

# GUÍA PARA LA GESTIÓN DE BIORRESIDUOS

Trabajo de Fin de Grado Ingeniería Química

ALBERTO SALCEDO CÁMARA

*TUTOR:* ANTONIO MORALES CARRASCO

Dep. Ingeniería Química y Ambiental  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Sevilla, 2016





Trabajo de Fin de Grado  
Ingeniería Química

# GUÍA PARA LA GESTIÓN DE BIORRESIDUOS

Autor:

Alberto Salcedo Cámara

Tutor:

Antonio Morales Carrasco

Dep. de Ingeniería Química y Ambiental  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería  
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2016



## PRESENTACIÓN



El objetivo de este proyecto es proporcionar a las personas y a las autoridades locales una **extensa información** que pueda ayudar a introducir con éxito en sus municipios un programa rentable (mostrando las diversas opciones de gestión de acuerdo con la jerarquía de residuos) de recogida selectiva de los residuos biodegradables.

Los biorresiduos son **la fracción de residuos orgánicos biodegradables** de origen vegetal y/o animal, susceptibles de degradarse biológicamente generados en el ámbito domiciliario y comercial (siempre que estos últimos sean similares a los primeros). Para muchos, está considerado el eje central de un buen sistema de gestión de residuos.

**Una buena distribución de los biorresiduos desde el origen permitiría mejorar el resto de fracciones recogidas por separado**, es decir papel vidrio y plásticos, ya que la fracción orgánica supone una pérdida de eficiencia en el resto de plantas de tratamiento y una pérdida de calidad de los materiales recuperados.

Para considerar la utilización de compost es preciso remitirse a la **Ley 22/2011**, de residuos, al **RD 506/2013**, de productos fertilizantes y al **RD 865/2010**, sobre sustratos de cultivo. La Ley 22/2011 señala que bajo la acepción "compost" sólo se puede considerar, en el caso de residuos municipales, aquel que proceda de residuos recogidos selectivamente y su utilización se hará según lo dispuesto en el RD506/2013

Viendo la importancia de reducir y recoger de forma separada estos residuos **es crucial un esfuerzo de educación ambiental**, junto con la posibilidad de introducir otros instrumentos organizativos, fiscales, etc.

**Su implantación debe adaptarse a cada contexto**. La tipología urbanística, la población, la cantidad, la composición de esta fracción y su incorporación en el servicio de recogida son los factores a tener en cuenta en los resultados de la gestión.

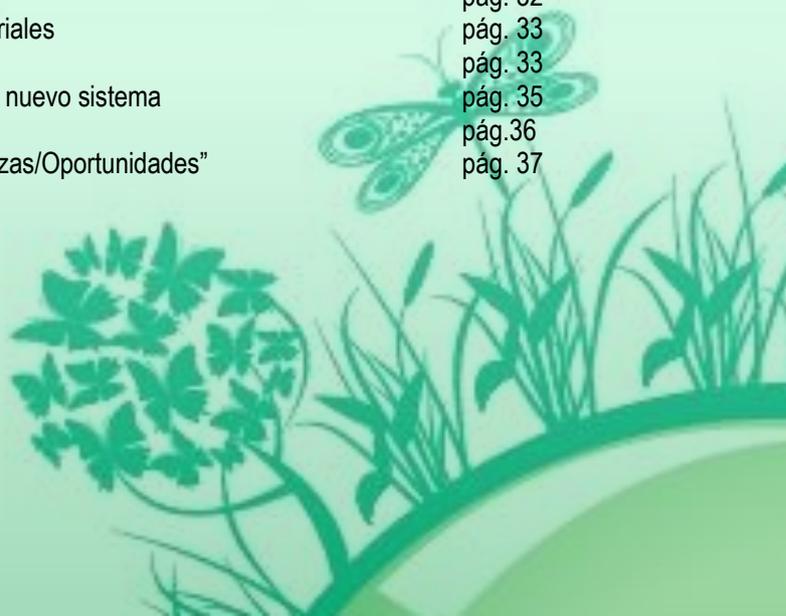


# Índice

---

## Objetivos

<b>1</b>	<b>Punto de partida</b>	<b>pág. 1</b>
1.1	<i>Introducción</i>	<i>pág. 1</i>
1.2	<i>Situación geográfica del municipio</i>	<i>pág. 2</i>
1.3	<i>Caracterización del municipio</i>	<i>pág. 3</i>
1.4	<i>Alcance</i>	<i>pág. 4</i>
1.5	<i>Características generales de los Biorresiduos</i>	<i>pág. 5</i>
<b>2</b>	<b>Situación actual</b>	<b>pág. 6</b>
2.1	Análisis del sistema convencional implantado actualmente en el municipio	pág. 6
2.2	Gestión del contenedor GRIS (Restos + Materia Orgánica)	pág. 7
2.3	Costes de gestión del sistema convencional	pág. 10
<b>3</b>	<b>Grandes generadores</b>	<b>pág. 12</b>
3.1	Clasificación	pág. 12
3.2	Zonificación del municipio	pág. 13
3.3	Identificación de los generadores de Biorresiduos	pág. 14
3.4	Estimación de la cantidad de Biorresiduos generados	pág. 20
<b>4</b>	<b>Propuesta de nuevo sistema</b>	<b>pág. 25</b>
4.1	Sistemas de recogida	pág. 25
4.2	Recogida selectiva FORS en la zona 1	pág. 27
4.3	Recogida selectiva FORS en las zonas 2, 3, 4 y 5	pág. 27
4.4	Frecuencia, limpieza y horarios de recogida	pág. 28
4.5	Recogida especial de la fracción vegetal leñosa	pág. 28
4.6	Recursos materiales y humanos	pág. 29
4.7	Cambios en la gestión	pág. 31
4.8	Costes de implantación del nuevo sistema	pág. 32
4.9	Costes de amortización de los recursos materiales	pág. 33
4.10	Costes de gestión del nuevo sistema	pág. 33
4.11	Costes de gestión del contenedor GRIS en el nuevo sistema	pág. 35
4.12	Análisis de costes	pág. 36
4.13	Matriz DAFO “Debilidades/Amenazas/Fortalezas/Oportunidades”	pág. 37



<b>5</b>	<b>Educación ambiental</b>	<b>pág. 38</b>
5.1	Percepción social del problema	pág. 38
5.2	Instrumentos	pág. 40
5.3	Cronograma de implantación de un plan de concienciación ciudadana	pág. 42
5.4	Ejemplo de material gráfico de información	pág. 44
<b>6</b>	<b>Planta de tratamiento</b>	<b>pág. 45</b>
6.1	Estaciones de transferencia	pág. 45
6.2	Recepción en planta de tratamiento	pág. 47
6.3	Mezclas	pág. 48
6.4	Etapa de fermentación	pág. 49
6.5	Etapa de maduración	pág. 51
6.6	Etapa de afino del compost	pág. 52
6.7	Esquema de planta de compostaje	pág. 54
	<b>Anexo I Marco legislativo</b>	<b>pág. 55</b>
	<b>Anexo II Compostaje domestico</b>	<b>pág. 59</b>
	<b>Bibliografía</b>	<b>pág. 69</b>



# Objetivos

---

La realización de este trabajo trata de implementar un sistema de recogida selectiva de materia orgánica (MO) para una zona concreta de Sevilla a la que se llamará "municipio" de ahora en adelante, para entrar a valorar los cambios pertinentes que habría que realizar, así como estos cambios influyen posteriormente en la planta de tratamiento.

En primer lugar, se estudiará la situación del sistema de recogida tradicional en el municipio, respecto al cual se debería dar cambios de gestión y costes para poder llevar a cabo de forma favorable la implantación del nuevo sistema.

## Objetivos generales

- Recopilar información sobre los grandes generadores actuales en el municipio para poder adaptar el sistema a las necesidades de la zona.
- Diseñar un sistema de recogida selectiva de la fracción orgánica, de un municipio de 52.200 habitantes y un polígono industrial, para su valorización como compost de alta calidad.
- Proporcionar a las autoridades locales información para un primer acercamiento a la realización del sistema de recogida, así como la posible reacción ciudadana al cambio.
- Valorar las modificaciones a realizar en una planta de tratamiento una vez implantada el nuevo sistema de recogida selectiva.

## Objetivos específicos

- Recoger selectivamente el 50% de la materia orgánica que actualmente se viene recogiendo en el contenedor GRIS, y los restos de podas (fracción vegetal leñosa) de las zonas verdes.
- Comparar y valorar los cambios producidos con el nuevo sistema de recogida y la respuesta social ante el mismo.
- Disminuir el porcentaje de impropios en la Fracción Orgánica Recogida Selectivamente (FORS), así como incrementar el porcentaje de valoración de los biorresiduos.
- Garantizar que la infraestructura del sistema esté organizada de manera eficaz tanto para el municipio como para la planta de tratamiento.

## Estimación de residuos anuales

$$1,4 \frac{Kg}{habitantes * día} * 365 \frac{días}{año} * 52200 habitantes * \frac{1 tn}{1000kg} = 26.674,2 tn / año$$

$$30\% poligo industrial = 8.002,3 tn / año$$

$$70\% resto del municipio = 18.671,9 tn / año$$

Objetivo de Recuperación de Materia Orgánica (Tn)			
Municipio			
Sistema Convencional		Sistema Recogida Selectiva MO	
GRIS (R+MO)	40% MO	Objetivo (50%MO)	GRIS (60%R+50%MO)
18.671,9	7.468,76	3.734,38	14.937,52
Polígono Industrial			
Sistema Convencional		Sistema Recogida Selectiva MO	
GRIS (R+MO)	40% MO	Objetivo (50%MO)	GRIS (60%R+50%MO)
8.002,3	3.200,92	1.600,46	6.401,84
Municipio + Polígono			
Sistema Convencional		Sistema Recogida Selectiva MO	
GRIS (R+MO)	40% MO	Objetivo	GRIS (60%R+50%MO)
26.674,2	10.669,68	<b>5.334,84</b>	21.339,36





# 1 . PUNTO DE PARTIDA

## 1.1. Introducción

La separación selectiva de materia orgánica es algo relativamente novedoso en España y sobre todo en Andalucía, debido a que solo se han implantado en su totalidad en algunos pequeños municipios de en algunos municipios de Cataluña o Euskadi. Sin embargo, en el resto de Europa, son muchos los lugares en los que ya está más extendido y funciona con más o menos éxito, como muchos países nórdicos o regiones de Italia o Francia.

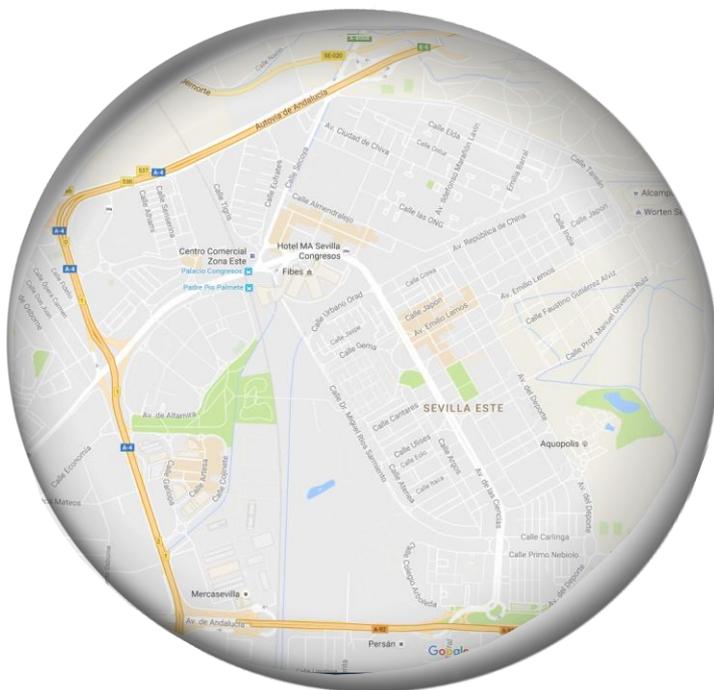
El motivo que de los municipios españoles se estén empezando a interesar por estas iniciativas, es que existen unos objetivos básicos para el tratamiento de los residuos, proclamados de la Unión Europea, los cuales buscan el máximo aprovechamiento posible de estos e intentando que la mínima cantidad posible acaben en el vertedero

En materia de gestión, los biorresiduos es la fracción más importante de los residuos domésticos (y los asimilables de comercios de alimentación, supermercados, etc.). Supone casi el 40% de todos los residuos municipales. Pero además de esa razón cuantitativa existen otras que hacen que **la gestión de los biorresiduos esté considerada por la mayoría de los expertos mundiales como la columna vertebral de un buen sistema de gestión** del conjunto de ellos. Varias son las razones que lo justifican.

Por un lado, si se recogen de forma separada y se someten a tratamiento biológico, se obtiene el compost, que puede utilizarse como portador de nutrientes y para incrementar el contenido en materia orgánica de los suelos. Además, el proceso de compostaje es el más económico, no requiere complejas de caras instalaciones, no requiere energía y es respetuoso con el medio ambiente

Por otro lado, al adoptar la costumbre de separar su propio flujo de residuos, el ciudadano toma una mayor conciencia del problema de la generación de residuos y desarrolla un mayor sentido de su propia responsabilidad en este ámbito.

## 1.2 Situación geográfica del municipio



### Sevilla Este

Se trata de un barrio de Sevilla situado en la parte oriental, se encuentra limitado por la autovía de circunvalación SE-30, la Autovía del Sur o A-4 que conecta Sevilla con Madrid, y la Autovía A-92 que une a Sevilla con Málaga y Granada. Los barrios colindantes son Torreblanca, Parque Alcosa y Santa Clara.

Según el censo actual cuenta con una población de 52.200 habitantes.

Se ha elegido esta zona porque resulta más gratificante ver de cerca la problemática del caso práctico. Así pues, también resulta ser una zona con gran variedad de grandes generadores como puede ser mercados y hoteles.

Ilustración 1 Disposición geográfica

## 1.3 Caracterización del municipio

### Aspectos demográficos y socioeconómicos

Como se ha dicho antes, el “municipio” presenta una población de 52.200 habitantes. Se caracteriza por tener un polígono industrial, zonas comerciales y diversos tejidos urbanos unifamiliares.

Su extensión es de 289 km<sup>2</sup> presentando una densidad de población de 188 hab/km<sup>2</sup>. Con una media de 3 personas por vivienda, se estima por lo tanto que existen unas 17.400 viviendas en el municipio.

La zona presenta un flujo de población estacional, con una disminución de población en los meses de julio y agosto, viéndose reducido en un 20% el número de habitantes del municipio.

Los habitantes del municipio se estima que poseen un nivel de renta medio-alto, con un nivel de empleo del 85% de la población activa.

La actividad comercial en el municipio es media-alta y variada en el conjunto del territorio, con un número total de más de 500 comercios. Por otra parte, existen 60 actividades empresariales situadas en el polígono industrial de la zona. Además, existen un total de 56 equipamientos, tanto públicos como privados en el municipio. Estos datos se encuentran más detallados en el punto 3.3.

### Aspectos urbanísticos

El municipio presenta 3 tipologías urbanísticas claramente diferenciadas, todas ellas presentan características comunes como, amplias calles, en su mayoría con doble sentido de circulación, y con pendientes bajas o nulas. Dentro del área municipal el 10% corresponde a zonas verdes, lo que suponen unos 24,2 km<sup>2</sup>.

Atendiendo a las características urbanísticas, en el municipio se distinguen las siguientes áreas claramente diferenciadas.

- **Zona residencial de bloques de pisos.**

Está situado al noroeste del municipio, existen 900 bloques de pisos con una media de 6 viviendas por bloque, en los cuales existen 5.400 viviendas. La extensión de esta zona es de 44 km<sup>2</sup>, lo que supone un 15% del área total del municipio. Dentro de este área se incluye 2,8 km<sup>2</sup> de zonas verdes que significaría un 1% del total del municipio y un 6,7% de esta zona.

- **Zona residencial de viviendas unifamiliares**

Constituida por 12.000 viviendas unifamiliares, de las cuales 8.500 viviendas se encuentran en urbanizaciones de adosados, y los 3.500 restantes se trata de casas unifamiliares no adosados.

La extensión de toda el área residencial es de 180 km<sup>2</sup>. Existen tres zonas de viviendas unifamiliares, cada una de ellas presenta una extensión de 60 km<sup>2</sup>, dentro de las cuales 9 km<sup>2</sup> pertenece a zonas verdes, es decir un 15% de cada zona.

- **Polígono industrial**

El municipio tiene un polígono industrial. Qué tiene una extensión de 66 km<sup>2</sup>. Esta zona se encuentra al sureste del municipio.

### Aspectos climáticos

Atendiendo a las temperaturas, el clima de Sevilla puede calificarse como templado-cálido, con moderadas oscilaciones de temperatura a lo largo del año, y con veranos largos, tórridos y muy secos. El prolongado verano sevillano se extiende a lo largo de cuatro meses, de junio a septiembre y el calor suele ser agobiante, con medias máximas entre 31° y 35°.

Sin embargo, durante el invierno, el frío es suave, con medias de mínimas entre 5° y 6°. Teniendo en cuenta las oscilaciones de la temperatura entre el verano y el invierno, el clima puede considerarse como moderado, con una diferencia media de 16°, valor incluido entre los climas considerados como moderados.

## 1.4 Alcance

Se pretende recoger selectivamente los residuos biodegradables procedentes de, domicilios, actividades comerciales e industriales, así como de los equipamientos y servicios, tanto públicos como privados, localizados en el municipio y su polígono industrial.

- Residuos de alimentos de domicilios privados.
- Residuos de alimentos de restaurantes, bares, escuelas y edificios públicos.
- Residuos biodegradables procedentes de mercados.
- Residuos biodegradables procedentes de tiendas, pequeños negocios y servicios.
- Residuos biodegradables procedentes de fuentes industriales, comerciales e institucionales.
- Residuos verdes y de madera procedentes de parques y jardines, tanto públicos como privados.

El sistema de gestión propuesto no se ocupa de los residuos biodegradables líquidos, como aceites y grasas, animales y vegetales, para los cuales, hay contenedores específicos en el punto limpio y en determinados puntos del municipio.

### Composición de los Biorresiduos de competencia municipal

Los biorresiduos domésticos son los residuos orgánicos biodegradables de origen vegetal y/o animal, susceptibles de degradarse biológicamente generados en el ámbito domiciliario y comercial (siempre que estos últimos sean similares a los primeros).

Los biorresiduos según su naturaleza se dividen en:

Residuos orgánicos de origen alimentario y de cocina (se incluyen los de transformación de alimentos).

Residuos vegetales o Fracción Vegetal procedentes de las zonas verdes y vegetación privadas y públicas.

Desde una perspectiva de la gestión de los residuos orgánicos domésticos están constituidos por las siguientes fracciones:

Fracción Orgánica (FO). Cuando se recoge de forma separada se utiliza el término FORS (fracción orgánica de recogida separada). 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 comercializado o consumido (separados de su envase o embalaje),

Fracción Vegetal (FV) 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.). Esta fracción vegetal, considerada como similar a la FORS, puede gestionarse también "in situ" o de forma independiente a los restos de comida, según la configuración de los servicios de recogida y los niveles de generación.

**Poda:** constituida por la Fracción Vegetal en forma de restos vegetales de jardinería y poda de mayor tamaño y de tipo leñoso. Por sus características requiere una gestión específica por cuestiones relacionadas con logística de recogida, el tratamiento y la temporalidad de generación (frecuencia y periodo).

## 1.5 Características generales de los Biorresiduos.

La FO es una fracción con unas características muy singulares que condicionan en gran medida el diseño y desarrollo de su separación en origen, su recogida y su posterior tratamiento:

No es una fracción uniforme, por su naturaleza y origen, ni en tipología ni en composición, y está sujeta a los hábitos alimentarios y a los cambios estacionales.

Su densidad y su grado de humedad pueden presentar variaciones vinculadas a los cambios producidos en la composición de los materiales que la forman.

Tiene una densidad bastante elevada y variable, (entre 0,6-0,8 t/m<sup>3</sup>), (si contiene restos vegetales la densidad desciende a 0,3-0,4 t/m<sup>3</sup>), lo cual hace que pese mucho y ocupe poco espacio, presentando en general una baja compactibilidad.

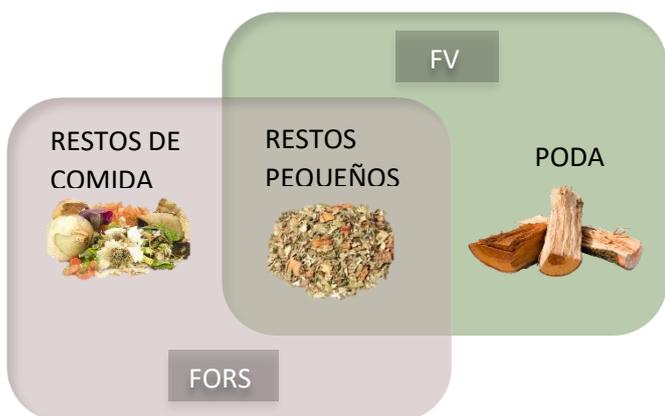


Ilustración 2 FORS y FV, Elaboración propia.

### Composición promedio de los residuos de competencia municipal.

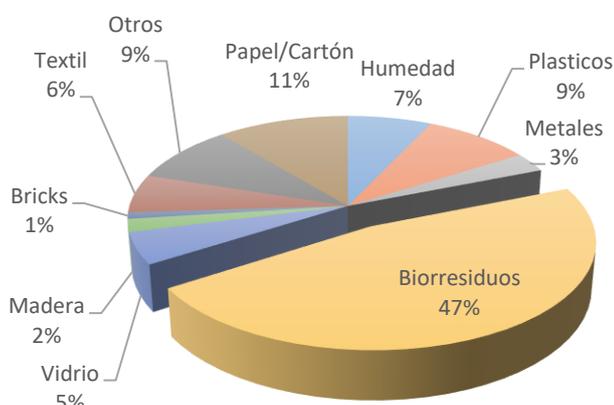


Gráfico 1 Composición promedio de los residuos de competencia municipal.

Esta composición promedio se ha obtenido a partir de la caracterización de los distintos contenedores realizada en el estudio "Plan Piloto de Caracterización de Residuos Urbanos de origen domiciliario <sup>2</sup>" y está corregida con la humedad. Los biorresiduos son la fracción mayoritaria con un 47% seguida del papel con un 11%.

	FORS	FV-Poda
<b>Humedad</b>	Alta (75 a 85%)	Baja (20 a 40%)
<b>Materia orgánica</b>	75 a 85%	80 %
<b>Nitrógeno orgánico</b>	5,50%	1,20%
<b>Relación C/N</b>	17	32
<b>Densidad</b>	0,6 a 0,8 t/m <sup>3</sup>	0,3 a 0,4 t/m <sup>3</sup> (triturada)
<b>Mal olor/lixiviados</b>	Sí	No
<b>Generación</b>	Constante ( pero no uniforme en tipología y composición)	Estacional

Tabla 1 Características de la FO y la FV-Poda Fuente: Francesc Giró, Compostarc, 2007

<sup>2</sup>ESTUDIO REALIZADO DURANTE EL PERÍODO NOVIEMBRE 2010-FEBRERO 2012. (PEMAR)



## 2 SITUACIÓN ACTUAL

### 2.1 Análisis del sistema de gestión convencional implantado actualmente en el municipio

El actual servicio de recogida y transporte de Residuos sólidos urbanos (RSU) en el municipio, consiste en un sistema de recogida convencional, para la recogida selectiva de cuatro fracciones, plástico, papel y cartón, vidrio y restos o “basura en masa”.

Este servicio lo lleva a cabo el ayuntamiento de forma directa, es decir, es el propio ayuntamiento quien se encarga de la recogida y transporte, mediante LIPASAM y no tienen ninguna cesión o subcontrata para ninguna de las fracciones.

Cada una de estas fracciones tienen un color específico para hacer más fácil la comprensión del sistema al usuario, estos colores se encuentran establecidos de la siguiente forma:

- Color GRIS: o “basura en masa” fracción RESTOS + materia orgánica
- Color AMARILLO: plásticos y envases ligeros
- Color AZUL: papel y cartón
- Color VERDE: vidrio

Estos contenedores se encuentran agrupados en las llamadas áreas de aportación, para la deposición de las citadas fracciones en cada uno de ellos.

En las tres zonas del municipio distinguidas con anterioridad, la configuración de los contenedores en las áreas de aportación son las mismas, la única diferencia radica en la distancia entre las citadas áreas, quedando de la siguiente forma:

#### Zona de bloques

- AMARILLO y GRIS: cada 100 metros aproximadamente, o cada 10 bloques de viviendas. Contenedores de 3.000 litros (L) de carga lateral.
- AZUL y VERDE: cada 200 metros aproximadamente, o cada 14 bloques de viviendas. Verde (Iglú 3.000L). Azul (Contenedor metálico 3.000L)

#### Zona de viviendas unifamiliares

- AMARILLO y GRIS: cada 150 metros aproximadamente. Contenedores de 800 litros de carga trasera
- AZUL y VERDE: cada 300 metros aproximadamente. Verde (Iglú 3.000L). Azul (Contenedor metálico 3.000L)

#### Polígono industrial

- AMARILLO y GRIS: cada 300 metros aproximadamente. Contenedores de 800 litros de carga trasera
- AZUL y VERDE: cada 600 metros aproximadamente. Verde (Iglú 3.000L). Azul (Contenedor metálico 3.000L).

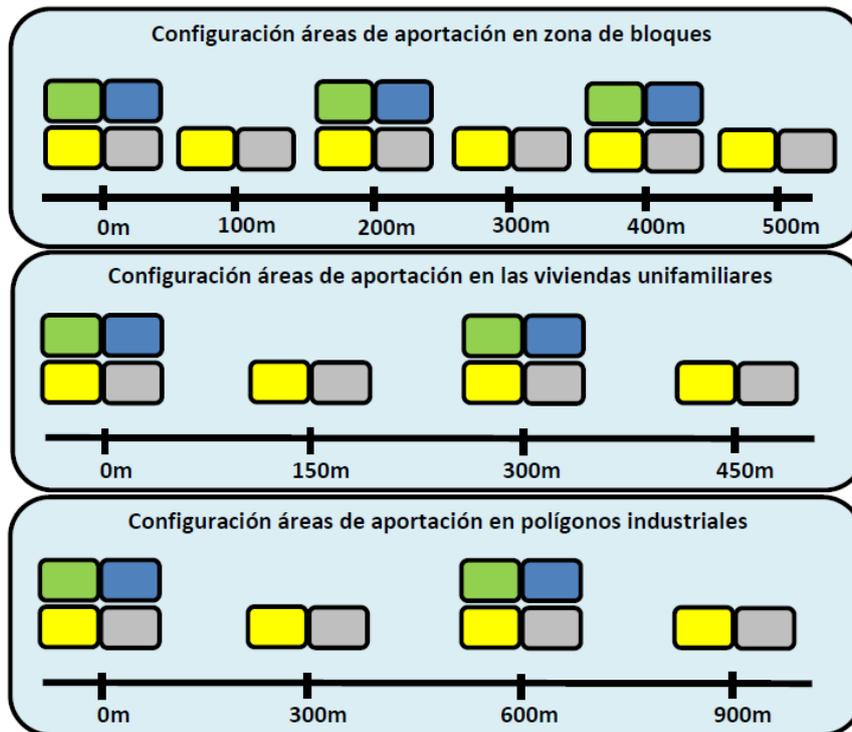


Ilustración 3 Configuración de las áreas de aportación en el sistema convencional

En algunos casos, estas configuraciones se ven modificadas tanto en distribución, como en número de contenedores. Debido, a que en el municipio hay zonas con mayor actividad comercial, y que, por tanto, necesitan de más capacidad de recogida.

## 2.2 Gestión del contenedor GRIS (RESTOS + materia orgánica)

A continuación, se detallan los tanto los recursos materiales como humanos que actualmente se emplean en la gestión de la fracción RESTOS + materia orgánica.

### Recursos materiales:

#### a) Vehículos:

- 1 camión de recogida de carga lateral (+1 de refuerzo)
- 7 camiones de recogida de carga trasera (+ 2 de refuerzo)
  - 5 para la recogida del municipio
  - 2 para la recogida del polígono industrial
- 1 camión pluma de caja abierta (recogida poda parques y jardines públicos)
- 1 camión lava-contenedores de carga lateral
- 1 camión lava-contenedores de carga trasera
- 1 furgón taller e intervenciones
- 2 furgonetas para mandos

#### b) Contenedores (GRIS)

- 90 contenedores de 3.000L de carga lateral.

- 1.035 contenedores de 800L de carga trasera.

### **Recursos humanos:**

Los puestos de trabajos son:

- Recogida nocturna: 5 Itinerarios 7/7: 5 conductores + 10 operarios carga trasera, en las urbanizaciones
- Recogida nocturna: 1 recorrido 7/7: 1 conductor + 1 operario carga lateral, en los bloques de viviendas
- Recogida nocturna: 2 recorridos 5/7: 2 conductores + 4 operarios carga trasera en polígonos
- 1 conductor + 1 peón: lavado de contenedores.
- 1 conductor: lavado de camiones
- 4 empleados de limpieza viaria
- 2 mecánicos
- 2 encargados

El total de la plantilla será:

A la plantilla de conductores y operarios de recogida se ha aplicado los coeficientes de rotación (1,4), vacaciones (1,13) y absentismo (1,1).

- Plantilla urbanizaciones: 26, a los 15 empleados antes citados, hay que añadirle 11 más, repartidos de la siguiente forma: 4 conductores y 7 operarios. Quedando: 9 conductores + 17 operarios
- Plantilla bloques: 4, a los 2 empleados antes citados, hay que añadirle 2 más. Quedando: 2 conductores + 2 operarios
- Plantilla del polígono: 8, a los 6 empleados antes citados, hay que añadirle 2 más, Quedando: 3 conductores + 5 operarios

El total de la plantilla encargada de la recogida y transporte del contenedor GRIS, está formada por **14 conductores y 24 operarios en horario nocturno.**

### **Nº contenedores y frecuencia de recogida de las diferentes fracciones**

Son un total de 90 los contenedores, de color GRIS, de 3.000 litros, los que se encuentran en las áreas de aportación de la zona de bloques. Mientras que en el conjunto de las viviendas unifamiliares hay un total de 785 contenedores, de color GRIS, de 800 litros de capacidad. Por último, en el polígono son 250 contenedores de color GRIS 800 litros de capacidad. El horario de comienzo de la recogida es el mismo para todos los camiones, (nocturna). El número de contenedores y frecuencia de recogida del resto de fracciones se muestran en la tabla siguiente.

Sistema convencional Municipio							
Tipo		Color	Residuo	Volumen (L)	Frec. Recogida	Nº Total	Dist.
Bloques	Cont. Recogida Lateral	Gris	Restos	3.000	Diario(N)	90	100
	Cont. Recogida Lateral	Amarillo	Plásticos y Envases Ligeros	3.000	L,X,V (N)	90	100
	Cont. Recogida Lateral	Azul	Papel y Cartón	3.000	M(D), V(N)	64	200
	Iglú	Verde	Vidrio	3.000	S (D)	70	200
Viv.Unifamiliares	Cont. Recogida Trasera	Gris	Restos	800	Diario	785	150
	Cont. Recogida Trasera	Amarillo	Plásticos y Envases Ligeros	800	L,X,V(N)	785	150
	Cont. Recogida Lateral	Azul	Papel y Cartón	3.000	S(D)	370	300
	Iglú	Verde	Vidrio	3.000	S(D)	370	300
Sistema convencional Polígono							
Tipo		Color	Residuos	Volumen (L)	Frec. Recogida	Nº Total	Dist.
Poligono	Cont. Recogida Trasera	Gris	Restos	800	L-V	250	300
	Cont. Recogida Trasera	Amarillo	Plásticos y Envases Ligeros	800	L,X,V	250	300
	Cont. Recogida Lateral	Azul	Papel y Cartón	3.000	M,J	200	600
	Iglú	Verde	Vidrio	3.000	L,V	180	600

Tabla 2 Resumen Gestion Sistema Convencional

### Limpieza viaria y de los contenedores

La limpieza viaria se lleva a cabo a través del sistema de barrido manual y vaciado de papeleras 5 veces por semana. También se lleva a cabo baldeo mixto en la zona de bloques y las zonas de ocio nocturno, y en el resto del municipio durante la noche con una frecuencia de 2 veces a la semana.

La limpieza se de los contenedores se realiza 1 vez cada mes durante todo el año excepto los meses de junio, julio y agosto, con una frecuencia mayor. Con respecto a la limpieza de los camiones se realiza 1 vez al mes durante todo el año.

## 2.3 Costes de gestión del sistema convencional

A continuación, se desglosan los diferentes costes y tasas de gestión de la fracción RESTOS + MO en el sistema actual.

<b>Costes de Gestión del Sistema Convencional. Fracción RESTOS + MO</b>			
<b>Costes Fijos</b>	<b>Nº</b>	<b>Precio Unitario €</b>	<b>Total €</b>
<b>Limpieza contenedor (90 contenedores de 3.000L)</b>			
Interior	12	20	21.600
Exterior	6	5	2.700
<b>Limpieza contenedor (1.035 contenedores de 800L)</b>			
Interior	12	10	124.200
Exterior	6	5	31.050
<b>Limpieza camiones (8 camiones+3refuerzos) (12 limpiezas/años)</b>			
	11	30€/camión	3.960
<b>Limpieza resto vehículos (6 vehículos) (12 limpiezas/año)</b>			
	6	30€/camión	2.160
<b>Salarios</b>			
Conductores horario nocturno			
Operarios de carga horario nocturno			
Conductor limpieza día de contenedores			
Conductor limpieza noche de contenedores			
Peón limpieza viaria			
Peón limpieza noche			
Mecánicos			
Encargados			1.517.500
<b>TOTAL</b>			<b>1.703.170</b>
<b>Coste Variable</b>	<b>Nº</b>	<b>Precio Unitario €</b>	<b>Total €</b>
<b>Canon tratamiento en planta</b>			
	26.674,2Tn	33,08 €/Tn	882.375,92
<b>Combustible (consumo medio 40L/100km)</b>			
1 Camión carga lateral ZONA 1 (49,37km, 365 días)	14.416,04L	1€/L	14.416,04
5 Camiones carga trasera ZONAS 2, 3 y 4 (~56km cada camión, 365 días)	42.340L	1€/L	42.340
1 Camión carga trasera ZONA 5 (55km, 260 días)	7.113,6L	1€/L	7.113,6L
<b>Reposición contenedores 3.000L</b>			
<b>Reposición contenedores 800L</b>			
			7.000
<b>Mantenimiento contenedores 3.000L</b>	90	3,8	342
<b>Mantenimiento contenedores 800L</b>	1.035	2,5	2587
<b>Mantenimiento camiones y resto vehículos</b>	18	800	14.400
<b>Reserva para útiles, herramientas, EPIS, etc</b>			10.000
<b>TOTAL</b>			<b>980.575,06</b>
<b>Total CF+CV</b>			<b>2.686.745,06</b>

Tabla 3 Costes de la gestión del sistema convencional

<b>Tasas Sistema Convencional. Fracción RESTOS + MO</b>					
<b>Concepto</b>	<b>Nº</b>	<b>% a Pagar de la Inversión</b>	<b>Total a pagar (€)</b>	<b>Cada Establecimiento o Vivienda (€/año)</b>	<b>12 Cuotas (€)</b>
Establecimientos GP de biorresiduos	131	20	537.349	4101	341
Establecimientos MP de biorresiduos	223	15	403.011	1.807	150
Establecimientos PP de biorresiduos	871	10	268.674	308	26
Viviendas	17.400	55,0	1.477.709	85	7.07

*Tabla 4 Tasas Sistema convencional*

Una vez realizado los cálculos de los costes de gestión del sistema convencional, se han estimado las tasas que se le aplicaran a los ciudadanos para poder sufragar dichos costes. El reparto de dichas tasas entre los ciudadanos del municipio será en función de la clasificación de producción de residuos de materia orgánica, siendo un:

20% para los grandes productores.

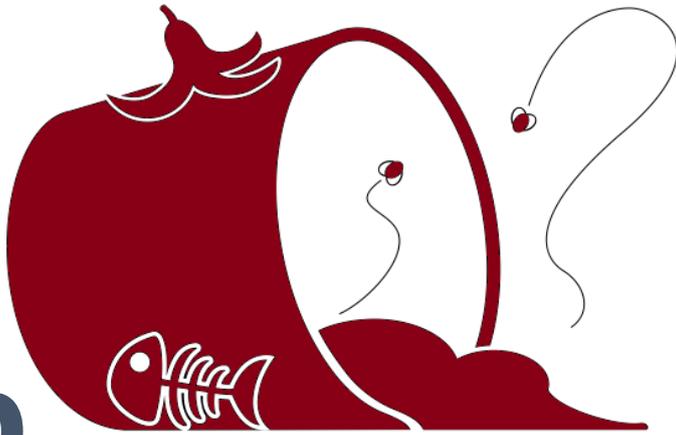
15% para los medianos.

10% para los pequeños.

55% recaerá en el conjunto de las viviendas.

# 3

## GRANDES GENERADORES



### 3.1 Clasificación

#### Domicilios.

- La mayoría de los restos orgánicos se producen en la cocina, derivados de la manipulación de los alimentos y de la preparación de la comida. En el momento del consumo de estos alimentos durante las diferentes comidas también se originan residuos de los excedentes no consumidos o de los restos de los alimentos no consumibles (peladuras, huesos, cáscaras, etc.). La comida en mal estado o caducada también es una fuente importante de generación de residuos.
- Los pequeños restos vegetales y la Poda: se generan en los trabajos de jardinería y mantenimiento de plantas y vegetación en el balcón, la terraza o el jardín. También se pueden producir en actividades de cultivo particular de alimentos (huertos privados). Se genera en cantidades destacadas en

entornos rurales y urbanos donde la configuración urbanística es principalmente horizontal y está formada por viviendas unifamiliares con patios y jardines o terrenos adjuntos.

#### Actividades comerciales.

- Uno de los principales generadores son los comercios de alimentación: fruterías y verdulerías, carnicerías, supermercados, mercados fijos y ambulantes, etc. Se generan gran cantidad de excedentes alimentarios derivados de los productos en mal estado o caducados. En la manipulación de los productos también se generan residuos orgánicos de las partes no comercializables.
- Otro de los principales generadores son los establecimientos de restauración y hostelería: bares y restaurantes, hoteles, comedores colectivos de empresas, etc. La mayoría de estos restos orgánicos se producen en la preparación de comidas o durante su consumo (excedentes no consumidos por los usuarios y restos no consumibles). También se pueden generar residuos de productos en mal estado o caducados.

#### Equipamientos y servicios municipales.

- Uno de los principales generadores son los comedores de los centros escolares (cocina propia o cáterings asociados). La mayoría de estos restos orgánicos se producen en la preparación de comidas o durante su consumo (excedentes no consumidos por los usuarios y restos no consumibles).
- Las dependencias municipales que realizan actividades de oficina y despacho son generadoras, aunque en menor cantidad de materia orgánica, derivada del consumo de alimentos de los trabajadores.

- El otro gran foco de generación, en relación a la Fracción Vegetal, se encuentra en los trabajos de jardinería y mantenimiento de plantas y vegetación de las zonas verdes y del arbolado urbano. Se genera tanto poda, como fracción verde de pequeño tamaño y no leñosa.
- En la gestión de huertos urbanos públicos también se producen restos vegetales.

La mayoría de los restos orgánicos se generan dentro de estos mismos actos o incluso en los restaurantes u hoteles situados alrededor. Generalmente son excedentes no consumidos por los usuarios o restos de los alimentos no consumibles.

### Fiestas y eventos.

- Los principales generadores suelen ser aquellos actos festivos o acontecimientos que se celebran durante varios días y tienen franjas de horarios más amplias, los cuales reciben un número elevado de visitantes.

## 3.2 Zonificación del municipio

Para un mejor diseño del sistema de recogida selectiva de biorresiduos, se ha establecido una diferenciación del municipio por zonas, en la que se han obtenido un total de 5, las características de las citadas zonas se detallan a continuación.

Clasificación del Municipio por Zonas								
ZONA	Descripción	Nº Hab.	Nº Viv.	Nº Blo.	Área Total (km2)	Área Zonas Verdes (km2)	% Zonas Verdes del Área Total	% Zonas Verdes del Área
1	<b>Bloques</b>	16.200	5.400	900	44	2,8	1	3
2	<b>Viviendas Unifamiliares</b>	12.000	4.000	0	60	9	3	6,7
3	<b>Adosados</b>	12.000	4.000	0	60	9	3	15
4	<b>Adosados</b>	12.000	4.000	0	60	9	3	15
5	<b>Polígono</b>	0	0	0	66	0	0	0
<b>Total</b>		<b>52.200</b>	<b>17.400</b>	<b>900</b>	<b>290</b>	<b>29.8</b>	<b>0,1</b>	<b>0,397</b>

Tabla 5 Clasificación del municipio por zonas. Sistema de recogida selectiva de biorresiduos

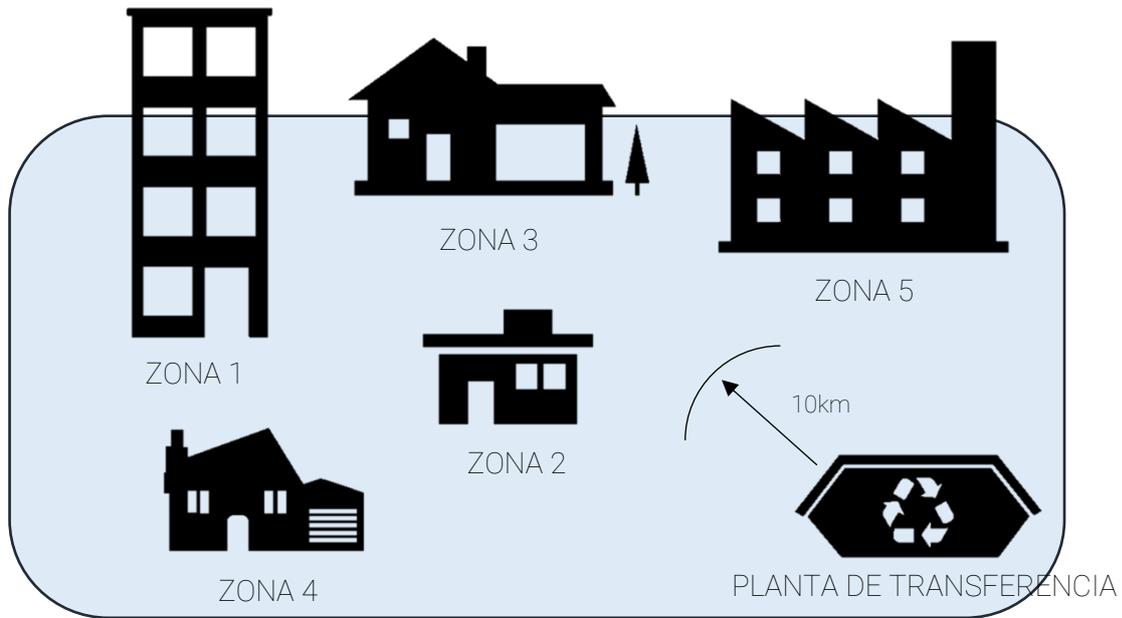


Ilustración 4 Zonificación del municipio

### 3.3 Identificación de los generadores de Biorresiduos.

#### Domicilios.

En la siguiente tabla se desglosan el número y tipologías de las viviendas existentes en el municipio.

Viviendas					
52.200 habitantes	17.400 viviendas	Viviendas unifamiliares 70% 12.000		Viviendas en Bloques 30% 5.400	Bloques 900
		No adosados 4.000	Adosados 8.000		

Tabla 6 Identificación de generadores (viviendas)

#### Actividad y tipo de biorresiduo generado

- La mayoría de biorresiduos generados en los domicilios se producen en la cocina, comedor, barbacoa en el jardín, etc.
  - Derivados de la manipulación de alimentos y excedentes no consumidos (cascaras, huesos, peladuras, espinas, conchas de moluscos, etc)
  - Comida en mal estado o caducada
  - Papel de cocina, servilletas y pañuelos sucios
  - Posos de café y resto de infusiones
- Trabajos de jardinería y mantenimiento de plantas, vegetación de balcón, terraza, azotea, huertos urbanos, etc.
  - Restos de fracción vegetal no leñosa (hojas, flores, ramos marchitos, etc)
  - Restos de fracción vegetal leñosa
- Mascotas y animales domésticos.
  - Derivados de la manipulación de alimentos y excedentes no consumidos (cascaras, huesos, peladuras, etc)
  - Comida en mal estado o caducada
  - Pelos, plumas, excrementos, animales muertos, etc.

#### Actividades comerciales e industriales

Para la clasificación de las actividades económicas en el municipio y en el polígono industrial, según sus necesidades de recogida, se ha establecido un sistema de puntuación en función de dos criterios: tipo de actividad (tasa de generación) y dimensiones (m<sup>2</sup>). Dichos criterios se muestran a continuación:

Criterios Clasificación PP/MP/GP		
TIPO	1	Tasa de generación pequeña
	2	Tasa de generación media
	3	Tasa de generación alta
DIMENSIÓN	1	De 1 - 100 m <sup>2</sup>
	2	De 100 - 300 m <sup>2</sup>
	3	Más de 300 m <sup>2</sup>
<b>SUMA = TIPO + DIMENSIÓN</b>		
RESULTADO	2 - 4	Pequeño Productor de Biorresiduos(PP)
	5	Mediano Productor de Biorresiduos (MP)
	6	Gran Productor de Biorresiduos (GP)

Tabla 7 CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS (PP, MP Y GP)

Tras el citado análisis las actividades comerciales e industriales, así como los equipamientos y servicios, tanto públicos como privados, han quedado clasificadas de la siguiente forma:

- Establecimiento Pequeño Productor de biorresiduos (PP)
- Establecimiento Medio Productor de biorresiduos (MP)
- Establecimiento Gran Productor de biorresiduos (GP)

#### A. Resultados de la clasificación de las actividades comerciales PP, MP, y GP: de las ZONAS 1, 2, 3 y 4

Tras el citado análisis las actividades comerciales e industriales, así como los equipamientos y servicios, tanto públicos como privados, han quedado clasificadas de la siguiente forma:

Clasificación Actividades Comerciales (PP/MP/GP) ZONAS 1, 2, 3 y 4							
HORECA							
Establecimiento	Tipo (T)	Dimensión (D)	Suma (T+D)	PP	MP	GP	Nº
Restaurantes 33	3	1	4	X			11
	3	2	5		X		13
	3	3	6			X	9

Bares 132	3	1	4	X			100
	3	2	5		X		19
	3	2	6			X	13
Cafeterías 65	2	1	3	X			34
	2	2	4	X			21
	2	3	5		X		10
Pubs/Discotecas 26	1	2	3	X			21
	1	3	4		X		5
Hoteles 6	3	3	6		X		6
<b>Total</b>				<b>187</b>	<b>53</b>	<b>22</b>	<b>262</b>
<b>Jardinería, floristerías y "gardens" en general</b>							
<b>Establecimiento</b>	<b>Tipo (T)</b>	<b>Dimensión (D)</b>	<b>Suma (T+D)</b>	<b>PP</b>	<b>MP</b>	<b>GP</b>	<b>Nº</b>
Floristerías 7	3	2	4	X			3
	3	2	5		X		3
	3	3	6			X	1
Tiendas de Jardinería 4	3	2	5		X		4
Herbolarios 3	2	1	3	X			3
Semillería	2	1	3	X			1
<b>Total</b>				<b>7</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>15</b>
<b>Comercios de Alimentación</b>							
<b>Establecimiento</b>	<b>Tipo (T)</b>	<b>Dimensión (D)</b>	<b>Suma (T+D)</b>	<b>PP</b>	<b>MP</b>	<b>GP</b>	<b>Nº</b>
Fruterías 22	3	1	4	X			12
	3	2	5		X		8
	3	3	6			X	2
Pastelerías 5	3	1	4	X			1
	3	2	5		X		4
Panaderías 28	3	1	4	X			20
	3	2	5		X		6
	3	3	6			X	2
Supermercados 10	3	2	5		X		3
	3	3	6			X	7
Pescaderías 22	3	1	4	X			12
	3	2	5		X		8
	3	3	6			X	2
Carnicerías 22	3	1	4	X			1
	3	2	5		X		19
	3	3	6			X	2
Ultramarinos 12	3	1	4	X			12
Vinos 2	2	1	3	X			2
Congelados 3	2	1	3	X			2
	2	3	5		X		1

Gourmet 3	3	2	5	X			3
Kioscos 20	2	1	3	X			20
Tienda de animales 7	3	2	5		X		7
<b>Total</b>				<b>85</b>	<b>56</b>	<b>16</b>	<b>157</b>
<b>Resto de Establecimientos</b>							
<b>Establecimiento</b>	<b>Tipo (T)</b>	<b>Dimensión (D)</b>	<b>Suma (T+D)</b>	<b>PP</b>	<b>MP</b>	<b>GP</b>	<b>Nº</b>
Otros (Papelerías, farmacias, estanco, zapatería, oficinas, etc.) 120	1	1	2	X			60
	1	2	3	X			45
	1	3	4	X			15
<b>Total</b>				<b>120</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>120</b>
<b>Total = 539 Actividades comerciales</b>							

B. Resultados de la clasificación de las actividades comerciales e industriales: PP, MP, y GP de la ZONA 5

<b>Clasificación Actividades Comerciales (PP/MP/GP) ZONA 5</b>							
<b>HORECA</b>							
<b>Establecimiento</b>	<b>Tipo (T)</b>	<b>Dimensión (D)</b>	<b>Suma (T+D)</b>	<b>PP</b>	<b>MP</b>	<b>GP</b>	<b>Nº</b>
Restaurantes 12	3	2	5		X		3
	3	3	6			X	9
Bares 30	3	2	5		X		15
	3	2	6			X	15
Cafeterías 15	2	1	3	X			6
	2	2	4	X			9
<b>Total</b>				<b>15</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>57</b>
<b>Jardinería, floristerías y "gardens" en general</b>							
<b>Establecimiento</b>	<b>Tipo (T)</b>	<b>Dimensión (D)</b>	<b>Suma (T+D)</b>	<b>PP</b>	<b>MP</b>	<b>GP</b>	<b>Nº</b>
Floristerías 2	3	2	5		X		1
	3	3	6			X	1
Comercios de Jardinería 2	3	2	5			X	2
Vivero 1	2	1	3			X	1
Tienda de animales 1	2	1	3	X			1
<b>Total</b>				<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>6</b>
<b>Comercios de Alimentación/Otras Actividades Económicas</b>							
<b>Establecimiento</b>	<b>Tipo (T)</b>	<b>Dimensión (D)</b>	<b>Suma (T+D)</b>	<b>PP</b>	<b>MP</b>	<b>GP</b>	<b>Nº</b>
Supermercados 4	3	2	5		X		1
	3	3	6			X	3
Carnicerías 2	3	1	4	X			2

Congelados	2	1	3	X			2
Otras actividades económicas talleres de coches, cristalería, oficinas, etc.	1	2 y 3	3 y 4	X			469
	2	3	5		X		32
	3	3	6	X			18
Carpinterías 1	3	3	6	X		X	1
<b>Total</b>				<b>492</b>	<b>33</b>	<b>4</b>	<b>528</b>
<b>Industrias Agroalimentarias/Otras Industrias</b>							
<b>Establecimiento</b>	<b>Tipo (T)</b>	<b>Dimensión (D)</b>	<b>Suma (T+D)</b>	<b>PP</b>	<b>MP</b>	<b>GP</b>	<b>Nº</b>
Fábrica de quesos	3	3	6			X	1
Encurtidos	3	3	6			X	1
Aliño de aceitunas de mesa	3	3	6			X	1
Otras Industrias	1	3	4		X		4
	2	3	5			X	2
<b>Total</b>				<b>0</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>9</b>
<b>Total = 600 empresas</b>							

### Actividad y tipo de biorresiduo generado.

- Comercios de alimentación (fruterías, carnicerías, pescaderías, panaderías, tiendas de congelados, supermercados, etc.).
  - Productos en mal estado o caducados.
  - Derivados de la manipulación de los productos, se generan biorresiduos de las partes no comercializables.
- Establecimiento de hostelería, restauración y catering (HORECA: bares, cafeterías, pubs, restaurantes, hoteles, etc.). La mayoría de estos restos orgánicos se producen en la cocina:
  - Restos orgánicos derivados de la manipulación de los alimentos y de la preparación de la comida.
  - Excedentes de alimentos no consumidos por los usuarios o restos de los alimentos no consumibles (peladuras, huesos, cascara, etc.).
  - Los productos en mal estado o caducados.
  - Servilletas sucias con restos de comida.
- Establecimientos de jardinería, floristerías y "gardens" en general:
  - Residuos Vegetales no leñosa (hojas, flores, ramos marchitos, etc)
  - Fracción Vegetal leñosa
- Oficinas, despachos, farmacias, papelerías, zapatería o cualquier otra actividad que pueda generar algún tipo de biorresiduo.

- Industrias agroalimentarias, carpinterías, o cualquier otra industria que pueda generar algún tipo de biorresiduo

C. Resultado de la clasificación de los equipamientos y servicios, públicos y privados: PP, MP, GP.

Clasificación Equipamientos y Servicios, Públicos y Privados en el municipio							
Centros Educativos y Residenciales							
Establecimiento o servicio	Tipo (T)	Dimensión (D)	Suma (T+D)	PP	MP	GP	Nº
Residencia de ancianos	3	3	6			X	2
Colegios públicos	3	3	6			X	4
Colegios privados	2	3	5		X		1
	3	3	6			X	5
Guarderías	3	2	5		X		2
	3	3	6			X	8
<b>Total</b>				<b>0</b>	<b>3</b>	<b>19</b>	<b>22</b>
Otros Equipamientos y Servicios							
Establecimiento	Tipo (T)	Dimensión (D)	Suma (T+D)	PP	MP	GP	Nº
Centros deportivos	1	2	4		X		4
	2	3	5			X	6
Centros de salud	2	3	5		X		7
Biblioteca	1	3	4	X			3
Distrito	1	3	4	X			1
Policía	2	3	5		X		1
Bomberos	3	3	6		X		1
Hospitales	3	3	6			X	1
<b>Total</b>				<b>4</b>	<b>13</b>	<b>7</b>	<b>24</b>
<b>Total = 56 equipamientos y servicios</b>							

**Actividad y tipo de biorresiduo generado.**

- Centros educativos y residenciales (escuelas, guarderías, institutos, residencias de ancianos). La mayoría de estos restos orgánicos se producen en la cocina:
  - Excedentes de alimentos no consumidos por los usuarios o restos de los alimentos no consumibles (peladuras, huesos, cascaras, etc.) producidos en las cocinas y comedores.
  - Restos orgánicos derivados de la manipulación de los alimentos y de la preparación de la comida.
  - Los productos en mal estado o caducados.
  - Servilletas sucias con restos de comida.
  - Fracción vegetal de jardines y/parques asociados a estas instalaciones

- Otros equipamientos y servicios públicos (biblioteca, policía, bomberos, ayuntamiento, centros de salud, centros deportivos, etc) que puedan producir algún tipo de biorresiduo.

#### D. Resultado de la clasificación recogida especial de la fracción vegetal leñosa

Recogida Especial Fracción Vegetal Leñosa							
Mantenimiento Parques y Jardines Públicos "recogida especial"							
Servicio	Tipo (T)	Dimensión (D)	Suma (T+D)	PP	MP	GP	Nº
Parques y jardines públicos	3	3	6			X	8
Jardines asociados a equipamientos o servicios	3	2	5		X		5
	3	3	6			X	11
<b>Total</b>				<b>0</b>	<b>5</b>	<b>19</b>	<b>24</b>

Tabla 8 Clasificación de la recogida especial de la fracción leñosa en las zonas 1, 2, 3 y 4.

#### Actividad y tipo de biorresiduo generado.

- Mantenimiento parques y jardines públicos
  - Fracción Vegetal de pequeño tamaño y no leñosa, procedente de plantas, arbustos no leñosos, césped, hojas caídas de los árboles, etc.
  - Fracción Vegetal leñosa, procedente de arbustos leñosos, arboles, ramas caídas, etc.

### 3.4 Estimación de la cantidad de Biorresiduos generados

En la actualidad **no existe ninguna base de datos generalizada** en la que se recoja caracterizaciones de estas fuentes de residuos en función de la actividad generadoras, desconociéndose la composición y las cantidades generadas.

En la actualidad, la práctica totalidad de la MO de los grandes generadores, se está gestionando conjuntamente con la procedente de los residuos domiciliarios, lo que **dificulta considerablemente la estimación** de la cantidad y caracterización de los Biorresiduos, salvo que se realice un trabajo de campo muy

específico en cada uno de los puntos de generación.

Por esto, la definición de unos **valores típicos de generación** puede permitir un análisis teórico previo a la implantación de la recogida selectiva de FORS en determinadas actividades industriales, comerciales e institucionales, o **para diseñar diferentes rutas de recogida selectiva**, una vez decidida su implantación.

Se define el valor típico de generación de una actividad como la cantidad de FORS generada por esa actividad en un periodo determinado, referido a un parámetro característico y definitorio de la misma.

Este parámetro de referencia estará relacionado con la actividad generadora, por ejemplo, pueden considerarse **el número de camas** cuando se estudia la generación de biorresiduos en una actividad hotelera, **el número de comidas servidas** cuando se analiza la generación en un restaurante o el número de trabajadores en una empresa de cartering.

La elección de estos parámetros es muy importante porque deben estar directamente

correlacionados con la generación de biorresiduos.

**Debe tenerse en cuenta la casi absoluta falta de datos** ya que la recogida selectiva de materia orgánica es incipiente en España y mucho más en actividades industriales y comerciales.

Los datos mostrados representan casi la primera aproximación a la generación, por lo que **deben ser utilizados con las lógicas precauciones.**

### Valores típicos de generación para actividades generadoras

En la tabla siguiente se indica una relación de distintas actividades, clasificadas como actividades industriales comerciales o institucionales.

Industriales	Comerciales	Institucionales
Comedores Empresariales	Mercados Municipales	Hospitales
Empresas de Catering	Centros Comerciales	Residencias de Ancianos + Centros de Día
	Centros Comerciales + Mercados Municipales	Comedores Escolares
	Supermercados, Autoservicios	Comedores Universitarios
	Hoteles, Hostales, Pensiones	Residencias de Estudiantes
	Restaurantes, Asadores	Escuelas de Hostelería
	Grandes Restaurantes	Centros Penitenciarios
	Bares, cafeterías,	Cuarteles
	Fruterías	
	Carnicerías	
	Pescaderías	

Tabla 9 Generadores singulares; FUENTE: Proyecto CASTA DIVA

En la siguiente tabla se muestra los parámetros característicos de generación de FORS para los diferentes generadores singulares.

Fuente	Parámetro característico de la actividad
Empresas de Catering	Nº de trabajadores // Nº de comidas
Comedores Empresariales	Nº de trabajadores que usan comedor
Hospitales	Nº de camas
Residencias Ancianos + Centros Día	Nº plazas
Comedores Escolares	Nº de alumnos que usan comedor
Comedores Universitarios	Nº de comidas / día
Residencias Universitarias	Nº de plazas
Escuelas de Hostería	Nº de alumnos del centro
Centros Penitenciarios	Nº de comidas / día
Cuarteles	Nº de comidas / día
Mercados Municipales	Superficie
Centros Comerciales	Superficie
Centros Comerciales + Mercado Municipal	Superficie
Supermercados	Nº de trabajadores // Superficie
Hoteles	Nº de habitaciones
Grandes Restaurantes	Nº de comidas/día // Comensales máx.
Bares- Cafeterías	Nº de trabajadores // Nº de mesas
Restaurantes	Nº de comidas / día
Fruterías	Nº de trabajadores // Superficie
Carnicerías	
Pescaderías	

Tabla 10 Definición de los parámetro

Para cada una de las fuentes singulares se establecieron los valores de generación de FORS relativas a los parámetros más característicos de la actividad, en la siguiente tabla se recogen dichos valores.

Actividad	Valor típico de generación	
Residencia de Ancianos + Centro de Día	0,85	kg/cama.día
Empresa de Catering	1,90	kg/trabajador.día
Comedor Empresarial	0,08	kg/comida.día
Centro Comercial	0,23	kg/m2.día
Mercado Municipal	0,45	kg/m2.día
Centro Comercial + Mercado Municipal	0,10	kg/m2.día
Hospital	0,44	kg/cama.día
Residencia Universitaria	0,15	kg/cama.día
Comedor Universitario	0,08	kg/comida.día
Gran Restaurante	0,19	kg/comida.día
Hotel	0,40	kg/habitación.día
Escuela de Hostelería	0,42	kg/alumno.día
Comedor Escolar	0,07	kg/comida.día
Cementerio	0,0004	kg/habitante.día
Centro Penitenciario	2,10	kg/comida.día
Supermercado	0,16	kg/m2.día
Restaurante	0,25	kg/comida.día
Bar-Cafetería	3,38	kg/trab.día
	1,46	kg/mesa.día
Frutería	0,23	kg/m2.día
	6,59	kg/trab.día

Tabla 11 Valores típicos; FUENTE Proyecto CASTA DIVA

En la tabla siguiente se recogen los valores típicos de generación por actividad que he encontrado para tres áreas geográficas diferentes y tomadas como referencia (Guipúzcoa, Oporto, Cataluña).

Al analizar los datos se observa que existen diferencias y variaciones importantes en algunos casos proporcionados para tipos de fuentes parecidas en los diferentes estudios, como se ve en los Hospitales, Hoteles o Bares y cafeterías.

Por ese motivo para el siguiente estudio utilizaré los valores típicos de referencias de la tabla 8 que como ya dije antes dichos valores deben considerarse como acotaciones válidas para un primer acercamiento a la generación en estas fuentes singulares.

### Valores típicos de generación para tres áreas geográficas.

<b>"Valores típicos de generación" de MOP diariamente para los Generadores Singulares</b>			
<b>Actividad</b>	<b>Cataluña</b>	<b>Gipuzkoa</b>	<b>Oporto</b>
Hoteles	0,84 (kg/estancia)	0,40 (kg/hab)	
		0,33 (kg/cama)	
Camping	0,65 (kg/estancia)		
Res. Universitaria		0,15 (kg/cama).	
Res ancianos + centro día		0,85 (kg/cama)	
Hospital	2 (kg/cama)	0,44 (kg/cama)	
Comedor escolar	0,1 (kg/alumno)	0,065 (kg/comida)	
Comedor universitario		0,076 (kg/comida)	
Comedor empresarial		0,083 (kg/comida)	
Cementerio		0,0004 (kg/hab)	0,0041 (kg / hab)
Grandes restaurantes		0,19 (kg/comida)	
Restaurantes	27,96 (kg/restaurante)	0,25 (kg/comida)	26,1 (kg/restaurante.)
		12 ( kg/restaurante)	
		17,3 (kg/restaurante)	
Empresa de catering		1,9 (Kg/trabajador)	
Escuela de hostelería		0,45 ( Kg/alumno)	
Centro penitenciario		0,21 (Kg/comida)	
Sector alimenticio cotidiano de < 500 m2	7,05 (kg/comercio)		
Fruterías		0,23 (kg/m2)	
		6,59 (kg/trabajador)	
		9,58 (kg/frutería)	
Comercio mixto < 500 m2	7,5 (kg/comercio)		
Comercio mixto 500 - 2.500 m2	124 (kg/comercio)		
Comercio mixto >2.500 m2	536 (kg/comercio)		
Supermercado		0,16 (kg/m2)	
Mercado municipal		0,45 (kg/m2)	
Centro comercial		0,23 (kg/m2)	
Centro comercial + mercado municipal		0,10 (kg/m2)	
Bares-cafeterías	10,65 kg/estableci.día	3,38 (kg/trabajador)	
		1,46 (kg/mesa)	
		5,23 (kg/bar-caf.)	

Tabla 12 Comparativa de grandes generadores

## Aplicación al municipio

Estimación para valores típicos de actividades comerciales				
Tasa de generación				
Establecimiento	Número	Característica	Valor Típico	Tm/año
Restaurantes	36	30 comidas	0,25 kg/comida.día	98,5
Gran Restaurante	9	50 comidas	0,19 kg/comida.día	31,2
Bares	162	4 trabajadores	3,38 kg/trab.día	799,4
Cafeterías	80	2 trabajadores	3,38 kg/trab.día	197,4
Hoteles	6	120 camas	0,40 Kg/cama.día	105,1
Fruterías	22	2 trabajadores	6,59 kg/trab.día	105,8
Supermercados	4	4.000 m <sup>2</sup>	0,16 kg/m <sup>2</sup> .día	934,4
Mercados	12	1000 m <sup>2</sup>	0,45 kg/m <sup>2</sup> .día	1971
Empresa de Catering	3	8 trabajadores	1,90 kg/trab.día	16,6
Hospitales	1	100 camas	0,44 kg/cama.día	16,1
Residencia de ancianos	2	100 camas	0,85 kg/cama.día	31
Centro comercial	3	12.000 m <sup>2</sup>	0,23 kg/m <sup>2</sup> .día	3022,2
Comedor escolar	6	150 comidas	0,07 kg/comida.día	23
Comedor empresarial	20	150 comidas	0,08 kg/comida.día	87,6
<b>Total</b>				<b>5.796,8</b>

Es obvio que existe una falta importante de datos, derivada de la propia situación incipiente de la recogida de biorresiduos en generadores singulares, en consecuencia, **los valores obtenidos deben considerarse como un primer acercamiento** a la generación en estas fuentes singulares.

Se puede observar que es **un valor aproximado** a la cantidad estipulada en los objetivos, **5.334,84** tm/año correspondiente al 40 % del contenedor GRIS que sería lo equivalente a la materia orgánica.

## 4

## PROPUESTA DE NUEVO SISTEMA



### 4.1 Sistemas de recogida

#### Sistema puerta a puerta (PaP)

Consiste en la entrega de los residuos, domiciliarios o comerciales, por parte del generador en la puerta de la propia vivienda o comercio, de acuerdo con un calendario y



Ilustración 5 Cubo aireado y bolsa compostable

horario preestablecido. Los residuos pueden entregarse por medio de bolsas compostables, cubos de pequeñas dimensiones o contenedores, en función de la cantidad.

#### Requisitos

- Tener una capacidad acorde con el cubo.
- Evitar fugas de lixiviados.
- Ser suficientemente resistente.
- En algunos casos, transparentes para examinar su contenido.
- En el caso de compostaje doméstico, aportar a granel o bien en bolsas de materiales compostables, nunca aceptables bolsas de plástico.

El operario del servicio de recogida puerta a puerta, recogerá los citados biorresiduos depositándolos en el camión de recogida, y volviendo a dejar el cubo o contenedor en la calle junto a la puerta de la vivienda, establecimiento comercial o industria.

Este sistema, resulta mucho más cercano para los ciudadanos, y suele dar tasas de recuperación de biorresiduos más elevadas y con menos porcentaje de impropios, aunque implica cierta obligatoriedad de realizar la separación en origen de todas las fracciones, ya que no hacerlo resulta más complicado.

#### Sistema de aportación

Consiste en ubicar en la vía pública contenedores de diferente tipología, dependiendo de las características de la fracción a recoger y del urbanismo de la zona. Los ciudadanos deben desplazarse a los puntos de aportación más cercanos, donde deben depositar sus residuos dentro de los citados contenedores.

Estos contenedores son vaciados por los correspondientes servicios de recogida siguiendo unos horarios y frecuencias adaptadas

a los niveles de llenado de los receptáculos, según la generación de cada fracción, y en algunos casos también en función de las características del propio residuo. Para la recogida selectiva de biorresiduos, este sistema de aportación se puede implantar de dos formas:

- **5º contenedor (MARRÓN):** Consiste en colocar junto con el resto de contenedores de las distintas fracciones, papel y cartón, envases, vidrio y restos, un nuevo contenedor específico para la recogida de biorresiduos. Quedando en este caso, el contenedor de la basura en masa para uso exclusivo de la fracción resto.
- **Contenedor Bicompartimentado:** Tiene dos compartimentos de diferente volumen útil, generalmente 1/3 para la MO y 2/3 para la fracción de resto. Cada compartimento está identificado mediando un color diferente para facilitar el depósito de cada fracción.



Ilustración 6 Contenedor MARRÓN



Ilustración 7 Contenedor Bicompartimentado

En la ZONA 1, se instalarán 75 nuevos contenedores de 3.000L de carga lateral de color **MARRÓN** destinados a la recogida selectiva y exclusiva de los FORs. Estos se situarán en las áreas de aportación, cada 100 metros aproximadamente o cada 10 bloques de pisos

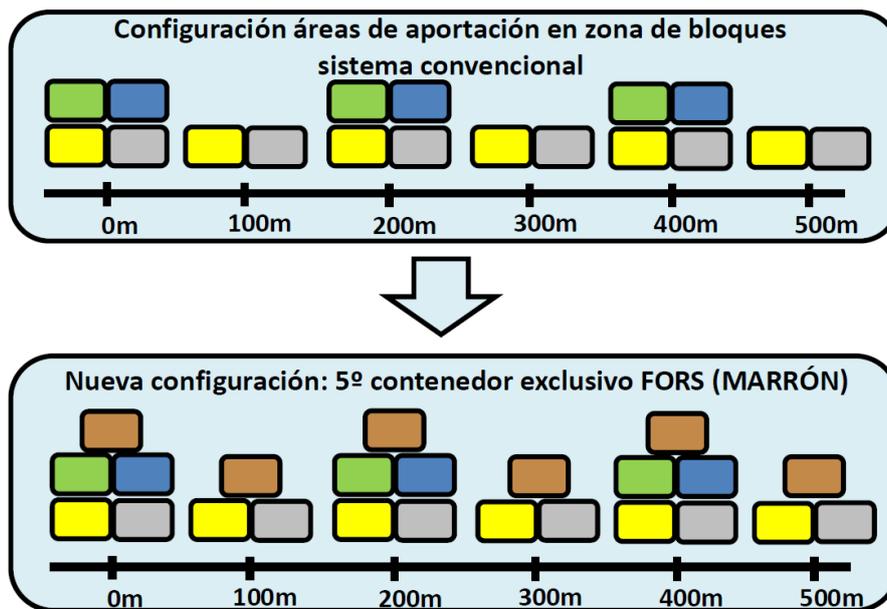


Ilustración 8 Nueva configuración de las áreas de aportación en la zona de bloques

## 4.2 Recogida selectiva de FORS en la ZONA 1

Se implantará el sistema de recogida selectiva de biorresiduos con **sistema de aportación** con 5º contenedor (MARRÓN). Por otro lado, el contenedor de color GRIS quedará destinado para la fracción RESTOS.

### Domicilios

- Los usuarios depositarán los FORS generados en sus viviendas en el cubo de 10-15 litros utilizando las bolsas compostables
- Deberán depositar la bolsa bien cerrada en el contenedor MARRÓN, situado en las áreas de aportación, los días y horas estipulados
- La fracción RESTOS se depositará en el contenedor GRIS
- El usuario será el responsable de la limpieza, mantenimiento y reposición del cubo en caso de deterioro

### Actividades comerciales y equipamientos y servicios PP, MP y GP.

- Deberán separar selectivamente los FORS.
- Deberán tener un contenedor homologado, para contener biorresiduos, con una capacidad dentro de los intervalos de volúmenes especificados.
- La fracción RESTOS se depositará en el contenedor GRIS
- El usuario será el responsable de la limpieza, mantenimiento y reposición del cubo en caso de deterioro

## 4.3 Recogida selectiva FORS en ZONAS 2, 3, 4 y 5.

Se ha establecido el **sistema de aportación con contenedores de 800L** para la recogida de biorresiduos tanto para los domicilios, como para las actividades comerciales y equipamientos y servicios, públicos y privados.

### Domicilios

- Los usuarios depositarán los FORS generados en sus viviendas en el cubo de 10-15 litros utilizando las bolsas compostables
- Deberán sacar el cubo con la bolsa bien cerrada en el interior, los días y horas estipulados, colocarlo en los contenedores cercanos a sus domicilios
- La fracción RESTOS se depositará en el contenedor GRIS
- El usuario será el responsable de la limpieza, mantenimiento y reposición del cubo en caso de deterioro

### Actividades comerciales y equipamientos y servicios PP, MP y GP.

- Deberán separar selectivamente los FORS.
- Deberán tener un contenedor homologado, para contener biorresiduos, con una capacidad dentro de los intervalos de volúmenes especificados, para carga trasera, en el contenedor estará reflejado el nombre del establecimiento y la dirección
- La fracción RESTOS se depositará en el contenedor GRIS
- El usuario será el responsable de la limpieza, mantenimiento y reposición del cubo en caso de deterioro

Volumen Contenedores PP/MP/GP			
PP	Pequeño Productor de biorresiduos	15 - ≤120	Litros
MP	Mediano Productor de biorresiduos	>120 - ≤360	Litros
GP	Gran Productor de biorresiduos	>360 - 2.400	Litros

Tabla 13 Rango de volúmenes de contenedores para los productores de biorresiduos, según su clasificación (PP, MP y GP)

## 4.4 Frecuencia, limpieza y horario de recogida

La limpieza de los contenedores de recogida selectiva de FORS situados en la calle, en las llamadas áreas de aportación, será para el interior del contenedor, cada mes excepto los meses de junio, julio y agosto que será con mayor frecuencia, y cada 2 meses del exterior del contenedor.

Los usuarios deberán depositar los FORS en los contenedores en el sistema de 5º contenedor a partir de las 21:00.

En el polígono, los responsables de dichas actividades sacarán sus contenedores a partir de 2 horas antes del comienzo de la recogida, o a la hora de cierre del establecimiento si es anterior a la hora establecida.

### Duración de la recogida

Duración de la Recogida (h)					
Descripción	ZONA				
	1	2	3	4	5
Tiempo en coger y vaciar los contenedores o bolsas	2	5,8	5,7	5,7	1,6
Tiempo ruta del camión (Itinerario)	1,1	1,25	1,5	1,5	3,6
Tiempo en ir a la planta, descargar y volver a la cochera	1,5	0,9	0,8	0,7	0,8
Tiempo muertos/descansos	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
<b>Total (duración recogida y transporte)</b>	<b>5,35</b>	<b>8,7</b>	<b>8,75</b>	<b>8,65</b>	<b>6,75</b>
Tiempo en ir a la planta, descargar y volver a la cochera	-1,5	-0,9	-0,8	-0,7	-0,8
<b>Tiempo que permanece el camión en el municipio (recogida)</b>	<b>3,85</b>	<b>7,8</b>	<b>7,95</b>	<b>7,95</b>	<b>5,95</b>

Tabla 14 Tiempo de duración de la recogida

## 4.5 Recogida especial de la fracción vegetal leñosa

La fracción vegetal de tipo leñoso tiene un sistema de recogida específico, debido a que su generación tiene un carácter estacional, junto con una baja densidad de los restos, que supone un gran volumen. Recogida especial de la fracción vegetal leñosa, se realizarán, los días que duren las labores de podas de parques y jardines públicos, se colocarán cubas en aquellos lugares donde se estén realizando dichas labores para que los ciudadanos puedan

depositar sus restos de podas en las citadas cubas, el ayuntamiento deberá avisar al menos con un mes de antelación.

Una vez acabada estas jornadas los operarios retirarán las cubetas con los restos vegetales para llevarlos a la planta correspondiente.

En caso de que los usuarios del servicio quieran deshacerse de este tipo de restos vegetales de tipo leñoso en una fecha distinta a las establecidas por el ayuntamiento, será el propio usuario el encargado de llevarlos al punto limpio, donde hay una cuba durante todo el año para la recepción de esta fracción.

## 4.6 Recursos materiales y humanos

### Recursos materiales

#### A. Se contará con al menos los siguientes vehículos:

- 2 camiones recolectores de carga lateral (1 pertenece al sistema convencional que se usará para el nuevo sistema de recogida y uno más de refuerzo).
- 12 camiones recolectores de carga trasera (7 pertenecen del sistema convencional y 5 que serán adquiridos).
- 1 camión pluma de caja abierta.
- 1 camión lava-contenedores de carga lateral.
- 1 camión lava-contenedores de carga trasera.
- 1 furgón taller e intervenciones.
- 2 furgonetas para mandos.

#### B. Se contará al menos con los siguientes cubos y contenedores

- 17.400 cubos de 10L para las viviendas.
- 75 contenedores de 3.000L de carga lateral.
- 850 contenedores de 800L.

#### C. Otros recursos materiales

- 6.250.000 bolsas compostables transparentes de 10-15 litros (se repartirán 160 bolsas por vivienda y año).
- 5 autocompostadores de 650L.
- 3 Trituradoras de FV Leñosa.

### Recursos humanos

#### La plantilla necesaria será:

- Recogida nocturna: 9 Itinerarios 3/7, 9 conductores + 18 operarios para las zonas de urbanizaciones
- Recogida nocturna: 1 recorrido 3/7: 1 conductor + 1 operario para la zona de bloque
- Recogida diurna: 3 recorridos 2/7: 3 conductores + 6 operarios para los polígonos
- 1 conductor + 1 peón: lavado de contenedores.

- 1 conductor: lavado de camiones
- 2 mecánicos
- 2 encargados
- 1 capataz

#### El total de la plantilla será:

A la plantilla de conductores y operarios de recogida se ha aplicado los coeficientes de vacaciones (1,13) y absentismo (1,1).

- Plantilla urbanizaciones:  $27 \cdot 1,13 \cdot 1,1 = 34$ , hay que añadirle 7 más, repartidos de la siguiente forma: 3 conductores y 4 operarios.
  - ✓ Quedando: 12 conductores + 22 operarios.
- Plantilla bloques:  $2 \cdot 1,13 \cdot 1,1 = 2,4$ , a los 2 empleados antes citados, hay que añadirle 2 más.
  - ✓ Quedando: 2 conductores + 2 operarios.
- Plantilla en polígono:  $9 \cdot 1,13 \cdot 1,1 = 11$ , a los 9 empleados antes citados, hay que añadirle 2 más.
  - ✓ Quedando: 4 conductores + 7 operarios.

Hay que entender que los recursos humanos se podrán intercambiar en las rutas de FORS y resto. En definitiva, habrá una sinergia de recursos.

Es decir que si en la situación actual hay 14 conductores y 24 trabajadores, en la nueva situación habría que doblar: 24 y 48. Pero si aplicamos una sinergia del 15% ,se obtendría:

$$14 \cdot 2 \cdot 0,85 = 24 \text{ conductores}$$

$$24 \cdot 2 \cdot 0,85 = 40 \text{ trabajadores.}$$

Plantilla					
Cargos					
	Operario	Conductor	Mecánico	Encargado	Capataz
Actual	24	14	2	2	1
Nuevo	16	10	1	1	0
Total	40	24	3	3	1

Tabla 15 Plantilla para el nuevo sistema

El total de la plantilla encargada de la recogida selectiva de materia orgánica está formado por los 24 conductores y 40 operarios. (Solo será necesario contratar a 10 conductores y 16 operarios de carga, un mecánico y un encargado). Los otros serán aportados por el sistema de convencional de recogida del contenedor GRIS.

Vehículos							
Tipos							
	Camión recolector carga lateral	Camión recolector carga trasera	Camión de caja abierta	Camión lava contenedores de carga lateral	Camión lava contenedores de carga trasera	Furgón taller e intervención	Furgonetas para mandos
Actual	1	7	1	1	1	1	2
Nuevo	1	5	0	0	0	0	0
Total	2	12	1	1	2	1	2

Tabla 16 Vehículos para el nuevo sistema

## 4.7 Cambios en la Gestión

Las acciones y cambios de gestión necesarios que se tendrían que acometer para implementar el nuevo sistema de recogida selectiva de biorresiduos en el municipio y el polígono industrial, se describen a continuación:

1. A cada **vivienda** del municipio se le proporcionará un cubo de 10-15 litros y 365 bolsas compostables transparentes. A los centros públicos se les proporcionará un contenedor cuyo volumen dependerá de su clasificación como PP, MP y GP.
2. Las **actividades comerciales** y diferentes centros privados deberán adquirir los elementos necesarios, contenedor y bolsas compostables, para una separación en origen, cuyo volumen dependerá de su clasificación como PP, MP y GP.
3. En la **ZONA 1**, se instalarán 72 (<20% de 90) nuevos contenedores de 3.000L de carga lateral de color **MARRÓN** destinados a la recogida selectiva y exclusiva de los FORS. Estos se situarán en las áreas de aportación, cada 100 metros aproximadamente o cada 10 bloques de pisos.
4. Los actuales **contenedores de color GRIS**, quedarán exclusivamente para la deposición de la fracción RESTOS.
5. En la ZONA 1, se implantará **el sistema de aportación** con 5º contenedor **MARRÓN** de 3000L (fracción FORS).
6. La cantidad de contenedores de color **GRIS**, que tras el cambio solo contendrá la fracción RESTOS, **se reducirán a 72**, debido a la disminución de contenido.
7. En las ZONAS 2, 3, 4, y 5, se implantará **el sistema de aportación** con 5º contenedor **MARRÓN** de 800L (fracción FORS).
8. Se **contratarán 28 nuevos empleados** (10 conductores y 16 operarios de carga, un mecánico y un encargado).
9. Se impondrá la **obligación de separar en origen** los biorresiduos generados tanto a las viviendas como a cualquier tipo de actividad.
10. Implantación de instrumentos de seguimiento de una buena separación de los biorresiduos por parte de los usuarios. Este se lleva a cabo por parte de los operarios de recogida. El ayuntamiento deberá dar un apoyo legal a los operarios para realizar dicha labor.

## 4.8 Costes de implantación del nuevo sistema

La implantación del nuevo sistema requerirá una inversión inicial en diferentes aspectos como la compra de contenedores, camiones, planes de concienciación y demás recursos materiales para poder llevar a cabo los objetivos de separación y recogida selectiva de materia orgánica.

Esta inversión inicial se dividirá en una tasa inicial necesaria para la puesta en marcha del sistema de recogida selectiva de biorresiduos.

El pago de la cual se describe a continuación: GP un 20% del coste total, MP un 15%, PP un 10%, y finalmente los domicilios que pagarán un 55% del total del coste de implantación.

Al finalizar el primer año, la tasa por implantación desaparecerá, mientras que la de amortización lo hará una vez se cumplan los plazos establecidos para cada una de las partidas, quedando como única forma de pago las tasas de gestión.

Costes Implantación Sistema de Recogida Selectiva de Biorresiduos				
Concepto	Nº	Precio Unitario (€)	Total (€)	
Camiones carga trasera	5	250.000	1.250.000	
Cubos de 10-15L	17.400	5	87.000	
Contenedores de 800L	850	250	212.500	
Contenedores de 3.000L carga lateral	75	1000	75.000	
Trituradoras fracción vegetal leñosa	3	700	2.100	
Bolsas compostables transparentes	6.351.000	0,12	762.120	
Autocompostadores de 650L	5	117	585	
Info. comunicación y concienciación	52.200	15€/hab	783.000	
<b>Total</b>			<b>3.172.305</b>	
Tasa Inicial Puesta en Marcha				
Concepto	Nº	% a Pagar de la Inversión	Total a pagar (€)	Cada Establecimiento o Vivienda (€/año)
Establecimientos GP de biorresiduos	86	20	634.461	7.377
Establecimientos MP de biorresiduos	134	15	475.845,75	3.551
Establecimientos PP de biorresiduos	826	10	317.230	384
Viviendas (12 cuotas)= 8,35€	17.400	55,0	1.744.767	100,27

Tabla 17 Costes y tasas iniciales por la implantación del nuevo sistema

## 4.9 Costes de amortización de los recursos materiales

La compra de los camiones y de los contenedores que se van a disponer en la calle y serían propiedad del ayuntamiento y requieren del cálculo de sus respectivas amortizaciones. A continuación, se indican estas y su repercusión en el aumento impositivo a los ciudadanos.

Amortizaciones					
Concepto	Nº	Años de amortización	% Amortización	Amortización anual individual	Amortización total (€)
Camiones carga trasera	5	9	0,12	30.000	150.000
Contenedores de 3.000L	75	3,5	30	300	22.500
Contenedores de 800L	850	3,5	30	75	63.750
<b>Total</b>					<b>236.250</b>
Tasa por Amortización					
Concepto	Nº	% a Pagar de la Inversión	Total a pagar (€)	Cada Establecimiento o Vivienda (€/año)	12 cuotas (€)
Establecimientos GP	86	20	47.250	549	45
Establecimientos MP	134	15	35.437	264	22
Establecimientos PP	826	10	23625	29	2,38
Viviendas	17.400	55,0	139.937	7,46	0,62

Tabla 18 Amortizaciones de material y tasas

## 4.10 Costes de la gestión del nuevo sistema

En este apartado se estimarán los costes de la implantación del nuevo sistema y la amortización de los recursos materiales adquiridos más importantes, así como las consiguientes tasas que se le deberán aplicar a los ciudadanos del municipio para sufragar estos costes.

Costes de Gestión del nuevo Sistema de recogida de Biorresiduos			
Costes Fijos	Nº	Precio Unitario €	Total €
<b>Limpieza contenedor (75 contenedores de 3.000L)</b>			
Interior	12	20	18.000
Exterior	6	5	2.250
<b>Limpieza camiones (5 camiones) (12 limpiezas/año)</b>			
	5	30€/camión	1.800
<b>Limpieza resto vehículos (6 vehículos) (12 limpiezas/año)</b>			
	4	30€/camión	1.440
<b>Info. Comunicación y concienciación</b>			
Camapaña de refuerzo	52.200	3€/hab	156.600

Instrumentos de comunicación continuos	52.200	2€/hab	104.400
<b>Salarios</b>			
Conductores horario nocturno Conductor horario diurno Operario de carga horario nocturno Operario de carga horario diurno Mecánicos Encargados			491.000
	<b>TOTAL 824.900</b>		
<b>Coste Variable</b>	<b>Nº</b>	<b>Precio Unitario €</b>	<b>Total €</b>
<b>Canon tratamiento en planta compostadora (50%MO)</b>			
	5.334,84	50,13 €/Tn	267.435,52
<b>Canon tratamiento en planta compostadora (podas FV)</b>			
	47,7	50,13 €/Tn	2.391,2
<b>Combustible (consumo medio 40L/100km)</b>			
1 Camión carga lateral ZONA 1 (49,37km, 365 días)	3.080,68L	1€/L	3.080,68
3 Camiones carga trasera ZONA 2 (43,75km cada camión)	8.190L	1 €/L	8.190
3 Camiones carga trasera ZONA 3 (35,49km cada camión)	6.642,48L	1 €/L	6.642,48
3 Camiones carga trasera ZONA 4 (30,49km cada camión)	5.706,48L	1 €/L	5.706,48
3 Camión carga trasera ZONA 5 (55km)	7.113,6L	1 €/L	7.113,6
<b>Reposición contenedores 3.000L</b>			2.100
<b>Reposición contenedores 800L</b>			
<b>Mantenimiento contenedores 3.000L</b>	75	3,8	285
<b>Mantenimiento camiones y resto vehículos</b>	15	800	12.000
<b>Reserva para útiles, herramientas, EPIS, etc</b>			5.000
		<b>TOTAL</b>	<b>319.944,96</b>
		<b>Total CF+CV</b>	<b>1.144.844,96</b>

<b>Tasa por Amortización del nuevo sistema</b>					
<b>Concepto</b>	<b>Nº</b>	<b>% a Pagar de la Inversión</b>	<b>Total a pagar (€)</b>	<b>Cada Establecimiento o Vivienda (€/año)</b>	<b>12 cuotas (€)</b>
Establecimientos GP	86	20	228.969	2.662	222
Establecimientos MP	134	15	171.726	1.281	107
Establecimientos PP	826	10	114.484	138	11
Viviendas	17.400	55,0	629.664	36,18	3,01

Tabla 19 Costes de gestión y tasas del nuevo sistema de recogida

Señalar que algunos de estos costes se han estimado en función de que se da y se cumple uno de los objetivos marcados inicialmente como es el que se consiga la recuperación del 50% de la materia orgánica del municipio. En caso de que no se llegue a este porcentaje o por el contrario se supere, los costes tendrán una variación sobre todo en materia de coste de tratamiento

## 4.11 Costes de gestión del contenedor GRIS en el nuevo sistema

Habrá que tener en cuenta los costes de gestión que se producirán en el sistema de recogida de biorresiduos junto con la variación que se producirá en los costes de la fracción resto al sufrir una modificación en su frecuencia. Posteriormente ha calculado la tasa conjunta entre que se deriva de estos 2 costes. Tanto los nuevos costes de la fracción resto como la tasa total se pueden observar a continuación.

<b>Costes de Gestión del contenedor RESTOS en el nuevo Sistema de recogida de Biorresiduos</b>			
<b>Costes Fijos</b>	<b>Nº</b>	<b>Precio Unitario €</b>	<b>Total €</b>
<b>Limpieza contenedor (75 contenedores de 3.000L)</b>			
Interior	12	20	18.000
Exterior	6	5	2.250
<b>Limpieza contenedor (1.035 contenedores de 800L)</b>			
Interior	12	10	124.200
Exterior	6	5	31.050
<b>Limpieza camiones (8 camiones+3refuerzos) (12 limpiezas/años)</b>			
	11	30€/camión	3.960,00
<b>Limpieza resto vehículos (6 vehículos) (12 limpiezas/año)</b>			
	6	30€/camión	2.160,00
<b>Salarios</b>			
Conductores horario nocturno			
Operarios de carga horario nocturno			
Conductor limpieza día de contenedores			
Conductor limpieza noche de contenedores			
Peón limpieza viaria			
Peón limpieza noche			
Mecánicos			
Encargados			1.517.500
<b>TOTAL</b>			<b>1.699.120</b>
<b>Coste Variable</b>	<b>Nº</b>	<b>Precio Unitario €</b>	<b>Total €</b>
<b>Canon tratamiento en vertedero</b>			
	21.339,36	33,08 €/Tn	705.906,02
<b>Combustible (consumo medio 40L/100km)</b>			
1 Camión carga lateral ZONA 1 (49,37km, 208 días)	4.107,58	1 €/L	4.107,58
5 Camiones carga trasera ZONAS 2, 3 y 4 (~56km cada camión, 208 días)	23.296,00	1 €/L	23.296
1 Camión carga trasera ZONA 5 (55km, 208 días)	4.638	1 €/L	4.638
<b>Reposición contenedores 3.000L</b>			
<b>Reposición contenedores 800L</b>			7.000
<b>Mantenimiento contenedores 3.000L</b>	75	3,8	285
<b>Mantenimiento contenedores 800L</b>	1.035	2,5	2.587
<b>Mantenimiento camiones y resto vehículos</b>	18	800	14.400
<b>Reserva para útiles, herramientas, EPIS, etc</b>			10.000

<b>TOTAL</b>	<b>772.219,6</b>
<b>Total CF+CV</b>	<b>2.471.339,6</b>

<b>Tasa por Amortización del nuevo sistema</b>					
Concepto	Nº	% a Pagar de la Inversión	Total a pagar (€)	Cada Establecimiento o Vivienda (€/año)	12 cuotas (€)
Establecimientos GP	86	20	494.267	5.747	479
Establecimientos MP	134	15	370.700	2.766	230
Establecimientos PP	826	10	247.133	300	25
Viviendas	17.400	55,0	1.359.236	78,11	6,51

Tabla 20 Costes de gestión y tasas del nuevo sistema de recogida

## 4.12 Análisis de costes

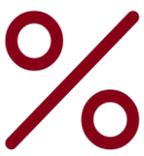
					
	Actual	Nuevo			
	Gris	Puesta en marcha	Marrón	Gris	
	2.686.745,06	3.153.245	1.144.844,96	2.471.339,6	
	7,28 €/mes	8,97€	3,01 €	6,51 €	
		Primer año			<b>18,49 €/mes</b>
		Después del primer año			<b>9,52 €/mes</b>
		Primer año			<b>+ 154%</b>
		Después del primer año			<b>+31%</b>
		Primer año			<b>+11,21 €</b>
		Después del primer año			<b>+2,24 €</b>

Tabla 21 Comparativa de costes entre sistemas

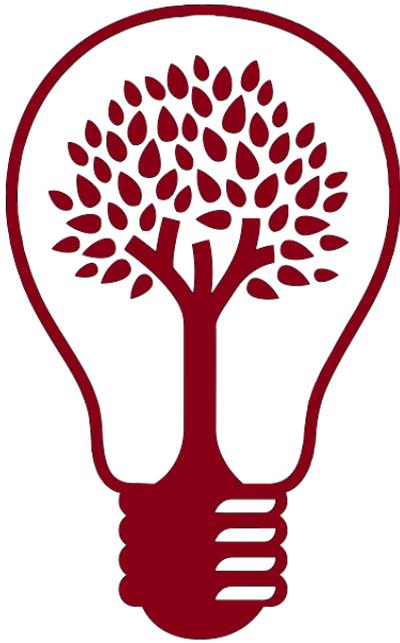
### 4.13 Matriz DAFO “Debilidades/Amenazas/Fortalezas/Oportunidades”

LA matriz DAFO nos sirve para hacer un diagnóstico preliminar del sistema a implantar y de la posible respuesta social, de detectando las posibles: Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades.

- Las Debilidades se refiere a las habilidades o actitudes que el programa o proyecto ya tiene, y que actúan de barrera para alcanzar el objetivo.
- Las Amenazas son situaciones negativas, externas al programa o proyecto, al cual pueden poner en peligro.
- Las Fortalezas son todos aquellos elementos o aspectos internos y positivos que diferencian al programa o proyecto de otros.
- Las Oportunidades son aquellos factores, positivos, que se generan en el entorno y que, una vez identificados, pueden ser aprovechado.

	DEBILIDADES	FORTALEZAS
INTERNO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento del coste económico de la gestión de los residuos.</li> <li>• Sistema de multas impopular</li> <li>• Generación de Olores y lixiviados.</li> <li>• Horario de recogida no- flexible.</li> <li>• Limitación en la Cultura y educación de los ciudadanos.</li> <li>• Necesidad de un seguimiento exhaustivo de la materia recogida.</li> <li>• Ocupación de suelo en la vía pública, afectando a la estética.</li> <li>• Insuficiente espacio en viviendas para la separación selectiva de materia orgánica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de la Calidad de los Residuos por parte del vecindario.</li> <li>• Disminución de la cantidad de residuos a depositar en el vertedero.</li> <li>• Nuevos puestos de trabajo.</li> <li>• Ejemplos de éxito en otros municipios.</li> <li>• Adecuado diseño de contenedor para mejorar calidad del residuo.</li> <li>• Incremento de la calidad del residuo Recogido.</li> <li>• Control de operarios para cumplimiento de la separación.</li> </ul>
	AMENAZAS	OPORTUNIDADES
EXTERNO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Turismo de la Basura.</li> <li>• Objetivo de recogida de materia orgánica no alcanzado.</li> <li>• Desconformidad entre ciudadanos por preferir el sistema contrario al implando en su zona.</li> <li>• Mala disciplina de los usuarios a la hora de la implantación del sistema.</li> <li>• Definición por población como “sistema incómodo”.</li> <li>• Visión de Sistema Impositivo.</li> <li>• Distinto compromiso entre habitantes y baja motivación con el paso del tiempo.</li> <li>• Distinta tasa de separación entre vecinos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posibilidad de subvención por prevención en la generación de residuos.</li> <li>• Posibilidad de alcanzar los nuevos objetivos de reciclado.</li> <li>• Aumento de la calidad de otras fracciones. Mayor calidad del residuo reciclado.</li> <li>• Ingresos generados con el aumento de las recogidas.</li> <li>• Surge una oportunidad de implicación de la población en materia de residuos.</li> <li>• Oportunidad de mejora.</li> </ul>

Tabla 22 Matriz DAFO: Diagnóstico preliminar del sistema a implantar y de la posible respuesta social



# 5 EDUCACIÓN AMBIENTAL

## 5.1 Percepción social del problema.

Los problemas ambientales se perciben cada vez con mayor claridad por la población. La mayor información y el aumento de la concienciación hacen que la ciudadanía sea más sensible a su entorno, los problemas que éste presenta y su implicación en ellos.

A pesar de que los problemas económicos o políticos suelen destacarse como los que más inquietud despiertan en la población, la mayoría de los andaluces afirman sentir preocupación por la situación ambiental de su localidad, comunidad y del planeta.

El Ecobarómetro es un estudio que realiza la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio en el que se analiza la preocupación de la ciudadanía andaluza respecto a la situación ambiental.



En una escala de 0 a 10, como se posicionaría con respecto a su preocupación por el medio ambiente:

60,6% Bastante o muy preocupado (7-10)  
 32,4% Moderadamente preocupado (5-6)  
 4,8% Poco o nada preocupado (0-4)  
 2,2% NS/NC

Ilustración 9 Ecobarómetro 2011 FUENTE Consejería de medio ambiente.

El plan de concienciación y comunicación es uno de los pilares fundamentales en los que se apoya el éxito de cualquier cambio que se quiera inculcar en una sociedad, pero más aún si se quiere tener éxito en la instauración de este proyecto.

Esto se debe a que cambiar los hábitos arraigados de la población no es fácil, y menos cuando en principio se le va a pedir que realice un esfuerzo tanto de actitud como económico con la premisa de mejorar la calidad medioambiental y con la posible no percepción de un beneficio directo para con su persona.

### Objetivos

El plan está basado en una serie de principios y objetivos a seguir y cumplir para realizar una comunicación eficiente y cercana a la población y así conseguir, el máximo apoyo posible como:

- **Informar** mediante un contacto directo y proactivo a los diferentes agentes implicados: *Ciudadanía, asociaciones y entidades y centros educativos.*
- **Concienciar** a todos los sectores del municipio para que realicen la recogida separada de la Fracción Orgánica, Poda y sus posibilidades de recuperación y valorización.
- **Resolver dudas**, crear sinergias, provocar la implicación de los diferentes colectivos en la gestión de los residuos del municipio. o Formar sobre como tienen que separar en los domicilios y actividades comerciales y su posterior gestión.
- **Implicar** a los agentes involucrados en la toma de decisiones y en la implantación de nuevos

modelos de recogida y gestión de los Biorresiduos.

- **Crear** un ambiente participativo a través de los medios de comunicación, y opinión pública que genere un espíritu colectivo.

Lo primero que se debe **realizar es un estudio para conocer la opinión e ideas de la población**. Realizar un sondeo inicial de opinión sobre determinados aspectos de la separación y recogida selectiva de materia orgánica, y sobre la percepción y grado de conocimiento por parte de los ciudadanos, y si ven necesarias y positivas este tipo de actuaciones.

Durante la realización de las acciones propias de los planes de concienciación e información, y

siempre que sea posible, se tendrán presente la actual jerarquía de gestión de residuos definida por las políticas de la Unión Europea.

Estas políticas marcan unos objetivos básicos de gestión para los residuos municipales, con el siguiente orden de prioridad, prevenir la producción de residuos y promocionar la reutilización, el reciclado y otros tipos de valorización (incluida la valorización energética), para reducir su impacto ambiental, previa a la eliminación en vertederos.

Aplicando esta jerarquía de gestión de residuos a los biorresiduos, esto se traduciría en la siguiente pirámide de prioridades en materia de gestión:

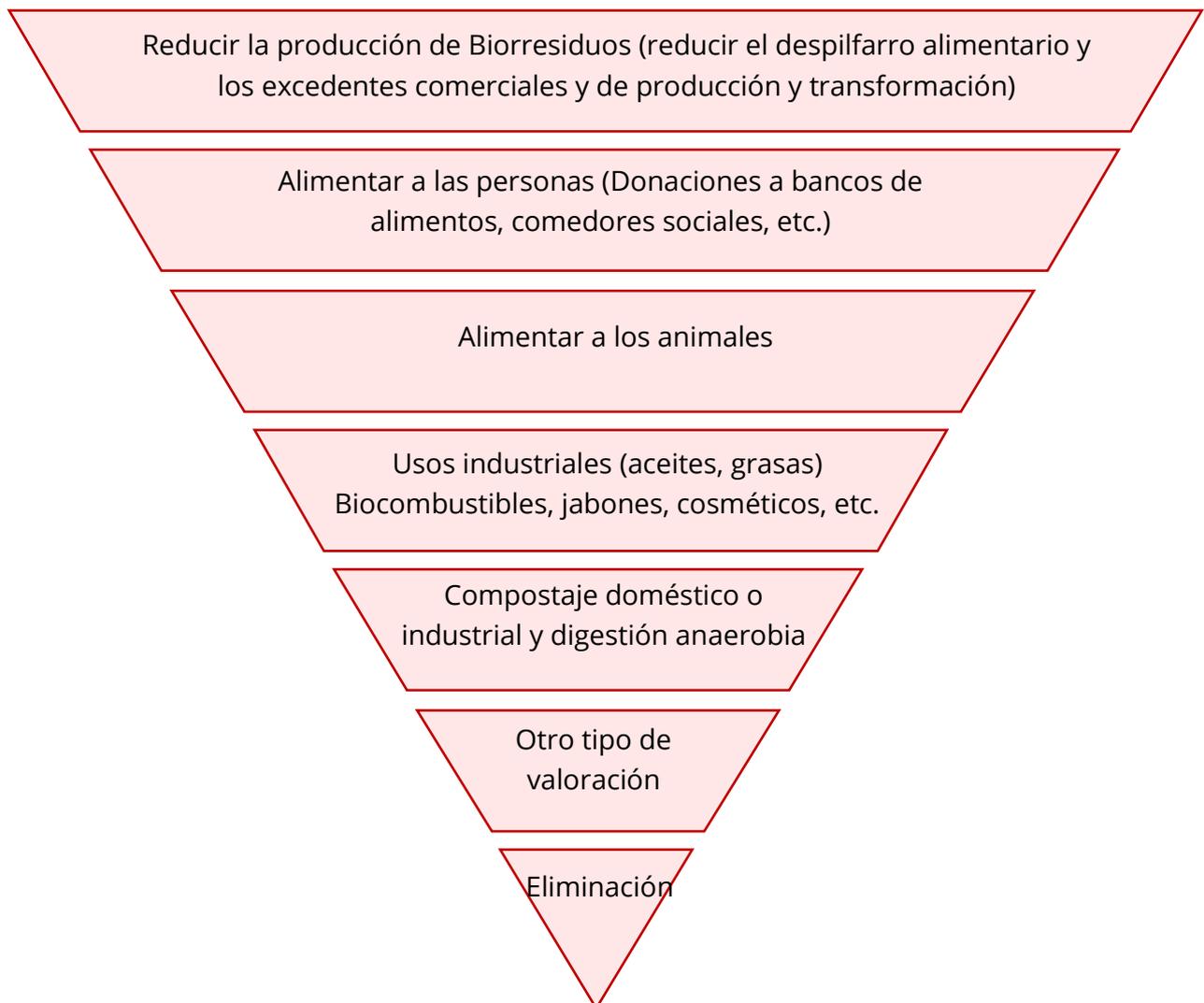


Ilustración 10 Jerarquía de gestión residuos aplicada a los biorresiduos

## 5.2 Instrumentos

### Actividades en centros educativos

Con las actividades realizadas en centros educativos se persigue una doble finalidad. En primer lugar, son generadores de Biorresiduos y, por tanto, susceptibles de actuaciones de prevención (evitar el despilfarro alimentario), de compostaje doméstico y de recogida separada; en segundo lugar, son formadores de las nuevas generaciones y tienen un importante papel como ejemplificadores de buenas prácticas. Ejemplo de actividades que se pueden llevar a cabo en estos centros son:

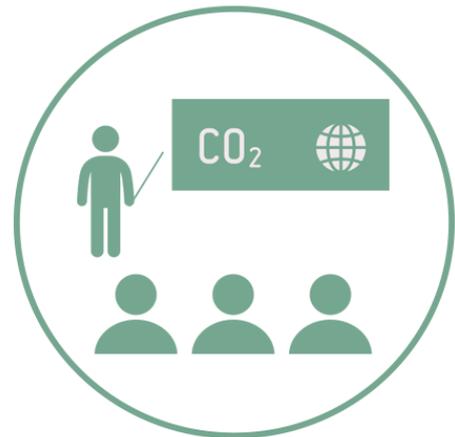
- Realizar talleres de concienciación con las compostadoras que se dispondrán en los centros. De esta forma, los jóvenes pueden aprender mientras se divierten.
- Se promoverá que se dedique tiempo en clase semanalmente para realizar juegos de aprendizaje y refuerzo de lo importante que es la separación de los biorresiduos y su correcta disposición en los cubos adecuados.
- Celebraciones de una representación teatral y catering de agricultura ecológica, semana del reciclaje, concurso de para elegir la mascota de las campañas de concienciación e información, etc.
- Visitas guiadas a la planta de compostaje.

### Sesiones informativas

Estas sesiones estarán abiertas a la ciudadanía a título individual, o bien dirigidas a colectivos específicos como asociaciones y entidades, colectivos ecologistas, vecinos de un solo barrio, actividades económicas, etc.

El objetivo de estas sesiones es transmitir a los asistentes toda la información necesaria para que puedan realizar la separación en origen de una forma correcta, siendo conscientes de los beneficios que esto aporta.

También se realizarán cursos de formación específicos para todos aquellos ciudadanos que quieran aprender a realizar compostaje doméstico, y otros talleres específicos dirigidos a asesorar en materia de prevención y ahorro en el consumo, lo que conlleva a una reducción de residuos y a un ahorro económico por parte del usuario.



Se organizarán charlas, debates y reuniones específicas con grupos de influencia del sector empresarial, institucional, sindicatos, grupos de vecinos, medios de comunicación para explicar la importancia de las nuevas medidas y de la colaboración por parte de estos grupos, debido a la gran influencia que poseen y la fuerza que tienen a la hora de transmitir los nuevos hábitos, medidas y actuaciones que se necesitan tomar para un buen funcionamiento del nuevo sistema.

### Puntos informativos

Se habilitará una oficina como punto de información, publicidad y promocional, con el fin de resolver todas las dudas posibles a cerca del nuevo sistema de recogida y recepción las posibles sugerencias y quejas que se puedan dar.

### Exposiciones

Se persigue con este instrumento el profundizar sobre el cómo y el porqué de las

buenas prácticas que se proponen al ciudadano. Para ello, se realizarán exposiciones para dar a conocer la problemática de los vertederos, como funcionan y cuáles son las desventajas frente a la planta de compostaje. Este evento se realizará para todos aquellos ciudadanos que estén interesados en obtener información acerca de la implantación del nuevo sistema.

Además, existen otros puntos tratar y explicar en esta iniciativa para concienciar a la población como son, por ejemplo:

*¿Qué son los Gases de Efecto Invernadero?, ¿Cómo afectan al cambio climático?, en qué consiste el proceso de compostaje, ¿Por qué es bueno el compostaje? y ¿Qué puedes hacer Tú para colaborar con el nuevo sistema?*

La configuración de estas exposiciones será interactiva donde el visitante pueda realizar actividades, juegos, encuestas, etc. Un educador será el encargado de guiar a los ciudadanos por la exposición, al tiempo que resuelve las preguntas y dudas de los visitantes.

### Visitas a plantas de tratamiento

Se realizan visitas a la planta de compostaje y al vertedero, donde se permite mostrar de una forma práctica lo que ocurre con estos materiales una vez que éstos son separados en origen y depositados en el sistema de recogida. De este modo, la ciudadanía vera in-situ las particularidades del sistema y el por qué se deben llevar a cabo buenas prácticas de separación y prevención de los Biorresiduos.

### Uso de medios de comunicación

Se realizará durante los seis primeros meses de forma intensiva una difusión mediante anuncios informativos en la televisión y radios locales.

Esto ayudará a que la población se vaya familiarizando con el nuevo sistema de recogida, así como, recordatorio de horarios y campañas que se vayan a realizar próximamente. Después

de esos seis meses, esperando una respuesta positiva, se mantendrá la difusión informativa y recordatorio, pero de una forma menos intensiva.

### Materiales gráficos

Se utilizarán como complemento de los instrumentos enumerados anteriormente, y que refuerzan el mensaje transmitido los siguientes materiales gráficos:

- **El “manual del vecino”:** es un “libro de instrucciones” en el que se incluye la información necesaria para dar a conocer todos los servicios que se van a prestar, horarios de recogida, localización contenedores (en zona de bloques), teléfonos de contacto...y un apartado formativo sobre como separar en origen la materia orgánica.
- **Folleto informativo:** se explican cuestiones básicas sobre todo el servicio de recogida selectiva y los beneficios medioambientales de este servicio.
- **Carteles** para convocar a los vecinos/as a las reuniones y a los puntos de información. o Posters que se colocarán en lugares visibles y frecuentados por la población como pueden ser: paradas de autobuses, cabinas telefónicas y paneles informativos.
- Materiales para **facilitar la separación** de la FORS e información de horarios de recogida y frecuencia como pegatinas, imanes de neveras, etc.
- Elementos de comunicación **dirigidos a los más pequeños** como juguetes con la forma de la mascota de la campaña “Composito”.
- Se colocará **publicidad** en la flota de vehículos de recogida y transporte de residuos con mensajes para incentivar las premisas y nuevos hábitos que hay que adoptar para el éxito de este nuevo proyecto

### Elementos de seguimiento

El seguimiento en cualquier acción de comunicación ambiental **es necesario para poder apreciar el efecto de los instrumentos utilizados y poder así evaluarlos.**

Por ello, una vez implantado el sistema se deberá ir realizándose encuestas cada cierto tiempo para comprobar el grado de satisfacción que tienen los ciudadanos con el mismo.

Esto permite conocer si se está llevando a cabo de una manera, en general, aceptada por la población o sin embargo los usuarios están descontentos y presentan quejas de diversa índole con lo cual habrá actuar en consecuencia para arreglar esos problemas.

### Temporalidad

Se realizarán campañas informativas específicas, las cuales son momentos de máxima comunicación en momentos cruciales de la gestión de los residuos del municipio. Por ejemplo:

- Puntuales campañas de información en justo los días anteriores y posteriores de la implantación del servicio de recogida separada de la Fracción Orgánica o del compostaje doméstico/comunitario.
- Campañas de refuerzo cada cierto tiempo (cada 3-4 meses) para evitar el efecto “desinfla” por parte de los ciudadanos.

Se realizarán actuaciones continuas en el tiempo y que garantizan su buen funcionamiento. Éstas son, por ejemplo, el rotulado de los camiones de recogida y los contenedores, ya que son un elemento visible para la ciudadanía. Por este motivo es muy importante aprovechar su rotulación para transmitir un mensaje de buenas prácticas.

Con el objetivo de mantener a la ciudadanía implicada en el proceso y mantenerla informada en todo momento, otra de las actuaciones que se va a llevar a cabo es la publicación y difusión de los diferentes eventos que se realicen, nueva información que vaya surgiendo y los comentarios de los usuarios relacionados con materia de recogida y gestión de los biorresiduos y el nuevo sistema implantado, mediante las redes sociales Twitter y Facebook.

## 5.3 Cronograma de implantación de un plan de concienciación ciudadana.

Cronograma de plan de comunicación y concienciación									
Actuaciones	1ºF	1	2	3	4	5	6	Ref	Cnt
Encuesta previa									
Actividades en centros educativos									
Sesiones informativas a ciudadanos									
Oficina de información									
Exposiciones									
Información PaP									
Visitas a planta de tratamiento									
Medios de comunicación									
Folletos y manuales									
Carteles y posters									
Regalos (imanes, etc)									
Publicidad en flota de vehículos									
Publicidad en contenedores									
Comunicación (teléfono, web, etc)									
Encuestas de seguimiento									

Tabla 23 Cronograma plan de comunicación y concienciación

Resumen de los instrumentos de comunicación

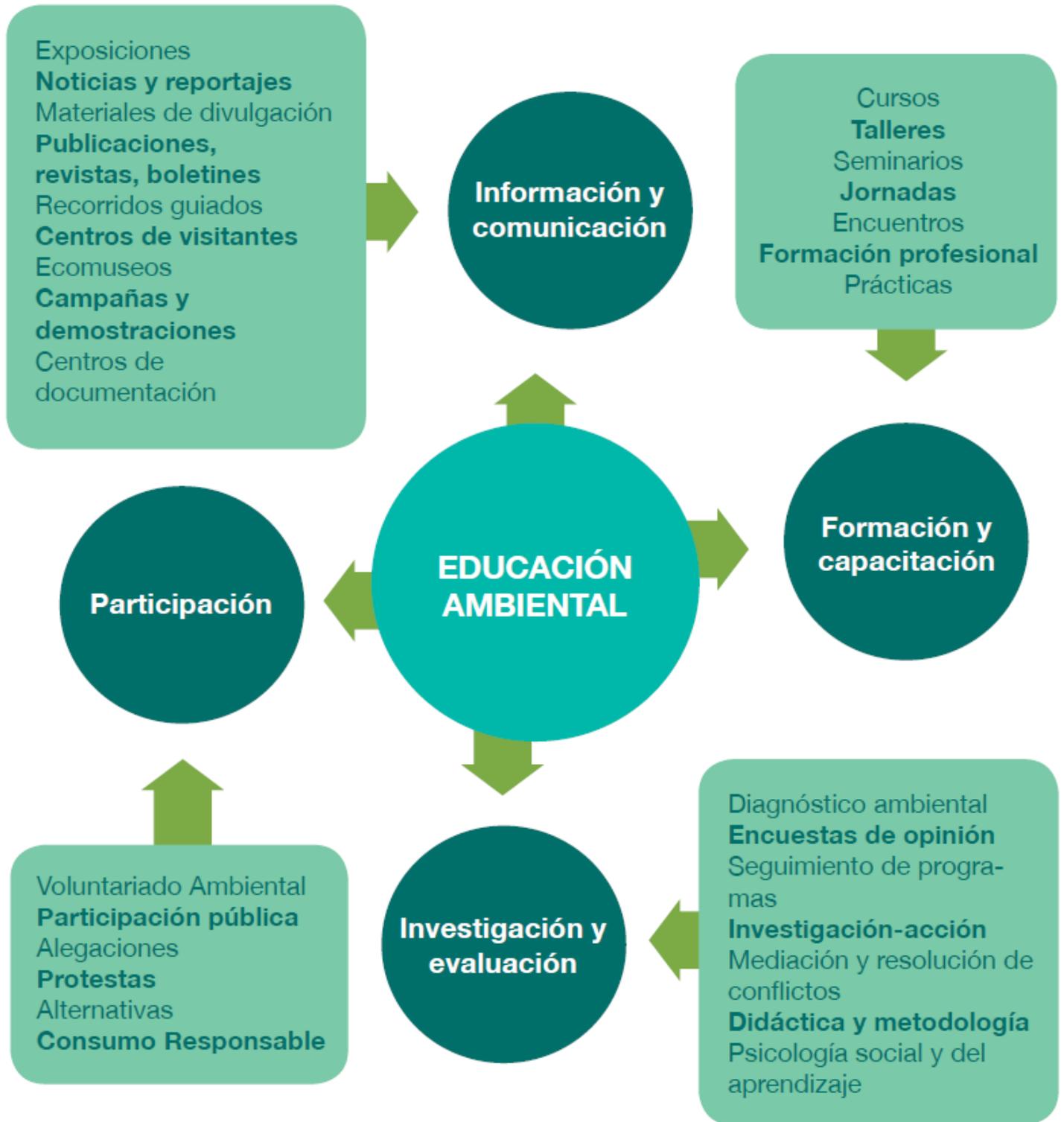


Ilustración 11 Instrumentos y acciones a desarrollar en Educación Ambiental FUENTE: Libro Blanco de la Educación Ambiental

## 5.4 Ejemplo de material gráfico de información



Recuperar 2 toneladas de envases plásticos equivale al ahorro de 1 tonelada de petróleo.



Es muy fácil fabricar tu propio compost a partir de basura orgánica en el caso de que poseas jardín.



Un sevillano produce 1,3 Kg de basura diaria.



1 tonelada de metano originado en nuestros vertederos equivale a 21 toneladas de CO<sub>2</sub>.



Los electrodomésticos al final de su vida útil deben ser entregados en los puntos limpios de LIPASAM.



La fabricación de papel reciclado requiere un 63% menos de energía que la creación de papel nuevo.



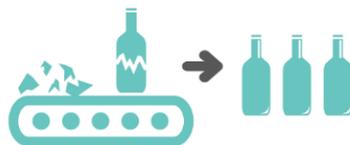
Con la cantidad de petróleo necesaria para fabricar una bolsa de plástico, un coche podrá recorrer más de 100 metros.



El anillo de reciclaje en forma de triángulo con flechas representa las tres erres: "Reducir, Reutilizar y Reciclar".



El Punto Verde es el símbolo que identifica los productos de las empresas que participan en el Sistema Integrado de Gestión de Ecoembes.



Fabricar una botella a partir de vidrio reciclado consume alrededor de 1,7 veces menos energía y genera 2,6 veces menos emisiones de gases efecto invernadero.



Una lata en la naturaleza si gue siendo un residuo durante 500 años.

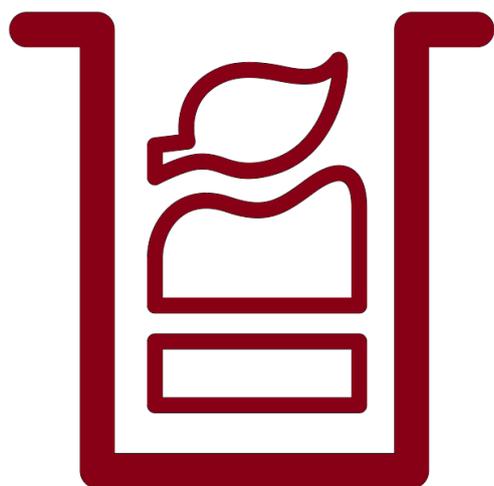


Segregar en casa el vidrio, el papel y cartón, y los envases permite ahorrar energía y reducir las emisiones de gases efecto invernadero.



Por cada folio que se recicla se ahorra la energía equivalente al funcionamiento durante una hora de dos bombillas incandescentes de 100 vatios.

Ilustración 12 Cartel : Sabías que...? LIPASAM



## 6

## PLANTA DE TRATAMIENTO

### 6.1 Estaciones de transferencia

Hay ocasiones en las que la distancia entre los núcleos de producción de residuos y las plantas de tratamiento es muy elevada, por lo que se incrementan de forma sustancial los costes de transporte de los residuos utilizando la flota actual de camiones de recogida trasera.

Se debe entender estación de transferencia como un lugar de paso de los residuos, permaneciendo sólo unas horas, donde la descarga se lleva a cabo de camión a contenedor.

Hay dos tipos básicos de plantas de transferencia:

- **Simples y sin compactación.**

Los residuos son trasvasados desde los vehículos de recogida urbana a otros dispositivos de mayor capacidad. El trasvase se puede hacer de forma directa o indirecta, a través de silos. No se modifica el grado de

compactación del residuo, por lo que no hay reducción de volumen. Una desventaja es que pueden producir dispersiones de los residuos en las distintas etapas de trasvase. Suele aplicarse en caso de bajas producciones.

- **Con compactación**

Se caracteriza por llevar a cabo la reducción del volumen de residuos que se van a transportar mediante un aumento de la densidad con la aplicación de un sistema de compresión consistente en mecanismo hidráulico que lleva los residuos que caen a través de una tolva hacia un contenedor cerrado donde los compacta.

La mayoría de las estaciones actuales realizan simultáneamente el trasvase de los residuos y la compactación de los mismos.

A su vez, dentro de este tipo de plantas se pueden distinguir.

- Sin fosa de almacenamiento.

Los residuos se cargan directamente en la tolva de un compactador, siendo introducidos luego en el contenedor por medio de mecanismos de compactación. El número de contenedores debe calcularse entonces sobre la base de la carga máxima que pueda llegar.

- Con fosa de almacenamiento

Dentro de la instalación se construye un foso para la recepción de los residuos como almacenamiento intermedio. La capacidad típica del foso es de 1-2 días de producción.

#### Elementos de una planta de transferencia con compactación

Dentro de una planta de este tipo se puede distinguir los siguientes elementos:

- a) Acceso, control y estacionamiento.

En el acceso a la instalación se encuentra una báscula de pesaje que permite controlar el peso de residuos, así como una zona de control que permite llevar un seguimiento del origen de los camiones, fundamentalmente para saber cuál es la cantidad de residuos producidos por cada municipio y poder cobrar el canon correspondiente.

b) Plataforma de vertido.

Desde la plataforma de acceso se pasa a otra destinada al trasvase de los residuos. Ambas plataformas, inferior y superior, deberán tener las dimensiones necesarias para permitir los desplazamientos de los vehículos y las distintas maniobras y movimientos que la descarga, carga y traslación requieran.

En el caso de existir foso, también ha de haber medios (volquetes, pulpos, etc.) para trasladar los residuos a la tolva.

c) Compactador

El elemento más importante de la planta es el compactador, encargado de llevar a cabo la reducción del volumen de residuo. Este dispositivo consta de:

- Tolva o cámara de recepción de residuos. Sirve de conducto desde el camión

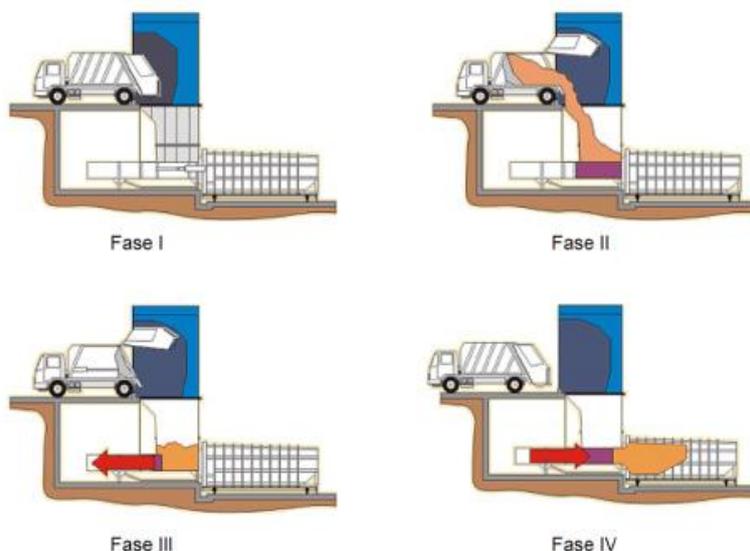
recolector hasta la prensa. Es de forma troncopiramidal en su parte superior y está dotado de las inclinaciones precisas para el mejor deslizamiento de los residuos. Se construye en chapa de acero y es recomendable dotarla de contravientos que eviten la dispersión de los residuos (papel, plásticos, etc.) cuando se está realizando la descarga.

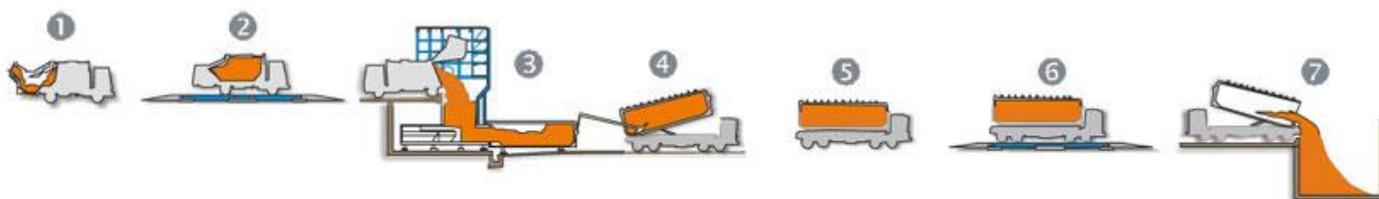
- Prensa o compactador. Es el elemento encargado de compactar los residuos para introducirlos posteriormente al contenedor y está construido con un material anti desgaste y resistente a la corrosión y abrasión.

d) Camión portacontenedores y contenedores

Los contenedores se situarán frente al compactador de forma que se permita la entrada de residuos en su interior, así como la compactación en el mismo. Deberán resistir las presiones debidas a la compactación y su interior es de forma cónica para facilitar su descarga en la planta de tratamiento.

Una vez lleno el contenedor, estos son cargados en camiones específicos y transportados hacia la planta de tratamiento.





1. Recogida de FORS
2. Pesaje en la planta de transferencia
3. Descarga y compactación
4. Carga en contenedor de transferencia compactado
5. Transporte a planta de tratamiento
6. Pesaje en planta de tratamiento
7. Descarga en foso

De las 12 tolvas de la planta de transferencia de a la que van dirigidos nuestros residuos, **se reservará una de las tolvas para la fracción orgánica recogida separadamente**, con el fin de evitar mezclas y atascos en la planta de transferencia. La idea para un futuro, si se sigue implantando este sistema en más municipios sería aumentar el número de tolvas para la FORS

## 6.2 Recepción en planta de tratamiento

Generalmente los residuos cuando llegan a una planta de tratamiento son descargados en el foso de recepción, que generalmente se diseña con una capacidad de almacenamiento de 2-3 días.

Una vez implementado el nuevo sistema de recogida selectiva de materia orgánica, no se puede volver a mezclar los residuos en el foso de descarga de la planta por lo que habría que condicionarlo de forma que una fracción del foso quede aislada para recoger la FORS.

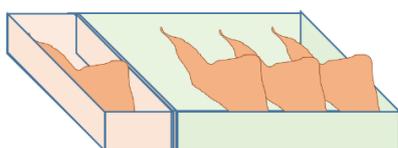
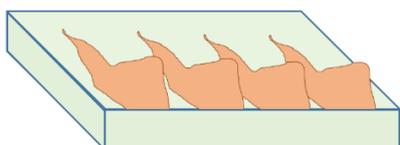


Ilustración 13 Modificación en el foso de recepción

La composición de los materiales de entrada depende tanto de su origen y del sistema de recogida, como del tiempo que hayan tardado en llegar a la planta y del tipo de recepción que se haga.

Según estos condicionantes, las características que presenten influirán mucho en el posterior desarrollo del proceso, pudiendo incidir de manera muy clara en las condiciones de recepción con objeto de evitar problemas de funcionamiento, de pérdidas de nutrientes y de adecuación del proceso de compostaje.

En el caso de la fracción orgánica de residuo municipal, cuantos menos impropios presenta mayor es la humedad, por lo que se ha de poner mayor atención en el manejo para evitar problemas de anaerobiosis y generación de lixiviados; si esto no se controla, podría bajar mucho el pH del material dificultando el inicio del proceso.

Hay que tener en cuenta que este problema se agudiza en épocas de calor, cuando la degradación es todavía más rápida.

Un exceso de generación de lixiviados durante la recepción implica la pérdida de humedad propia del material, y que es necesaria para el desarrollo de los microorganismos, lo que puede obligar a consumir agua de riego para mantener el proceso.

Una buena praxis consiste en disponer **un lecho de resto vegetal sobre el cual depositar los residuos frescos** para reducir la generación de lixiviados. En este sentido será preciso prever la cantidad de material complementario que se debe disponer diariamente, así como asegurar el suministro de dónde obtenerlo de manera regular, ya que hay que tener en cuenta que no sólo servirá como lecho, sino que además se deberá utilizar como material complementario en la mezcla.

Antes de iniciar el compostaje el residuo que llega a la planta puede ser procesado a través de sistemas de selección en el área de recepción para retirar los impropios de manera que estará más limpio,

Los equipos de selección incluyen trómeles, cribas de barras, etc., cuyo objetivo consiste en romper y abrir bolsas, separar materiales compostables de los que no lo son o retirar metales, pero pueden también contribuir a generar lixiviados en exceso, así como a la pérdida de material orgánico. En estos casos, se ha de tener en cuenta que la fracción orgánica de recogida selectiva en origen de elevada pureza reduce este riesgo ya que el residuo se puede tratar directamente por ausencia de impropios.

En resumen, para que la recepción sea adecuada sería conveniente tener en cuenta las siguientes premisas:

- Reducir el tiempo que pasa entre que el residuo municipal es depositado en el contenedor y su tratamiento en planta.
- Disponer de un lecho de resto vegetal triturado para recibir los residuos municipales. También se puede utilizar algún otro material que llegue a la instalación como virutas de serrería, rapa, etc.
- Iniciar el proceso, en especial la mezcla, lo más brevemente posible para reducir pérdidas de nutrientes.
- Promover el uso de fracción orgánica de recogida selectiva con objeto de reducir el tiempo de espera del tratamiento debido a la presencia de sistemas mecánicos de separación.

## 6.3 Mezclas

El principal ingrediente utilizado para co-compostar la fracción orgánica son los restos vegetales triturados (RVT) procedentes de la poda urbana con la finalidad de obtener una mezcla adecuada para el buen desarrollo del proceso de compostaje.

El compostaje conjunto de FORM y RVT favorece el proceso aeróbico, disminuye la emisión de NH<sub>3</sub> y otras moléculas que despiden malos olores, y mejora las características del compost

para ser empleado como enmienda orgánica o substrato, siempre y cuando la proporción y la manera de realizar la mezcla sean adecuadas.

Los restos vegetales tienen unas características que los hacen imprescindibles en el compostaje de la FORM ya que ambos materiales se complementan en lo que respecta a las características físicas, la humedad y las proporciones de nutrientes.

La importancia de los restos vegetales radica en la necesidad de establecer mezclas de residuos

orientadas a facilitar el proceso de compostaje y a contribuir en la calidad del producto final, pues los restos vegetales presentan características complementarias a la mayoría de residuos orgánicos más habituales, y su mezcla en la adecuada proporción permite alcanzar los siguientes objetivos:

- **Equilibrio de nutrientes.** La fracción orgánica presenta una baja relación C/N que de compostarse sola produciría una elevada pérdida de nitrógeno ya que le faltarían estructuras carbonosas para la fijación del nitrógeno.
- **Equilibrio del contenido en agua.** El contenido en humedad de la fracción orgánica, en especial de la FORM, es elevado y produce lixiviados con facilidad.

Disponer un lecho de resto vegetal y realizar además una proporción de mezcla adecuada facilita que el agua se absorba, de manera que se solucionan dos problemas: la generación de lixiviados y una reserva de agua para la actividad microbiana.

- **Mejora de la estructura.** Los restos vegetales aportan la estructura que le falta a la fracción orgánica, y en la mezcla facilitan la auto aireación de la masa.

VARIABLES

Tamaño e partícula.....	5-6 cm
C/N.....	20-25 óptimo
Siembra.....	cultivo bacteriano
Humedad.....	50-60%

Si la mezcla no es adecuada, el proceso no se desarrollará correctamente, la temperatura no llegará a los niveles deseados, se ralentizará la transformación, no se producirá la higienización

necesaria y se mantendrá el material durante un periodo mayor en condiciones que favorecen la emisión de malos olores.

**Para realizar la mezcla** de los materiales existen diferentes equipos, desde los más sencillos a otros más complejos, **el sistema utilizado será una volteadora.** El procedimiento consiste en disponer en un cordón una capa de resto vegetal (recirculado o nuevo) sobre la que se depositan capas alternadas de fracción orgánica y de resto vegetal y sobre las que después se pasa la volteadora algunas veces. Después con ese material se forman las pilas.

La ventaja de este método es que se aprovecha la versatilidad de la volteadora, de manera que con un solo equipo se realizan varias operaciones.

La utilización de mezcladoras, trituradoras, desgarradoras o tornillos sin fin implica disponer un equipo únicamente con la función de mezcla.

En el caso de las mezcladoras, es importante operar al tiempo de retención adecuado, pues dependiendo del tiempo que el material esté dentro del equipo se puede acabar produciendo un proceso en el cual se reduzca en exceso la porosidad y aumente la compactación, reduciendo la capacidad de transferencia entre la mezcla, a la vez que aumenta la generación de lixiviados.

## 6.4 Etapa de Fermentación

Los distintos métodos de compostaje se diferencian entre sí por la forma en la que se realiza la etapa de fermentación, en el método de la aireación de la masa a fermentar y en el lugar en el que se realiza la fermentación.

### Compostaje en hilera

Es uno de los métodos más antiguos de compostaje. En su forma sencilla, se puede

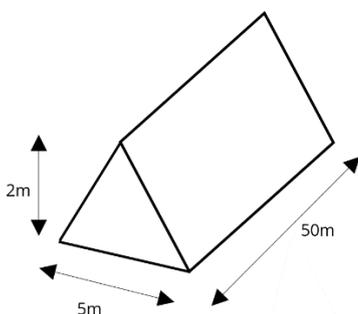
construir mediante la disposición del material orgánico en hileras de 2 a 2,3 metros de altura por 4 a 5 metros de anchura.



Ilustración 14 Disposición de las hileras

En el caso que nos ocupa, hay dos tipos de materiales orgánicos a tratar, el actual y el que ha sido recogido selectivamente. Para este último, el proceso será el mismo, con la diferencia de que habrá que separar las hileras (línea roja).

El número de hileras aproximado será:



- Densidad = 550kg/m<sup>3</sup>
- Volumen total = 250 m<sup>3</sup>
- Masa total = 137,5 t/hilera
- Masa total tratar = 11.000 t
- Hileras = 80 al año
- 8 días -> 1 hilera
- 56 días etapa de fermentación
- 7 hileras fermentando

La anchura de la base de la pila la fija el equipo que se va a utilizar para voltear los residuos fermentados, en este caso de 5 metros de ancho.



Ilustración 15 Volteadora de compost

En las primeras semanas puede ser necesario **voltear hasta 2 veces por semana** mientras se mantiene la temperatura en 55°C o un poco por encima. El volteo de hileras puede ser seguido por emisiones de olores.

La etapa de fermentación completa puede obtenerse en 8 semanas.

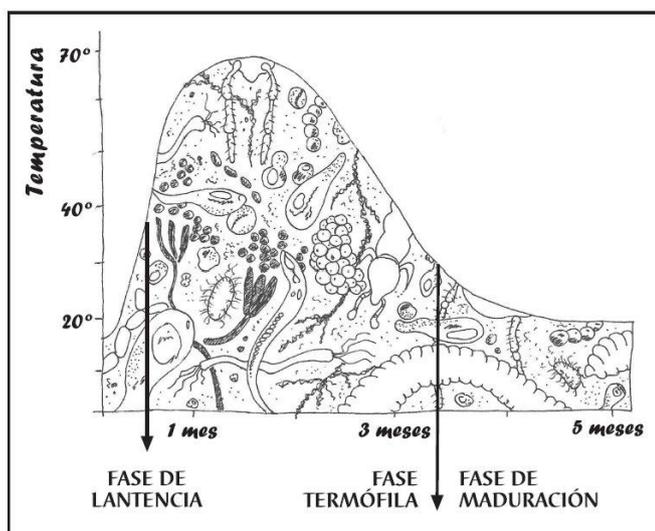
### Control del proceso de compostaje.

Durante la etapa de fermentación del proceso de compostaje hay que controlar los siguientes parámetros:

#### a) Temperatura:

Los sistemas de compostaje aerobios pueden funcionar o **ambas regiones de temperatura:** mesofílico (30 a 38°C) o bien en el termofílico, 55 a 60°C.

En los primeros días el régimen de temperatura es mesofílico, pero la subida de temperatura en los residuos que se produce por las reacciones exotérmicas asociadas con el metabolismo respiratorio, hacen que el proceso se desarrolle en el régimen termofílico.



En los últimos días del proceso, cuando se agota la fracción fácilmente biodegradable, se vuelve al régimen mesofílico. Cuando la temperatura se estabiliza en el período final, se puede comenzar con el proceso de maduración.

**b) Control de patógenos:**

La destrucción de patógenos (higienización) es una de las principales funciones del compostaje y además es un requisito exigido por el RD de fertilizantes si se desea la comercialización del compost.

Como se muestra en la siguiente tabla, la tasa de mortalidad de los patógenos es función del tiempo y de la temperatura: cuanto más alta la temperatura, menos tiempo se necesita.

En la tabla se pone de manifiesto que la mayoría de los patógenos son destruidos fácilmente cuando todas las partes de la pila de compost están sometidas a una temperatura de aproximadamente 55°C. Solamente unos pocos pueden sobrevivir a temperaturas de hasta 65°C durante un corto período de tiempo.

Organismo	Temperatura y tiempo de exposición
<i>Salmonella typhosa</i>	30 min a 55° C
<i>Salmonella sp.</i>	1 hora a 55° C. 15-20 min a 60° C
<i>Shigella sp.</i>	1 hora a 55° C
<i>Escheirchia coli</i>	1 hora a 60° C. 15-20 min a 65° C
<i>Thaennia saginata</i>	15 min a 55° C
<i>Trichinella spiralis (larvas)</i>	10 min a 55° C
<i>Brucella Abortus</i>	1 hora 65° C
<i>Streptococcus pyogenes</i>	10 min a 55° C
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	1 hora a 60° C. 15-20 min a 65° C
<i>Cprynebacterium diphtheriae</i>	45 min a 55° C

Para conseguir un compost aceptable, como valor orientativo es suficiente mantener la temperatura durante una semana a 55°C (3 días a 65°C) para compostaje en hileras.

Estas condiciones son fáciles de conseguir en los sistemas de compostaje que funcionan correctamente.

**c) Requisitos de aire:**

Para un correcto funcionamiento del proceso de fermentación es necesario mantener en todos los puntos de la masa en fermentación **al menos un 10% de Oxígeno**. En el sistema de pilas en hileras, el volteo periódico permite renovar el aire y mantener las condiciones necesarias.

**d) El pH:**

El pH no se suele medir en el proceso de compostaje, pues si se controla correctamente la temperatura y el oxígeno, no debe haber problema con el pH. El valor de pH del compost **varia con el tiempo durante el proceso de fermentación**.

El pH inicial de los residuos está normalmente entre 5 y 7. En los primeros días de compostaje, el pH cae a 5 o menos, pues entre los productos de esta etapa inicial están los ácidos orgánicos simples, que causan la caída del pH. Después de aproximadamente tres días, la temperatura llega a la etapa termofílica y el pH comienza a subir hasta aproximadamente 8 o 8,5.

El valor del pH cae ligeramente durante la etapa de enfriamiento y llega a un valor en el rango de 7 a 8 en el compost maduro. Si el grado de aireación no es adecuado, se producirán condiciones anaerobias y malos olores y el pH caerá hasta aproximadamente 4-5.

**6.5 Etapa de Maduración**

Cuando la materia fácilmente fermentable se agota, la actividad microbiana disminuye al igual que la temperatura. Pero todavía el compost no

está maduro (poca cantidad de humus, alto contenido de N, etc.) por lo que si se añadirá al suelo causaría más daño que beneficios. Por ello es necesario que el compost pase, después de la

fermentación, un periodo adicional de 4 a 6 semanas madurando. La maduración se realiza en pilas estáticas, bajando la frecuencia de volteo al mínimo.

La evaluación de la madurez del compost no es fácil y se han utilizado varios métodos (solos o conjuntos):

- **Análisis de la relación C/N.**

Se puede estimar la madurez del compost por la relación C/N que descenderá desde aproximadamente 20-25 al principio de la fermentación hasta alrededor de 12-15 cuando se alcance la madurez. Hay que recordar que el RD de fertilizantes exige una relación C/N menor de 20.

- **Medidas de respiración.**

La actividad respiratoria de los microbios cae a medida que el proceso de compostaje avanza. Se ha propuesto que un compost se puede considerar maduro cuando el compost absorba menos de 40 mg de O<sub>2</sub>/Kg de compost en una hora a 20°C.

- **Ensayo de fitotoxicidad.**

La presencia de fitotoxinas (compuestos orgánicos tóxicos para algunas plantas) puede evaluarse utilizando ensayos de crecimiento de semillas y también realizando análisis de laboratorio de las sustancias fitotóxicas: ácidos acéticos, propiónico, butírico, valérico, etc.

La opinión general es que no basta un único ensayo para determinar la madurez y que es necesaria la combinación de varios de los citados para una mejor evaluación de la madurez del compost.

En muchos casos, **es el operador, basado en su experiencia** (color, olor, temperatura del compost), **el que decide cuando ha finalizado el periodo de maduración.**

Al igual que en las etapas anteriores **la etapa de maduración será diferenciando en cada una de las fracciones**, la del contenedor GRIS por un lado y la del contenedor MARRÓN por otro.

## 6.6 Etapa de Afino del compost

Cuando el compost está maduro, se suele proceder a la etapa de afino o refinado del compost. Esta etapa es obligatoria si se desea comercializar el compost y cumplir con lo marcado en el RD de fertilizantes:

- *Tamaño: 90% < 25 mm*
- *Contenido en impurezas > 2mm ha de ser < 3% en peso (piedras, gravas >5 mm <5%).*

El proceso de afino consta de dos etapas:

- a) **Cribado del compost.**

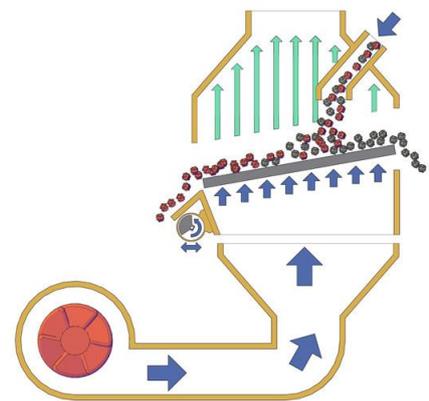
Se realizará en un trommel, que eliminará la fracción superior a 25 mm y la parte de RVT no fermentada que se recirculará para ser añadida de nuevo a la parte de mezcla de la recepción de la FORS.

La utilización del equipo se realizará por etapas, es decir, en una primera etapa se tratará el compost obtenido de la forma actual y en otra etapa diferente se pasará por el trommel la fracción obtenida mediante el nuevo sistema de recogida selectiva.



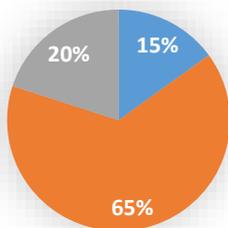
**b) La limpieza de impurezas pesadas (piedras, gravas, etc.)**

Mediante la utilización de una mesa densimétrica. El rechazo de la mesa se enviará a un vertedero de apoyo. Al igual que la etapa anterior en el trommel, la mesa densimétrica funcionará diferenciando el tipo de compost a tratar.



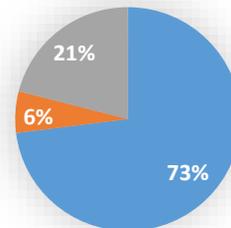
**Como resumen**, por cada 100 kg de residuos domésticos mezclados que entran a la planta:

**Residuos domesticos mezclados**



■ Compost ■ Impropios ■ Pérdidas

**Recogida selectiva materia organica**



■ Compost ■ Impropios ■ Pérdidas

Si la materia prima de la planta son los residuos domésticos mezclados entonces el compost suele ser de clase C, aunque también hay casos en los que el compost no llega siquiera a clase C. Con el nuevo

sistema de recogida selectiva de materia orgánica separado en el origen, se puede obtener clasificación B, material Bioestabilizado.

## 6.7 Esquema planta de compostaje

Una vez visto las diferentes etapas, equipos y diferencias entre tratar la fracción de resto del contenedor GRIS y la del nuevo sistema de recogida selectiva de materia orgánica MARRÓN se muestra un esquema representativo de cómo quedaría un diagrama de la planta entre los diferentes tratamientos.

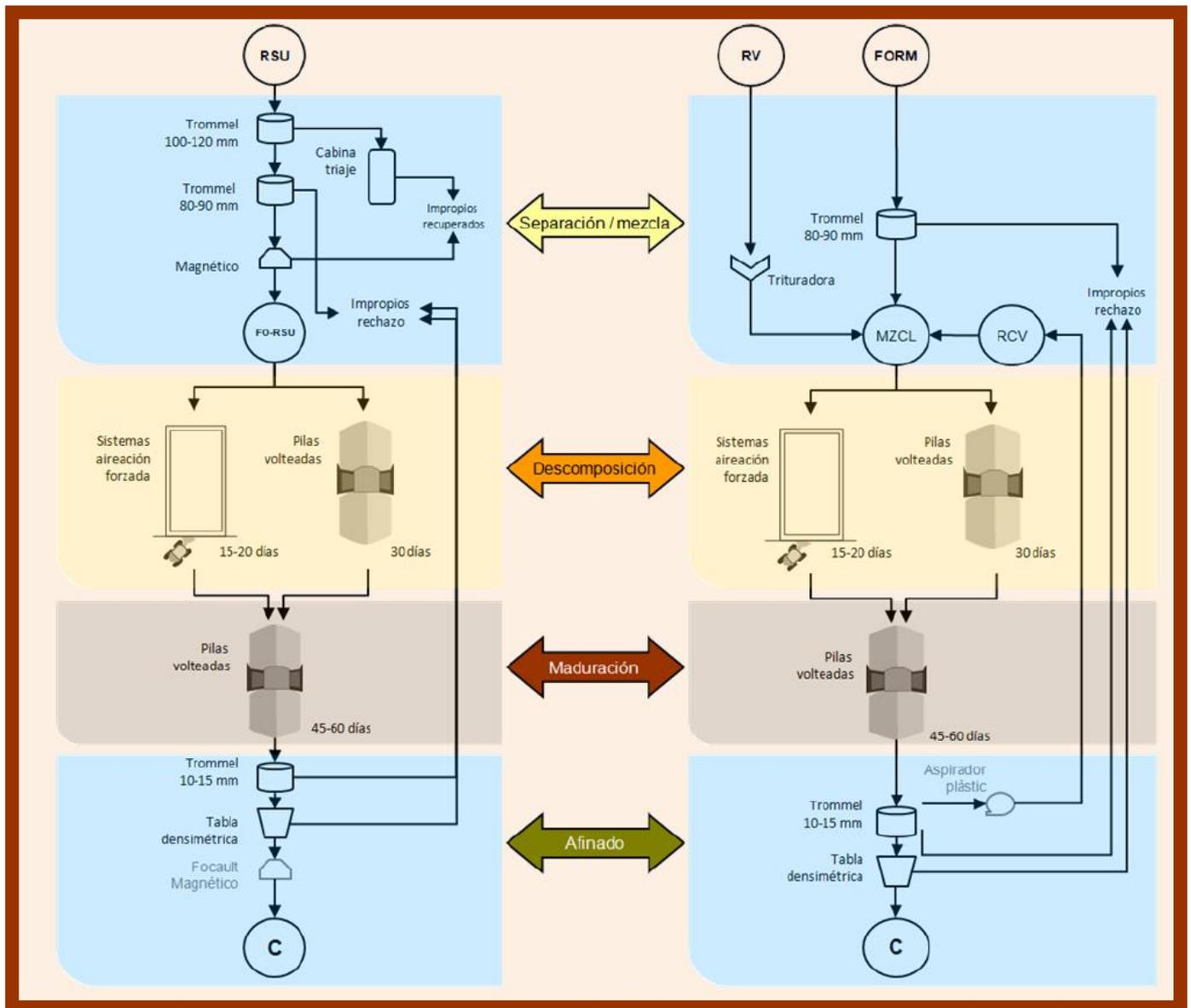


Ilustración 16 Comparación de etapas y flujos en el compostaje de Resto o FORS.

# Anexo I Marco Legislativo

Para considerar la utilización de compost es preciso remitirse a la **Ley22/2011**, de residuos, al **RD 506/2013**, de productos fertilizantes y al **RD 865/2010**, sobre sustratos de cultivo. La Ley 22/2011 señala que bajo la acepción “compost” sólo se puede considerar, en el caso de residuos municipales, aquel que proceda de residuos recogidos selectivamente y su utilización se hará según lo dispuesto en el RD506/2013; en el caso de residuos mezclados, según la Ley22/2011 el producto obtenido del tratamiento mecánico –biológico se denominará “bioestabilizado”, por lo cual no podrá ser registrado como compost por el RD 506/2013 y su uso deberá adecuarse al régimen de residuos como una operación R10 de valorización, especificada en el anexo II de la ley 22/2011.

Actualmente, la comisión de coordinación en materia de residuos, creada por la Ley 22/2011 (artículo 13) está debatiendo unas normas generales para la utilización de bioestabilizado en el suelo.

Según el RD 506/2013, el compost procedente de residuos municipales se engloba dentro del grupo 6 del anexo I, enmiendas orgánicas; dentro de ese grupo distingue cinco tipos de compost:

- enmienda orgánica compost
- enmienda orgánica compost vegetal
- enmienda orgánica compost de estiércol
- enmienda orgánica vermicompost
- enmienda orgánica compost de alperujo

Este RD considera como requisitos de composición de los distintos tipos de compost los contenidos e materia orgánica, humedad, relación C/N, impurezas, granulometría y contenidos en metales pesados la hora de determinar una utilización.

El compost procedente de fracción orgánica de residuos municipales se integra en el subgrupo enmienda orgánica compost, ya que la FORM es un material orgánico biodegradable recogido en la lista del anexo IV del mencionado RD, en relación a la Decisión 2001/118/CE de 16 de enero, transpuesta por la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero. Los residuos municipales quedan contemplados en el grupo 19 (residuos de instalaciones para el tratamiento de residuos), tanto de procedencia aeróbica como anaeróbica y en el grupo 20, específico de residuos municipales (residuos domésticos y residuos asimilables procedentes de los comercios, industrias e instituciones), incluidas las fracciones recogidas selectivamente

Las características de la enmienda orgánica compost se muestran en la siguiente tabla y entre ellas cabe destacar un contenido mínimo del 35% de materia orgánica sobre muestra húmeda, una humedad máxima del 40% y la ausencia de impurezas e inertes.

Cabe indicar que los requisitos impuestos para estas dos últimas características son claramente distintos de los que se establecían en el RD anterior de productos fertilizantes (RD 824/2005), actualmente derogado, y pueden representar dificultades en el uso o elaboración del compost de FORM. El establecimiento de un máximo del 40% de humedad, sin indicar un límite inferior, permite poner en el mercado compost excesivamente secos que generan mucho polvo orgánico durante su

aplicación y que se rehidratan en el suelo con mucha dificultad. Por otra parte, el requisito de ausencia de impurezas e inertes especialmente de plásticos, será muy difícil de conseguir en las plantas de compostaje de fracción orgánica de residuos municipales aun siendo ésta de recogida selectiva.

Informaciones : forma de obtención y componentes esenciales	Contenido mínimo en nutrientes%. Información sobre evaluación de nutrientes. Otros requisitos	Otras informaciones sobre la denominación del tipo o etiquetado	Contenido en nutrientes a declararse y garantizarse. Formas y solubilidad de nutrientes. Otros criterios
Producto higienizado y estabilizado, obtenido mediante descomposición biológica aeróbica (incluyendo fase termofílica), bajo condiciones controladas de materiales orgánicos biodegradables del Anexo IV.	Materia orgánica total: 35% - Humedad máxima: 40% - C/N<20 No podrá contener impurezas ni inertes de tales como piedras, gravas, metales, vidrios y plásticos. El 90% de las partículas pasarán por la malla de 25 mm	- pH - Conductividad eléctrica - Relación CIN - Humedad mínima y máxima -Materias primas utilizadas - Tratamiento o proceso de elaboración, según la descripción indicada en la columna 3	-Materia orgánica total -C orgánico - N total (si supera el 1%) - N orgánico (si supera el 1%) - N amoniacal (si supera el 1%) total - P,05 (si supera el 1%) total - K20 (si supera el 1%) - Ácidos húmicos - Granulometría

En relación al contenido máximo en metales pesados de los productos fertilizantes elaborados con materias primas de origen animal o vegetal, como es el caso de los distintos tipos de compost, el RD 506/2013 establece tres clases que limitan el uso del producto.

Cabe recordar que para que un fertilizante sea incluido en cada clase, ninguno de los valores puede superar los fijados para cada clase. Los medios de aplicación al suelo de los materiales elaborados con componentes orgánicos quedan sometidos al uso de códigos de buenas prácticas agrarias y en las zonas designadas como vulnerables la aplicación de estos productos se ajustará al programa de actuación establecido en cada caso.

Metal pesado	Límites de concentración		
	Sólidos: mg/kg de materia seca		
	Líquidos: mg/kg		
	Clase A	Clase B	Clase C
Cadmio	0,7	2	3
Cobre	70	300	400
Níquel	25	90	100
Plomo	45	150	200
Zinc	200	500	1.000
Mercurio	0,4	1,5	2,5
Cromo (total)	70	250	300
Cromo (VI)	No detectable según el método oficial	No detectable según el método oficial	No detectable según el método oficial

Los productos de clase C no podrán aplicarse sobre suelos agrícolas en dosis superiores a 5 t de materia seca por hectárea y año; en zonas de especial protección las Comunidades Autónomas modificarán en su caso, la cantidad anterior.

La implicación de la limitación en el contenido en metales pesados respecto los materiales iniciales está relacionada con la concentración relativa que se produce a lo largo del proceso debido a la mineralización de la materia orgánica. Por ello, de cara a la calidad del producto es preferible que las materias primas presenten un bajo contenido en metales pesados.

Otras limitaciones que se establecen el RD 506/2013 para los productos fertilizantes de origen orgánico y, por tanto, aplicable a todas las clases de compost establecidas en dicho RD, se refieren al contenido de algunos microorganismos, no pudiéndose superar los niveles máximos siguientes:

- *Salmonella*: ausente en 25 g de producto elaborado
- *Escherichia coli*: < 1000 números más probables (NMP) por gramo de producto elaborado

En los productos que contengan como materia prima subproductos de almazara, como es el caso de la enmienda orgánica compost de alperujo, se deberá acreditar que no superan el 0,8% p/p como límite máximo de contenido de polifenoles.

A nivel europeo aún no existe una norma común sobre el uso de compost, pero desde el año 2001 existe un borrador en relación al tratamiento de biorresiduos (EC, 2001). Esta propuesta clasifica el compost o digerido en dos clases en función del contenido de metales pesados y para el bioestabilizado establece también un límite en función de los anteriores y el contenido en algunos contaminantes orgánicos.

Parámetro	Compost/digerido (*)		Bioestabilizado (*)
	Clase 1	Clase 2	
Cd (mg/kg dm)	0,7	1,5	5
Cr (mg/kg dm)	100	150	600
Cu (mg/kg dm)	100	150	600
Hg (mg/kg dm)	0,5	1	5
Ni (mg/kg dm)	50	75	150
Pb (mg/kg dm)	100	150	500
Zn (mg/kg dm)	200	400	1.500
PCBs (mg/kg dm) (**)	-	-	0.4
PAHs (mg/kg dm) (**)	-	-	3
Impurezas >2 mm	<0,5%	<0,5%	<3%
Gravas y piedras > 5 mm	<5%	<5%	-

Las definiciones de esta propuesta para estos tres materiales son las siguientes:

- **Compost:** material estabilizado, higienizado y semejante al humus rico en materia orgánica y libre de olores que resulta del compostaje del biorresiduo recogido separadamente y que cumple con las clases de la anterior.
- **Digerido:** material resultante de la digestión anaeróbica del biorresiduo recogido separadamente y que cumple con las clases de la tabla anterior.
- **Bioestabilizado:** residuo resultante del tratamiento mecánico-biológico de residuos mezclados o de la fracción resto de residuo municipal, así como de cualquier otro biorresiduo tratado que no cumple con las clases 1 0 2 de la tabla anterior.

# Anexo II Compostaje Domestico



## Compostaje doméstico

El compostaje doméstico, tanto individual como colectivo, evita que la materia orgánica y los restos vegetales se deban de gestionar dentro de los sistemas de recogida municipal. Por ello esta actividad está muy vinculada a las estrategias de prevención.

El compostaje doméstico es un proceso sencillo que puede ser complementario al servicio de recogida habitual puesto que permite gestionar la materia orgánica en origen. En zonas con marcado carácter rural o disperso, puede ser una vía adecuada por la gestión de la totalidad de la materia orgánica substituyendo la gestión a través de la recogida y tratamiento en planta.

### Ventajas

- Reducir las necesidades de transporte de residuos, aspecto especialmente interesante en zonas rurales dispersas, y las cantidades de Materia Orgánica que entran a las plantas

de tratamiento. Por tanto, se reducen los consumos e impactos vinculados a estas etapas.

- Aportar beneficios para la estructura, funcionalidad y fertilidad del suelo y de substitución de fertilizantes, entre otros.
- Cerrar el ciclo de la materia orgánica.
- Acercar el ciclo de vida del “recurso-residuo-recurso” al generador del residuo y usuario del material reciclado aumentando la conciencia ambiental y mejorando la calidad del material final que se obtiene.
- Vincular el compostaje con otras actividades para potenciar la eficacia del metabolismo urbano, por ejemplo, mediante la creación de huertas urbanas y escolares en las que participen personas mayores, centros escolares, etc., lo que añade beneficios culturales y sociales a la gestión de residuos.

En cuanto a la fracción vegetal, siempre que sea posible, será especialmente recomendable la autogestión de los residuos vegetales de pequeñas dimensiones, junto a la FO, ya que tienen pautas de generación diferentes y puede reducir los costes municipales de gestión.

Existen diferentes formas de promoción del compostaje doméstico, especialmente en función del tipo de territorio y de vivienda. Para un buen funcionamiento, estas prácticas requieren de una **formación, tutorización** y un **seguimiento** de la administración o asociaciones especializadas y de la aportación o

suministro de Fracción Vegetal como material estructurante cuando sea necesario. Además de la adquisición de los compostadores (que en el caso del compostaje individual puede ser parcial o totalmente subvencionada), se necesitan una serie de herramientas como trituradoras de restos vegetales y aireadores/removedores para facilitar el proceso a los usuarios.

Para el desarrollo de cualquiera de las medidas de compostaje doméstico, es interesante realizar una previsión del potencial de reducción de la aportación de residuos al sistema de recogida o desarrollo del compostaje en el ámbito escogido y llevar a cabo un seguimiento para poder calcular indicadores de participación, resultado y estimación de las toneladas compostadas.

A continuación, se definen todos los sistemas de compostaje doméstico que se pueden desarrollar según los diferentes contextos.

### Compostaje comunitario en el ámbito urbano

Es un proceso sencillo que puede ser complementario al servicio de recogida actual que se da en los parques públicos o en otras

zonas comunitarias y, que permite, gestionar los Biorresiduos en una zona próxima a su punto de generación.

Esta actuación, además de los beneficios anteriormente comentados, tiene una voluntad didáctica importante, puesto que permite concienciar a los ciudadanos de la necesidad de separar y compostar los restos orgánicos (y otros residuos compostables) producidos en los domicilios, así como dar a conocer la posibilidad del uso del compostaje individual y su funcionamiento.

Al mismo tiempo, se **fortalecen los vínculos comunitarios** entre vecinos de la zona, puesto que todos participan en el proceso, con la colaboración de las asociaciones vecinales y otras entidades existentes en el ámbito de influencia de la actuación. En algunos casos, pueden ser los mismos servicios de mantenimiento de parques y jardines los que tutelen y realicen el seguimiento/mantenimiento de los compostadores.



Ilustración 17 Compostaje domestico comunitario

### Compostaje comunitario en el ámbito rural

Puede ser un sistema apropiado para sustituir el sistema de recogida para la FORS ya que se substituyen los contenedores o su implantación por compostadores en puntos específicos del núcleo donde los ciudadanos aportan los Biorresiduos.

En algunos lugares del territorio del estado se ha implantado o considerado la implantación de este servicio cuando no se dispone de instalaciones próximas o los diferentes núcleos están dispersos.

### Compostaje individual en zonas urbanas

Este proceso se puede llevar a cabo mediante la utilización de compostadores o bien mezclando los restos orgánicos en una pila sobre el suelo. A grandes rasgos, existen dos tipos de compostadores.

En función de la ubicación deseada habrá que utilizar una tipología concreta:

**Compostadores de jardín**, para viviendas que dispongan de huerto, zonas verdes o jardines donde se produce una importante generación de restos vegetales y donde se puede aplicar el compost. Esto se da especialmente en municipios pequeños o en zonas con viviendas unifamiliares.



Ilustración 18 Compostador de jardín

**Vermicompostadores** en terrazas o interiores. En edificación vertical y cascos urbanos consolidados es recomendable utilizar esta

técnica, que consisten en una transformación de los restos orgánicos llevada a cabo por gusanos rojos que las digieren y las transforman en fertilizante (vermicompost). En este caso, y para garantizar el correcto funcionamiento del vermicompostador, no se pueden compostar todos los Biorresiduos generados.

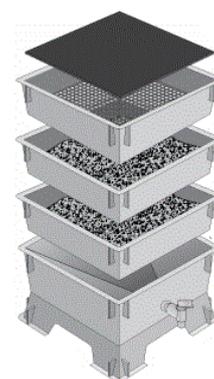


Ilustración 19 Vermicompostador

### Compostaje individual en zonas rurales dispersas

El compostaje individual o compostaje en zonas rurales dispersas, resulta ser **el mecanismo más acertado** para la gestión de los Biorresiduos generados que requeriría de un servicio de recogida muy costoso económica, energética y ambientalmente, debido al nivel de dispersión.

Este proceso, que en muchas zonas rurales aún se practica o se solía practicar, se puede llevar a cabo mediante la utilización de compostadores, o bien, mezclando los residuos orgánicos en una pila sobre el suelo. Además, este tipo de viviendas, por el entorno y el terreno disponible, suelen generar grandes cantidades de Residuos Vegetales que pueden tener una gestión conjunta con la Fracción Orgánica.

### Otros ámbitos donde aplicar compostaje

El compostaje en los **centros escolares y universitarios** que dispongan de zonas para desarrollar esta actividad y zonas verdes presenta un doble objetivo.

Por un lado, se trata de una actividad de educación ambiental y académica para los alumnos, y por otro, este proceso de compostaje doméstico permite una gestión *in situ* de los Biorresiduos producidos en el centro (tanto restos vegetales como alimentarios). Con esta práctica se elimina la necesidad de disponer de un servicio de recogida específico.

Además, si este proyecto se asocia a la actividad de huertos escolares, con la aplicación del compost obtenido en estos cultivos, se produce un cierre completo del ciclo de la materia orgánica (además de generar alimentos dentro del sistema).

El compostaje en **huertos urbanos** es una práctica que permite la gestión *in situ* de los residuos generados en el propio cultivo, que además es demandante de enmiendas orgánicas.

De este modo, establecer ciertos cultivos dentro del ámbito urbano ofrece una opción para reducir el metabolismo lineal de la ciudad y consumir alimentos producidos localmente que, combinado con la utilización de técnicas agroecológicas, aprovecha *in situ* los Biorresiduos procedente de los restos de origen alimentario utilizándolos como compost en la producción de dichos alimentos y permite cerrar el ciclo de la materia orgánica en el mismo lugar.

### Material a introducir

Para obtener un buen compost lo mejor es utilizar una gran variedad de materiales. Cuanto más triturados estén, más rápido obtendremos el compost. Toda la materia introducida debe ser orgánica. Es recomendable mezclar materiales de rápida descomposición con los de lenta. Los materiales susceptibles de ser compostados son:

### Materiales de rápida descomposición

- Hojas frescas
- Restos de siega de césped
- Estiércol de animales de corral
- Malezas jóvenes

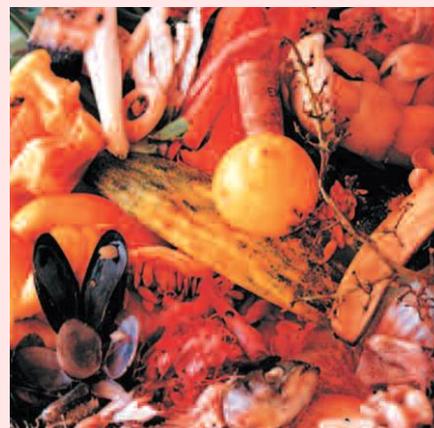
### Materiales de descomposición lenta

- Pedazos de fruta y verdura
- Bolsas de infusiones y posos de café
- Paja y heno viejo
- Restos de plantas
- Estiércoles pajizos
- Flores viejas y plantas de macetas
- Desbroces de setos jóvenes
- Lechos de hámster, conejos y animales domésticos



### Descomposición muy lenta

- Hojas de otoño
- Desbroces de setos duros
- Ramas podadas
- Serrín y virutas de madera no tratadas
- Cáscaras de huevo
- Cáscaras de frutos secos
- Pelos y plumas
- Huesos de frutos



**Otros materiales**

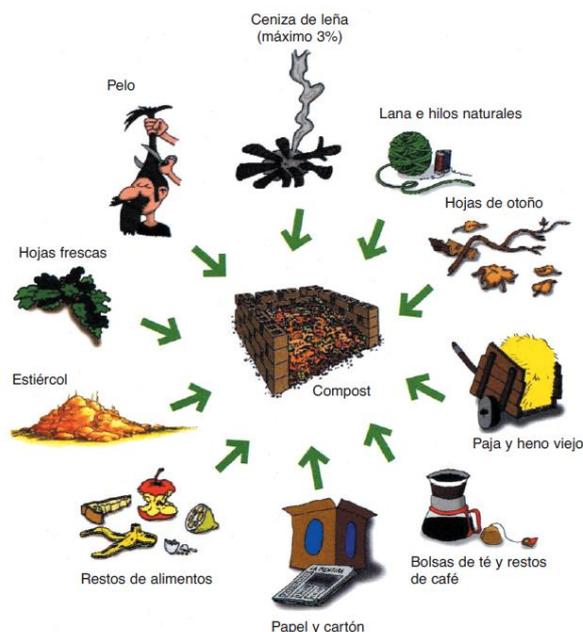
- Ceniza de madera
- Cartón, cartones de huevos, servilletas, bolsas y envases de papel
- Periódicos

**Mejor evitar**

- Carne y pescado
- Productos derivados de la leche
- Productos que contengan levadura y grasas

**No utilizar**

- Ceniza de carbón
- Heces de perros y gatos
- Pañales desechables
- Revistas ilustradas
- Restos de aspiradoras
- Filtros de cigarrillos
- Tejidos sintéticos

**Preparación del material**

Para la obtención de un buen compost, en el mínimo de tiempo, es conveniente realizar una mezcla muy variada de materiales, lo más triturados posible.

En primer lugar, es conveniente fabricar un lecho o una cama de ramas, paja, o cualquier otro material que permita la aireación y no se compacte. Este lecho de aproximadamente 20 cm se situará en la base del compostador, y su función será la de facilitar la aireación y la entrada de microorganismos al mismo.

A continuación, se introducirá el resto del material, a ser posible pasado por una biotrituradora, o cortado con unas tijeras de podar o normales. Para que alcance las

condiciones adecuadas de temperatura es conveniente llenar al menos la mitad del compostador la primera vez.

La relación entre material húmedo y material seco es 2/1, para conseguir así el mantenimiento de la humedad durante el proceso, aunque esto no tiene por qué medirse de una manera estricta.

Para controlar la humedad hay que observar que el material tiene aspecto húmedo, pero no desprende líquido.

Las siguientes veces que se introduzca el material nuevo, se mezclará con el material más antiguo, para que este facilite la descomposición del material más fresco. Es importante al introducir restos de comida

cubrirlos con material antiguo y hojas, para evitar la proliferación de mosquitos de la fruta, que no atacan al ser humano, pero son molestas.

### Cuidados necesarios

Una vez introducido el material, no son muchos los cuidados necesarios del proceso de compostaje.

Cada vez que se introduzca nuevo material, es conveniente remover este y mezclar con el material más antiguo. También es conveniente realizar volteos

generales, de toda la pila de compost, para permitir la aireación y la correcta mezcla de materiales. Cuanto más a menudo se realicen estos volteos, más rápido avanzará el proceso.

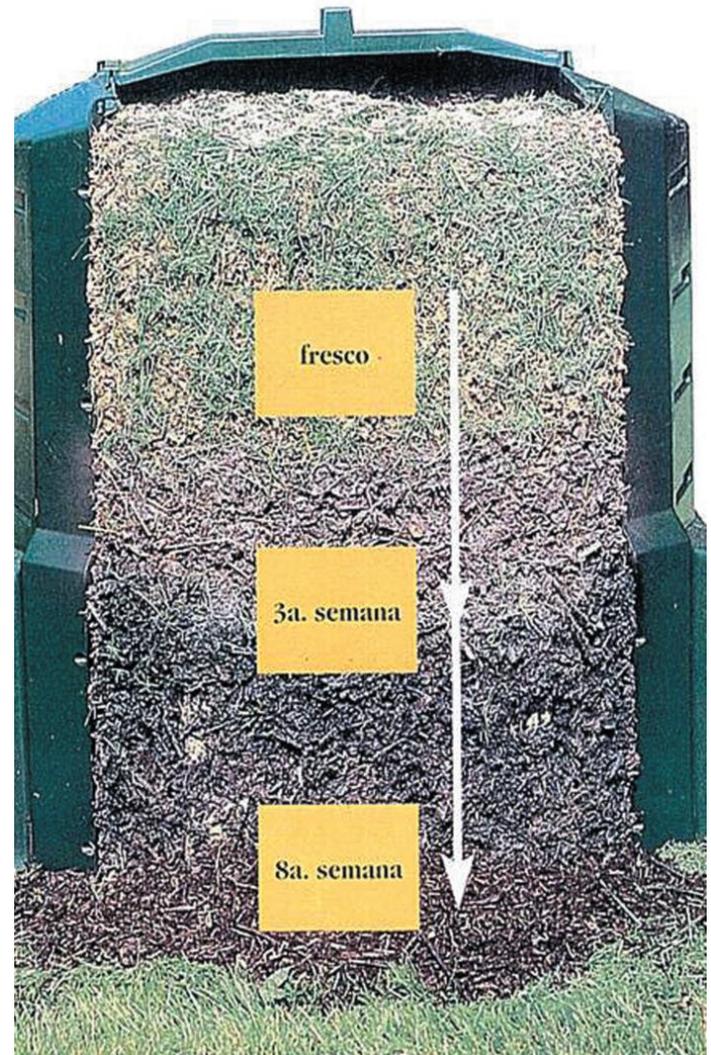
Para controlar la humedad se vigilará el estado del material en distintos puntos del compostador (es común que los laterales estén secos por el contacto con el aire, y la parte central contenga más humedad). Si hay partes de la pila que se observan secas y otras contienen humedad, la solución será realizar un volteo para homogenizar la proporción de humedad.

Si el material se observa seco en toda la pila, será necesario aportar agua externa. Es conveniente mezclar el material de forma simultánea al riego, ya que de esta forma se logra humedecer todo el material.

En las épocas donde las temperaturas son más extremas (verano e invierno) es conveniente proteger el material, en verano situándolo a la sombra, y en invierno facilitando que le alcance el sol los días que este brilla. Sin embargo, si esto no fuera posible, no existe ningún problema. Simplemente se ralentizará el proceso durante estas épocas.

Existen materiales naturales, que actúan como aceleradores del proceso, tales como compost

ya maduro, estiércoles de herbívoros, etc. Si se tiene acceso a este tipo de materiales, es conveniente aportarlos, de manera periódica, en



cantidades no muy abundantes.



*Ilustración 20 Muestras de compost en distintas fases de maduración: cuanto más oscuro sea el color, mayor nivel de maduración.*

## ¿Qué pasa dentro del compostador?

### Proceso de compostaje

El proceso de compostaje consiste en la degradación de la materia orgánica mediante su oxidación y la acción de diversos microorganismos presentes en los propios residuos.

Este proceso de descomposición de la materia orgánica dura aproximadamente entre cinco y seis meses, y en dicho período se distinguen las siguientes fases:

Fase de descomposición: dividida a su vez en fases que son:

#### ○ Fase de latencia y crecimiento:

Se trata del período de aclimatación de los microorganismos a su nuevo medio y el inicio de la multiplicación y colonización de los residuos. Esta fase viene durando de dos a cuatro días y, se inicia con la degradación por parte de las bacterias de los elementos más biodegradables. Como consecuencia de la acción de estas primeras bacterias mesófilas (Actúan a temperaturas medias, aproximadamente hasta 50° C) se comienza a calentar la pila de residuo y se observa la emanación de vapor de agua en la parte superior de la materia vegetal.

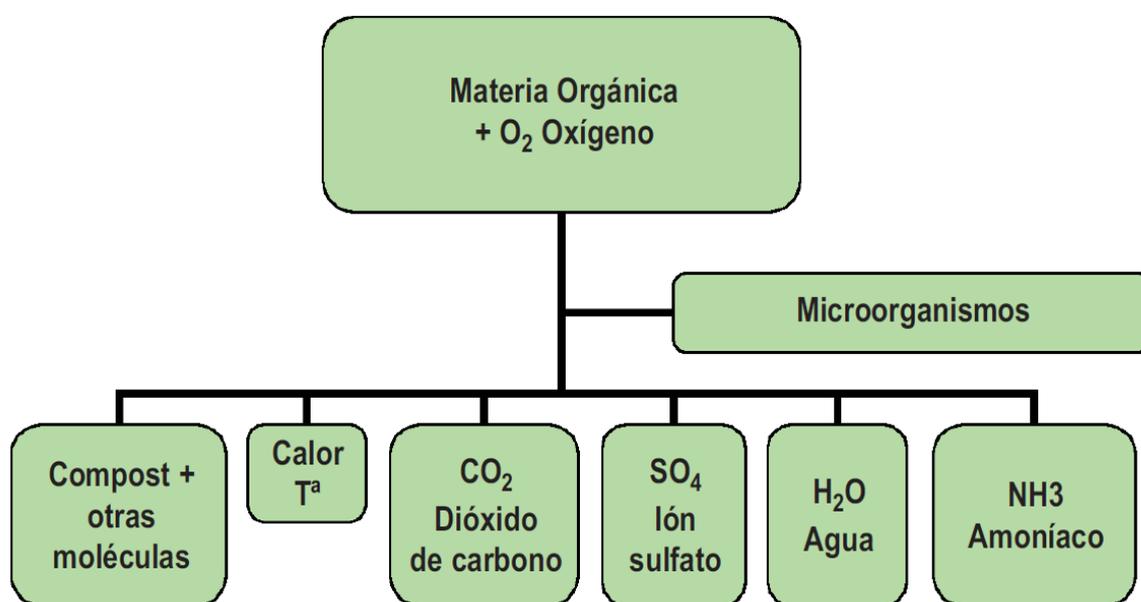


Ilustración 21 Esquema parámetros proceso compost, Manual de Compostaje

#### ○ Fase termófila:

Dependiendo del material de partida y de las condiciones ambientales, el proceso puede durar entre una semana, en sistemas acelerados, y uno o dos meses en sistemas de fermentación lenta.

Como consecuencia de la intensa actividad de las bacterias y el aumento de la temperatura alcanzado en la pila de residuos, provoca la aparición de organismos termófilos (bacterias y

hongos). Estos organismos actúan a temperaturas mayores (entre 60 y 70° C), produciendo una rápida degradación de la materia. La temperatura alcanzada durante esta fase del proceso garantiza la higienización y eliminación de gérmenes patógenos, larvas y semillas. Pasado este tiempo disminuye la actividad biológica y se estabiliza el medio.

#### ○ Fase de maduración:

Es un período de fermentación lenta (puede llegar a durar 3 meses), en el que la parte menos biodegradable (la más resistente) de la materia orgánica se va degradando.

La temperatura de la pila va disminuyendo lentamente al igual que la actividad de las bacterias, produciéndose la colonización de la pila por todo un mundo de organismos y microorganismos que ayudan a la degradación de esas partes menos biodegradables del residuo.

### Parámetros del proceso de compostaje

Considerando que, en el proceso de compostaje, los responsables o agentes de la transformación son seres vivos, todos aquellos factores que puedan limitar su vida y desarrollo, limitarán también al propio proceso.

Los factores que intervienen son complejos, pero se pueden señalar como importantes la temperatura, la humedad y la aireación.

- **Temperatura:**

Como se comentó anteriormente, en cada fase del proceso intervienen una serie de microorganismos, cada uno de ellos con un rango de temperatura diferente.

- Fase de latencia y crecimiento: 15-45° C
- Fase termófila: 45-70° C
- Fase de maduración: inferior a los 40° C

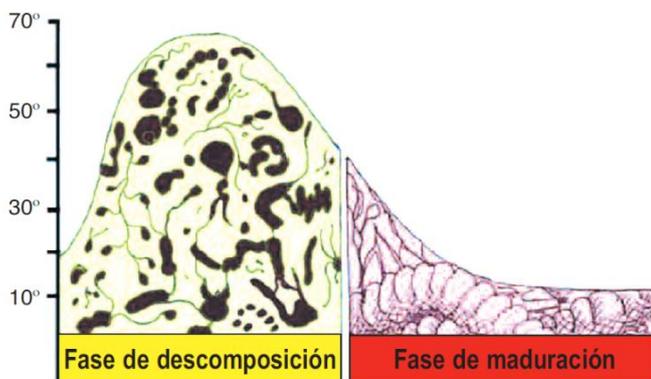


Ilustración 22 Fases según la temperatura

- **Humedad:**

Este factor es indispensable para los microorganismos, ya que el agua es el medio en el que viven, se desplazan y se alimentan.

En la práctica del compostaje, siempre se ha de evitar una humedad elevada porque desplazaría al oxígeno y, en consecuencia, el proceso pararía a ser anaeróbico (ausencia de aire) o, lo que es lo mismo, una putrefacción.

Por otra parte, si la cantidad de humedad de la pila de residuo es baja, se produce la disminución de la actividad de los microorganismos y en consecuencia el proceso se retrasa. Hemos de tener en cuenta, que el propio calor generado en el proceso provoca la disminución de la humedad.

Consideramos como niveles óptimos, humedades del **40 al 60%**, dependiendo de la mezcla de materiales más o menos fibrosos del contenido de la pila.

- **Aireación:**

El oxígeno es fundamental para que los microorganismos puedan descomponer eficazmente la materia orgánica. Por ello, el aporte de aire en todo momento debe ser idóneo para mantener la actividad microbiana, sin que aparezcan condiciones anaerobias, que, además de entorpecer el proceso, dan lugar a la aparición de olores y a un producto de inferior calidad.



Ilustración 23 Aireación de un compostador

Para que no se inicie el proceso anaeróbico, debe superarse un mínimo del 10% de aireación. Por ello es importante controlar los materiales introducidos en la pila, ya que, muchos de los restos vegetales, en especial el césped, tienden a apelmazarse y provocar putrefacciones.

### Diferencias y similitudes entre el proceso natural y el compostaje doméstico.

1. En ambos procesos partimos de la misma materia prima, restos orgánicos, aunque en el medio natural tenemos un pequeño aporte de materia orgánica de origen animal representado por los excrementos y los cuerpos de los animales que han perecido.
2. En el medio natural, diversos seres vivos (carroñeros y descomponedores) actúan sobre estos materiales troceándolos y simplificándolos. En nuestros domicilios podemos realizar esta acción troceando los restos con unas tijeras de poda o adquirir una trituradora eléctrica de jardín.
3. En los bosques los procesos de fermentación se desarrollan lentamente, necesitando al menos un año para completar los procesos de descomposición más significativos. En nuestro compostador, realizando bien el mantenimiento y vigilando las condiciones, el proceso puede durar un máximo de seis meses.
4. En la naturaleza, el agua y el oxígeno que necesitan los microorganismos los aporta la atmósfera. En nuestros compostadores además de la atmósfera, nosotros también aportamos riegos según sean necesarios, e incluso volteos por medio de un horquillo para airear el montón.
5. En ambos procesos, el producto resultante final es un compuesto estable que actúa regenerando el suelo y proporcionándole

inmejorables cualidades para el desarrollo vegetal.

### Contribución del compost a incrementar niveles de materia orgánica en el suelo

La presencia de materia orgánica en los suelos de algunas zonas de España **es realmente muy escasa**, no superando en muchos casos, valores del 2%.

Los resultados mostraron que aproximadamente el 50% de los suelos analizados contenían menos del 1,7% de materia orgánica, lo que traducido a cantidad de carbono orgánico se corresponde con menos del 1%. Poco más del 13% de las muestras mostraron un contenido en carbono orgánico equivalente al 2% (*Ilustración 15*). Por otro lado, la naturaleza caliza de muchos suelos españoles favorece en gran medida la degradación y pérdida de materia orgánica.

El uso excesivo de fertilizantes inorgánicos y la práctica de una agricultura de tipo intensivo, llevada a cabo durante los años posteriores a la década de los 80, también ha derivado en una disminución de la materia orgánica en los suelos agrícolas y, por tanto, del carácter fértil de los mismos.

En este sentido, los agricultores necesitan encontrar fuentes complementarias de nutrientes que aporten materia orgánica a los suelos, dado que la cantidad y calidad de la materia orgánica en los suelos de cultivo españoles está disminuyendo de forma notable.

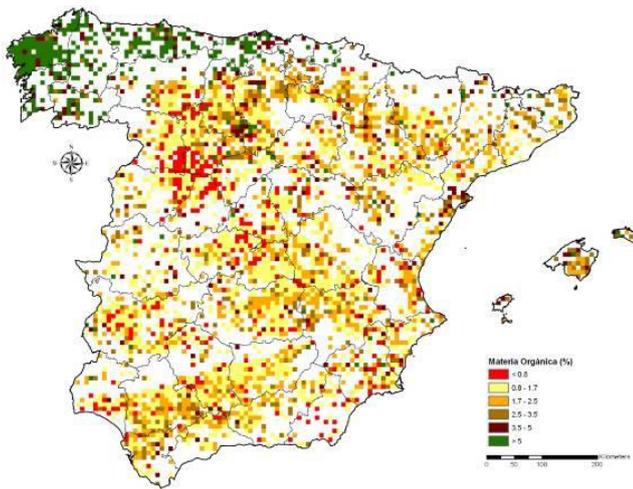


Ilustración 24 Contenido de materia orgánica de los suelos Españoles

Por tanto, **la aplicación de materia orgánica a un suelo debe considerarse como un hecho muy positivo y recomendable**, sobre todo en sistemas de producción donde se tienen en cuenta aspectos como las buenas prácticas de manejo del suelo, así como la calidad del mismo y la de la propia materia orgánica aplicada.

## Usos del compost

Depende del grado de madurez del compost y del tipo de cultivo para el cual se destina, siendo las épocas óptimas para su aplicación primavera y otoño, épocas en que el suelo está caliente y la adición del compost lo calentará aún más favoreciendo la actividad de los microorganismos y el desarrollo de las raíces de la planta.

Diferenciamos dos grados de madurez:

- **Compost fresco** (2-3 meses compostando): el que ha tenido un período de madurez corto y en el que se aprecia aún material sin descomponer. Se usa principalmente como protección frente ante los cambios de temperatura y de humedad, en especial frente a heladas. Además, mejora las características del suelo y evita la aparición de malas hierbas.
- **Compost maduro** (aproximadamente 5-6 meses compostando): aquel que ha tenido un período de madurez largo y no se aprecian materiales sin descomponer (excepto aquellos de muy lenta descomposición, ramas, cáscaras de huevo, etc.). Se diferencia fácilmente por su textura terrosa y su color oscuro. Su uso principalmente es como fertilizante ya que aporta elementos minerales (nitrógeno, fósforo, potasio, etc.), además de favorecer la capacidad de retención de agua.



Ilustración 25 Compost

# Bibliografía

## ENLACES PDF

DIRECTIVA 2008/98/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO .....	
PROGRAMA GENERAL DE ACCION DE LA UNION EN MATERIA DE MEDIO AMBIENTE .....	
DECRETO 397/2010, PLAN DIRECTOR TERRITORIAL DE RESIDUOS NO PELIGROSOS EN ANDALUCIA .....	
ACREDITACIÓN AMBIENTAL DE LA CALIDAD DEL COMPOST .....	
BOLETIN OFICIAL DE LA PROVINCIA DE SEVILLA NUMERO 235 .....	
PLAN ESTAL MARCO DE GESTIÓN DE RESIDUOS (PEMAR) 2016-2020 .....	
GUÍAS DIDACTICAS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL .....	
ANUARIO ESTADISTICO DE LA PROVINCIA DE SEVILLA 2015 .....	
PROYECTO CASTA DIVA .....	
TABLAS "MEMORIA ANUAL DE GENERACIÓN Y GESTION DE RESIDUOS" .....	
EL TRATAMIENTO DE LA MATERIA ORGÁNICA, ERRAUSKETA .....	

## WEB

LIPASAM .....	
MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACION Y MEDIO AMBIENTE .....	
VENTA Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS ECOLÓGICOS, ECRAC .....	
VENTA DE CONTENEDORES .....	
LEY 22/2011, DE 28 DE JULIO, DE RESIDUOS Y SUELOS CONTAMINADOS .....	

## LIBROS

MANUAL DE COMPOSTAJE, AMIGOS DE LA TIERRA .....	
DE RESIDUO A RECURSO, EL CAMINO HACIA LA SOSTENIBILIDAD .....	

## OTROS

EJEMPLO DE BUENAS PRÁCTICAS DE COMPOSTAJE Y RECOGIDA SELECTIVA DE RECURSOS *Margot Wallström*  
Comisaria de Medio Ambiente

GUIA DE RECOGIDA SELECTIVA Y GESTIÓN DE LA FRACCIÓN ORGÁNICA DE LOS RESIDUOS URBANOS  
(MAGRAMA)

CONFERENCIA SOBRE RECICLADO DE BIORESIDUOS EN EUROPA *Margari*

PFM: DISEÑO DE UN SSITEMA DE RECOGIDA SELECTIVA *Pablo Cuevas Asencio; Natalia González Cielos; Germán Luna Sánchez; Rosa Prior Hombrados*

DESCARGAR VERSIÓN MÓVIL

