

## **5. Procesado de los residuos según su tipología.**

### **5.1. Vidrio.**

El vidrio envase reutilizable, una vez devuelto en los puntos de retorno habilitados para recuperar dichos envases, se dirige a una cadena de lavado y acondicionado, para posteriormente ser rellenado y reintroducido en el mercado de nuevo. Una vez estos envases han realizado un número determinado de ciclos perdiendo alguna de sus cualidades físicas y de estructura, se extraen del ciclo de reutilización y pueden ser reciclados al igual que el resto de elementos de este material.

El vidrio es un material totalmente reciclable y no hay límite en la cantidad de veces que puede ser reprocesado. Este material además se puede reciclar sin que pierda ninguna de sus propiedades.

Para su adecuado reciclaje el vidrio es separado y clasificado según su tipo el cual por lo común está asociado a su color, una clasificación general es la que divide a los vidrios en tres grupos: verde, ámbar o café y transparente.

El proceso de gestión posterior a la clasificación, requiere una separación inicial de todo material ajeno, como son tapas metálicas y etiquetas. Seguidamente el vidrio se tritura formando un polvo grueso denominado calcín, que, sometido a altas temperaturas en un horno, se funde junto con arena, hidróxido de sodio y caliza para fabricar nuevos productos que tendrán idénticas propiedades con respecto al vidrio fabricado directamente de los recursos naturales.

### **5.2. Envases ligeros.**

En el caso de los residuos de envases ligeros del contenedor amarillo, al estar formados por distintos tipos de materiales: envases de plástico, envases metálicos y cartón para bebidas, antes de enviarlos a sus respectivos recicladores deben ser separados en las instalaciones de triaje y clasificación de envases.

Los residuos recogidos se transportan hasta las instalaciones de selección donde se realiza un triaje del contenido del material entrante mediante una combinación de procesos de separación mecánicos o automatizados y procesos manuales con el fin de separar y recuperar las diferentes fracciones valorizables y prepararlas para su posterior reciclaje en las correspondientes instalaciones según el tipo de material. De forma general, los materiales separados son:

- Metales: acero, aluminio.
- Plásticos: Polietileno (PET).

- Polietileno de alta densidad (PEAD –HDPE-), Polietileno de baja densidad (PEBD -LDPE-), Plástico mezcla.
- Brics o cartón para bebidas.

Los materiales no separados se destinan a instalaciones de incineración o a su depósito en vertedero.

- Reciclaje de plásticos. Básicamente hay dos posibles tipos de procesos de reciclaje del plástico:
  - Reciclaje mecánico: Los residuos de envases se clasifican, se trituran y se funden en gránulos. Los materiales se modifican para obtener las propiedades deseadas. Se obtiene una nueva materia apta para aplicaciones con productos reciclados.
  - Reciclaje químico: La recuperación química permite reducir los plásticos a sus constituyentes químicos básicos (monómeros). Estos materiales recuperados pueden repolimerizarse nuevamente y volver a convertirse en plásticos.

En el caso de los plásticos biodegradables, todavía una reducida minoría, se tratarían mediante procesos biológicos debido a su biodegradabilidad.

- Reciclaje de los metales. Las latas de acero o las de aluminio son envases 100 % reciclables mediante procesos de fundición. Los envases de hojalata (acero recubierto por una capa de estaño) se reciclan en las acerías donde son lavadas, se desestañan para extraerles el estaño que las recubre y el acero obtenido se vuelve a introducir en el proceso de fabricación de este material. En el proceso de reciclado de los envases de aluminio no hay que eliminar otro tipo de materiales, ya que tanto la tapa como la lata son de aluminio. El aluminio recuperado, una vez seleccionado y prensado, se funde y con él se fabrican nuevos lingotes de aluminio.
- Reciclaje del cartón para bebidas. Existen diferentes técnicas para el reciclaje de los brics o cartón para bebidas:
  - Aprovechamiento de todos sus componentes juntos mediante la fabricación de aglomerado a partir del residuo triturado.
  - Aprovechamiento de cada material por separado mediante la separación de sus componentes para el reciclaje del papel y del aluminio y la valorización energética del polietileno.

En este proceso se separan las fibras de celulosa del polietileno y del aluminio en un hidropulper por frotamiento. Tras finalizar el proceso se vacía el hidropulper por su parte inferior a través de un filtro que deja pasar el agua y la fibra de celulosa (su recuperación comporta un reciclaje del 80% en peso del envase).

Para aprovechar el resto de materiales se pueden recuperar de forma conjunta obteniéndose una granza de polietileno reforzada por el aluminio. También se usa como combustible en las cementeras, ya que el polietileno es buen combustible y el aluminio oxidado suple a la bauxita como ingrediente del cemento.

Para separar el polietileno del aluminio se pueden usar disolventes, recuperando de la disolución el polietileno, o recuperar el aluminio por combustión.

### **5.3. Papel y cartón.**

El papel es un material 100% reciclable. El residuo de papel es un material que puede volver a utilizarse para la fabricación de papel nuevo. El papel y el cartón usados y recogidos se transportan a un almacén de un gestor (recuperador) de papel y cartón, donde se clasifica por tipos, se acondiciona, enfarda y se envía a la fábrica papelera.

Básicamente, el residuo de papel tratado entra en la fábrica de papel por cintas transportadoras. Se mezcla con agua en el púlper y se agita. Se separan de las grapas, plásticos de las fibras de papel y se incorporan sustancias tensioactivas con el fin de eliminar la tinta que queda en la superficie del baño. La suspensión de las fibras se somete a un secado sobre una superficie plana, para recuperarlas. Después se las hace pasar por unos rodillos que las aplanan y compactan, saliendo finalmente la lámina de papel reciclado.

El número de veces que se puede reciclar tiene un límite ya que se van perdiendo parte de las fibras que constituyen la pasta, por lo que se añade una pequeña proporción de fibras vírgenes.

### **5.4. Aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).**

La preparación para la reutilización se llevará a cabo en las etapas más próximas a la recogida inicial por gestores autorizados. Para ello se podrán entregar los RAEE, directamente por los usuarios a los propios centros de preparación para la reutilización, o se podrán revisar y clasificar los RAEE en las instalaciones de recogida. Los RAEE que, tras su clasificación, no sean susceptibles de ser preparados para la reutilización, serán enviados a las instalaciones de tratamiento.

Si el RAEE ha podido ser preparado para la reutilización, el residuo pasará a ser un AEE o un componente recuperado.



### **Reciclado y reutilización de residuos electrónicos.**

Las instalaciones de tratamiento específico someterán a los RAEE a un proceso de reciclado y valorización que incluirá, como mínimo, la retirada de todo tipo de fluidos, incluidos aceites, lubricantes u otros, y el tratamiento selectivo de materiales y componentes, de conformidad con lo previsto en el anexo XIII del Real Decreto 110/2015.

No se permitirá dañar, prensar, fragmentar, compactar ningún RAEE que no haya sido sometido previamente al procedimiento de tratamiento específico que le corresponda, debido que pueden liberar sustancias peligrosas al medio ambiente o diluirse entre el resto de las fracciones y contaminarlas.

La recogida separada, el transporte, la clasificación, el almacenamiento y el tratamiento de RAEE deben garantizar la ausencia de impactos ambientales. Deberán cumplirse los requisitos definidos en los anexos VII, VIII, IX y XIII del Real Decreto 110/2015.

Una vez retirados los componentes peligrosos de los RAEE, la obtención de fracciones valorizables dependerá de los RAEE tratados, del diseño de las instalaciones y de las tecnologías disponibles.

Los materiales y fracciones se obtendrán a través de procesos mecánicos, de fragmentación o triturado de su posterior valorización y en último caso, eliminación. Las fracciones resultantes, Además, se identificarán mediante códigos LER, se contabilizarán y se indicará su destino para calcular los objetivos de valorización.

## **5.5. Textil y calzado.**

Los residuos textiles aportados a los sistemas de recogida habilitados se destinan a plantas de selección donde se clasifican y acondicionan en función de su calidad para darles salida a través de las diferentes vías existentes.

La ropa que no llega a tener la calidad suficiente para ser reutilizada puede usarse como materia prima para la fabricación de otros productos textiles (mantas, materiales de insonorización, etc.) o reciclarse como trapos de uso industrial. El resto se destina a tratamientos en incineradoras o depósito en vertederos.

## 5.6. Aceites usados.

Los aceites de cocina usados recogidos separadamente pueden recibir tratamientos mediante los cuales se preparan para la producción de biocarburantes, jabones y otros usos en la industria química (ceras, barnices, otros), reduciendo así el uso de recursos procedentes de materias primas e impulsando la actividad económica y empleos más verdes.

La producción de biodiesel (BD100) a partir de aceites usados comporta un ahorro de energía fósil del 21% en relación al uso de aceites crudos y un ahorro del 96% de energía fósil respecto a la producción del diésel. (Fuente: CIEMAT, 2006). Cada quilogramo de aceite recogido se puede transformar en 0,92-0,97 quilogramos de biodiesel. Recientemente se han llevado a cabo asimismo ensayos de utilización en aviación internacional de biocarburantes que contienen aceites vegetales usados

## 5.7. Pilas y acumuladores.

### 1. Tratamiento y reciclaje de pilas estándar.

Las pilas son sometidas a un proceso mecánico con diferentes etapas de trituración bajo condiciones de refrigeración con nitrógeno. Después de pasar por una canaleta vibratoria y un lavado con agua se separan los metales férreos y no férreos, plástico, papel y polvo de pilas.



El polvo de las pilas pasa al proceso hidrometalúrgico para recuperar los diferentes metales que contiene. Añadiendo ácido y reactivos se consigue finalmente los siguientes materiales listos para su almacenamiento y venta: grafito y bióxido de manganeso; cimiento metálico Hg, Cu, Ni, Zn y Cd; disolución de sulfato de zinc; sales de manganeso.

### 2. Tratamiento y reciclaje de pilas botón.

Las pilas botón se introducen en un cuarto de destilación donde se separan los casquetes metálicos de las pilas botón del mercurio, ambos se almacenan posteriormente para su venta.

### 3. Tratamiento y reciclaje de baterías de móvil.

Las baterías son sometidas a un proceso mecánico con diferentes etapas de trituración. Dado que puede haber baterías que mantengan cierta carga energética, la trituración se hace en ambiente controlado, para evitar posibles explosiones. Después de pasar por una canaleta vibratoria y un lavado con agua se separan los metales férricos y no férricos, plástico, papel y polvo de acumulador.

El polvo de acumulador pasa al proceso hidrometalúrgico para recuperar los diferentes metales contenidos. Añadiendo ácido y reactivos se obtiene finalmente los siguientes materiales listos para su almacenamiento y venta: cobalto, níquel, cobre, hierro, aluminio, cadmio, titanio, litio, entre otros.

### 4. Tratamiento y reciclaje de baterías para vehículos.

Las baterías recogidas se destinan a una planta donde se recupera el ácido. Después son trituradas y se separa el envoltorio de plástico y se funde el plomo contenido en ellas, recuperándolo en forma de lingotes. En su mayor parte el plomo recuperado vuelve a utilizarse en la fabricación de nuevas baterías de automoción.

## 5.8. Medicamentos.

Los residuos de medicamentos se recogen de los Puntos SIGRE y son transportados a la Planta de Tratamiento de Envases y Residuos de Medicamentos de SIGRE, ubicada en la localidad vallisoletana de Tudela de Duero, que es la única instalación específica existente en España para el tratamiento medioambiental de este tipo de residuos. En dicha planta, el gestor de la instalación lleva a cabo un proceso de triaje de los residuos entrados a planta, con el fin de obtener las distintas fracciones que los componen y proporcionar a cada una de ellas el tratamiento más adecuado.

Los materiales reciclables de los envases son entregados por el gestor a entidades recicladoras especializadas, mientras que los restos de medicamentos y los envases que no pueden ser reciclados son enviados a gestores autorizados para su valorización energética o eliminación controlada, en función de su catalogación, como residuos peligrosos o no peligrosos en la Lista Europea de Residuos.



## 6. Compostaje.

Los tratamientos biológicos son operaciones de tratamiento por biodegradación de materia orgánica, tanto recogida de forma separada (FORS) como de la presente en la fracción resto donde no hay dicha recogida separada, combinándose en este último caso con tratamientos mecánicos complementarios.

El compostaje es un proceso biológico aerobio (con presencia de oxígeno) que, bajo condiciones de ventilación, humedad y temperatura controladas, transforma los residuos orgánicos degradables en un material estable e higienizado llamado compost, que se puede utilizar como enmienda orgánica.

### 6.1. Planta de compostaje.

Los diferentes sistemas de compostaje pretenden, en todos los casos, conseguir una aireación óptima de los residuos y alcanzar temperaturas termófilas. Se puede considerar que un sistema es efectivo cuando, además de transformar los residuos, los ha sometido durante un tiempo suficiente a las condiciones consideradas letales para los microorganismos patógenos.

Los principales sistemas de compostaje se pueden clasificar en dos grupos:

- Sistemas abiertos: basados en el compostaje en pilas (agrupamiento de residuos en montones que generalmente adoptan forma triangular, con una altura recomendada menor de 2,7 metros, y sin una limitación en cuanto a su longitud) de diferentes formas y con diferentes sistemas de aireación.
- Sistemas cerrados: basados en la utilización de un reactor o digestor o compostaje acelerado.

Los sistemas abiertos, los más generalizados, se basan en la realización de pilas con diferentes sistemas de aireación.

- Compostaje en pilas dinámicas: Los materiales a compostar se apilan directamente sobre el suelo, sin comprimirlos excesivamente a fin que permita que el aire quede retenido en su interior. El tamaño y la forma de la pila se diseñan para permitir la circulación del aire a lo largo de la pila, manteniendo las temperaturas en la gama apropiada. Es preferible que los montones sean alargados, ya que es la altura y no la longitud el parámetro que se convierte en crítico; si las pilas son demasiado grandes, el oxígeno no puede penetrar en el centro y además puede comprimirse por su propio peso, mientras que si son demasiado pequeñas no se calentarán adecuadamente. El tamaño óptimo varía con el tipo de material y la temperatura ambiente.

Una vez constituida la pila, es necesario el volteo o mezclado de la misma. Su frecuencia depende del tipo de material, de la humedad y de la rapidez con la que se desea realizar el proceso. Para establecer esta frecuencia es preciso controlar la temperatura (una bajada en los primeros días puede indicar la necesidad de aireación) o si se desprenden malos olores (indicador de una descomposición anaeróbica). Normalmente es habitual realizar un volteo cada 6-10 días. El volteo sirve para homogeneizar la mezcla y su temperatura, a fin de eliminar el calor excesivo, controlar la humedad y aumentar la porosidad de la pila para mejorar la ventilación. Después de cada volteo, la temperatura desciende del orden de 5-10°C, subiendo de nuevo en el caso que el proceso no haya terminado. Una vez finalizada esta etapa, los residuos pasan a la fase de maduración.

- Compostaje en pilas estáticas ventiladas: El material a compostar se coloca sobre un conjunto de tubos perforados o una solera porosa conectados a un sistema de extracción de aire a través de la pila. Cuando la temperatura del material excede el óptimo, unos sensores que controlan el ventilador lo activan para que se inyecte el aire necesario para enfriar la pila, abasteciéndola a la vez de oxígeno. El proceso suele durar entre 4-8 semanas y, al igual que en el caso anterior, posteriormente se pasan los residuos a la etapa de maduración.

Los sistemas cerrados se basan en la utilización de un reactor o digestor en el que se mantienen las condiciones aeróbicas por los mismos métodos que en las pilas, es decir, con volteos continuos, con aireación forzada o los dos métodos a la vez. Son sistemas que tienen unos costos de instalación superiores al de las pilas, pero presentan la ventaja de permitir un control total de las condiciones del proceso, son más rápidos y requieren menos espacio para tratar el mismo volumen de residuos. Las variables de proceso tales como contenido de humedad, composición de nutrientes, temperatura, pH, cantidad de gas, tiempo de retención, etc., pueden ser controladas, dirigidas y optimizadas. Esto conlleva a una degradación más rápida y completa con una mínima contaminación de los alrededores.

Sin embargo, normalmente el compost que se produce en el interior del reactor o digestor no alcanza un correcto estado de maduración, por lo que posteriormente se le somete también a un proceso de compostaje en pilas de poca duración que recibe el nombre de maduración.

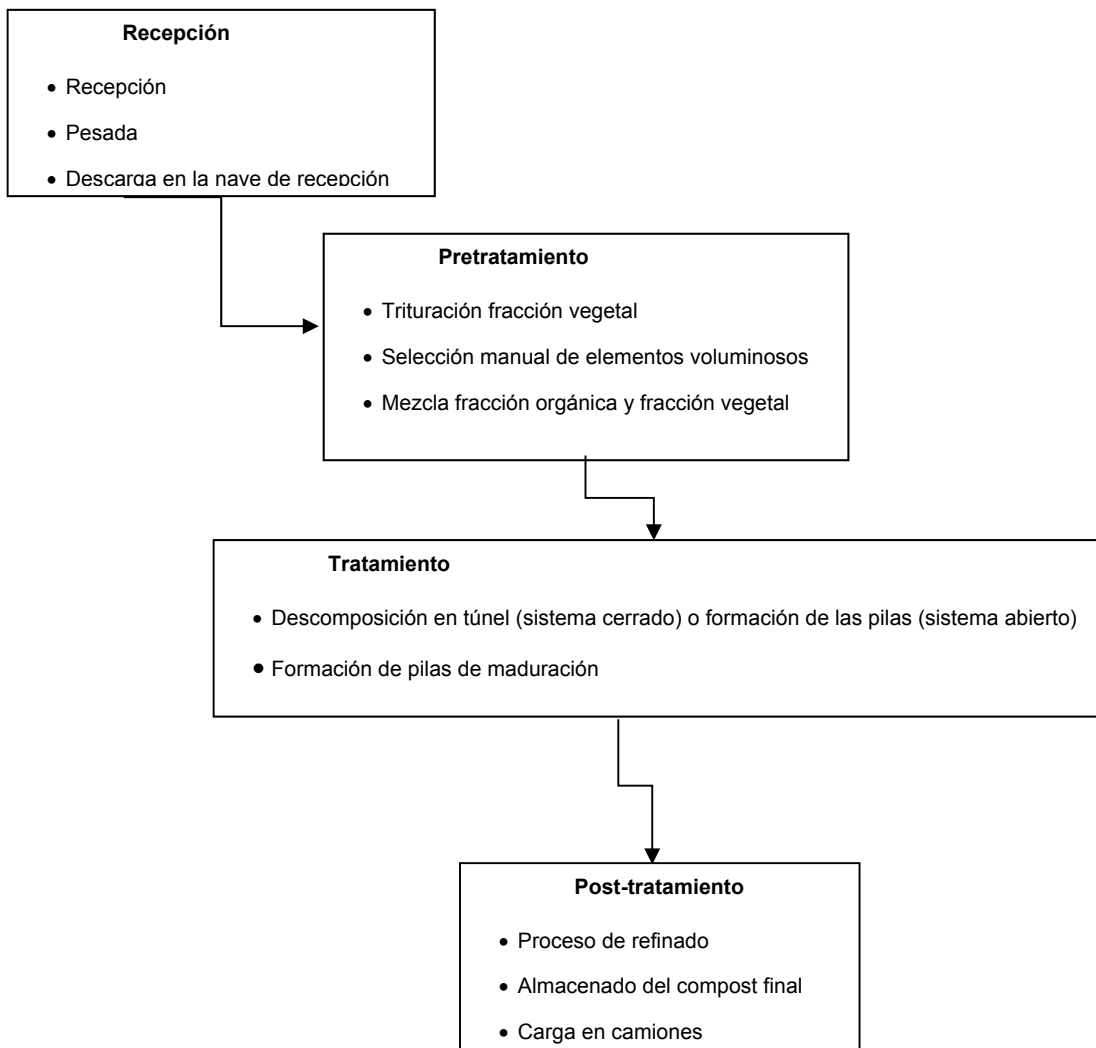
- Compostaje en tambor: El proceso de compostaje tiene lugar en un tambor de rotación lenta. Estos tambores pueden trabajar en continuo o por cargas y pueden ser de diferentes tamaños y formas.
- Compostaje en túnel: El proceso tiene lugar en un túnel cerrado, generalmente fabricado en hormigón, con una vía de ventilación controlada por impulsión o aspiración para el aporte de oxígeno. A diferencia del método anterior, aquí el residuo se mantiene estático.
- Compostaje en contenedor: Similar al sistema anterior, pero en este caso el compostaje se realiza en contenedores de acero. A menudo es un proceso continuo, con carga del material a compostar en la parte superior y descarga por la inferior.



- Compostaje en nave: El proceso de compostaje tiene lugar en una nave cerrada. La ventilación se realiza mediante una placa en la base y/o con ayuda de diferentes unidades rotativas (volteadoras). Las plantas modernas están totalmente automatizadas y equipadas con volteadoras, las cuales se mueven mediante grúas elevadoras y pueden alcanzar el compostaje total del área de la nave.

## 6.2. Proceso de compostaje.

Si bien se pueden distinguir dos tipos de sistemas de compostaje, abierto y cerrado, las operaciones que se realizan en los dos sistemas son similares. Sólo en el caso del compostaje en nave el proceso es automatizado prácticamente en su totalidad, con una mínima intervención de los trabajadores, que realizan tareas básicamente de verificación de su correcto funcionamiento.



Esquema general de las operaciones realizadas en una planta de compostaje de residuos orgánicos

- Recepción y descarga de residuos. El camión con los residuos es pesado y pasa a la zona de descarga, que puede tratarse tanto de un foso como de una playa de descarga, donde se realiza la operación de descarga.
- Separación manual de elementos voluminosos. En el caso que se reciban residuos procedentes de la recogida selectiva de residuos sólidos urbanos (fracción orgánica seleccionada en origen), tras la descarga, y mediante una pala cargadora, se extienden estos residuos y un operario se encarga de retirar de forma manual aquella fracción no orgánica más evidente o voluminosa. Cuando los residuos consisten en restos vegetales (fracción vegetal), procedentes en su mayoría de restos de poda, tras su descarga, con ayuda de una pala cargadora, se introducen en una máquina trituradora.
- Pretratamiento (fracción orgánica). Esta operación tiene la finalidad de reducir el contenido en materiales impropios. La fracción orgánica de los residuos pasa a la zona de pretratamiento donde, mediante un sistema de cribas tipo trómel (criba de tambor giratorio), mesas densimétricas, etc. se realiza la separación de aquellos elementos no orgánicos (fracción de rechazo). Esta fracción de rechazo es conducida a un compactador para su posterior envío a depósito controlado. En caso de recibir residuos no seleccionados previamente en origen, se realiza un proceso de selección a fin de separar plástico, cartón, vidrio, etc. y dejar únicamente la fracción orgánica.
- Mezclado fracción orgánica y fracción vegetal. Mediante una pala cargadora, se introduce, en las proporciones apropiadas, la fracción orgánica y la fracción vegetal en una mezcladora, a fin de conseguir una homogeneización del material a compostar. Esta operación de mezclado también puede realizarse únicamente con ayuda de la pala cargadora.
- Carga del túnel (sistema cerrado). La pala cargadora introduce el material a compostar en un túnel de compostaje. En su interior, el residuo sufre la fase termófila del proceso. El proceso de fermentación en el interior del túnel es controlado de forma automática mediante sondas que valoran la temperatura de la pila, la humedad y las concentraciones de oxígeno, dióxido de carbono, amoníaco, temperatura y actividad del sistema de ventilación; en función de estas variables, se regula el caudal de aire que se hace pasar por el material a compostar y el riego dentro del túnel, de forma que el proceso de compostaje se desarrolla de forma controlada. El aire extraído del túnel se trata, y se hace pasar finalmente por un biofiltro, formado por capas alternas de material orgánico ya compostado de diferentes granulometrías y por restos vegetales. Esta primera fase del proceso suele durar 2 semanas. Finalizado el proceso, se abren las puertas del túnel y se conecta el sistema de ventilación previamente a la entrada al mismo.
- Formación de las pilas (sistema abierto). En este caso, el material a compostar se dispone en forma de pilas, donde se produce la fase la primera fase de la fermentación o fase termófila (con incremento de la temperatura de la pila). Las pilas se remueven mediante una volteadora a fin de oxigenarlas y favorecer que se realice la fermentación del residuo por parte de los microorganismos; por otro lado, se riegan para mantener la humedad. Esta fase se suele prolongar

de forma variable hasta dos meses. Transcurrido este tiempo, se realizan las pilas de maduración.

- Descarga del túnel (sistema cerrado). Pilas de maduración. Finalizado el proceso de fermentación en túnel, se retira el material con ayuda de una pala cargadora y se transporta a la zona de maduración, donde se deposita el residuo en forma de pilas (pilas de maduración). En el caso de sistemas abiertos, el material apilado de la fase termófila se transporta a la zona de maduración mediante pala cargadora, donde se forman también las pilas de maduración. Al igual que en la fase termófila del compostaje abierto, estas pilas se remueven periódicamente mediante la volteadora.
- Refino del compost. Finalizado el proceso de maduración, el compost pasa al área de refino donde se realiza la separación de impurezas que pudieran quedar (piedras, fragmentos de vidrio, trozos de plástico, etc.), restos de la fracción vegetal de mayor tamaño y se consigue la homogeneización del compost final, a fin de obtener un producto final con un aspecto fino y uniforme. El compost se introduce en una tolva, con la pala cargadora, que alimenta la cinta transportadora que lo llevará hasta un equipo de cribado (mesas densimétricas, etc) donde se separan las distintas fracciones; la fracción de rechazo, formada por impurezas, se envía posteriormente a un depósito controlado y la los restos vegetales más gruesos se vuelven a introducir al inicio del proceso de compostaje.
- Almacenamiento y carga del compost. El compost final obtenido se almacena hasta el momento de su venta o aplicación al terreno. Operaciones de acabado En función del destino final del producto, o atendiendo a los requerimientos del cliente, el compost se puede mezclar con arena, tierra, turba, etc. para conseguir el producto deseado. Esta mezcla se realiza mediante pala cargadora.
- Operaciones de toma de muestras del compost. De forma periódica, y durante todo el proceso de compostaje, se toman muestras de los residuos a fin de controlar que el proceso se desarrolla correctamente y se analizan en el laboratorio de la propia instalación. Los parámetros que se analizan son: humedad, pH, conductividad, materia orgánica, amoníaco, nitrógeno, carbono, macronutrientes y micronutrientes (potasio, fósforo, calcio, magnesio, sodio, hierro, manganeso) y metales pesados (zinc, cobre, plomo, níquel, cadmio).
- Operaciones de desatascado de equipos. Puede suceder que, debido a la presencia de impurezas que entran en el proceso, los equipos de trabajo puedan sufrir un atasco; en este caso son los mismos trabajadores los que se encargan de realizar el desatascado.
- Operaciones de mantenimiento. Incluye, entre otros, la realización de los siguientes trabajos: mantenimiento básico de los equipos de trabajo; comprobación y rellenado de niveles de aceite; tensado de correas y cintas; limpieza de rodillos de cintas; comprobación de los sistemas de seguridad de los equipos de trabajo y mantenimiento básico de pala cargadora y volteadora.
- Operaciones de limpieza. Los trabajos de limpieza que se pueden realizar en este tipo de plantas consisten en: limpieza en las distintas estructuras de la

planta; limpieza manual de cintas transportadoras, túneles, cribas y equipos de trabajo; limpieza manual o con agua a presión de los distintos equipos de trabajo e instalaciones que componen la planta; limpieza de los aspersores de los túneles y limpieza de los residuos sólidos de arquetas, etc.

### 6.3. ¿Qué usos y aplicaciones tiene el compost?

La función de aplicación en la agricultura del compost obtenido de la fermentación de la materia orgánica es doble; por un lado, actúa sobre el suelo como enmienda orgánica principalmente, y por otro, sobre las especies vegetales, actuando de abono orgánico o fertilizante y sustrato de cultivo.



El suelo empleado continuamente en algún sistema de cultivo está sometido a una progresiva disminución del nivel de humus, causando varios problemas como pueden ser la erosión acelerada, deterioro de las propiedades físicas, físico-químicas, químicas y biológicas del suelo y, en general, disminución de la fertilidad del suelo. La aportación de materia orgánica al suelo contrarresta todas estas deficiencias. Tradicionalmente, la aplicación de estiércol animal, y hoy en día, también en forma de compost, se denomina enmienda húmica, que puede ser de mantenimiento, para reponer la cantidad de humus en el suelo, y orgánica si solo sirve para aumentar la cantidad de humus existente.

Sobre los cultivos actúa aportando nutrientes, necesarios para el desarrollo biológico de la especie vegetal, ayudando a su desarrollo y previniendo la aparición de enfermedades carenciales en los cultivos, enfermedad de roturación de los cereales ocasionada por la falta de cobre; clorosis férrica de los frutales por escasez de hierro; turbera de la avena por falta de manganeso y corazón de la remolacha por falta de boro). También puede descartar un buen número de enfermedades fúngicas en los cultivos de hortaliza gracias a su elevado poder antibiótico.

El cultivo donde es posible la aplicación del compost es muy variado, dependiendo de la granulometría del mismo, presencia de impurezas, etc... Los cultivos pueden ser tan distintos como hortícolas, cítricos, viñedos, forestales y arrozales. También se están utilizando en remolacha azucarera, frutales no cítricos, mejora de suelos degradados, selvicultura y viveros.

Algunos ejemplos de cultivos donde se ha puesto de manifiesto un aumento de los rendimientos de la cosecha por el abonado con compost son los siguientes:

- Cultivos de campo: patatas, tabaco, fresón, maíz, remolacha, cebada, arroz.
- Cultivos de invernadero: tomates, cebolla, lechuga.

- Cultivos forestales: chopo, eucalipto, algarrobo, encina, alcornoque, pino piñonero.

En general, la aplicación de compost maduro a dosis moderadas provoca tanto a nivel de campo como de invernadero, aumentos apreciables de los rendimientos de cosechas de diferentes cultivos. La dosis correcta de compost a aplicar depende en todo momento de la especie vegetal y del suelo, quedando determinados por la necesidad en nutrientes del cultivo, la distribución en el tiempo de las necesidades y el estado físico-químico del suelo.

Existen otros usos posibles del compost en campos como el paisajismo, en la restauración de suelos degradados, recuperación de superficies denostadas por diversas actividades: construcción de infraestructura viaria, obras hidráulicas, extracciones de áridos, minería, canteras, etc... En estos ámbitos, la preparación del terreno para la posterior implantación de cubiertas vegetales, mediante siembras y plantaciones que impidan o reduzcan la erosión y valoricen el ambiente, requiere el aporte de compost que potencie el efecto de humificación del suelo.

También parece interesante señalar la posibilidad de utilizar el compost en las superficies forestales no naturales, y en los planes de reforestación tanto de superficies quemadas, tierras de cultivo abandonadas, zonas dañadas por vertidos industriales, etc. ampliando el mercado de este producto a valores importantes.

## **7. Aplicación de normas de seguridad y salud y protección medioambiental en la recuperación y reciclado de residuos urbanos.**

### **7.1. Protección medioambiental.**

En cuanto a la protección medioambiental debe señalarse que el *Programa Estatal de Prevención de Residuos 2014-2020*, junto con los programas autonómicos y locales, así como los programas empresariales de prevención y los planes de minimización, tienen como objetivo último lograr en 2020 la reducción en un 10% en peso de los residuos generados en 2010 (artículo 15 de la *Ley 22/2011, de Residuos*).

Este Programa Estatal se configura en torno a cuatro líneas estratégicas destinadas a incidir en los elementos clave de la prevención de residuos: reducción de la cantidad de residuos, reutilización y alargamiento de la vida útil, reducción de la peligrosidad y reducción de los impactos ambientales. Para cada línea se identifican las áreas de productos o sectores de actividad en las que se actuará prioritariamente, proponiendo medidas de prevención. Por otra parte, las administraciones públicas y las empresas, en tanto que consumidores y usuarios de bienes y servicios, deben contribuir a la prevención de residuos tanto mediante la compra y contratación verde, como mediante la entrega de bienes usados para su reutilización.

#### **1. Línea estratégica de reducción de la cantidad de residuos.**

Con carácter general la reducción de la cantidad de residuos generada es un objetivo común para los diferentes tipos de residuos que se generan en todos los ámbitos (agrarios, domésticos, comerciales e industriales). Sin embargo, se considera de especial relevancia focalizar los esfuerzos de reducción en las siguientes áreas: desperdicio alimentario, construcción y demolición, envases y productos de “usar y tirar”.

La reutilización de los productos o el alargamiento de su vida útil, juegan un papel esencial en la reducción efectiva de la cantidad de residuos generados. Sin embargo, debido a las ventajas económicas y sociales que éstas comportan, son objeto de una línea estratégica diferenciada en este programa.

## **2. Línea estratégica de impulso a la reutilización y al alargamiento de la vida útil.**

La reutilización, entendida como una operación mediante la cual productos o componentes que no sean residuos se utilizan de nuevo con la misma finalidad para la que fueron concebidos, es una forma eficaz de reducir la generación de residuos.

El alargamiento de la vida útil y la reparación de los productos, se configuran también como claves para reducir la generación de residuos.

Estas opciones son en este programa objeto de particular atención, especialmente en el ámbito de las siguientes áreas: los muebles, los textiles, los juguetes y los libros; los aparatos eléctricos y electrónicos; los envases, especialmente comerciales e industriales; y los neumáticos.

## **3. Línea estratégica de reducción del contenido de sustancias nocivas en materiales y productos.**

La reducción del contenido de sustancias nocivas en los productos y materiales es también otro eje fundamental de la prevención. En particular en las siguientes áreas o sectores de actividad: industria química; pilas y baterías; vehículos, y aparatos eléctricos y electrónicos.

## **4. Línea estratégica de reducción de los impactos adversos sobre la salud humana y el medio ambiente, de los residuos generados**

En esta línea estratégica, se encuadrarían las medidas orientados al diseño de productos para facilitar la gestión posterior de los residuos que generan estos productos, al objeto de que éstos sean fácilmente desmontables, reciclables o valorizables. Es de especial relevancia en las áreas siguientes: aparatos eléctricos y electrónicos; vehículos, y envases.

Para cumplir el conjunto de los objetivos comunitarios de forma integrada se establecen los objetivos siguientes, siendo obligatorios los que procedan de normativa comunitaria y estatal, y orientativos el resto:

Objetivos de preparación para la reutilización y reciclado (mínimo).

- Alcanzar el 50 % de preparación para la reutilización y el reciclado en 2020, de los cuales un 2 % corresponderá a la preparación para la reutilización fundamentalmente de residuos textiles, RAEEs, muebles y otros residuos susceptibles de ser preparados para su reutilización.

Considerando que en 2020 se cumple el objetivo de prevención del 10% de reducción en la generación de residuos municipales de 2010 (es decir, se generarán 21.4 millones de toneladas de residuos), la estimación de la cantidad total necesaria que se debe reciclar para satisfacer estos objetivos ascendería a 10.7 millones de toneladas.

## **7.2. Normas de seguridad y salud.**

La siguiente tabla resume los principales riesgos a los que están sometidos los trabajadores de plantas de selección de residuos, de acuerdo con la NTP 710: Riesgos laborales en empresas de



gestión y tratamiento de residuos. Plantas de selección de envases (I) (Solans, Gadea y Mansilla, 2006).

Principales riesgos identificados en una planta de selección de envases procedentes de la recogida selectiva de residuos sólidos urbanos, diferenciando por operaciones:

Operación	Riesgos
Descarga	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Caída de personas a distinto nivel.</li> <li>● Caída de objetos desprendidos.</li> <li>● Pisadas sobre objetos.</li> <li>● Proyección de fragmentos o partículas.</li> <li>● Atrapamiento por o entre objetos.</li> <li>● Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.</li> <li>● Incendios.</li> <li>● Atropellos o golpes con vehículos.</li> </ul>
Preselección	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Caída de personas a distinto nivel.</li> <li>● Caída de objetos en manipulación.</li> <li>● Caída de objetos desprendidos.</li> <li>● Pisadas sobre objetos.</li> <li>● Golpes / cortes por objetos o herramientas.</li> <li>● Proyección de fragmentos o partículas.</li> <li>● Atrapamiento por o entre objetos.</li> <li>● Sobreesfuerzos.</li> <li>● Contactos eléctricos.</li> <li>● Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas.</li> </ul>
Selección y clasificación manual	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Caída de personas a distinto nivel.</li> <li>● Pisadas sobre objetos.</li> <li>● Golpes / cortes por objetos o herramientas.</li> <li>● Proyección de fragmentos o partículas.</li> <li>● Atrapamiento por o entre objetos.</li> <li>● Sobreesfuerzos.</li> <li>● Contactos eléctricos.</li> <li>● Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas.</li> </ul>
Prensado	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Caída de personas a distinto nivel.</li> <li>● Caída de objetos desprendidos.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Golpes / cortes por objetos o herramientas.</li> <li>● Atrapamiento por o entre objetos</li> </ul>
Carretilla elevadora/Pala cargadora	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Caída de personas a distinto nivel.</li> <li>● Caída de objetos por derrumbe o desplome.</li> <li>● Caída de objetos en manipulación.</li> <li>● Caída de objetos desprendidos.</li> <li>● Choques contra objetos inmóviles.</li> <li>● Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.</li> <li>● Incendios</li> </ul>
Almacén de balas	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Caída de objetos por derrumbe o desplome.</li> <li>● Caída de objetos desprendidos.</li> <li>● Atropellos o golpes con vehículos.</li> </ul>
Desatascado	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Caída de personas a distinto nivel.</li> <li>● Atrapamiento por o entre objetos.</li> <li>● Golpes / cortes por objetos o herramientas.</li> <li>● Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas.</li> </ul>
Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Caída de personas a distinto nivel.</li> <li>● Caída de objetos en manipulación.</li> <li>● Caída de objetos desprendidos.</li> <li>● Pisadas sobre objetos.</li> <li>● Golpes / cortes por objetos o herramientas.</li> <li>● Proyección de fragmentos o partículas.</li> <li>● Atrapamiento por o entre objetos.</li> <li>● Sobreesfuerzos.</li> <li>● Contactos eléctricos.</li> <li>● Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.</li> <li>● Atropellos o golpes con vehículos.</li> <li>● Exposición a agentes químicos.</li> </ul>
Limpieza	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Caída de personas a distinto nivel.</li> <li>● Pisadas sobre objetos.</li> <li>● Proyección de fragmentos o partículas.</li> <li>● Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.</li> <li>● Exposición a agentes biológicos.</li> </ul>

Carga de las balas	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Caída de objetos por derrumbe o desplome.</li> <li>● Caída de objetos desprendidos.</li> <li>● Atropellos o golpes con vehículos.</li> </ul>
Inespecíficos	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Caída de personas al mismo nivel.</li> <li>● Caída de objetos desprendidos.</li> <li>● Choques contra objetos inmóviles.</li> <li>● Accidentes causados por seres vivos.</li> <li>● Atropellos o golpes con vehículos.</li> <li>● Exposición a ruido.</li> <li>● Exposición a agentes biológicos.</li> </ul>

La siguiente tabla resume los principales riesgos a los que están sometidos los trabajadores de plantas de compostaje de acuerdo con la Nota Técnica de Prevención 805 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Solans, Gadea y Mansilla, 2008).

Operación	Riesgos
<b>DESCARGA DE RESIDUOS / CARGA DEL COMPOST</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caída de personas a distinto nivel.</li> <li>• Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos</li> <li>• Caída de objetos desprendidos.</li> <li>• Pisadas sobre objetos.</li> <li>• Proyección de fragmentos o partículas.</li> <li>• Atrapamiento por o entre objetos.</li> <li>• Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.</li> <li>• Atropellos o golpes con vehículos.</li> <li>• Exposición a agentes biológicos.</li> </ul>
<b>SELECCIÓN MANUAL DE ELEMENTOS VOLUMINOSOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caída de personas al mismo nivel.</li> <li>• Caída de objetos en manipulación.</li> <li>• Pisadas sobre objetos.</li> <li>• Golpes/cortes por objetos o herramientas.</li> <li>• Sobreesfuerzos.</li> </ul>

<p><b>TRITURACIÓN FRACCIÓN VEGETAL Y MEZCLADO DE LA FRACCIÓN VEGETAL Y LA FRACCIÓN ORGÁNICA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caída de objetos desprendidos.</li> <li>• Proyección de fragmentos o partículas.</li> <li>• Atrapamiento por o entre objetos.</li> <li>• Exposición a ruido.</li> </ul>
<p><b>AFINO</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atrapamiento por o entre objetos.</li> <li>• Exposición a ruido.</li> <li>• Exposición a agentes químicos: polvo.</li> </ul>
<p><b>ALMACENAMIENTO COMPOST</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atropellos o golpes con vehículos.</li> </ul>
<p><b>TOMA DE MUESTRAS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pisadas sobre objetos.</li> <li>• Golpes/cortes por objetos o herramientas.</li> <li>• Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.</li> </ul>
<p><b>PALA CARGADORA /VOLTEADORA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caída de personas a distinto nivel.</li> <li>• Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.</li> <li>• Caída de objetos desprendidos.</li> <li>• Choques contra objetos inmóviles.</li> <li>• Proyección de fragmentos o partículas.</li> <li>• Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.</li> <li>• Incendios.</li> <li>• Atropellos o golpes con vehículos.</li> <li>• Exposición a agentes biológicos.</li> </ul>
<p><b>MANTENIMIENTO, LIMPIEZA Y DESATASCADO DE EQUIPOS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caída de personas a distinto nivel.</li> <li>• Atrapamiento por o entre objetos.</li> <li>• Caída de objetos en manipulación.</li> <li>• Sobreesfuerzos.</li> <li>• Caída de objetos desprendidos.</li> <li>• Pisadas sobre objetos.</li> <li>• Golpes/cortes por objetos o herramientas.</li> <li>• Proyección de fragmentos o partículas.</li> <li>• Contactos eléctricos.</li> <li>• Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.</li> <li>• Exposición a agentes químicos.</li> <li>• Exposición a agentes biológicos.</li> </ul>

<b>INESPECÍFICOS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Caída de personas al mismo nivel.</li><li>• Caída de objetos desprendidos.</li><li>• Contactos eléctricos</li><li>• Incendios.</li><li>• Explosiones.</li><li>• Accidentes causados por seres vivos.</li><li>• Atropellos o golpes con vehículos.</li><li>• Exposición a agentes químicos.</li><li>• Exposición a agentes biológicos.</li></ul>
----------------------	---

Tras la identificación de los riesgos a los que pueden estar expuestos los trabajadores que desarrollan su actividad en las plantas de compostaje de la fracción orgánica de los residuos municipales, se puede consultar las medidas preventivas a adoptar para eliminar, reducir o controlar estos riesgos propuestas en la Nota Técnica de Prevención 806 (Solans, Gadea y Mansilla, 2008b).

Asimismo, la Nota Técnica de Prevención 597 (Solans, Alonso y Gadea, 2001) centra su objetivo en la evaluación de la exposición a agentes químicos y biológicos que pueden producirse en este proceso, comentando los efectos descritos sobre la salud en trabajadores que desarrollan su actividad en este tipo de instalaciones; finalmente se proponen una serie de medidas preventivas a fin de minimizar la exposición. En este sentido, las medidas preventivas a adoptar deberían intentar en primera instancia, evitar la dispersión de aerosoles y polvo orgánico al ambiente de trabajo. La dificultad de prevenir esta dispersión, debido a las características del proceso de compostaje, puede provocar la necesidad de adoptar medidas destinadas a la protección de los trabajadores, del tipo protección colectiva, organización del trabajo, protección individual y medidas higiénicas.

## 8. Actividades.



1. ¿Cuál es la estructura de una planta de selección de envases ligeros?



2. Completa con las palabras que faltan.

Las plantas de selección \_\_\_\_\_ tienen las mismas características técnicas que las plantas de selección de \_\_\_\_\_, pero con el añadido de que deben seleccionar una gran cantidad de \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_, que puede ser superior al 50 % en peso del material entrante.



3. ¿A qué maquinaria nos referimos?

El \_\_\_\_\_ divide, mediante cribado por tamaños específicos, los flujos de materiales en dos o más categorías granulométricas. De esta forma se consigue concentrar determinados grupos de materiales para facilitar su posterior selección. Realiza la función principal de repartidor o divisor de distintos flujos del tratamiento.



4. Completa el procesado del vidrio.

El proceso de gestión posterior a la clasificación requiere una \_\_\_\_\_ inicial de todo material ajeno, como son \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_. Seguidamente el vidrio se tritura formando un polvo grueso denominado \_\_\_\_\_, que sometido a altas temperaturas en un horno, se funde junto con \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_ para fabricar nuevos productos que tendrán idénticas propiedades con respecto al vidrio fabricado directamente de los recursos \_\_\_\_\_.



5. Enumera los pasos del proceso de selección de residuos.



6. ¿Qué desventajas tienen las Instalaciones de recuperación de materiales (IRM)?



7. ¿Qué ventajas tienen las Instalaciones de tratamiento y recuperación de materiales (IT/RM)?



8. Explica el funcionamiento de las grúas de accionamiento mecánico.



9. ¿Por qué elementos principales están compuestas las cintas transportadoras?



10. ¿Cuál es el objetivo del prensado de materiales?



11. ¿En qué consiste el cribado para separar materiales?



12. Explica los tipos de procesos de reciclaje de plásticos.



13. Explica el tratamiento y reciclaje de pilas estándar.



14. ¿Qué es el compostaje?



15. Cita algunos ejemplos de cultivos donde se ha puesto de manifiesto un aumento de los rendimientos de la cosecha por el abonado con compost.



16. Enumera los principales riesgos identificados en una planta de selección de envases procedentes de la recogida selectiva de residuos sólidos urbanos, en cuanto al mantenimiento.