

5. Importancia de la minimización.

La Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados establece que los productores de residuos peligrosos estarán obligados a elaborar y remitir a la Comunidad Autónoma un estudio de minimización comprometiéndose a reducir la producción de sus residuos. Quedan exentos de esta obligación los pequeños productores de residuos peligrosos cuya producción no supere la cantidad reglamentariamente establecida (AIMME, 2007).

5.1. Objetivos.

Un estudio de minimización tiene como objeto establecer el conjunto de medidas destinadas a evitar la generación de residuos o a conseguir su reducción, o la de la cantidad de sustancias peligrosas o contaminantes presentes en ellos.

La minimización de residuos significa menos contaminación y más beneficios. Cada actuación de minimización implica una reducción en el consumo de materias primas y recursos (agua y energía), y se refleja directamente en el balance económico de una empresa (Braña y Lázaro, 2002). Por lo tanto, el medio ambiente constituye también una oportunidad y un elemento de competitividad para las empresas.

- Razones financieras. Cada vez son mayores los costos de eliminación y tratamiento de los residuos. La prevención reduce la generación de residuos y por lo tanto el gasto en su gestión. Los inversores empiezan a distinguir entre las empresas ecológicas y las que no lo son (ya existen fondos de inversión "socialmente responsables" que incluyen criterios medioambientales para la elección de las inversiones). Cada vez es más frecuente la realización de auditorías medioambientales antes de la compraventa de una empresa.
- Razones jurídicas. Cada vez se restringe más e incluso se prohíbe, la generación de ciertos residuos. En el Código Penal está definida la figura del delito ecológico e incluso ya hay empresarios condenados por ello.
- Razones técnicas. Cada vez será más difícil y costoso cumplir con la normativa ambiental con soluciones de fin de línea (basadas en la corrección en vez de en la prevención). La producción de residuos muchas veces se debe a ineficiencias de proceso o tecnologías inadecuadas.
- Razones de imagen. La correcta gestión medioambiental es un factor de seguridad que favorece las buenas relaciones con la Administración. El público cada vez más busca productos "respetuosos con el medio ambiente".
- Razones de mercado. El medio ambiente es un factor de competitividad que tiene que ser tenido en cuenta a la hora de planificar las actividades

empresariales. El paulatino rechazo de los clientes y consumidores hacia productos que degradan el medio ambiente puede poner en peligro la comunidad empresarial a través de la pérdida de imagen y de competitividad y la consiguiente pérdida de la cuota de mercado. También existen barreras de tipo Reglamento Europeo de Ecogestión y Ecoauditoría, Etiqueta Ecológica, ISO 14001.

Hay que tener en cuenta que, actualmente la variable medioambiental tiene una importante incidencia en la planificación económica, en la imagen pública e incluso en la responsabilidad social de los empresarios. Esto hace que sea imprescindible el desarrollo de una gestión medioambiental adecuada a las actividades y circunstancias de cada empresa.

5.2. Beneficios y barreras.

- La gestión de residuos (deposición, valorización, etc.) comporta un coste importante para su negocio.
- Los residuos generados son productos no vendidos y materias primas no aprovechadas.
- Las inversiones en minimización de residuos se amortizan en meses o pocos años.
- Las medidas también son útiles para racionalizar procesos y costumbres de la empresa.
- Se reduce el riesgo ambiental, de salud y de accidentes de sus trabajadores.
- La empresa se adapta a los cambios y a las exigencias normativas.
- Se mejora la situación ambiental y legal de la empresa.
- Se mejoran las relaciones con la Administración, clientes, proveedores, vecinos, etc.
- Se puede optar a subvenciones y otros instrumentos económicos de la Administración.
- Constituye una ventaja y un elemento diferenciador frente a sus competidores.

5.3. Estrategias y planes.

De acuerdo con Braña y Lázaro (2002) el Plan de minimización tendrá las siguientes fases:

- A. Identificación de los residuos generados

El primer paso en la elaboración del estudio será realizar un diagnóstico ambiental de la empresa, que permitirá analizar los procesos generadores de residuos, los tipos de residuos y las causas de su generación. La información obtenida sobre los procesos y los residuos se resumirá en fichas de procesos y en un inventario de residuos y permitirá establecer las prioridades de minimización.

A.1. Recopilación de información sobre procesos y sobre residuos

En este paso se trata de conseguir toda la información disponible sobre los procesos y los residuos. Es conveniente utilizar herramientas como listas de comprobación, entrevistas con el personal, revisión de la documentación y balances de materia.

A.2. Visita a planta

Terminada la recopilación de información se debe llevar a cabo una visita a planta para comprobar los datos obtenidos y detectar nuevos residuos peligrosos no identificados inicialmente y obtener información de las prácticas actuales de trabajo.

¿Qué debe observarse en la visita a planta?

- Cómo se manipulan y almacenan las materias primas y auxiliares.
- Si hay evidencia de derrames y goteos (estado de tuberías, válvulas, bombas, etc.).
- Cómo se segregan, envasan y almacenan los residuos.
- Sugerencias y comentarios de los empleados.

Llegados a este punto, se ordenará la información creando unas fichas de proceso con toda la información recogida.

A.3. Fichas de procesos e inventarios de residuos

Para hacer las fichas se empieza por representar mediante diagramas de flujo los procesos productivos y auxiliares y se añadirán después las entradas y salidas cuantificadas.

Además de calcular la cantidad total de cada residuo, hay que buscar una unidad de referencia (indicador) que permita comparar la generación de los distintos residuos entre sí o del mismo residuo en distintos procesos.

Una vez elaboradas todas las fichas de proceso, se resumirá la información en un inventario que recoja los datos de que disponemos para cada residuo peligroso identificado, de forma que se puedan establecer comparaciones entre los distintos residuos generados.

A.4. Criterios de evaluación

Una vez que identificado los residuos peligrosos generados y recolectado, el siguiente paso es establecer unos criterios de evaluación que permitan valorar objetivamente la importancia de cada residuo y así poder definir prioridades de mejora. Basándonos en la información disponible sobre los residuos se seleccionaran los criterios de evaluación.

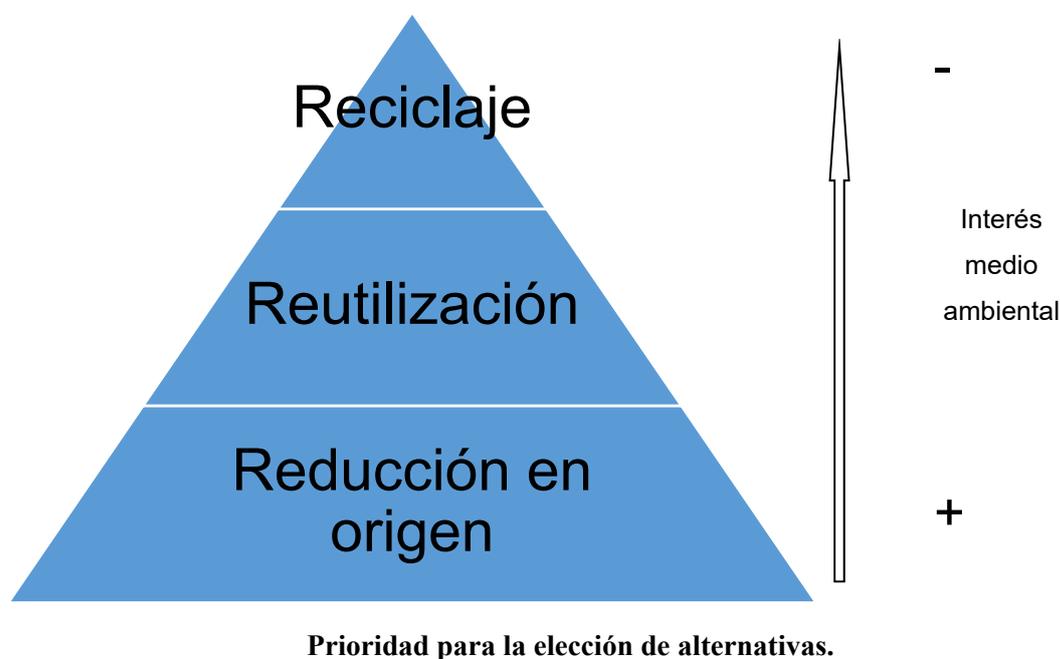
Los criterios podrán ser cualitativos y/o cuantitativos y a cada uno se le dará un peso específico según la importancia que tenga el criterio en la gestión de la empresa. Cada empresa debe elegir aquellos criterios de evaluación que sean más adecuados a su situación o sus características.

B. Análisis de alternativas

Para establecer los objetivos de minimización de los residuos peligrosos, hay que empezar por identificar las alternativas posibles en cada caso y estudiar su viabilidad.

B.1. Identificación de alternativas

En este punto del estudio, el primer paso será recopilar todas las alternativas posibles de minimización. Podemos separar los tipos de alternativas de minimización posibles, en tres grupos representados por las 3 erres del medio ambiente (Figura 1):



Las opciones más interesantes medioambientalmente siempre serán aquellas que supongan una reducción en origen empezando por sustitución de materias primas y la modificación de procesos. La última opción deberá ser siempre la eliminación controlada.

B.2. Selección de alternativas

De entre las alternativas identificadas habrá que seleccionar aquellas que sean factibles e interesantes mediante un análisis técnico, medioambiental y económico de las opciones. El estudio de viabilidad de una alternativa comienza desarrollando todos los factores que implica esta opción, se trata de desglosar al máximo todos los esfuerzos que serían necesarios aportar en caso de llevarla a cabo. De esta forma se puede descubrir una posible interferencia con otros aspectos medioambientales.

Partiendo de la descripción obtenida de cada opción se realizará un estudio de viabilidad que comprenderá el análisis de viabilidad técnica, medioambiental y económica.

■ **Viabilidad Técnica:** Incluye el análisis de todos los factores técnicos involucrados en la opción, entre otros:

- Se debería estudiar si la alternativa conlleva cambios en la normativa de aplicación, si son necesarios permisos o licencias y si es legalmente posible.
- Habrá que definir el tipo de tecnología necesaria, si son necesarios nuevos equipos de proceso o instalaciones auxiliares (compresores, circuitos de refrigeración...). Asimismo hay que decidir dónde ubicar dichos equipos en caso de que sean necesarios.
- También hay que pensar en las nuevas necesidades de mantenimiento, laboratorios (nuevos equipos o ensayos), operaciones auxiliares, etc.
- Podría ser necesario definir nuevos procedimientos de producción, formas de actuación, instrucciones técnicas.
- En el caso de que sean necesarias nuevas materias primas o auxiliares, habrá que definir sus especificaciones técnicas y comprobar que éstas están disponibles en el mercado.
- En algunos casos será necesario definir nuevos puestos. Podría ser necesario incorporar nuevo personal o formar al existente para el desarrollo de la opción.
- Hay que tener en cuenta los efectos de la alternativa sobre el producto en cuanto a la calidad de éste, la capacidad de fabricación y las consecuencias de una posible parada en la producción mientras se pone en marcha la alternativa analizada.

■ **Viabilidad Medioambiental:** Se analizarán las ventajas y desventajas con respecto a la repercusión medioambiental que va a suponer la aplicación de cada alternativa, se podrían tener en cuenta:

- Disminución o eliminación de algún impacto ambiental (residuos, emisiones, vertidos de aguas residuales...)
- Adaptación a actuales y futuras reglamentaciones.
- Disminución en el riesgo de accidentes (manejo de materias primas con menor peligrosidad, reducción de la transferencia de materiales...)
- Reducción en el consumo de energía, agua u otros recursos naturales.
- Mejora de las relaciones con el entorno, administración, vecinos, clientes.
- Refuerzo de la imagen de la empresa y sus productos.
- Mejora de las relaciones con los empleados.

■ **Viabilidad Económica:** Para calcular la viabilidad económica de un proyecto hay que determinar minuciosamente las inversiones requeridas y por otro lado los ahorros ligados a la opción.



Análisis de los procedimientos de producción, como parte del estudio de viabilidad técnica

C. Implantación y seguimiento del estudio

Una vez decidido cuáles serán los objetivos para los próximos años, se definirá un Programa de Minimización para su implantación. Este Programa debería contener como mínimo los siguientes puntos para cada objetivo:

- Responsabilidades: las personas encargadas de la implantación y seguimiento del estudio, así como los responsables de los nuevos procesos o instalaciones.
- Metas: fases asequibles durante la implantación que nos permitan conseguir el objetivo.
- Recursos: medios económicos, técnicos y/o humanos necesarios para acometer las metas.
- Plazos: fechas límite para llevar a cabo cada fase. Estos plazos servirán a su vez para calcular los indicadores del resultado de minimización conseguido hasta la fecha y para así verificar el grado de consecución de los objetivos.
- Adiestramiento: identificar las necesidades de formación del personal que se verá implicado en el proyecto.

Para asegurar que el Programa de Minimización llega a buen fin y que se cumplen los objetivos, es fundamental llevar a cabo un seguimiento periódico. Si durante dicho seguimiento se detectan desviaciones o incumplimientos de los objetivos establecidos, habrá que investigar cuáles han sido las causas, establecer medidas correctoras y si es necesario modificar el Programa para adaptarlo a la realidad.

5.4. Procesos químicos.

Como se ha comentado, minimizar residuos significa:

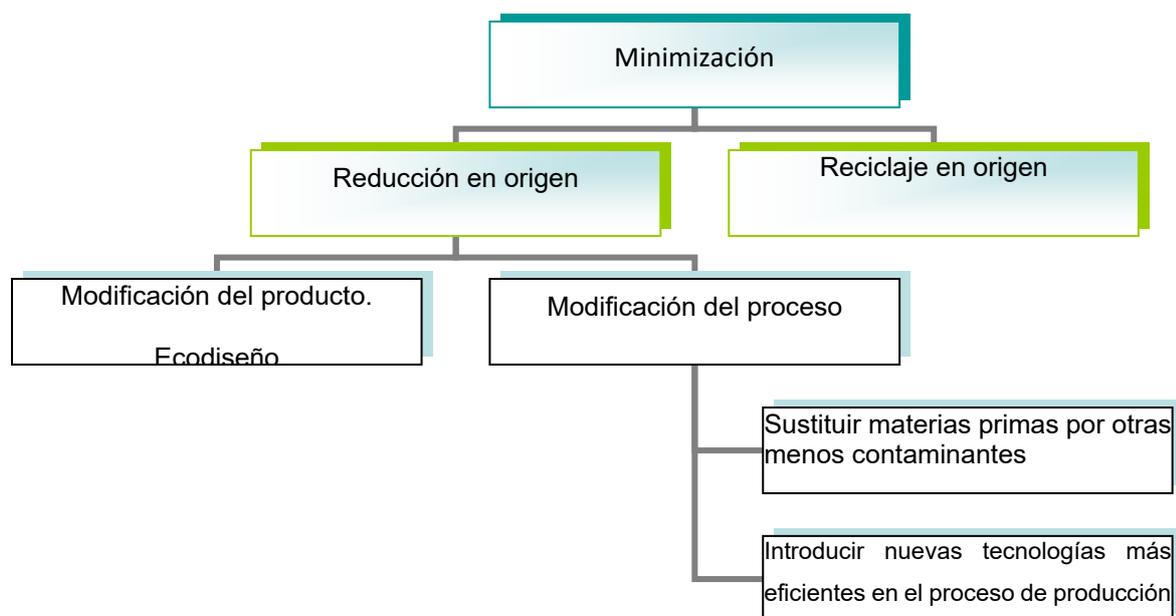
1. Reducir la cantidad y/o peligrosidad de los residuos generados.
2. Reciclar en origen (dentro de la fábrica) los residuos generados.

Este es el orden de prioridad en la selección de medidas de minimización, es decir, en primer lugar, deben considerarse aquellas medidas que consiguen la reducción de la cantidad y/o peligrosidad generada, y en segundo lugar, aquellas que consiguen el reciclaje en origen.

Para lograr el objetivo de minimizar los residuos peligrosos generados por una determinada actividad, existen acciones de diversos tipos:

- Acciones encaminadas a evitar la producción o en su caso, reducir en cantidad o toxicidad los residuos peligrosos que se generan actualmente.
- Actuaciones que permitan la reutilización (sin transformación) o reciclado (con transformación) interno de los residuos peligrosos que se generan.
- Acciones que fomenten la valorización interna (con transformación) de los residuos peligrosos ya generados.

Algunas de estas acciones pueden suponer una inversión importante y otras tan sólo un cambio de hábitos. Una clasificación genérica podría ser la que se presenta en la siguiente figura.



Opciones de minimización de residuos

La modificación de productos es una sustitución o modificación del producto por otro alternativo compatible con el actual:

- Puede eliminar componentes no deseados
- Tiene que tener en cuenta posibles afecciones al proceso productivo
- Debe ser compatible con las materias primas y auxiliares
- Pueden ser necesarios nuevos equipos
- Hay que prever la reacción del mercado y la compatibilidad con las especificaciones de los clientes

Todo ello conlleva la revisión de los procesos químicos implicados en el proceso de producción.

5.5. Bolsas de productos.

Muchos de los residuos presentan propiedades favorables que podrían permitir su aprovechamiento como materia prima secundaria. El aprovechamiento de los residuos puede ser una realidad si concurren circunstancias como son la existencia de procesos o tecnologías adecuadas y una información completa sobre los lugares de generación de residuos.

La Bolsa de productos industriales pretende ofrecer información básica para posibilitar su aprovechamiento con el consiguiente beneficio empresarial y medioambiental. El mayor interés lo presentan los residuos industriales, ya que las técnicas de tratamiento, las plantas de tratamiento o los procesos de confinamiento de residuos y su mantenimiento, representan elevados costos.

La estructura y funcionamiento de una Bolsa de productos industriales deberá garantizar el cumplimiento de los objetivos marcados y deberá animar a empresarios y a la Administración a participar en la Bolsa.

El objetivo de la Bolsa es facilitar el mercado de intercambios de productos residuales. Se trata de un mercado nuevo de productos, hasta ahora, no considerados, por el valor nulo, e incluso negativo, debido a los costes de tratamiento de los productos.

La confidencialidad del proceso de intercambio es la base principal de la bolsa. La Bolsa no puede ser una fuente de información sobre la tecnología de fabricación utilizada en beneficio de la competencia. La confidencialidad se mantiene en la Bolsa, por medio de la codificación del anuncio.

5.6. Tecnologías limpias para el desarrollo sostenible.

El uso de las tecnologías limpias en materia de minimización de residuos puede darse en dos vertientes:

A. Modificación de materias primas o auxiliares. Es la sustitución o purificación de materias primas o auxiliares:

- Puede eliminar componentes no deseados
- Hay que buscar posibles proveedores y estudiar el precio de la nueva materia o del proceso de purificación
- Tiene que tener en cuenta posibles afecciones al proceso productivo - Pueden ser necesarios nuevos equipos
- Hay que estudiar la posible afección al producto
- Es necesario identificar los residuos generados en la purificación
- Se debe prever la reacción del mercado y la compatibilidad con las especificaciones de los clientes

B. Modificación de procesos/instalaciones. Implica una modificación o introducción de procesos, procedimientos y equipos de operación y mantenimiento tales como:

- Cambios en el diseño del proceso
- Cambios en los procedimientos de actuación
- Alteraciones en los equipos, incluidos los auxiliares
- Modificación de actividades complementarias (mantenimiento preventivo, limpiezas de equipos e instalaciones, etc.)

6. Gestión externa de los residuos industriales.

Los centros generadores de residuos industriales deberán describir en un formulario los residuos almacenados y su transporte, para así controlar su movimiento desde el lugar en que han sido generados hasta su destino final. Este formulario puede ser el albarán facilitado por los transportistas (el que certifica el vertedero o el gestor de residuos) o un documento específico realizado por la empresa donde figure el tipo de residuo, la cantidad y el destino final.

Se debe comprobar que los residuos han sido gestionados tal como se prevé en el Plan y que del proceso se han ocupado entidades autorizadas por las entidades competentes de la Comunidad Autónoma.

6.1. Reciclaje.

El reciclaje de residuos industriales fomenta la neutralización y desclasificación, como tal, de los mismos, evitando que sean enterrados en vertederos de seguridad. Además, a través del reciclado, y tras una correcta segregación y un adecuado proceso de descontaminación y limpieza, se reutiliza la materia prima de los residuos, con resultados y condiciones idénticas a la de los materiales nuevos.

Así, en las plantas de tratamiento los residuos de papel, cartón, plástico, metales, equipos electrónicos, materiales de construcción, lodos de depuradoras y algunos residuos que, en su momento, fueron catalogados como peligrosos, se convierten en nuevos productos más baratos y respetuosos con el medio ambiente.

Todo ello, genera numerosos beneficios ambientales y ayuda a la sostenibilidad, ya que contribuye a la reducción del consumo de materias primas gracias al aprovechamiento de los materiales reciclados.



Envases de residuos de hospital.

La minimización de residuos de envases, una vez reciclados, tiene los siguientes beneficios:

- Se reduce el número de envases que se llevan a los vertederos de seguridad, alargando la vida útil de éstos.
- Se reduce el consumo de nuevos envases, evitando la contaminación en los vertederos de inertes.
- Se reduce el consumo de materias primas, al aprovechar los materiales de los antiguos envases.

6.2. Incineración.

La incineración es un proceso de disposición última y aplicable a aquellos residuos que por sus características presenten ventajas comparativas frente a otros procesos de disposición final como, por ejemplo, los rellenos de seguridad.

Se trata de un proceso de tratamiento especialmente indicado para residuos que presenten las siguientes características:

- Resistir procesos de tratamiento biológicos y ser persistentes en el ambiente, por ejemplo pesticidas.
- Ser volátiles y por consiguiente fácilmente dispersables, por ejemplo solventes.
- Imposibilidad de disponerlos en forma segura en rellenos de seguridad.

- Contener compuestos clorados, con metales tales como Plomo, Mercurio, Cadmio, Zinc y nitrogenados, fosforados o sulfurados.

La incineración se desarrolla a temperaturas elevadas, tratándose de un procedimiento de destrucción térmica, que en presencia de oxígeno los residuos son convertidos en gases y cenizas.



Incineradora de residuos

Este tipo de tratamiento sirve a determinados propósitos: destrucción de residuos acompañada de una significativa reducción de la masa y el volumen de los mismos, generación de energía e incorporación de materiales a productos industriales. Asimismo, se debe destacar que la incineración también produce emisiones gaseosas conteniendo partículas, gases ácidos y otras sustancias cuya formación dependerá del tipo de residuos que se esté incinerando.

Los tres factores que determinan la eficiencia de la incineración son la temperatura, el tiempo y la turbulencia. A mayor temperatura de incineración, mayor será la posibilidad que los gases de descomposición entren en combustión y de esa forma no abandonen los procesos compuestos que pudieran presentar características tóxicas. El grado de turbulencia es el que garantiza la mezcla entre los residuos, el aire y el combustible. Cuanto mayor sea la misma, mayor será la posibilidad de destrucción de compuestos en el incinerador.

Finalmente, la disponibilidad de oxígeno es un factor de importancia ya que permitirá garantizar la oxidación de los compuestos orgánicos como así también la no formación de sub-productos que pudieran resultar tóxicos.

De acuerdo a las referencias internacionales, para alcanzar grados de destrucción elevados los parámetros de control de la incineración deberán situarse:

- ✓ Temperaturas entre 900 y 1100 °C para la destrucción de hidrocarburos y de 1100 a 1200 °C para la remoción de compuestos halogenados
- ✓ El tiempo de residencia de los gases deberá ser como mínimo de 2 segundos
- ✓ El exceso de aire del 100% de los requerimientos estequiométricos

6.3. Almacenamiento en vertedero.

El vertedero de seguridad cumple la función de aislar los residuos durante períodos amplios, adecuados a las características y peligrosidad de los materiales en él contenidos. Es necesario para la gestión de algunos tipos de residuos peligrosos, dado que en el estado actual de la técnica no es posible una eliminación completa de éstos, sin requerir en un momento u otro de la cadena un vertido que garantice la ausencia de daños a la salud humana y al medio, y con unos costes asumibles.

Existe por tanto una relación entre este sistema de gestión y los otros dos ya expuestos, ya que el depósito de seguridad recibe lodos desecados de las plantas de tratamiento y cenizas de la incineradora, mientras que necesitan enviar sus lixiviados a la planta de tratamiento.

Los residuos susceptibles de ser generalmente aceptados en depósito de seguridad, son fangos y sólidos inorgánicos de carácter básico o ácido, con metales reactivos, carbonatos, bicarbonatos, etc. Así mismo, serían susceptibles de ser depositados algunos residuos potencialmente incinerables como sólidos y lodos orgánicos no halogenados.

6.4. Tendencias en la gestión externa.

La preocupación por dar a los residuos peligrosos de origen industrial un destino adecuado para la preservación del medio ambiente y la salud humana, es relativamente reciente en los países industrializados. El fuerte aumento de la contaminación en los medios receptores y la resonancia mundial de algunos sucesos ampliamente difundidos, han favorecido la concienciación ciudadana sobre este problema (Ruiz, 2007).

Hasta la década de los 70, los gobiernos y la opinión pública no parecen prestar atención a las consecuencias medioambientales que supone la inadecuada eliminación o tratamiento de los residuos derivados de las actividades industriales. Así, se ha ido desarrollando en los países

industrializados una gran tecnología que permite dar un adecuado sistema de tratamiento y eliminación a la práctica totalidad de todos los tipos de residuos que se generan, produciéndose a la vez, una nueva y fuerte actividad industrial en este ámbito, desarrollándose un tipo de servicio especializado: el de gestor de residuos peligrosos.

Las distintas autoridades nacionales han ejercido un gran control sobre el ámbito de los residuos: sobre su generación, las condiciones para el tratamiento y eliminación, los requisitos para ser gestor, la propia práctica de los mismos, el seguimiento del origen y destino de los residuos, las condiciones para su transporte, etc.

La tendencia actual es que en la gestión de residuos industriales se prioriza la minimización en origen, la valorización (recuperación, reutilización y reciclado), incluyendo la recuperación energética, y, por último, los tratamientos de eliminación (Ortiz y Irazustabarrena, 2001). Finalmente, la deposición de residuos en vertedero constituirá la opción menos indicada y será aceptable siempre que no existan otras alternativas viables y se realice en condiciones seguras.

Métodos y sistemas avanzados de caracterización

La necesidad de gestionar adecuadamente los residuos llevará al desarrollo de sistemas avanzados de caracterización, alcanzando este desarrollo tres niveles (Tabla):

- El conocimiento de las características de los residuos: físico-químicas, toxicológicas, mineralógicas, etc.
- El cumplimiento de la legislación: presencia de contaminantes y características de peligrosidad.
- La gestión in situ de los residuos: separación de corrientes de residuos, aceptación de residuos en vertedero, etc.

AGRUPACIÓN TECNOLÓGICA	DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS DE TECNOLOGÍA
Técnicas analíticas in situ.	Se desarrollarán técnicas analíticas para la caracterización de los residuos en los lugares de origen y destino, con objeto de tomar decisiones sobre su correcta gestión.	Miniaturización de equipos para el análisis in situ de variables medioambientales. Toxicidad y contenido en materia orgánica en estado sólido.
Bioensayos rápidos y fiables	La tendencia identificada es hacia el desarrollo de bioensayos específicos por sustancias o familias de sustancias rápidas y fiables y la complementariedad entre los métodos físico-químicos y ecotoxicológicos.	«Kits» específicos por tipos de contaminantes. Desarrollo de herramientas biotecnológicas para la detección de contaminantes.
Tecnologías de control analítico.	Las técnicas de análisis tenderán hacia la automatización, robotización de equipos multiparamétricos que conlleven una simplificación del proceso analítico y una reducción de costes.	Desarrollo y mejora de las técnicas de caracterización de los residuos y sus componentes. Desarrollo de instrumentación para el control ambiental y de medición y monitorización del impacto ambiental de sistemas productivos.
Tecnologías de caracterización de suelos.	Dada la problemática asociada a la contaminación de suelos, se desarrollarán tecnologías para la caracterización de los mismos, asociadas al desarrollo normativo en cuanto a la tipificación de suelos contaminados, la preservación de la contaminación del suelo y aguas subterráneas y los procesos de descontaminación.	Tecnologías para determinar la disponibilidad, movilidad, especiación, efecto fitotóxico, etc. Desarrollo de métodos innovadores y alternativas para la caracterización de suelos contaminados.

Tecnologías asociadas a la futura gestión de residuos

Valorización de residuos mediante la recuperación

La valorización de residuos se orientará básicamente sobre dos ejes: la recuperación de materiales a partir de residuos en forma de metales, materias primas secundarias o subproductos aplicables en el propio proceso o en otros procesos, y la obtención de energía mediante el desarrollo de tecnologías de alta eficiencia y bajo impacto ambiental.

Las estrategias de valorización se deberán adecuar a los volúmenes de generación de los residuos y a las características intrínsecas de los mismos, así como a las condiciones del entorno: existencia de instalaciones, empresas recicladoras, presión social, etc. (Tabla).

AGRUPACIÓN TECNOLÓGICA	DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS DE TECNOLOGÍA
<p>Recuperación de energía</p>	<p>La recuperación de energía a partir de residuos está condicionada básicamente por el contenido energético de los residuos, por el volumen y homogeneidad en que éstos se generan y por la contestación social en contra de esta práctica.</p>	<p>Innovación en tecnologías de: Incineración, gasificación, pirólisis; procesos de valorización energética con aprovechamiento integral de residuos (biometanización, gasificación, pirólisis, incineración y coincineración); utilización eficiente de la biomasa para su aprovechamiento energético; desarrollo de procesos térmicos avanzados; obtención de combustibles líquidos a partir de residuos sólidos industriales.</p> <p>Aplicación de la biotecnología a la valorización energética de residuos.</p> <p>Degradación biológica (aerobia, anaerobia vía seca, codigestión de residuos, etc.).</p> <p>Fermentación alcohólica (etanol, metanol, etc.), esterificación (biodiesel), etc.</p> <p>Desarrollo de combustibles alternativos. Producción de biocombustibles.</p>

<p>Recuperación de materiales</p>	<p>El desarrollo de la recuperación de materiales a partir de residuos tenderá a la obtención de materias primas secundarias, es decir, residuos que con un tratamiento previo liviano puedan servir como materia prima a otro proceso o de forma diluida en el propio proceso, la obtención de materiales y la recuperación de metales con valor añadido mediante la aplicación de tecnologías avanzadas de separación y extracción.</p>	<p>Tecnologías de recuperación: Tecnologías de extracción hidrometalúrgicas, pirometalúrgicas, mixtas, etc.; extracción selectiva de metales valorizables; valorización de escorias y cenizas de las plantas de incineración de residuos.</p> <p>Desarrollo de análisis de ciclo de vida (ACV) simplificados: ACV materias primas de origen natural frente a residuos.</p>
--	---	--

Tecnologías asociadas a la revalorización de residuos

Vertido de residuos en condiciones seguras

La deposición en vertedero de residuos se mantendrá como un método de gestión, con una tendencia al endurecimiento de las condiciones de vertido (técnicas y económicas) a la vez que se incrementan las medidas de seguridad de los propios vertederos. La reducción de los residuos destinados a vertedero estará íntimamente asociada a la incorporación de las nuevas directivas sobre vertederos (Tabla).

AGRUPACIÓN TECNOLÓGICA	DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS DE TECNOLOGÍA
Prevertido	Se desarrollarán procesos y tecnologías que permitan alcanzar las condiciones impuestas a los residuos para ser depositados en vertedero y aquellas que incorporen una mejora del rendimiento económico de la gestión integral de los residuos.	Tecnologías de preselección: Clasificación y separación de plásticos, metales y fracción orgánica de residuos; desarrollo de herramientas, técnicas y modelos de identificación y separación de materiales, sobre todo no metálicos. Tratamientos de detoxificación: Térmicos (desorción térmica); físico-químicos; electroquímicos o biológicos.
Posvertido	Las tecnologías posvertido tendrán, como base de su desarrollo, evitar el traslado de los residuos y contaminantes depositados en vertedero a otros compartimentos medioambientales, preservar la seguridad de los vertederos al final de su vida útil y la recuperación de materiales de vertederos.	Tecnologías de gestión de vertederos: Técnicas informáticas de gestión; metodologías de codisposición de residuos. Tecnología de restauración, clausura y control de vertederos: Materiales de impermeabilización; protocolos de clausura de vertederos; telecontrol de emisiones.

Tecnologías asociadas al vertido seguro de residuos

7. Resumen.

Los residuos industriales son aquellos residuos sólidos o líquidos, o combinaciones de éstos, provenientes de los procesos industriales y que por sus características físicas, químicas o microbiológicas no puedan asimilarse a los residuos domésticos. En este conjunto se distinguen los residuos no peligrosos o inertes, los residuos peligrosos y los residuos asimilables a urbanos.

El conjunto de actividades interdependientes y complementarias entre sí, encaminadas a dar a los residuos el destino final más adecuado constituye la gestión integral de residuos industriales. Comprende la fase gestión interna, dentro del centro de trabajo, y la gestión externa, una vez que los residuos han sido retirados del centro generador de los mismos.

La gestión interna conlleva los siguientes procesos:

- Minimización, o reducción de los residuos generados y sus efectos, en el mismo lugar donde se producen.
- Reutilización, por la que se aprovecha el residuo para las mismas aplicaciones que tenía cuando se encontraba en su vida útil.
- Compactación, que consiste en la reducción del volumen mediante un tratamiento físico.
- Etiquetado y almacenamiento, de acuerdo con las obligaciones establecidas en la Ley de residuos y suelos contaminados.

La Ley de residuos y suelos contaminados establece que los productores de residuos peligrosos estarán obligados a elaborar y remitir a la Comunidad Autónoma un estudio de minimización, cuya finalidad es reducir la cantidad y/o peligrosidad de los residuos generados y reciclar en origen dichos los residuos generados. Su consecución comporta beneficios de diferente índole a la empresa.

El plan de minimización de residuos se estructura en: identificación de los residuos generados; análisis de alternativas e implantación y seguimiento del estudio.

La gestión externa de residuos contempla tres posibles tratamientos:

- Reciclaje, que permite reutilizar los residuos tras su segregación y descontaminación y limpieza
- Incineración, por la que los residuos son convertidos en gases y cenizas.
- Depósito en vertedero, como opción menos favorable.

8. Actividades.



1. ¿Qué son los residuos industriales?



2. ¿En qué Real Decreto aparece una lista de residuos peligrosos?



3. ¿Cómo pueden ser las principales vías de exposición a las sustancias de los residuos?



4. Generalmente, ¿qué actividad genera la mayor cantidad de residuos?



5. ¿A qué están obligados los poseedores de residuos?



6. En la gestión de residuos, ¿qué es la compactación?



7. ¿Qué posibles beneficios tiene la minimización?



8. ¿Y qué posibles beneficios tiene la minimización de residuos de envases?



9. ¿Cuál es la tendencia actual en la gestión de residuos industriales?



10. Todos los residuos industriales se clasifican como peligrosos, existiendo diferentes grados de peligrosidad.

- a) Verdadero
- b) Falso



11. La gestión interna de residuos se compone de operaciones de manipulación, clasificación, envasado, etiquetado, recogida, traslado y almacenamiento dentro del centro de trabajo.

- a) Verdadero
- b) Falso



12. La compactación, que permite la reducción del volumen mediante un tratamiento físico, es un proceso que forma parte de la gestión externa de los residuos.

- a) Verdadero
- b) Falso



13. El productor deberá almacenar, envasar y etiquetar los residuos peligrosos en el lugar de producción antes de su recogida y transporte con arreglo a las normas aplicables.

- a) Verdadero
- b) Falso



14. Los gestores de residuos peligrosos estarán obligados a elaborar un estudio de minimización.

- a) Verdadero
- b) Falso



15. La gestión de residuos industriales debe priorizar los tratamientos de eliminación frente a la valorización.

- a) Verdadero
- b) Falso



16. Entre las opciones de minimización se contemplan exclusivamente la sustitución de productos, de procesos y de instalaciones.

- a) Verdadero
- b) Falso



17. El principio de libertad del sujeto que trata los residuos establece que las industrias que generen residuos, serán libres de decidir entre las distintas opciones de gestión y de tratamiento final de los residuos producidos.

- a) Verdadero
- b) Falso



18. El documento que acompaña a un residuo peligroso en su traslado desde el centro productor del mismo hasta la instalación de gestión de residuos se denomina Documento de seguimiento y control.

- a) Verdadero
- b) Falso



19. Los residuos peligrosos en ningún caso podrán ser depositados en las instalaciones de almacenamiento subterráneas.

- a) Verdadero
- b) Falso