y alturas de la pila.
- Estos 1.000 kg de material serán depositados en una superficie pavimentada y limpia (o sobre una lona impermeable), para proceder a su extendido y homogeneización por medios mecánicos.

Hay que homogeneizar todo el material de forma efectiva para garantizar una toma de muestra lo más representativa posible. Si se homogeneiza con pala mecánica, hay que evitar pasar por encima del material de forma que no se produzca la compactación del mismo y la posible producción y pérdida de lixiviados. Lo mismo ocurre en el caso concreto del vidrio, en el que la manipulación de la muestra se debe llevar a cabo evitando, en la medida de lo posible, la rotura de los materiales.



*Fuente: Plan Piloto de Caracterización de residuos de origen domiciliario: Informe de resultados. Julio 2012.*

*Imagen 2: Homogeneización de los residuos mediante pala mecánica*

Pueden existir casos en los que la muestra de partida sea inferior a 1.000 kg por causas ajenas a la realización del estudio (el camión de recogida lleva menos de 1.000 kg...). En esos casos se procederá de igual modo que con muestras de 1.000 kg intentando alcanzar mediante cuarteos los 250 kg de muestra a caracterizar.

- A continuación se procede a realizar los cuarteos siguiendo la siguiente metodología:
  - Se distribuirá en forma aproximadamente circular y se dividirá en cuatro partes homogéneas.



*Fuente: Plan Piloto de Caracterización de residuos de origen domiciliario: Informe de resultados. Julio 2012.*

*Imagen 3: Procedimiento del cuarteo.*

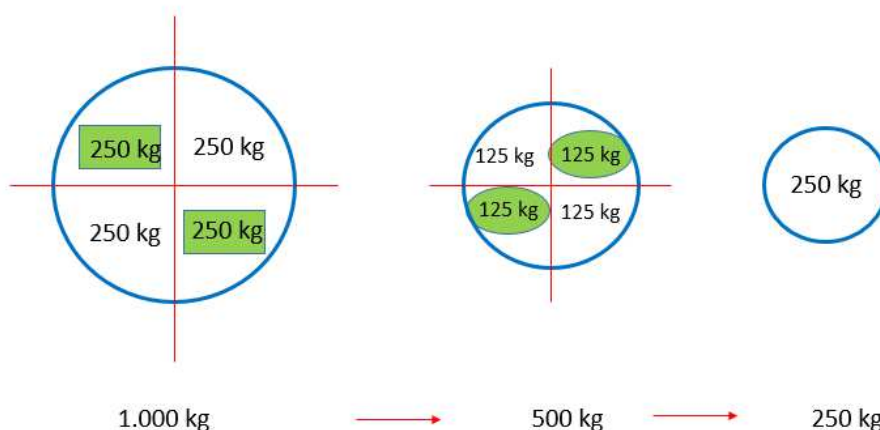
- Se realizará un primer cuarteo y se tomará el material de dos cuartos diametralmente opuestos elegidos al azar. Este material se extenderá aparte y se realizará la apertura de las bolsas cerradas.
- Sobre esta fracción de material, unos 500 kg, se efectuará una homogeneización y un segundo cuarteo.



*Fuente: XXIII Curso Saúde Ambiental. Avaliação obxectiva da resposta cidadá coa recollida selectiva de residuos urbáns. Novembro 2007.*

*Imagen 4: Homogeneización de la muestra.*

- Posteriormente, se realizará la apertura de las bolsas que aún continúen cerradas y, finalmente, y se tomarán 125 kg correspondientes de dos cuartos diametralmente opuestos elegidos al azar. De esta manera, se obtendrán 250 kg de muestra sobre la que se realizará la separación de materiales.



*Fuente: Elaboración propia.*

*Imagen 5: Esquema metodología de cuarteo*

- Se procederá a la apertura manual de las bolsas no rotas durante la homogeneización, con cuidado de vaciar el máximo posible del contenido que puedan acumular.



*Fuente: Plan Piloto de Caracterización de residuos de origen domiciliario: Informe de resultados. Julio 2012.*

*Imagen 6: Apertura de bolsas.*

En cuanto al **Papel/Cartón y al vidrio** se puede realizar el cuarteo de la siguiente manera:

De los 1.000 kg seleccionados, se realiza su separación en cuatro partes iguales en peso, separando 50 kg de cada cuarteo para así obtener 200 kg de muestra.

- Una vez se obtienen los aproximadamente 250 kg de muestra (o 200 kg en el caso del vidrio y Papel/Cartón) y ya fuera de las bolsas se procederá a la separación del material en diferentes fracciones.



*Fuente: Plan Piloto de Caracterización de residuos de origen domiciliario: Informe de resultados. Julio 2012.*

*Imagen 7: Separación de materiales en diferentes fracciones.*

- La separación de los materiales se efectuará manualmente. Se recomienda la utilización de una mesa de segregación, cuya superficie esté elevada para facilitar los trabajos.



*Fuente: Plan Piloto de Caracterización de residuos de origen domiciliario: Informe de resultados. Julio 2012.*

*Imagen 8: Separación manual de materiales sobre mesa de segregación.*

- Se pesarán los materiales. Para ello se dispondrá de una báscula de precisión adecuadamente verificada/calibrada.

El peso total de la muestra caracterizada se obtendrá por la suma de pesos de los materiales separados.

- En el caso de utilizar recipientes para cada uno de los materiales a separar, deberán ser tarados previamente. Se recomienda comprobar frecuentemente las taras de los recipientes.



*Fuente: XXIII Curso Saúde Ambiental. Avaliação obxectiva da resposta cidadá coa recollida selectiva de residuos urbáns. Novembro 2007.*

*Imagen 9: Recipientes para la separación de materiales.*

- El resultado de cada muestreo se reflejará en la Ficha de Caracterización que deberá contener los porcentajes y pesos de todas las fracciones.
- El procedimiento utilizado deberá documentarse en la Ficha de Muestreo.

Para el caso concreto de la **fracción orgánica**, la caracterización se debe realizar lo antes posible desde el momento de la llegada del material a la planta de tratamiento, no debiendo superar las 24 horas entre la descarga del material y su caracterización durante el periodo comprendido entre los meses de junio a agosto inclusive, y de 48 horas en el resto de meses del año.

En cuanto al **tratamiento de los voluminosos**, dado el elevado tamaño de esta fracción comparado con el resto de fracciones y cómo podría afectar su presencia en una caracterización, se considera necesario realizar un tratamiento diferente para estos materiales, consistente en separarlos antes de llevar a cabo el procedimiento de caracterización y realizar un reparto proporcional con los kg del vehículo, kg totales de voluminosos y kg de la muestra.

En las fases posteriores del procedimiento, se deberían retirar los elementos voluminosos y sumarse al resto de voluminosos ya retirados para obtener el peso total a repartir.

Como criterio para la consideración de voluminoso podría ser que la suma de las tres dimensiones sea superior a 1 metro, excluyéndose las fracciones de recogida selectiva. Algunos ejemplos podrían ser materiales de mobiliario (sillas, mesas, etc.), restos de obras (mampostería, tuberías, etc.), automoción (ruedas, asientos, parachoques, etc.), colchones.

En la Ficha de Caracterización se deben anotar los diferentes elementos voluminosos encontrados, identificando la subcategoría a la que corresponde.

- Adicionalmente, se recomienda realizar, como mínimo, las siguientes fotografías:
  - Del camión mientras realiza la descarga (mostrando la matrícula del vehículo).
  - De la superficie (que deberá estar pavimentada y limpia) sobre la que se desarrollarán los trabajos.

- De la masa de residuo a caracterizar (totalidad de material descargado por el camión).
- De la pala homogeneizando el material descargado por el camión.
- De los cuarteos:
  - De la muestra de los 1.000 kg, en el momento previo a los cuarteos.
  - De la pala realizando el cuarteo primario (sobre la masa de 1.000 kg).
  - De los sucesivos cuarteos.
  - De la toma de muestra (250 kg o 200 kg aproximadamente).
- Del proceso de separación de materiales (varias fotografías representativas).
- De las fracciones clasificadas separadas de acuerdo a la Ficha de Caracterización.

## 2) Procedencia de foso de recepción:

Este procedimiento se realiza en determinados casos en los que no es necesario conocer el origen de los residuos, como por ejemplo si el objetivo es dimensionar o rediseñar una planta de residuos. En la documentación analizada, se ha detectado su uso sobre todo para las fracciones de envases ligeros y resto.

Para estos casos, es necesario conocer una serie de variables, tales como:

- Días de recepción de residuos.
- Horas punta y valle en la recepción.
- Horario de funcionamiento de la planta.
- Cantidad media diaria de residuos que entran en la planta.
- Tiempo de residencia de los residuos en el foso.
- Paradas técnicas de la planta.

Se recomienda que los trabajos de caracterización se realicen durante tres muestreos en días consecutivos.

Este procedimiento consta de los mismos pasos que el de vehículos de recogida, a excepción de la recogida de la muestra en el foso, que se describe a continuación:

- Para la toma de la muestra del foso de recepción, se procederá a la homogeneización de la muestra dentro del foso, utilizando el pulpo.
- Posteriormente, se tomarán las pulpadas necesarias para obtener aproximadamente 1.000 kg de material. Estas pulpadas se tomarán en diversos puntos y a distintas alturas de la masa de residuos del foso.
- Estos 1.000 kg de material, serán depositados en una superficie pavimentada y limpia (o sobre una lona impermeable), para proceder a su extendido y homogeneización por medios mecánicos.

En cuanto al **tratamiento de los voluminosos**, se deberán retirar y anotar los diferentes elementos voluminosos encontrados en la Ficha de Caracterización, identificando la subcategoría a la que corresponde.



*Fuente: Plan Piloto de Caracterización de residuos de origen domiciliario: Informe de resultados. Julio 2012.*

*Imagen 10: Recogida de muestra del foso de recepción.*

- A continuación se realiza el mismo procedimiento que para la procedencia desde un vehículo recolector.
- Se recomienda realizar, como mínimo, las siguientes fotografías:
  - De la masa de residuo a caracterizar (totalidad del foso).
  - Del foso mientras se toman las pulpadas.
  - De la superficie (que deberá estar limpia y pavimentada) sobre la que se desarrollarán los trabajos.
  - De la pala homogeneizando el material.
  - De los cuarteos:
    - De la muestra de los 1.000 kg, en el momento previo a los cuarteos.
    - De la pala realizando el cuarteo primario (sobre la masa de 1.000 kg).
    - De los sucesivos cuarteos.
    - De la toma de muestra (250 kg o 200 kg aproximadamente).
  - Del proceso de separación de materiales (varias fotografías representativas).
  - De las fracciones clasificadas separadas de acuerdo a la Ficha de caracterización.

### **3) Procedencia directa de contenedor**

Este procedimiento es de aplicación para todas las fracciones objeto de esta Guía. Consta de los siguientes pasos:

- Los contenedores han sido seleccionados previamente y se etiquetan con su lugar de origen de forma que al realizar la caracterización no se mezclen los materiales de puntos y contenedores diferentes.





Fuente: <https://ecoblog.mcp.es/14r/es/alguien-sabe-que-hay-en-nuestra-basura/>

*Imagen 11: Contenedores seleccionados.*

- A su llegada a la planta de residuos se pesa cada uno de los contenedores y se anota el lugar de origen.



Fuente: <https://ecoblog.mcp.es/14r/es/alguien-sabe-que-hay-en-nuestra-basura/>

*Imagen 12: Pesado de un contenedor.*

- Posteriormente el contenido completo de cada contenedor es volcado en una superficie limpia y pavimentada. En caso de muestras con mucho lixiviado se podrán realizar las caracterizaciones directamente de los contenedores.



*Fuente:* <https://ecoblog.mcp.es/14r/es/alguien-sabe-que-hay-en-nuestra-basura/>

*Imagen 13: Volcado de un contenedor.*

- En este procedimiento no se realizan los cuarteos, procediendo, sobre la totalidad de los contenedores, contenedor a contenedor, a la separación manual de los materiales.

En cuanto al **tratamiento de los voluminosos**, en case de detectarse en el interior de los contenedores, se deberán retirar y anotar los diferentes elementos voluminosos encontrados en la Ficha de Caracterización, identificando la subcategoría a la que corresponde.

- A continuación se realiza el mismo procedimiento que para la procedencia desde un vehículo recolector.
- Se recomienda realizar, como mínimo, las siguientes fotografías:
  - Del volcado de los contenedores (mostrando, si es posible, la etiqueta con el lugar de origen).
  - De la superficie (que deberá estar limpia y pavimentada) sobre la que se desarrollarán los trabajos.
  - De la masa de residuo a caracterizar (totalidad de material volcado del contenedor).
  - Del proceso de separación de materiales (varias fotografías representativas).
  - De las fracciones clasificadas separadas de acuerdo a la Ficha de Caracterización.

---

## **ANEXO IV. GUÍA DE DIFERENCIACIÓN DE MATERIALES EN UNA CARACTERIZACIÓN**

La caracterización de residuos consiste en determinar la composición de un residuo en diferentes fracciones. Esta actividad permite conocer en detalle qué se deposita en los contenedores de recogida selectiva y en función de los resultados obtenidos, tomar las medidas correctoras más adecuadas.

En el presente documento, se recogen los aspectos más relevantes de los materiales incluidos en la Ficha de Caracterización, indicando características, observaciones para su diferenciación y ejemplos, considerando el desglose máximo de la Ficha (nivel 4).

A modo de resumen, a continuación, se indican los materiales que han sido incluidos en el anexo:

- Materia orgánica y asimilable.
- Celulosas.
- Papel/Cartón.
- Plásticos.
- Vidrio.
- Metales.
- Madera.
- Textiles.
- Pilas.
- Otros residuos.

Material	Materia orgánica y asimilable
<b>Tipologías</b>	
Dentro de esta categoría se encuentran los siguientes tipos:	
<p><b><u>Restos de alimentos:</u></b></p>	
<p>La materia orgánica se compone principalmente por restos de alimentos, tales como: residuos de carne, pescado y marisco, cáscaras de huevo y frutos secos, posos de café, etc. Dentro de esta categoría se incluyen también los desperdicios alimentarios.</p>	
<p><b><u>Restos de jardinería:</u></b></p>	
<p>Es el material procedente de podas de jardines y parques. Está compuesto principalmente por ramas, hojas, césped, etc.</p>	
<p><b><u>Otra materia orgánica:</u></b></p>	
<p>Corresponde con la materia orgánica no incluida en los apartados anteriores.</p>	

## MATERIA ORGÁNICA Y ASIMILABLE

**Restos de alimentos**



**Restos de jardinería**



**Otra materia orgánica**




Fuente de la imagen: [www.sevilla.abc.es](http://www.sevilla.abc.es)

Material	Celulosas
<b>Tipologías</b>	
<p>Dentro de esta categoría se encuentran los siguientes tipos:</p> <p><b>Textiles sanitarios:</b> Se incluyen, entre otros:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Pañales.</i></li> <li>• <i>Compresas y tampones.</i></li> <li>• <i>Bastoncillos.</i></li> <li>• <i>Toallitas húmedas.</i></li> <li>• <i>Hilo dental.</i></li> <li>• <i>Pequeños residuos de curas domésticas (algodón, tiritas, vendas, gasas, esparadrapo, etc.)</i></li> </ul> <p><b>Otras celulosas (tisú):</b> Se incluyen en esta categoría los siguientes residuos: servilletas, manteles, papel de cocina, etc. Es importante no confundir esta fracción con la de Papel/Cartón.</p>	

## CELULOSAS

<b>Textil sanitario</b>			
<b>Otras celulosas</b>			

Material	Papel/ Cartón
<b>Triángulo de Moebius</b>	
	
<b>Tipologías</b>	
<p>Dentro de esta categoría se encuentran los siguientes tipos:</p>	
<p><b><u>Envase formato asimilable a doméstico:</u></b>            Son los residuos de envases que han constituido una unidad de venta destinada al consumo de particulares.            Se consideran envases de cartoncillo y cartón ondulado: cajas de zapatos, de cereales, de televisiones, etc.            En esta categoría se incluyen los residuos de envases que han constituido una agrupación de un número determinado de unidades de venta, y son susceptibles de ser adquiridos por particulares para su consumo doméstico. Pueden ser envases de cartón ondulado o cartoncillo que han contenido varios envases primarios de productos como leche, agua mineral, vino, cerveza, aceite, etc.</p> <p><b><u>Envase formato Comercial/Industrial:</u></b>            Son los envases primarios, secundarios o terciarios que no son susceptibles de ser adquiridos por particulares para su consumo doméstico.            Se corresponden con cajas de cartón de ondulado o kraft, normalmente de gran tamaño y suelen incluir datos del proveedor, puede que no haga referencia a las unidades de producto contenidas.            Algunos ejemplos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Primario (caja de motor de automóvil, etc.).</i></li> <li>• <i>Secundario (caja de agrupación de 10 brik de zumos, lejía, productos de limpieza, etc.).</i></li> <li>• <i>Terciario (caja de transporte de un conjunto de envases secundarios).</i></li> </ul> <p><b><u>Papel/Cartón no envase:</u></b>            Papel/Cartón no incluido en los apartados anteriores.</p> <p><b><u>Cartón para Bebidas/Alimentos:</u></b>            Los envases domésticos de cartón para bebidas y alimentos líquidos y sólidos (lácteos, zumos, salsas, etc.) están incluidos en esta subcategoría.</p>	

---

**PAPEL/CARTÓN**

---

**Envase formato  
asimilable a  
doméstico**



**Envase formato  
asimilable a  
industrial**









**Papel/Cartón no  
envase**



**Cartón para  
bebidas/alimentos**



Material	PLÁSTICO					
<b>Triángulo de Moebius</b>						
 <b>PET</b>	 <b>HDPE</b>	 <b>PVC</b>	 <b>OTHER</b>	 <b>PP</b>	 <b>PS</b>	
<b>Tipologías</b>						
<p>Dentro de esta categoría se encuentran los siguientes tipos:</p>						
<p><b><u>PET envase formato asimilable a doméstico:</u></b></p> <p>Los envases presentan un punto de soldadura en el centro de su base y no incluyen ningún tipo de rosca en el interior del cuello. Su aspecto es brillante, superior al PEAD, y su forma de presentación puede ser transparente e incoloro, colorado u opaco.</p> <p>El PET G (copoliéster derivado del PET) presenta una terminación del rematado similar a los envases de PVC y con mayor rigidez que PET ordinario.</p> <p>Se consideran envases asimilables a doméstico aquellos que tienen capacidad menor de 20 litros, salvo que presente características que los identifique como comercial/industrial, tales como productos o formatos específicos para consumo colectivo o uso industrial. En caso de encontrarse envases dudosos se recomienda que se separen en un montón al lado de los envases no dudosos, para la realización de la foto de ese flujo (ambos montones irían en la misma foto, pero separados), posteriormente se juntaría para su pesado conjunto. De esta forma se podría ir acumulando conocimiento y experiencia para ir mejorando en el futuro el procedimiento de separación.</p> <p>Algunos ejemplos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Botellas de refrescos, agua mineral.</i></li> <li>• <i>Bandejas de productos alimentarios como pizza, embutidos, carnes, pescados, repostería frutas y verduras.</i></li> <li>• <i>Limpieza del hogar.</i></li> <li>• <i>Higiene.</i></li> <li>• <i>Cosméticos.</i></li> </ul>						
<p><b><u>PEAD Natural envase formato asimilable a doméstico:</u></b></p> <p>Los envases presentan terminación de rematado en línea recta que atraviesa por completo la base. Se observa rebaba de material a lo largo de la línea.</p> <p>Cuentan con rosca en el interior del cuello.</p> <p>Translúcidos sin coloración.</p> <p>Se consideran envases asimilables a doméstico aquellos que tienen capacidad menor de 20 litros, salvo que presente características que los identifique como comercial/industrial, tales como productos o formatos específicos para consumo colectivo o uso industrial. En caso de encontrarse envases dudosos se recomienda que se separen en un montón al lado de los envases no dudosos, para la realización de la foto de ese flujo (ambos montones irían en la misma foto, pero separados), posteriormente se juntaría para su pesado conjunto. De esta forma se podría ir acumulando conocimiento y experiencia para ir mejorando en el futuro el procedimiento de separación.</p> <p>Se incluyen también los envases domésticos de este material que hayan contenido lubricantes u otros productos peligrosos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Botellas de leche, batidos, ... (sin color)</i></li> <li>• <i>Productos de limpieza (sin color)</i></li> </ul>						



**PEAD Color envase formato asimilable a doméstico:**

Los envases presentan terminación de rematado en línea recta que atraviesa por completo la base. Se observa rebaba de material a lo largo de la línea.

Cuentan con rosca en el interior del cuello.

Opaco de diferentes tonalidades.

Se consideran envases asimilables a doméstico aquellos que tienen capacidad menor de 20 litros, salvo que presente características que los identifique como comercial/industrial, tales como productos o formatos específicos para consumo colectivo o uso industrial. En caso de encontrarse envases dudosos se recomienda que se separen en un montón al lado de los envases no dudosos, para la realización de la foto de ese flujo (ambos montones irían en la misma foto, pero separados), posteriormente se juntaría para su pesado conjunto. De esta forma se podría ir acumulando conocimiento y experiencia para ir mejorando en el futuro el procedimiento de separación.

Se incluyen también los envases domésticos de este material que hayan contenido lubricantes u otros productos peligrosos.

- *Productos de limpieza (envase opaco con color).*
- *Macetas desechables.*

**PVC envase formato asimilable a doméstico:**

Material transparente.

Puede aparecer con cierta tonalidad azulada.

Puede encontrarse en otras tonalidades, como el PVC rojo que recubre las velas.

Al doblar el envase, se producen marcas blanquecinas que se mantienen al volver el envase a su forma primitiva.

Los envases se presentan atravesados por una línea similar a la mostrada:



Cuentan con rosca en el interior del cuello.

Se consideran envases asimilables a doméstico aquellos que tienen capacidad menor de 20 litros, salvo que presente características que los identifique como comercial/industrial, tales como productos o formatos específicos para consumo colectivo o uso industrial. En caso de encontrarse envases dudosos se recomienda que se separen en un montón al lado de los envases no dudosos, para la realización de la foto de ese flujo (ambos montones irían en la misma foto, pero separados), posteriormente se juntaría para su pesado conjunto. De esta forma se podría ir acumulando conocimiento y experiencia para ir mejorando en el futuro el procedimiento de separación.

Ejemplos:

- *Botellas de agua.*
- *Botellas de aceite.*
- *Blíster (excepto medicamentos)*

**FILM (excepto bolsas de un solo uso) formato asimilable a doméstico:**

Material ligero y flexible.

Puede ser: transparente, translúcido, opaco o coloreado.

Pueden estar constituidos por PEAD, LDPE, PVC, PP y PS o combinación de los mismos.

Usado para envolver un producto.

- *Envoltorios de diversos alimentos.*
- *Bolsas de alimentos congelados.*
- *Bolsas para una gran cantidad de productos desde bolígrafos, folios, etc, hasta electrodomésticos.*

Se clasifican en *FILM asimilable a doméstico* aquellos que se evidencie que son de carácter doméstico en general porque tengan algún elemento identificativo, como impresión (que identifique tipo de producto o formato con destino consumo doméstico), marca o etiqueta adherida con datos de producto, peso, etc (por ejemplo para las bolsas de sección) En este caso, el tamaño no es un elemento indicativo del origen doméstico o comercial/industrial, ya el material puede encontrarse troceado o partido y además existen algunos formatos similares para estos dos orígenes diferentes.

No se consideran envases de Film ni las bolsas de basura, ni el Film industrial y comercial.

Casos particulares de FILM que pueden ir asociados a formato asimilable a doméstico, son:

- Film extensible o estirable:

Es flexible y transparente

Compuesto de Polietileno de Baja Densidad.

Usado para recubrimiento de alimentos.

- Film retráctil o termocontraíble:

Es flexible y más o menos transparente.

Compuesto de PVC, Polipropileno, Polietileno o poliolefina.

El PVC y poliolefina se usa en embalajes de presentación.

El Polietileno es usado en embalajes de protección.

#### **FILM formato Comercial/Industrial:**

Material ligero y flexible.

Puede ser: transparente, translúcido, opaco o coloreado.

Pueden estar constituidos por PEAD, LDPE, PVC, PP y PS o combinación de los mismos.

Se clasifican en *FILM Comercial/Industrial* aquellos que se evidencie que son de carácter comercial o industrial en general porque se identifique a partir de impresiones, marcas o etiquetas que corresponde a un producto o formato para consumo colectivo o uso industrial.

En este caso, el tamaño no es un elemento indicativo del origen doméstico o comercial/industrial, ya el material puede encontrarse troceado o partido y además existen algunos formatos similares para estos dos orígenes diferentes. En caso de encontrarse envases dudosos se recomienda que se separen en un montón al lado de los envases no dudosos, para la realización de la foto de ese flujo (ambos montones irían en la misma foto, pero separados), posteriormente se juntaría para su pesado conjunto. De esta forma se podría ir acumulando conocimiento y experiencia para ir mejorando en el futuro el procedimiento de separación."

Casos particulares de FILM que pueden ir asociados a Comercial/Industrial, son:

- Film extensible o estirable:

Es flexible y transparente

Compuesto de Polietileno de Baja Densidad.

Usado para envolver palets.

Usado para recubrimiento de alimentos.

- Film retráctil o termocontraíble:

Es flexible y más o menos transparente.

Compuesto de PVC, Polipropileno, Polietileno o poliolefina.

El PVC y poliolefina se usa en embalajes de presentación.

El Polietileno es usado en embalajes de protección.

**FILM (bolsas de un solo uso):**

Se consideran las entregadas o adquiridas en los comercios para el transporte de la mercancía por el consumidor o usuario.

Se incluyen las bolsas de sección (con las que se entregan frutas, verduras, verduras o productos a granel en supermercados) o cualquier envoltorio que no acompañe al producto en el momento de su puesta en el mercado, si no que se incorpore al mismo en el momento de venta al por menor al consumidor final.

**PET envase formato Comercial/Industrial:**

Los envases presentan un punto de soldadura en el centro de su base y no incluyen ningún tipo de rosca en el interior del cuello. Su aspecto es brillante, superior al PEAD, y su forma de presentación puede ser transparente e incoloro, colorado u opaco.

Se consideran envases asociados a Comercial/Industrial aquellos que tienen capacidad mayor de 20 litros o que se evidencie que son de carácter comercial/industrial y presente algún elemento identificativo, impresión o etiqueta, por tratarse de productos o formatos específicos para uso- consumo colectivo o uso industrial

En caso de encontrarse envases dudosos se recomienda que se separen en un montón al lado de los envases no dudosos, para la realización de la foto de ese flujo (ambos montones irían en la misma foto, pero separados), posteriormente se juntaría para su pesado conjunto. De esta forma se podría ir acumulando conocimiento y experiencia para ir mejorando en el futuro el procedimiento de separación.

**PEAD Natural envase formato Comercial/Industrial:**

Los envases presentan terminación de rematado en línea recta que atraviesa por completo la base. Se observa rebaba de material a lo largo de la línea.

Cuentan con rosca en el interior del cuello.

Translúcidos sin coloración.

Se consideran envases asociados a Comercial/Industrial aquellos que tienen capacidad mayor de 20 litros. Si se encuentran envases con capacidad inferior, pero se evidencia que son de carácter comercial o industrial, deben clasificarse como *PEAD Natural Comercial/Industrial*.

**PEAD Color envase formato Comercial/Industrial:**

Los envases presentan terminación de rematado en línea recta que atraviesa por completo la base. Se observa rebaba de material a lo largo de la línea.

Cuentan con rosca en el interior del cuello.

Opacos con coloración.

Se consideran envases asociados a Comercial/Industrial aquellos que tienen capacidad mayor de 20 litros o que se evidencie que son de carácter comercial/industrial y presente algún elemento identificativo, impresión o etiqueta, por tratarse de productos o formatos específicos para uso- consumo colectivo o uso industrial

En caso de encontrarse envases dudosos se recomienda que se separen en un montón al lado de los envases no dudosos, para la realización de la foto de ese flujo (ambos montones irían en la misma foto, pero separados), posteriormente se juntaría para su pesado conjunto. De esta forma se podría ir acumulando conocimiento y experiencia para ir mejorando en el futuro el procedimiento de separación.

**Otros envases plásticos formato asimilable a doméstico:**

Otros envases de plástico domésticos que no tengan fracción propia (Poliestireno, Polipropileno, Poliuretano, etc.). Se pueden encontrar estos materiales en cualquier formato de envase que se haya descrito anteriormente.

Pueden ser envases para productos alimentarios o para otros usos:

- *Tarrinas*
- *Bandejas*
- *Botellas*
- *Envases de yogur*
- *Dosificadores detergentes*
- *Corcho blanco para protección de productos embalados.*

Se clasifican en Otros envases plásticos asimilables a domésticos aquellos que se evidencie que son de carácter doméstico, excluyendo aquellos que, independientemente de su tamaño, por el tipo de producto o formato sean de uso-consumo colectivo, en canal HORECA o en otros servicios, o de uso industrial. En caso de encontrarse envases dudosos se recomienda que se separen en un montón al lado de los envases no dudosos, para la realización de la foto de ese flujo (ambos montones irían en la misma foto, pero separados), posteriormente se juntaría para su pesado conjunto. De esta forma se podría ir acumulando conocimiento y experiencia para ir mejorando en el futuro el procedimiento de separación.

**Otros envases plásticos formato Comercial/Industrial:**

Otros envases de plástico formato comercial industrial que no tengan fracción propia (Poliestireno, Polipropileno, Poliuretano, etc.). Se pueden encontrar estos materiales en cualquier formato de envase que se haya descrito anteriormente.

Se presentan en diferentes formatos:

- *Cajas para alimentos*
- *Corcho blanco*
- *Envases monodosis de uso en servicios (peluquerías, establecimientos HORECA,..)*

Se clasifican en Otros envases plásticos asimilables a comercial- industrial, aquellos que se evidencie que son de carácter comercial/industrial y presente algún elemento identificativo, impresión o etiqueta, por tratarse de productos o formatos específicos para uso- consumo colectivo o uso industrial.

**Plástico no envase (excepto bolsa de basura):**

En esta categoría se incluyen todos los plásticos que no sean envases, ni domésticos ni de otro tipo.

Algunos ejemplos son: cintas de vídeo, cajas de CD, juguetes, barreños, etc.

En esta categoría no está incluido el film bolsa de basura ni el film Comercial/Industrial.

**Plástico no envase (bolsa de basura):**

Esta categoría hace referencia a las bolsas de basura.

**PLÁSTICO**

**PET envase formato asimilable a doméstico**



**PEAD Natural ENVASE FORMATO ASIMILABLE A DOMÉSTICO:**



Fuente de la imagen: Isoplast

**PEAD Color envase formato asimilable a doméstico:**



Fuente de la imagen: Ecoembes

Fuente de la imagen: Urola packaging

**PVC envase formato asimilable a doméstico:**



Fuente de la imagen: [www.plastic-bliester.es](http://www.plastic-bliester.es)

Fuente de la imagen: [www.soplatec.com](http://www.soplatec.com)

**FILM (excepto bolsas de un solo uso) formato asimilable a doméstico:**



**FILM formato  
Comercial/  
Industrial:**



**FILM (bolsas de un  
solo uso):**



**PET envase formato  
Comercial/  
Industrial:**



Fuente de la imagen: [interempresas.net](http://interempresas.net)

**PEAD Natural  
envase formato  
Comercial/  
Industrial:**



**PEAD Color envase  
formato Comercial/  
Industrial:**



**Otros envases  
plásticos formato  
asimilable a  
doméstico:**



**Otros envases  
plásticos formato  
Comercial/  
Industrial:**





Fuente de la imagen: poliex.es

**Plásticos no  
envases (excepto  
bolsa de basura):**



**Plástico no envases  
(bolsa de basura):**



Material	Vidrio
<b>Triángulo de Moebius</b>	
 	
<b>Tipologías</b>	
<p>Atendiendo a su formato se distingue entre:</p> <p><b><u>Vidrio envase blanco:</u></b>            Envases de vidrio blanco (Moebius 70)            Por envases de vidrio se consideran: botellas, tarros, frascos, etc.</p> <p><b><u>Vidrio envase color:</u></b>            Envases de vidrio de color (Moebius 71).            Por envases de vidrio se consideran: botellas, tarros, frascos, etc.</p> <p><b><u>Vidrio (No Envase):</u></b>            En esta categoría se incluyen las bombillas, trozos de cristal perteneciente a ventanas, trozos de cristal no identificables, cristales blindados, parabrisas, pantallas, lámparas de cristal, vajillas, vidrios opalinos, espejos, cristales opacos y de colores, vitrocerámicas, etc.</p> <p>Los tapones de los envases de vidrio serán separados de acuerdo con el material que corresponda. Por ejemplo: tapones de corcho dentro de la categoría de madera.</p>	

## VIDRIO

**Vidrio envase blanco**

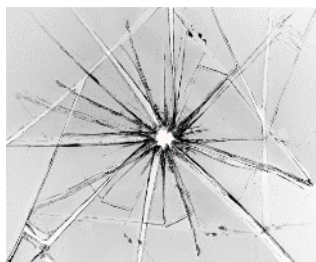


**Vidrio envase de color**




Fuente de la imagen: [www.juvasa.com](http://www.juvasa.com)

**Vidrio no envase**



Fuente de la imagen: [www.freepik.es](http://www.freepik.es)



Material	METALES
<b>Triángulo de Moebius</b>	
	
<b>Tipologías</b>	
Atendiendo a su formato se distingue entre:	
<p><b><u>Acero envase formato asimilable a doméstico</u></b></p>	
<p>En una caracterización todos los envases domésticos de material ACERO (incluyéndose los bimetálicos) deben englobarse en la fracción acero. Se incluyen las tapas de acero de los tarros de vidrio y chapas de botellas de vidrio constituidas por este material.</p>	
<p>Se consideran envases asimilables a doméstico aquellos envases con capacidad menor de 5 litros salvo que presente características que los identifique como comercial/industrial, tales como productos o formatos específicos para uso- consumo colectivo o uso industrial. En caso de encontrarse envases dudosos se recomienda que se separen en un montón al lado de los envases no dudosos, para la realización de la foto de ese flujo (ambos montones irían en la misma foto, pero separados), posteriormente se juntaría para su pesado conjunto. De esta forma se podría ir acumulando conocimiento y experiencia para ir mejorando en el futuro el procedimiento de separación.</p>	
<p><b><u>Acero envase formato Comercial/Industrial:</u></b></p>	
<p>Se consideran envases comerciales o industriales aquellos envases de acero con capacidad a partir de 5 litros. Si se encuentran envases con capacidad inferior, pero se evidencia que son de carácter comercial o industrial, deben clasificarse como <i>Acero Envase Comercial/Industrial</i>.</p>	
<p><b><u>Aluminio envase formato asimilable a doméstico</u></b></p>	
<p>Se trata de envases de aluminio (latas de bebidas, aerosoles, latas de conservas, etc.). El papel de aluminio, diseñado y destinado a ser llenado en el punto de venta, se clasifica en esta fracción.</p>	
<p>Se consideran envases asimilables a doméstico aquellos envases con capacidad menor de 5 litros salvo que presente características que los identifique como comercial/industrial, tales como productos o formatos específicos para uso- consumo colectivo o uso industrial. En caso de encontrarse envases dudosos se recomienda que se separen en un montón al lado de los envases no dudosos, para la realización de la foto de ese flujo (ambos montones irían en la misma foto, pero separados), posteriormente se juntaría para su pesado conjunto. De esta forma se podría ir acumulando conocimiento y experiencia para ir mejorando en el futuro el procedimiento de separación.</p>	
<p><b><u>Aluminio envase formato Comercial/Industrial:</u></b></p>	
<p>Se consideran envases comerciales o industriales aquellos envases de aluminio con capacidad a partir de 5 litros. Si se encuentran envases con capacidad inferior, pero se evidencia que son de carácter comercial o industrial, deben clasificarse como <i>Aluminio Envase Comercial/Industrial</i>.</p>	

**Metales férricos no envase:**

Se incluyen los elementos compuestos de acero y que no sean envase, ni doméstico ni Comercial/Industrial.

Algunos ejemplos de estos elementos son: tuberías, utensilios de cocina, tornillos, clavos, piezas, etc.

**Metales no férricos no envase:**

Se incluyen los elementos compuestos de aluminio y que no sean envase, ni doméstico ni Comercial/Industrial.

Algunos ejemplos de estos elementos son: utensilios de cocina, tuberías de cobre, piezas, etc.

**METALES**

**Acero envase formato asimilable a doméstico**



**Acero envase formato Comercial/ Industrial**



**Aluminio envase formato asimilable a doméstico**



Fuente de la imagen: [packaging.enfasis.com](http://packaging.enfasis.com)

**Aluminio envase formato Comercial/ Industrial**




Fuente de la imagen: [www.boixados.com](http://www.boixados.com)

**Metales férricos no  
envase**



**Metales no férricos no  
envase**



Material	Madera
<b>Triángulo de Moebius</b>	
	
<b>Tipologías</b>	
<p>Atendiendo a su formato se distingue entre:</p> <p><b><u>Madera envase formato asimilable a doméstico</u></b>            Envases de madera asimilable a doméstico pueden ser: cajas de madera fina, cajas de puros, vinos, quesos, palos de helado, tapones de corcho, etc.</p> <p><b><u>Madera envase formato Comercial/Industrial</u></b>            Como palets o madera gruesa.</p> <p><b><u>Madera no envase</u></b>            Dentro de esta clasificación se incluyen aquellos elementos compuestos de madera que no sean un envase ni doméstico ni comercial/industrial.            Algunos ejemplos corresponden con: tableros, perfiles de madera, trozos de madera, restos de mobiliario, etc.            Quedan excluidos aquellos elementos en los que la suma de sus tres dimensiones sea mayor de 1 metro. Estos casos serán considerados como Voluminosos.</p>	

## MADERA

**Madera envase  
formato  
asimilable a  
doméstico**





**Madera no  
envase**



Fuente de la imagen: [www.disevil.com](http://www.disevil.com)

**Madera envase  
formato  
Comercial/  
Industrial**



Material	Textil
<b>Triángulo de Moebius</b>	
 	
<b>Tipologías</b>	
<p>Atendiendo a su formato se distingue entre:</p> <p><b>Textil envase:</b> Asociados a esta categoría, en otros, se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Sacos de legumbres.</i></li> </ul> <p><b>Textil no envase:</b> Dentro de esta categoría se incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Ropa.</i></li> <li>• <i>Calzado</i></li> <li>• <i>Restos de textil: bolsos, cinturones, trapos, cortinas, toallas, bayetas, cuerdas y cordones, retales de ropa, etc.</i></li> </ul>	

## TEXTIL

### Textiles envase



### Textiles no envase



Material	Pilas
<b>Tipologías</b>	
A esta categoría pertenecen, entre otros, las pilas estándar, pilas de botón, acumuladores portátiles, etc.	

## PILAS Y ACUMULADORES

**Pilas y  
acumuladores**



Material	Otros residuos
<b>Tipologías</b>	
<p><b><u>Voluminosos</u></b> Se consideran como voluminosos aquellos en los que la suma de las tres dimensiones es superior a 1 metro. Se excluyen las fracciones de recogida selectiva y específica. Algunos ejemplos pueden ser: materiales de mobiliario (sillas, mesas, etc.), restos de obras (mampostería, tuberías, etc.), automoción (ruedas, asientos, parachoques, etc.), colchones, etc.</p> <p><b><u>Restos de obras menores</u></b> Corresponden a los restos de obras que no superen los 60 kg. Se incluyen: ladrillos, yeso, baldosas, azulejos, etc.</p> <p><b><u>Tierras y escombros</u></b> Los escombros son los restos que quedan de las obras de construcción.</p> <p><b><u>Cerámicos</u></b> Se refiere a utensilios de menaje del hogar de cerámica, talas como vasos, platos, tazas, macetas, etc.</p> <p><b><u>Cantidad de producto en envase (sólido)</u></b> Se trata de los restos de producto sólidos (restos de comida) que permanecen en el envase una vez finalizada su utilización y procedido a su eliminación.</p> <p><b><u>Cantidad de producto en envase (líquido)</u></b> Se trata de los restos de producto líquidos (leche, zumo, etc.) que permanecen en el envase una vez finalizada su utilización y procedido a su eliminación.</p> <p><b><u>Baterías de vehículos</u></b> Las baterías de vehículos se clasifican de manera independiente a las pilas y acumuladores.</p> <p><b><u>Aceites</u></b> Los aceites usados se definen como todos los aceites minerales o sintéticos industrial o de lubricación que han dejado de ser aptos para su uso previsto. Ejemplos de estos elementos serían: aceites usados de motores de combustión, aceites de cajas de cambios, lubricantes, aceites de turbinas y aceites hidráulicos. Se incluyen también los aceites domésticos.</p> <p><b><u>Productos químicos: barnices, pinturas, colas, disolventes, etc.</u></b> Se incluyen: Barnices, pinturas, colas, disolventes, etc.</p> <p><b><u>Medicamentos</u></b> En esta categoría se incluyen los propios medicamentos y los envases que los contienen. Los envases de complementos nutricionales y nutrición líquida se consideran envases domésticos.</p> <p><b><u>Otros (materiales no incluidos en ninguna de las categorías anteriores)</u></b> Se trata de materiales no incluidos en ninguna de las categorías anteriores.</p>	

Algunos de los más significativos serían: residuos sanitarios y hospitalarios, fitosanitarios, multilaterales (paraguas, regona, etc.)

**Material inclasificable**

Corresponde con aquella parte de la submuestra de "finos" que por su tamaño no se puede asignar a ninguna fracción en concreto o no se puede separar manualmente dada su granulometría, aglomeración, grado de humedad, etc.

**OTROS RESIDUOS**

**Voluminosos**



**Tierras y escombros**



Fuente: [www.residuoprofesional.com](http://www.residuoprofesional.com)

**Cerámicos**



**Baterías de vehículos**



Fuente de la imagen: [www.ecologíaverde.com](http://www.ecologíaverde.com)

**Aceites**



**Medicamentos**



Fuente de la imagen: [www.residuos peligrosos10d.blogspot.com](http://www.residuos peligrosos10d.blogspot.com)

Fuente de la imagen: [www.elnacional.com](http://www.elnacional.com)

**Material inclasificable**



**Otros (materiales no incluidos en ninguna de las categorías anteriores)**



Fuente de la imagen: [www.miteco.gob.es](http://www.miteco.gob.es)



Fuente de la imagen: [www.elcorteingles.es](http://www.elcorteingles.es)



Material	RAEE
<b>Tipologías</b>	
<p>Dentro de la categoría de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos se incluyen los residuos de los aparatos eléctricos y electrónicos, sus materiales, componentes, consumibles y subconjuntos.</p> <p>El Real Decreto 110/2015, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, distingue 7 categorías:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> <p>• <b><u>Categoría 1. Aparato de intercambio de temperatura:</u></b>            Frigoríficos, congeladores, aparatos que suministren automáticamente productos fríos, aparatos de aire acondicionado, equipos deshumectadores, bombas de calor, radiadores de aceite y otros aparatos de intercambio de temperatura que utilicen fluidos diferentes del agua.            A excepción de aparatos eléctricos de intercambio de temperatura CFC, HCFC, HFC, HC y NH<sub>3</sub>; aparatos eléctricos de aire acondicionado; aparatos eléctricos con aceite en circuitos o condensadores.</p> </li> <li> <p>• <b><u>Categoría 2. Monitores, pantallas y aparatos con pantallas de superficie superior a 100 cm<sup>2</sup>:</u></b>            Pantallas, televisores, marcos digitales con tecnología LCD, monitores, ordenadores portátiles y notebook.</p> </li> <li> <p>• <b><u>Categoría 3. Lámparas:</u></b>            Lámparas fluorescentes y fluorescentes compactas, lámparas de descarga y lámparas de LED.</p> </li> <li> <p>• <b><u>Categoría 4. Grandes aparatos (con dimensión exterior superior a 50 cm):</u></b>            Lavadoras, secadoras, lavavajillas, cocinas, cocinas y hornos eléctricos, hornillos, placas de calor eléctricas, aparatos de música (excepto órganos de tubo de iglesias), máquinas de tejer, grandes equipos de ofimática, etc.</p> </li> <li> <p>• <b><u>Categoría 5. Pequeños aparatos (sin una dimensión exterior superior a 50 cm):</u></b>            Aspiradoras, limpia moquetas, máquinas de coser, luminarias, hornos microondas, aparatos de ventilación, planchas, tostadoras, cuchillos eléctricos, hervidores eléctricos, relojes, maquinillas de afeitar eléctricas, básculas, calculadoras, etc.</p> </li> <li> <p>• <b><u>Categoría 6. Equipos de informática y telecomunicaciones pequeños (sin una dimensión exterior superior a 50 cm):</u></b>            Teléfonos móviles, GPS, calculadoras de bolsillo, ordenadores personales, impresoras, teléfonos.</p> </li> <li> <p>• <b><u>Categoría 7. Paneles fotovoltaicos grandes (con dimensión exterior superior a 50 cm):</u></b>            Paneles con silicio.            Paneles con telurio de cadmio.</p> </li> </ul>	

---

**RAEE**

**RAEE**



Fuente de la imagen: [www.amazon.es](http://www.amazon.es)



Fuente de la imagen: [gestoresderesiduos.org](http://gestoresderesiduos.org)

---

## **ANEXO V. PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD/SUCIEDAD ADHERIDA Y VOLÁTILES.**

En el presente anexo se indica el procedimiento para la determinación de humedad/suciedad adherida y de compuestos volátiles en las fracciones de residuos, desde la toma de muestras hasta el procedimiento de obtención de resultados en laboratorio.

### **Toma de muestras**

El procedimiento de toma de muestras de residuos para la realización de pruebas complementarias en laboratorio, se realiza mediante la toma de 1 kg aproximadamente de cada materia objeto de estudio o bien, si se decidiera así, de una muestra completa no dividida por materiales. Esta última opción no es aconsejable en fracciones de residuos con una gran variabilidad en cuanto a composición, como la fracción resto o fracción seca.

Así, por ejemplo, en la caracterización de la fracción envases se podría coger una muestra de un 1 kg de dicha fracción previa a la caracterización de la misma y por tanto sin separación por materiales, o bien tomar las muestras una vez separados los distintos materiales, tomando por ejemplo 1 kg de envases de PET, 1 kg de envases de PEAD, 1 kg de envases brick, 1 kg de envases de papel/cartón, etc.

No obstante, se recomienda consensuar con el laboratorio que realice los análisis, previo a la toma de muestras, las necesidades específicas de tipo de material y cantidad a recoger, de forma que se adecue el tamaño y número de muestras a los análisis a realizar.

La toma aleatoria de muestra se realizará por cuarteo hasta llegar a 1 kg, salvo que el laboratorio recomiende otra cantidad.

Con el fin de asegurar la correcta conservación, así como la trazabilidad, de las muestras tomadas, éstas se deben meter en bolsas de plástico de cierre hermético, cerradas de forma que queden lo más estancas posible para su traslado a laboratorio. Cada bolsa se identificará al menos con el residuo a analizar, fecha, hora, origen y peso bruto en origen.

Una vez recibidas las muestras en laboratorio, se volverá a realizar una pesada de las mismas, obteniendo un segundo peso bruto. Se invalidarán las muestras en las que el segundo pesaje sea mayor al primero, así como aquellas en que la pérdida de peso sea significativa ( $P_2 < 0,95P_1$ ).

### **Determinación de humedad/suciedad adherida**

La determinación de humedad se realiza principalmente en las fracciones de Papel/Cartón, plásticos, metales y textiles, debiendo tenerse en cuenta que hay una amplia variabilidad en los datos obtenidos asociada al tipo de material analizado. Así el plástico film de bolsas y las celulosas son residuos que presentan mayor cantidad de humedad/suciedad de acuerdo a los estudios de caracterización consultados, alcanzando el 65,7 % y 63,05% respectivamente, siendo los residuos con menor contenido los metales, concretamente el acero, con un valor máximo de 28,6 %.

Para la determinación de humedad en laboratorio existen ciertas Normas UNE que se basan en la determinación del porcentaje de humedad/suciedad mediante el secado de los residuos en estufa, a una temperatura de 105°, si bien la experiencia de este tipo de análisis en residuos domésticos muestra que hay materiales que a dicha temperatura se ven afectados, a excepción del Papel/Cartón.

En base a esta experiencia se indica en el presente apartado un procedimiento para la determinación de humedad/suciedad, en el cual se adapta la temperatura de secado al material de la muestra analizada. En el caso particular de Papel/Cartón, la determinación de humedad /suciedad se puede realizar según la norma UNE-EN ISO 287:2018.

**Procedimiento determinación humedad/suciedad** (excepto Papel/cartón)

Se recomienda la utilización del siguiente procedimiento para la determinación de humedad y/o suciedad adherida a los residuos, en el cual se utiliza una temperatura y tiempo de residencia en estufa específicos para cada material, de acuerdo a sus características, siendo los principales los indicados a continuación:

Material	PET	PEAD	FILM	PM	ACERO	ALUMINIO	CBA
Temperatura Fusión (°C)	260	135	N.A.	130	1.535	660	130
Temperatura (°C)	90	90	50	90	100	100	90
Tiempo de Residencia (min)	210	210	120	210	120	120	120

Este procedimiento determina la humedad y/o suciedad adherida a los residuos, mediante la diferencia en porcentaje entre el peso neto (limpio y seco) y el peso bruto (tal y como se selecciona tras su recogida, con residuo adherido y humedad).

La determinación comienza con el acondicionamiento de las muestras a analizar, sometiendo a las mismas a una limpieza total en superficie, tanto interna como externa, pudiendo realizarse el troceado de las muestras en caso de ser necesario para garantizar la máxima limpieza de los productos contenidos en los envases analizados. La limpieza se realiza siguiendo las siguientes etapas:

- Se comienza con un lavado con agua a presión durante un periodo de 3-4 minutos.
- A continuación, se introducirá las muestras en un baño de agua al que se le ha adicionado un desengrasante previamente. Se realizará una homogeneización manual y se mantendrá 5 minutos en este medio.
- Posteriormente se realizará una limpieza total de la superficie de las muestras por métodos mecánicos.
- Las muestras serán sometidas a un aclarado en agua durante 5 minutos, tras el cual se dejará secar al aire y sobre un medio absorbente durante 10 min.
- Las muestras serán sometidas a un segundo aclarado en agua desionizada durante 5 minutos, tras el cual se dejarán secar al aire y sobre un medio absorbente durante 10 min.

En el caso del material Film, dadas las características del mismo, se debe realizar un tratamiento de secado especial, con un secado primario de manera manual con un absorbente adecuado y otro secado secundario de manera automática.

Una vez realizada la limpieza de las muestras, estas son secadas en una estufa a una temperatura y durante un tiempo específico para cada material a analizar, siendo:

MATERIAL	TEMPERATURA MÁXIMA
Papel impreso	105° C (Se realiza mediante el procedimiento indicado en la norma UNE-EN ISO 287:2018)
Papel/cartón doméstico	
Papel/cartón comercial	
Celulosa	
PET	90° C
PEAD	90° C
FILM (incluidos todos los tipos de film, como bolsa de basura)	50° C
PVC+ Resto plásticos	90° C
Acero	100° C
Aluminio	100° C
CBA (Cartón bebidas y alimentos)	100° C
Textil	90 - 100° C
Plástico no envase	90° C
Plástico envase comercial/industrial	90° C
Film comercial/industrial	50° C

Finalmente, las muestras son pesadas con el fin de comparar el peso neto con el peso bruto de cada muestra.

La fórmula empleada para el cálculo es la siguiente:

$$\%SH = 100 - \left( \frac{P_n \cdot 100}{P_b} \right)$$

Donde

%SH: porcentaje de suciedad-humedad;

P<sub>n</sub>: peso neto de la muestra, obtenido tras el secado en estufa;

P<sub>b</sub>: peso bruto de la muestra, previo a realizar la valoración.

### Norma UNE-EN ISO 287:2018

Se toma como referencia para la determinación del contenido en humedad/suciedad de la fracción de residuos Papel/Cartón, teniendo en cuenta que el proceso tal cual se describe en la norma no es recomendable en muestras que no procedan de la recogida selectiva, condicionando el estado del mismo la preparación de las muestras. Además, se debería tener en cuenta que el contacto con otros residuos aportaría sustancias distintas al agua que pueden interferir en los resultados.

Este método realiza el secado en estufa, no obstante, el proceso tiene como particularidad la preparación previa de las muestras, las cuales se trocean y se introducen en la estufa en probetas.

El secado se realiza en estufa a  $105 \pm 2^{\circ} \text{C}$ , con un proceso de pesada y secado hasta que se alcance la masa constante.

El cálculo del % de humedad/suciedad a partir de este método se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$Hm = \frac{(Mh - Ms) \cdot 100}{Mh}$$

Donde

Hm: humedad/suciedad del papel y cartón en tanto por ciento

M<sub>h</sub>: masa de la muestra antes de secar, expresada en gramos (g);

M<sub>s</sub>: es la masa de la muestra secada, expresada en gramos (g).

*El cálculo del porcentaje de humedad se aplica a toda la fracción de esa naturaleza caracterizada y se resta del peso bruto total, obteniéndose así el peso neto de cada fracción.*

## **Determinación de volátiles**

La determinación de volátiles es una de las pruebas en laboratorio menos utilizadas en las caracterizaciones de residuos, si bien este análisis es de enorme utilidad en la determinación físico-química de la fracción "material inclasificable", permitiendo conocer la composición de esta fracción y realizar una corrección de los resultados obtenidos en los procesos de caracterización.

El análisis de volátiles se realiza de acuerdo a la Norma EN UNE-15402:2011. En el caso de realizar este análisis se deberá tener en cuenta que la toma y preparación de muestras se realizará de acuerdo a las Normas UNE-EN 15442 y UNE-EN 15443. Asimismo, se deberá realizar la determinación del contenido de humedad conforme a la Norma UNE-EN 15414-3 con el fin de realizar la corrección del contenido de humedad en la determinación de la materia volátil.

### **Norma UNE-EN 15402:2011**

El método se basa en la Norma EN 15148, así como en la Norma ISO 562:2010<sup>1</sup>. En él, la materia volátil se determina como la pérdida de masa, menos la debida a la humedad, cuando el combustible sólido recuperado se calienta fuera del contacto con el aire bajo condiciones normalizadas.

<sup>1</sup> Norma UNE-EN 15148:2011. Biocombustibles sólidos. Determinación del contenido en materias volátiles. ISO 562:2010. Hard coal and coke – Determination of volatile matter.

El proceso se realiza en horno de alta temperatura o mufla, asegurando un estricto control de temperatura y condiciones anóxicas. Este equipo debe calentarse mediante electricidad y ser capaz de mantener una zona a una temperatura uniforme de  $900^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ .

Durante el proceso se determina también el contenido de humedad de la muestra, con el fin de efectuar la corrección del dato de materia volátil. La materia mineral relacionada con la muestra también puede perder masa en las condiciones de ensayo, la magnitud de la pérdida depende tanto de la naturaleza como de la cantidad de los minerales presentes.

Para la determinación de los pesos se debe utilizar una balanza con una sensibilidad de 0,1 mg.

Se debe separar una porción de ensayo de la muestra de análisis general para la determinación del contenido de humedad, al mismo tiempo que la determinación de la materia volátil. El contenido de humedad se debe determinar de conformidad con la Norma EN 15414-3.

Para la determinación de la materia volátil se debe someter la muestra a una temperatura de  $900^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$  durante unos 7 minutos, dejando enfriar a temperatura ambiente. Una vez frío se pesa en una báscula con una precisión de 0,1 mg.

El contenido de materia volátil de la muestra se expresa como porcentaje de masa, realizándose el cálculo de la siguiente manera:

$$V = \frac{100(m_2 - m_3)}{(m_2 - m_1)} - M$$

Donde

V: contenido de materia volátil;

$m_1$ : es la masa, en gramos, del crisol<sup>2</sup> vacío y su tapa;

$m_2$ : es la masa, en gramos, del crisol, su tapa y la porción de ensayo, antes del calentamiento;

$m_3$ : es la masa, en gramos, del crisol, su tapa y la porción de ensayo, tras el calentamiento;

M: es la fracción másico de humedad, en la muestra para análisis general en %.

*El cálculo de porcentaje de volátiles de la muestra caracterizada se calcula extrapolando los datos obtenidos a la fracción de inclasificables. Para ello, se considera que la mayor parte de los volátiles se corresponde con materia orgánica, por lo que se suma a dicha fracción.*

<sup>2</sup> Recipiente cerámico utilizado en laboratorio para los análisis gravimétricos que necesitan altas temperaturas.

## Ejemplo de aplicación

La determinación en laboratorio de parámetros como la humedad/suciedad y sólidos volátiles, complementa las caracterizaciones de residuos, permitiendo realizar correcciones a los datos obtenidos mediante la clasificación y pesaje.

Con el fin de facilitar la comprensión en su aplicación, a continuación se describe a modo de ejemplo la aplicación de estas determinaciones complementarias.

Consideramos, como ejemplo, que se parte de una caracterización de residuos de fracción resto, en la que se han obtenido los siguientes resultados de composición (debe observarse que se ha considerado una muestra de 100 kg para hacer más gráfico el ejemplo, pero como se indica en otros epígrafes de la Guía, lo más habitual es caracterizar 250 kg o el contenedor completo, en el caso de caracterizaciones de esta tipología):

Material	Masa bruta (kg)
PET	4,80
Film (excepto bolsas de un solo uso)	4,30
Acero envase	2,60
Textil	22,10
Materia orgánica	50,80
Inclasificable	15,40
<b>Total muestra</b>	<b>100,00</b>

Dados los materiales resultantes se decide realizar el análisis de humedad/suciedad de acuerdo al procedimiento indicado anteriormente. Además, dado el porcentaje obtenido de materia inclasificable, se realiza también el análisis de sólidos volátiles, con el objeto de poder determinar el porcentaje de este correspondiente con materia orgánica.

Los resultados obtenidos por el laboratorio sobre los parámetros de humedad/suciedad y sólidos volátiles se muestran en la siguiente tabla:

Material	Humedad/suciedad (%)	Sólidos volátiles (%)
PET	27,5	-
Film (excepto bolsas de un solo uso)	50,0	-
Acero envase	15,5	-
Textil	24,0	-
Inclasificable	-	31,0

Para el cálculo de las masas relativas a la humedad/suciedad y sólidos volátiles se utilizan las siguientes fórmulas:

$$\text{Masa de humedad/suciedad (kg)} = \text{masa del material (kg)} * \text{Humedad/suciedad del material (\%)}$$

$$\text{Masa de sólidos volátiles (kg)} = \text{masa del material (kg)} * \text{Sólidos volátiles del material (\%)}$$



A continuación se indican los resultados obtenidos, según las formulas anteriores y los resultados del laboratorio, por cada uno de los materiales:

Material	Humedad/suciedad		Sólidos volátiles	
	(%)	(kg)	(%)	(kg)
PET	27,5	1,32	-	-
Film (excepto bolsas de un solo uso)	50,0	2,15	-	-
Acero envase	15,5	0,17	-	-
Textil	24,0	5,30	-	-
Inclasificable	-	-	31,0	4,77

La masa indicada anteriormente, atribuida a los sólidos volátiles, se añadirá a la materia orgánica. Por tanto, el cálculo del peso neto de la materia orgánica corresponderá con el sumatorio del peso bruto de la misma junto a los pesos de sólidos volátiles, tal y como se indica en la siguiente tabla:

Material	Masa (kg)
Materia orgánica	50,80
Sólidos volátiles Inclasificables	4,77
<b>Total Materia orgánica</b>	<b>55,57</b>

La masa neta de cada material corresponde con la masa bruta menos la masa correspondiente a la humedad/suciedad y los sólidos volátiles. En la tabla se muestran los pesos netos de cada material:

Material	Masa bruta (kg)	Masa agua (kg)	Masa sólidos volátiles (kg)	Masa neta (kg)
PET	4,80	1,32	-	3,48
Film (excepto bolsas de un solo uso)	4,30	2,15	-	2,15
Acero envase	2,60	0,17	-	2,43
Textil	22,10	5,30	-	16,80
Inclasificable	15,40	-	4,77	10,63
Materia orgánica	50,80	-	4,77*	55,57
<b>Total muestra</b>	<b>100,0</b>			<b>91,06</b>

\*Masa neta Materia orgánica: Masa bruta materia orgánica + Masa solidos volátiles

Como resultado final se muestra una tabla con los porcentajes que representa cada uno de ellos en bruto y neto.

Material	Generación bruta		Generación neta	
	(kg)	(%)	(kg)	(%)
PET	4,80	4,80%	3,48	3,48%
Film (excepto bolsas de un solo uso)	4,30	4,30%	2,15	2,15%
Acero envase	2,60	2,60%	2,43	2,43%
Textiles	22,10	22,10%	16,80	16,80%
Material inclasificable	15,40	15,40%	10,63	10,63%
Materia orgánica	50,80	50,80%	55,57	55,57%
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00%</b>	<b>91,06</b>	<b>85,68%</b>
<b>Humedad/suciedad</b>	-		<b>8,94</b>	<b>8,94%</b>

## ANEXO VI. RECOMENDACIONES PARA EVITAR SESGOS Y CUESTIONES A TENER EN CUENTA EN LA INTERPRETACION DE RESULTADOS

Se exponen a continuación, como complemento a lo indicado en el documento principal de la Guía, algunas recomendaciones a tener en cuenta en los resultados de los estudios de composición. Cabe indicar que la mayor parte de los sesgos y cuestiones a tener en cuenta tienen su origen en las decisiones que se adoptan en las fases de selección de las rutas de recogida de las que se van a tomar las muestras a caracterizar o bien en los criterios definidos durante los trabajos de caracterización. En ambos casos, se recomienda tener en cuenta las consideraciones que se proponen tanto en el documento principal de esta Guía, como en sus Anexos (en concreto, el del Procedimiento de Muestreo y en la Guía de Diferenciación de Materiales en una caracterización). Como complemento a ellos, se presenta a continuación una síntesis de las situaciones más habituales, así como algunas pautas a seguir para obtener los mejores resultados posibles en el Estudio de Composición; en la Guía se exponen también estas cuestiones en el epígrafe correspondiente:

DESCRIPCION	RECOMENDACION
<b><u>En relación con la selección de la ruta de recogida de la que han de tomarse las muestras a caracterizar</u></b>	
<p><b>Falta de segregación de los flujos</b> en las rutas seleccionadas para caracterizar por considerarse representativas .Esto es debido a que engloban, dentro de la fracción "resto", residuos municipales como voluminosos, residuos de limpieza viaria, parques y jardines, limpieza de playas, restos de obras menores, residuos generados por la actividad económica como mercados, centros comerciales, hoteles y restaurantes, polígonos industriales, etc.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratar de seleccionar rutas de recogida que, sin perder representatividad, no presenten agregación de flujos que pueden dar lugar a interpretaciones incorrectas de los resultados.</li> <li>• Caso de no haber opción de seleccionar otra ruta, tratar de disponer de información acerca de los flujos agregados que no son objeto de estudio, para tenerlo en cuenta en la interpretación de los resultados y poder así estimar el sesgo que se puede producir.</li> </ul>
<p><b>Selección, tras la segmentación, de municipios considerados representativos, detectándose posteriormente que su recogida no es separada, sino conjunta con otros municipios</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratar de seleccionar municipios cuya recogida es separada o, al menos, que se pueda disponer de datos de pesada específicos, para poder particularizar el trabajo de caracterización del municipio de estudio y tener resultados representativos y extrapolables.</li> <li>• En la planificación de los trabajos de caracterización, valorar la modificación del recorrido de la ruta, desviando el camión de forma que realice la recogida en el área/municipio seleccionado, vaya a la planta a descargar y después continúe con la ruta por el resto de áreas o municipios. Esta es la opción más adecuada, pues permitiría disponer de datos específicos del municipio de estudio</li> </ul>
<p><b>Seleccionar, tras la segmentación, de municipios considerados representativos, que no descargan en plantas de selección</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratar de elegir rutas o municipios que descarguen directamente en planta de selección, evitando así la necesidad de modificación del servicio de recogida rutinario, el incremento de los costes, y la ealización de caracterizaciones en sitios no acondicionados para ello (falta de medios técnicos en la mayoría de los casos).</li> </ul>

DESCRIPCION	RECOMENDACION
<p><b><u>En relación con cuestiones del proceso de caracterización que afectan a la extrapolación posterior de resultados para calcular la composición</u></b></p>	
<p><b>Diferenciación de envases domésticos y comerciales</b> (se debe sobre todo a similitud de formatos, pérdida de información de segregación, falta de etiquetas por elementos fragmentados)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando no se disponga de criterio claro, , contrastar con otras fuentes de información sectoriales que permitan valorar la las decisiones tomadas en los resultados.</li> </ul>
	<p>Algunos ejemplos:</p> <p><b><u>Envases de plástico y metálicos</u></b></p>
	
	
	
	
	

DESCRIPCION	RECOMENDACION
<p><b>Dificultad de diferenciar completamente flujos de envases y de no envases</b> (afecta, sobre todo, a plásticos como bolsas de congelación, film y aluminio de protección de alimentos, recipientes para horneado o conservación de alimentos, vasos y platos de plástico).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando se dé esta circunstancia, considerar en los resultados obtenidos que algunos materiales pueden estar sobredimensionados.</li> </ul>
	<p>Algunos ejemplos: <b><u>Elementos de protección de alimentos y bolsas</u></b></p>
	
	
	<p><b><u>Vasos y platos</u></b></p>
	
<p><b><u>Papel de Aluminio de uso doméstico</u></b></p>	
	
	

DESCRIPCION	RECOMENDACION
<p><b>Presencia de residuos formados por residuos multimateriales.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando se detecta presencia de residuos compuestos por varios materiales, es frecuente que no se pueda separar por fracciones y que todo el peso se asigne al material de mayor presencia. Es necesario tener esto en cuenta en el análisis de los resultados para indicar que puede haber variaciones en los resultados obtenidos para algunas fracciones.</li> </ul>
<p><b>Presencia de envases con contenido de producto líquido o sólido.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando se dé esta situación, se recomienda separar estos envases y recoger esta información en la Ficha de Caracterización.</li> </ul>
<p><b>Imposibilidad de desagregar la fracción finos formada por material no identificable por su pequeño tamaño.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pueden darse situaciones en que la fracción finos (en la que suele haber presencia mayoritaria de arenas y restos orgánicos), no se pueda desagregar completamente, por lo que no pueden computarse como materia orgánica en su totalidad. En estos casos se recomienda realizar análisis de volátiles o, en su defecto contrastar con otros estudios.</li> </ul>

## ANEXO VII. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

### Documentación aportada por el Grupo de Trabajo:

- Estudio de composición de la fracción resto de origen domiciliario en Gipuzkoa. Diputación Foral de Gipuzkoa. 2018.
- Estudio de composición y generación de la fracción resto en las Islas Canarias. Gobierno de Canarias. 2018.
- Procedimiento para el estudio de caracterización de los residuos domésticos en la Comarca de Pamplona. Mancomunidad de la Comarca de Pamplona y Servicios de la Comarca de Pamplona, S.A. 2018.
- The composition of household waste at the kerbside in 2014-15. Phil Williams. ZERO WASTE Scotland. 2017.
- Estudio sobre la generación y composición de los residuos domésticos en la Comunidad Autónoma de Galicia. Applus Norcontrol. 2016.
- Estudio de generación y composición de residuos domésticos en la Comunidad de Madrid. Eurocontrol. 2016.
- Estudio sobre la situación actual de la gestión de los residuos domésticos en España y propuestas para alcanzar los objetivos de reciclado 2020 recogidos en la Directiva 2008/98/CE. Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP). 2015.
- CARADEME. Guide pour la réalisation de campagnes de caractérisation des déchets ménagers. ADEME (Agence De l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie). 2014.
- Estudi de la composició dels residus municipals a Catalunya. Generalitat de Catalunya, Departament de Territori i Sostenibilitat. Agència de Residus de Catalunya. 2014
- Estudio de composición de los residuos de la fracción resto en Canarias. Gobierno de Canarias. 2014
- Actualisation du guide de mise en oeuvre d'une campagne locale de caractérisation des déchets ménagers et assimilés. ADEME (Agence De l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie). 2013.
- Plan piloto de caracterización de residuos urbanos de origen domiciliario. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2012.

### Documentación relacionada con el objeto de los trabajos obtenida de diversas fuentes:

- Informe de caracterización macroscópica de bioresiduos. Usurbil. GIPUZKOAKO HONDAKINEN KUDEAKETA S.A.U. 2019.
- Diagnóstico sobre despilfarro alimentario y necesidades de los colectivos desfavorecidos de Gipuzkoa. Diputación Foral de Gipuzkoa. 2017.

- Caracterización des Déchets Ménagers et Assimilés. SMITOMGA. 2016.
- Municipal solid waste composition: Sampling methodology, statistical analyses, and case study evaluation. Waste Management. Edjabou, V. M. E., Jensen, M. B., Götze, R., Pivnenko, K., Petersen, C., Scheutz, C., & Astrup, T. F. (2015).
- Guía técnica. La gestión de residuos municipales. Fundación Conde del Valle de Salazar, E.T.S.I. de Montes (Universidad Politécnica de Madrid). Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP). (2015).
- Guidance on the Methodology for Waste Composition Analysis For local authorities commissioning waste composition analysis of municipal waste. Report. Parfitt, J, Griffiths, P & Reid, Tim. Zero Waste Scotland, 2015.
- Estudio de composición y caracterización de los residuos sólidos urbanos de la Comunidad Autónoma de Canarias. Gobierno de Canarias. 2010.
- Metodologias para a quantificação e caracterização física dos resíduos sólidos urbanos. Universidade Nova de Lisboa. 2005.
- Programme for Municipal Waste Characterisation Surveys. Final Report. Environmental Protection Agency, Ireland. 2005.
- Methodology for de Analysis of Solid Waste (SWA-Tool). User Version. European Commission. 2004.
- Estudio de composición y caracterización de las basuras urbanas en la Comunidad Autónoma de Canarias. Memoria General. Gobierno de Canarias. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente. 2001.
- Municipal Waste Characterisation; Wexford, Ireland. Environmental Protection Agency, Ireland. 1996.

### Normas y otra documentación:

- Norma UNE-EN 14346:2007. Caracterización de residuos. Cálculo de la materia seca por determinación del residuo seco o contenido en agua.
- Norma UNE-EN 14899:2007. Caracterización de residuos. Toma de muestras de residuos. Esquema para la preparación y aplicación de un plan de muestreo.
- Norma UNE-EN 15402:2011. Combustibles sólidos recuperados. Determinación del contenido de materia volátil.
- Norma UNE-EN 15414-3:2011. Combustibles sólidos recuperados. Determinación del contenido en humedad por el método de secado en estufa. Parte 3: Humedad de la muestra para análisis general.
- Norma UNE-EN 15442:2012. Combustibles sólidos recuperados. Métodos de muestreo.
- Norma UNE-EN 15443:2011. Combustibles sólidos recuperados. Métodos para la preparación de la muestra de laboratorio.



- Norma UNE-EN 20287:1996. Papel y cartón. Determinación del contenido de humedad. Método de secado en estufa (ISO 287:1985)
- Norma UNE-CEN/TR 15310-1 IN:2008. Caracterización de residuos. Muestro de residuos. Parte 1: Orientación en la selección y aplicación de los criterios de muestreo bajo diversas condiciones.
- Norma UNE-CEN/TR 15310-2 IN:2008. Caracterización de residuos. Muestro de residuos. Parte 2: Orientación en técnicas de muestreo.
- Norma UNE-CEN/TR 15310-3 IN:2008. Caracterización de residuos. Muestro de residuos. Parte 3: Orientación en los procedimientos de submuestreo en campo.
- Norma UNE-CEN/TR 15310-4 IN:2008. Caracterización de residuos. Muestro de residuos. Parte 4: Orientación en los procedimientos para embalar, almacenar, conservar, transportar y entregar muestras.
- Norme AFNOR NF X30-408 Décembre 2003. Déchets ménagers et assimilés-Méthode de caractérisation-Analyse sur produit brut.
- ASTM Method D5231-92. Standard test method for determination of the composition of unprocessed municipal solid waste. American Society for Testing and Materials.
- Protocol de caracterització de la FORM (Facció Orgànica procedent de la recollida selectiva dels Residus Municipals) procedent de la recollida selectiva dels residus municipals. Agència de Residus de Catalunya.

### Legislación europea:

- DECISIÓN DELEGADA (UE) 2019/1597 DE LA COMISIÓN de 3 de mayo de 2019 por la que se complementa la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que concierne a una metodología común y a los requisitos mínimos de calidad para la medición uniforme de los residuos alimentarios.
- DECISIÓN DE EJECUCIÓN (UE) 2019/1004 DE LA COMISIÓN de 7 de junio de 2019 por la que se establecen normas relativas al cálculo, la verificación y la comunicación de datos sobre residuos de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo y por la que se deroga la Decisión de Ejecución C(2012) 2384 de la Comisión.
- DIRECTIVA (UE) 2018/851 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos.
- DIRECTIVA (UE) 2018/849, de 30 de mayo de 2018 por la que se modifican la Directiva 2000/53/CE relativa a los vehículos al final de su vida útil, la Directiva 2006/66/CE relativa a las pilas y acumuladores y a los residuos de pilas y acumuladores y la Directiva 2012/19/UE sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- DIRECTIVA (UE) 2018/852, de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva 94/62/CE relativa a los envases y residuos de envases.
- DIRECTIVA 2018/850, de 30 de mayo de 2018, por la que se modifica la Directiva 1999/31/CE relativa al vertido de residuos.

- DECISIÓN DE LA COMISIÓN de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- DIRECTIVA 2012/19/UE, de 4 de julio, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).
- DIRECTIVA 2008/98, de 19 de noviembre, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas directivas.
- DIRECTIVA 2006/66/CE relativa a las pilas y acumuladores y a los residuos de pilas y acumuladores.
- DIRECTIVA 1999/31/CE de 26 de abril, relativa al vertido de residuos.
- DIRECTIVA 94/62/CE de 20 de diciembre, relativa a los envases y residuos de envases.
- DIRECTIVA 91/689/CEE, de 12 de diciembre, relativa a los residuos peligrosos.

#### Legislación estatal:

- REAL DECRETO 293/2018, de 18 de mayo, sobre reducción del consumo de bolsas de plástico y por el que se crea el Registro de Productores.
- REAL DECRETO 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- LEY 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- REAL DECRETO 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos.
- 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.
- REAL DECRETO 1416/2001, de 14 de diciembre, sobre envases de productos fitosanitarios.
- LEY 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases
- 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.

## **ANEXO VIII. PROPUESTA DE DIRECTRICES TÉCNICAS A TOMAR EN CONSIDERACIÓN EN LOS PLIEGOS DE CONTRATACIÓN, POR PARTE DE LA ADMINISTRACIÓN, DE LOS SERVICIOS DE ESTUDIOS DE COMPOSICIÓN DE RESIDUOS.**

El presente Anexo tiene por objetivo plantear una serie de directrices técnicas a tener en cuenta en los pliegos preceptivos, para la contratación de los servicios de realización de estudios de composición.

El presente documento no hace referencia a directrices administrativas, centrándose únicamente en consideraciones técnicas de contratación de los servicios y atendiendo a los contenidos indicados en la presente Guía.

Se presentan recomendaciones en relación con los siguientes aspectos:

- Objeto y Alcance
- Trabajos a desarrollar
- Metodología de trabajo
- Entregables
- Medios Humanos y materiales
- Otras consideraciones

### **1. Aspectos relacionados con el Objeto y Alcance de los trabajos**

- **OBJETO:** Se incluiría en el pliego una descripción breve y concisa del objeto del contrato. Algunos ejemplos pueden ser:
  - El objeto del contrato será la realización de un estudio para la determinación de la composición de los residuos de gestión municipal en (*incluir ámbito de estudio*).
  - El objeto del contrato será la determinación de los residuos de entrada a una planta de (*incluir tipología de planta*).
  - El presente contrato tiene por objeto la prestación del servicio de caracterización de residuos procedentes de las diferentes fracciones recogidas en (*incluir ámbito del contrato*).
- **ALCANCE:** Se incluiría de forma concreta los aspectos relacionados con el ámbito geográfico – flujo, el alcance temporal y el alcance material.
  - **Ámbito geográfico del estudio:** se concretaría el ámbito territorial para el que se solicita la composición, ya sea un municipio, barrio, Consorcio/Mancomunidad, Comunidad Autónoma o cualquier otro territorio al que da servicio una instalación de tratamiento de residuos.
  - Por otra parte se indicaría el flujo o flujos de residuos para los que se realizaría la caracterización (puede ser la totalidad de los flujos de recogida ordinaria, el flujo de fracción resto, el flujo de envases ligeros, ...).
  - **Alcance temporal:** se indicará el escenario temporal al que se referirá el resultado y que por lo tanto condicionará el periodo en el que se realizarán las caracterizaciones.

- Alcance material: se concretarán los trabajos a desarrollar, enumerándolos, para luego desarrollarlos a lo largo del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o Anexo Técnico de la licitación u otros, según el procedimiento que siga el organismo contratante (en adelante PPTP).

Como ejemplo de los contenidos concretos de trabajos a desarrollar en una licitación de ámbito supramunicipal, éstos podrían ser:

- Propuesta de segmentación de los municipios que forman parte del estudio atendiendo a diferentes parámetros (salvo que se disponga de un estudio previo con este alcance) y selección de los municipios en los que se realizarán caracterizaciones como representación de cada estrato, en el caso de que aplique.
- Determinación del número de caracterizaciones a realizar en cada municipio seleccionado, con justificación de los valores de error y de nivel de confianza alcanzados. Se puede fijar en el pliego estos valores (opción preferible) o establecer el número mínimo de caracterizaciones (o el importe máximo) en cuyo caso el adjudicatario debería indicar el error y nivel de confianza que se alcanzaría con el reparto de muestras propuesto.
- Realización de las caracterizaciones, incluyendo recopilación de información de los municipios incluidos para organizar la logística, coordinación con los diferentes agentes para la toma de las muestras y resolución de incidencias, realización del muestreo.
- Realización de pruebas complementarias de humedad/suciedad, o en su caso propuesta de utilización de biblioteca de para obtención de la composición bruta y neta.
- Calculo de la generación y composición bruta y neta total.
- Elaboración de informes parciales y/o informe final de resultados.

## 2. Aspectos relacionados con los Trabajos a desarrollar

Se indican a continuación una propuesta de aspectos que se considera necesario queden fijados y/o definidos en el PPTP.

- Propuesta de segmentación de municipios.

Se indicaría la segmentación de municipios en el caso de que aplique al ámbito de estudio, ya que los trabajos pueden referirse a un ámbito pequeño, ya sea un barrio, un municipio, una ruta en particular o cualquier otro que se considere que no es necesario realizar tal segmentación.

En el caso de ser necesaria la segmentación de municipios se puede optar por las siguientes opciones:

- Si se dispone previamente de un estudio de segmentación, se indicaría en el PPTP una propuesta de entidades locales representativas y selección de los municipios en los que se realizarían las caracterizaciones.
- En el caso de que no se disponga de un estudio previo de segmentación, se indicaría en el PPTP que el adjudicatario realice un estudio de segmentación del ámbito de estudio, en función de la metodología seguida en la presente Guía, así como una propuesta de municipios de cada estrato en donde se realizarán las caracterizaciones.

- Determinación número caracterizaciones a realizar.

Se pueden plantear en el PPTP distintas opciones para determinar el número de caracterizaciones a realizar:

- Preferiblemente, se fijarán los valores de error y nivel de confianza que se desee alcanzar, calculando el licitador el número de caracterizaciones que tendrá que realizar por cada municipio seleccionado. Para realizar dichos cálculos en base al error y nivel de confianza fijados, se tendrá en cuenta los cálculos estadísticos indicados en la presente Guía.
- Se puede fijar en el pliego un número mínimo de caracterizaciones o, en su defecto, el importe máximo para la realización de las mismas. El licitador realizará la propuesta de reparto de las distintas caracterizaciones entre los municipios seleccionados, indicando el error y nivel de confianza que se alcanzaría con el reparto indicado. El licitador, en este caso, podría ofertar un número de caracterizaciones superior al mínimo indicado.

En ambos casos se indicaría en el PPTP, la metodología de cálculo estadística indicada en la presente Guía, según la fórmula de cálculo de número de muestras y de las distintas hipótesis a considerar en cada caso.

- Realización de las caracterizaciones.

Algunos aspectos a tener en cuenta en los trabajos de caracterización y que se creen importantes reflejar son:

- Para la realización de las caracterizaciones se puede fijar la metodología que se debe seguir en la caracterización de los flujos de residuos. Dicha metodología se podría incluir en un Anexo al PPTP.

Otra opción sería incluir en el PPTP, que el licitador proponga una metodología a seguir, en función de las distintas características del estudio y de los flujos de residuos considerados.

- Se recomienda indicar en el Pliego los pasos a seguir, en el caso de que no se pueda seguir el procedimiento indicado o cualquier otra incidencia al respecto. Como ejemplo, se puede indicar que en el caso de dificultades, incidencias o cualquier otra causa que haga imposible seguir la metodología marcada, se pondrá en conocimiento del coordinador del estudio.
- En cuanto a la recopilación de la información, se indicaría que el adjudicatario de los trabajos tendrá que proceder a la recopilación de la información de los municipios, la identificación de los diferentes flujos gestionados por cada entidad local así como la coordinación con los diferentes agentes para la toma de muestras, resolución de incidencias y realización del muestreo.

Se indicaría, por otra parte, que el adjudicatario deberá asegurar que el lugar donde se realice la caracterización tiene las condiciones y medios necesarios para su adecuada realización o para detectar qué elementos serán necesarios para la realización de los trabajos

- Se recomienda fijar en el PPTP la Ficha de muestreo o campo a utilizar en las caracterizaciones. Se puede tomar como ejemplo de ficha a fijar e incluir la indica en la presente Guía.

- Igual que en el caso anterior, se recomienda fijar la Ficha de caracterización en el PPTP. Para el desglose de la ficha de caracterización, se tendrá en cuenta distintos aspectos, tales como el objetivo del estudio, el importe que se dispone, el nivel de confianza que se pretenda alcanzar, etc.

Se recomienda utilizar para fijar la Ficha de caracterización en el pliego, la indicada en la presente Guía.

- Pruebas complementarias de humedad/suciedad

Igual que en el caso de la caracterización de los flujos de residuos, se aconseja fijar en el PPTP un único criterio para la determinación de humedad/suciedad adherida o sólidos volátiles, incluyendo la metodología a seguir y su cuantificación. A modo de ejemplo, se puede tomar las indicaciones del Anexo V de la presente Guía.

En cuanto al número de pruebas complementarias a realizar se puede optar por las siguientes opciones o incluso un compendio de ambas:

- Fijar en el pliego el número de pruebas complementarias que hay que realizar y de que fracciones. Como ejemplo: realización de 1 de cada 10 caracterizaciones.
- Proponer el uso de datos bibliográficos para la obtención de los porcentajes de humedad/suciedad en las distintas fracciones, siempre y cuando éstos se justifiquen que sean válidos para la zona geográfica de estudio.

- Calculo de la generación y composición bruta y neta total.

Se recomienda incluir en el Pliego una de las siguientes opciones:

- Fijar en el pliego los cálculos de generación y composición bruta y neta total en base a los cálculos indicados, a tal efecto, en la presente Guía.
- Indicar que el licitador exponga el procedimiento de cálculo que va a realizar para la determinación de la composición bruta y neta total.

- Elaboración de informes parciales y/o informe final de resultados.

Se recomienda incluir en el PPTP la elaboración de los siguientes informes:

- Elaboración de informes parciales definiendo el carácter temporal según el objetivo de los trabajos, por ejemplo: informes parciales cuatrimestrales de resultados de cada uno de los estratos, en los estudios de composición de residuos supramunicipales.
- Elaboración de informe final de resultados, con el ámbito temporal definido en el objeto de los trabajos.

Los informes indicados anteriormente deberán disponer de anexos con los resultados de los trabajos de campo, de las pruebas complementarias, si han sido realizadas, y de los cálculos de los resultados brutos y netos.

### **3. Aspectos relacionados con la Metodología de trabajo**

Se recomienda que en el Pliego técnico se especifique la Metodología de trabajo a seguir, principalmente en cuanto a organización, comunicación y tiempos se refiere.

Se incluiría en el PPTP, al menos los siguientes aspectos:

- *Reunión de inicio de proyecto o reunión inicial.*

Como tarea previa a los trabajos propios de caracterización, se indicaría en el PPTP, la realización de una reunión previa entre el departamento técnico y el adjudicatario con el fin, principalmente, de planificar los trabajos y facilitar la información necesaria para el desarrollo de los trabajos.

- *Planificación de los trabajos.*

Se fijarían las fechas límite de realización de los trabajos, así como las fechas de entregas parciales y finales.

Se indicaría en el PPTP, que el licitador presente una planificación de los trabajos a realizar, desglosando cada una de las fases o tareas previstas en la ejecución de los trabajos, así como la indicación de los hitos de las entregas parciales y finales.

Junto a la planificación, se solicitaría a la empresa licitadora un organigrama de trabajo, con la indicación del coordinador de los trabajos, así como los distintos equipos, tanto de campo como de gabinete.

- *Protocolos de comunicación y actuación ante incidencias*

Se incluiría en el Pliego un protocolo de comunicación a seguir ante incidencias que puedan surgir en el desarrollo de los trabajos.

- *Sistema de control de calidad de los trabajos*

Con el objetivo de asegurar el control de calidad de los trabajos e identificar posibles desviaciones, se indicaría en el Pliego, la solicitud de un sistema de control de la calidad o plan de aseguramiento de la calidad.

#### **4. Aspectos relacionados con los Entregables a realizar**

El modo de presentación de los resultados de un estudio de composición de residuos puede ser diferente según los destinatarios del mismo o la difusión que se le vaya a dar. En cualquier caso, siempre es recomendable elaborar un documento final que deje trazabilidad y constancia de la metodología utilizada y de los resultados obtenidos.

En relación con las caracterizaciones, se recomienda incluir en el PPT, como mínimo, cierta documentación a entregar. En cuanto a los distintos formatos a presentar, el licitador indicaría en su propuesta, cuáles serán utilizados en el desarrollo de los trabajos.

- *Fichas de caracterización de cada una de las muestras.*

Junto con cada una de las fichas se solicitaría un anexo fotográfico que permita tener evidencias del proceso desarrollado.

A modo de ejemplo, algunas de las fotografías que pueden ser consideradas en la licitación son las siguientes, pudiendo variar dependiendo de la metodología seguida para la realización de las caracterizaciones:

- Fotografía del camión, mientras realiza la descarga o una fotografía de la toma de muestra de playa de descarga o foso de recepción o de contenedores.
- Fotografía de la superficie, limpia y pavimentada, sobre la que se realizarán los trabajos, mostrando el momento de su limpieza previa.
- Fotografía de la masa de residuo a caracterizar.
- Fotografía de la pala homogenizando el material descargado, si es el caso.
- Fotografía de la muestra inicial, antes del momento de realizar los cuarteos, si es el caso.
- Fotografía de la pala realizando el cuarteo primario sobre la masa de residuo, si es el caso.
- Fotografía de los cuatro cuartos, una vez acabado el cuarteo primario.
- Fotografía de la masa del residuo (muestra).
- Fotografía de la masa de residuo extendidos, para facilitar la apertura de bolsas.
- Fotografía de la homogenización previa al cuarteo secundario.
- Fotografía del cuarteo secundario.
- Fotografía de los cuatro cuartos, una vez finalizado el cuarteo secundario, en la que se observe la sectorización.
- Fotografía donde se observen todas las fracciones clasificadas separadas, tras realizar la verificación de los materiales.
- Fotografía de cada fracción clasificada, tras realizar la verificación de los materiales.

En el caso de que una vez realizada la separación de los materiales, quede una fracción de material (finos), se recomienda que se solicite:

- Fotografía que permita observar la fracción inicial de material inclasificable o "finos".
- Fotografía de la muestra tomada, partiendo del montón inicial, sobre la que va a realizar la caracterización en su totalidad.
- Fotografía de cada fracción clasificada.

- *Informe final.*

Se recomienda indicar en el PPTP un contenido mínimo del informe final de los trabajos. A modo de ejemplo se propone el siguiente índice de contenidos mínimo:

1. Objetivos y alcance del estudio.
2. Antecedentes.
3. Desarrollo de los trabajos.
  - Selección y distribución de muestras.
  - Procedimiento de caracterización.
  - Pruebas complementarias.



4. Resultados obtenidos.
5. Conclusiones e interpretación de resultados.
6. Anexos (Resultados de las caracterizaciones y pruebas complementarias, cálculos para el cálculos para el tamaño de la muestra, reportaje fotográfico, certificados de calibración, etc.)

Se aconseja, solicitar como entregable, junto con el informe final, aquellas hojas de cálculo (formato Excel) de los distintos datos aportados en el informe para una mayor trazabilidad de los resultados finales.

## 5. Aspectos relacionados con los Medios humanos y materiales

Se especificarían los medios tanto humanos como materiales mínimos requeridos para la correcta ejecución de los trabajos, en función de las tareas que hayan sido descritas anteriormente en el PPTP y del objetivo de los trabajos.

- *Medios humanos.*

Se indicaría, al menos, el personal mínimo necesario para realizar las tareas de caracterización propiamente dicha, así como de los trabajos de gabinete (para la elaboración principalmente de informes). En este sentido, y atendiendo a lo indicado en la presente Guía, se recomienda un equipo mínimo de dos técnicos de campo por caracterización.

Los técnicos deberían disponer de la siguiente formación, para ello se solicitaría documentación relativa a:

- Certificado de haber recibido formación acerca del procedimiento a seguir en campo, así como del modo de cumplimentar la Ficha de Muestreo y la Ficha de Caracterización, así como de conocer la Guía de diferenciación de materiales.
- Formación adecuada en Prevención de Riesgos Laborales, con conocimiento de los riesgos asociados a los trabajos a realizar, dotación y uso de Equipos de Protección Individual.

Se recomienda, respecto al uso de los Equipos de Protección Individual, indicar en el PPTP los mínimos necesarios. Si bien, se recomienda hacer un análisis específico de riesgos en cada caso, se pueden utilizar como orientación los indicados en el apartado *3.2 Equipo humano* de la presente Guía.

- *Medios materiales.*

Se especificarían los medios materiales mínimos requeridos para la correcta ejecución de los trabajos.

En este sentido se indicaría en el Pliego, la solicitud a las empresas licitantes de los siguientes aspectos:

- Dotación de Medios Materiales a disposición de los trabajos.
- Medios Materiales mínimos de cada equipo de caracterización y zona geográfica.

- Certificados de calibración y/o verificación de aquellos equipos que lo requieran, en especial de las básculas utilizadas en las caracterizaciones.

Como ejemplo de medios materiales para la realización de los trabajos, se pueden tener en cuenta los indicados en el apartado 3.2.2. *Medios materiales* de la presente Guía.

En relación con el trabajo de laboratorio para la realización de las pruebas complementarias, es recomendable que en el Pliego se solicite la acreditación del laboratorio correspondiente a los servicios de análisis requeridos y a la capacidad suficiente para realizar los ensayos necesarios.

Se indicaría, igualmente en este apartado de Medios humanos y materiales, que el licitador asumiría todos los costes asociados a sus trabajos derivados de los resultados de la selección de municipios de estudio, posibles desvíos de rutas, realización de caracterizaciones en periodo estival, así como cualquier otro posible coste referente tanto a medios técnicos como humanos.

## 6. Otras consideraciones

A continuación se indican otras consideraciones, a valorar su inclusión en los pliegos de contratación:

- *Chequeo resultados de las caracterizaciones. Actuación en caso de incidencias.*

Se puede valorar la inclusión en el PPTP del procedimiento a seguir, en el caso de que exista alguna incidencia sobre el proceso de muestreo o cualquier otra incidencia relacionada con los trabajos a desarrollar.

Como una de las opciones posibles, para la actuación en caso de incidencias, se propone que se informe al coordinador del estudio asignado por la entidad contratante, con capacidad para la toma de decisiones, a efectos de plantear, valorar y determinar el mejor modo de resolución de las mismas.

- *Herramienta informática para el desarrollo de los trabajos y la presentación de resultados*

Se puede valorar la inclusión en el PPTP del desarrollo de una herramienta informática (plataforma documental, app, etc.) por parte del ofertante, para el desarrollo de los trabajos en campo, gestor documental o presentación de resultados.

- *Procedimiento de valoración de ofertas*

Se describirá el proceso a seguir para la apertura de sobres, subsanación de documentación y valoración separada de la documentación que deba ser valorada conforme a los criterios cuya ponderación depende de un juicio de valor, y de la documentación que deba ser valorada conforme a criterios cuantificables mediante la mera aplicación de fórmulas, por este orden.

- *Control e inspección de los trabajos*

Se puede valorar la inclusión en el Pliego de la posibilidad de establecer, por parte de la Administración, el control e inspección de los trabajos objeto del Pliego por medios propios o externos. En este sentido, sería importante indicar, que la empresa adjudicataria debe facilitar la labor de inspección.

- *Entregables*

Además de los entregables mínimos recomendados incluir en el Pliego e indicados anteriormente, se puede valorar la inclusión como entregable de una presentación (PowerPoint o similar) con la metodología seguida y los resultados obtenidos.

- *Otros aspectos de interés*

Puede ser interesante considerar que los licitadores aporten la siguiente documentación:

- Experiencia previa en trabajos de similar naturaleza.
- Disposición de Sistemas de Gestión de Calidad y de Medioambiente (por ejemplo: ISO 9001, ISO 14001, EMAS, etc.)
- Para trabajos con un ámbito geográfico amplio, la proximidad al mismo de las oficinas o equipos de trabajo del licitador.