



GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS PARA LA ELABORACIÓN DE PLANES DE MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS

"Acciones cofinanciadas por el Fondo Social Europeo en un 70% (para Objetivo 1) y un 45% (para Objetivo 3) y por la Fundación Biodiversidad, en el marco de los Programas Operativos de "Iniciativa Empresarial y Formación Continua" (2000-2006)"

Acciones gratuitas dirigidas a trabajadores en activo de pymes y profesionales autónomos relacionados con el sector medioambiental que desarrollen su actividad en el Principado de Asturias.

"El Fondo Social Europeo contribuye al desarrollo del empleo, impulsando la empleabilidad, el espíritu de empresa, la adaptabilidad, la igualdad de oportunidades y la inversión en recursos humanos"



Fundación Biodiversidad



UNIÓN EUROPEA
Fondo Social Europeo

Índice

INTRODUCCIÓN.....	5
-------------------	---

CAPÍTULO 1: Elaboración de estudios de minimización..... 7

1 PASOS PREVIOS A LA ELABORACIÓN DE UN ESTUDIO DE MINIMIZACIÓN ..	8
2 ETAPAS DE UN ESTUDIO DE MINIMIZACIÓN	9
3 CONTENIDO MÍNIMO DE LA MEMORIA DE UN ESTUDIO DE MINIMIZACIÓN	10
3.1 Datos de la Empresa.....	11
3.2 Descripción de la actividad de la empresa.....	12
3.3 Procesos generadores de residuos.....	14
3.4 Evolución de la generación de residuos en los últimos años.....	15
3.5 Medidas de Minimización.....	16
3.6 Previsión de Reducción de Residuos en los Próximos Años.....	17
3.7 Disposiciones adoptadas con anterioridad.....	18

CAPÍTULO 2: Identificación de residuos.....20

1 INTRODUCCIÓN.....	21
2 DIAGRAMAS DE FLUJO.....	22
2.1 Elaboración de diagramas de flujo	23
3 BALANCES DE MATERIA	24
3.1 Entradas o “inputs”	25
3.2 Salidas o “outputs”	26
3.3 Modelo de tabla de entradas y salidas.....	27
3.4 Elaboración, evaluación y corrección de los balances de materia.....	28
3.4.1 Elaboración y evaluación de los balances de materia	28
3.4.2 Corrección de los balances.....	29

4	INVENTARIO DE RESIDUOS.....	30
	CAPÍTULO 3: Caracterización de residuos.....	32
1	LISTA EUROPEA DE RESIDUOS	33
1.1	Asignación del código LER a un residuo.....	34
2	FICHA DE SEGURIDAD	36
3	CARACTERIZACIÓN ANALÍTICA DE RESIDUOS.....	39
	CAPÍTULO 4: Establecimiento de prioridades.....	40
1	CRITERIOS DE SELECCIÓN	41
2	ESTABLECIMIENTO DE PRIORIDADES DE ACTUACIÓN.....	43
	CAPÍTULO 5: Análisis de alternativas.....	50
1	IDENTIFICACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE MINIMIZACIÓN.....	51
1.1	Cambios organizativos en la empresa	52
1.2	Mejoras en el control y supervisión internos/ Buenas Prácticas.	53
1.3	Modificaciones del Proceso Productivo.....	55
1.4	Cambios Tecnológicos en el Proceso	56
1.5	Sustitución de materias primas	58
1.6	Recuperación de Material y/o Producto/ Aprovechamiento de los Recursos	60
1.7	Cambios en la Gestión externa de residuos	61
2	SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA DE MINIMIZACIÓN	62
	CAPÍTULO 6: Implantación y seguimiento del estudio.....	67
1	PROGRAMA DE MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS.....	68
2	SEGUIMIENTO Y REVISIÓN DEL PROGRAMA DE MINIMIZACIÓN.....	70
2.1	Métodos para medir la minimización.....	71
2.2	Indicadores para el seguimiento del Programa de Minimización	73

ANEXO: Marco Legislativo	75
1 NORMATIVA COMUNITARIA EUROPEA	76
2 NORMATIVA ESTATAL	78
3 PLANES NACIONALES DE RESIDUOS	82
4 NORMATIVA AUTÓNOMICA.....	83
4.1 Principado de Asturias.	83
4.2 Otras Comunidades Autónomas	84

INTRODUCCIÓN

La producción de residuos resulta consustancial a la vida misma, siendo prácticamente imposible conseguir que no se generen, en mayor o menor medida, como consecuencia de cualquier actividad desarrollada por el hombre.

Estos residuos constituyen por sí mismos uno de los mayores problemas ambientales del mundo actual, estando además en el origen de otros muchos como la contaminación de suelos y aguas, las emisiones de gases de efecto invernadero, los incendios forestales, los riesgos a la salud pública,... Por todo ello, la minimización de residuos constituye una de las mayores esperanzas para preservar el medio ambiente.

Podemos definir la **minimización de residuos** como la adopción de medidas organizativas y operativas que permitan disminuir, dentro de lo económica y técnicamente factible, la cantidad y/o peligrosidad de los subproductos y residuos generados que necesitan de un tratamiento o eliminación final.

Para lograrlo se parte de medidas orientadas a la reducción en origen de los residuos y, cuando ésta no sea posible, el reciclaje de los subproductos, en el mismo proceso o en otros, o la recuperación de determinados componentes o recursos que contienen.

La minimización es la opción prioritaria para resolver el problema ambiental que suponen los residuos generados por las empresas. Constituye además una importante oportunidad económica para reducir los costes productivos y lograr otras mejoras inducidas, aumentando así su competitividad.

La creciente preocupación de la sociedad por estas cuestiones hace que la apuesta de una empresa por la minimización pueda reportarle una mejora de imagen, al tiempo que conlleva una mejora de la calidad de los productos y del ambiente de trabajo, con repercusiones en la productividad.

Un **Estudio de Minimización** constituye el instrumento básico para lograr la minimización de residuos en una empresa. Se trata de un programa que se establece dentro de una organización, orientado a identificar los residuos con mayor potencial de minimización y a buscar alternativas viables, que consigan una minimización cuantificada en un período de tiempo determinado.

Desde un punto de vista legal están obligados a realizar un estudio de minimización de residuos los Productores de residuos peligrosos, es decir, aquellos que generan más 10.000 kg/año de dichos residuos.



Cofinanciado por:



Cofinanciado por:



El esfuerzo a realizar por una empresa para afrontar la elaboración y posterior implantación de un estudio de minimización de sus residuos dependerá, básicamente del estado inicial del que parta pero, una vez superadas las reticencias iniciales, la minimización puede resultar muy rentable, proporcionando considerables beneficios no sólo desde el punto de vista ambiental sino también económico y social, como son:

- Mayor conocimiento de la situación ambiental de la empresa.
- Ahorro económico al disminuir el volumen o la peligrosidad de los residuos a gestionar.
- Mayor control en el uso de materias primas y recursos.
- Optimización de los procesos productivos, aumentando su eficiencia.
- Mejora de la salud laboral y del riesgo ambiental.
- Mejora de la imagen pública y las relaciones con el entorno.

Por todo ello y al margen de las obligaciones legales que puedan existir al respecto, la elaboración e implantación de un estudio de minimización de residuos resulta altamente recomendable en cualquier empresa.

CAPÍTULO 1

ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE MINIMIZACIÓN

1 PASOS PREVIOS A LA ELABORACIÓN DE UN ESTUDIO DE MINIMIZACIÓN

Para lograr que un Estudio de Minimización se desarrolle con éxito es necesario tener en cuenta una serie de aspectos fundamentales como son:

- Obtener el apoyo de los estamentos clave de la empresa que deben:
 - Adquirir conciencia de los beneficios del plan así como de su coste asociado.
 - Definir objetivos.
 - Formalizar el apoyo por escrito.
- Crear el puesto de Responsable de minimización.

Se deberán definir las características del puesto que ha de estar dotado de:

- La **autoridad** necesaria para desarrollar la labor encomendada.
- El **tiempo** preciso para ello, descargándole de otras tareas o asignándole a la minimización a tiempo completo, en función del tamaño de la empresa y la magnitud de la labor a realizar.
- Un **fácil acceso a la Dirección**, de modo que pueda informar puntualmente de los progresos realizados y de los posibles conflictos que pudieran surgir.

A su vez la persona idónea para ocupar este puesto deberá:

- Estar familiarizada con la planta, sus procesos y los residuos que genera.
- Conocer el funcionamiento interno de la empresa y su personal.
- Conocer la filosofía de la minimización y métodos para desarrollarla.
- Tener capacidad de liderazgo, lo que implica ser capaz de coordinar, dirigir y motivar al equipo de trabajo.

- Formar el equipo de trabajo:
 - Implicando a todos los departamentos de la empresa
 - Coordinando el plan con otros programas existentes.
- Implicar a todos los trabajadores de la empresa:
 - Formándolos para que sepan lo que se espera de ellos.
 - Motivándolos para obtener su colaboración. Este es uno de los aspectos primordiales para que un estudio de minimización de residuos tenga éxito. Los trabajadores son quienes están más directamente en contacto con los residuos y la forma en que trabajan puede contribuir a su generación, por lo que desempeñan un papel primordial para identificar problemas y plantear soluciones. Es preciso que comprendan los motivos del estudio, que se familiaricen con los cambios que se propongan y se sientan parte importante del programa en marcha. En este último aspecto resulta fundamental el reconocimiento de sus aportaciones.

2 ETAPAS DE UN ESTUDIO DE MINIMIZACIÓN

Dentro de un estudio de minimización podemos diferenciar las siguientes etapas:

- Estudio de los diferentes procesos desarrollados por la empresa, indicando los flujos de generación de los residuos.
- Identificación de los flujos de residuos prioritarios para la minimización, en función de factores como cantidad, peligrosidad y costes de eliminación.
- Identificación de las alternativas de minimización para los flujos de residuos considerados.
- Análisis de las alternativas de minimización identificadas, no sólo desde un punto de vista ambiental, sino también de su viabilidad técnica y económica, seleccionando en cada caso la que resulte más adecuada.
- Establecimiento del programa para la implantación de las medidas a adoptar y los objetivos de reducción a conseguir en los próximos 4 años.
- Mecanismos de seguimiento y revisión del Estudio de Minimización.

La minimización de residuos no es un proceso al que pueda ponerse una fecha de fin. Debe ser un proceso dinámico dentro de la empresa: una vez acometidas las medidas que afectan a los flujos prioritarios deberá pasarse al estudio de otros flujos menos importantes.

Por otra parte, los avances de las tecnologías de tratamiento, reciclaje y recuperación, la presión legal y del público, la evolución de los costes de eliminación y las circunstancias del mercado, pueden obligar a modificar determinadas soluciones adoptadas.

3 CONTENIDO MÍNIMO DE LA MEMORIA DE UN ESTUDIO DE MINIMIZACIÓN

Independientemente del formato final de presentación, la memoria de un “Estudio de Minimización” que se presenta a la Administración puede ser elaborada adoptando el siguiente esquema:

- 1) Datos de la empresa.
- 2) Descripción de la actividad de la empresa.
- 3) Procesos generadores de residuos peligrosos y no peligrosos.
- 4) Evolución de la generación de residuos en los últimos años.
- 5) Medidas de minimización.
- 6) Previsión de reducción de residuos en los próximos años.
- 7) Disposiciones adoptadas con anterioridad si se hubiera presentado un estudio de minimización en años anteriores.

A continuación vamos a realizar un análisis más detallado de cada uno de estos puntos.

Elaboración de Estudios de Minimización	Capítulo 1
	Página 11

3.1 Datos de la Empresa

➤ Datos generales de identificación.

- Razón Social.
- Dirección de la Razón Social.
- Teléfono.
- Fax.
- Correo electrónico.
- C.I.F.: Código de Identificación Fiscal.
- C.N.A.E.: Código Nacional de Actividades Económicas.
- Descripción de la Actividad.

➤ Datos del Representante Legal

- Nombre y Apellidos
- N.I.F.: Número de Identificación Fiscal
- Cargo: puesto que ocupa en la empresa.

➤ Datos del Centro de Trabajo generador de residuos

- Dirección del Centro de Trabajo.
- Teléfono.
- Fax.
- Correo electrónico.
- C.I.F.
- N.I.R.I.: Número de Inscripción en el Registro Industrial.
- Persona de contacto: Indicar Nombre y Apellidos.
- Cargo: puesto que ocupa en la empresa la persona de contacto.

Este apartado permite acotar el ámbito de aplicación del estudio y determinar, en organizaciones complejas, a qué unidades o plantas de la misma afecta.

➤ Producción del año de referencia

Se Indicará la producción del centro de trabajo generador de residuos en el año de referencia, considerándose como tal el año anterior a la presentación del estudio de minimización.

3.2 Descripción de la actividad de la empresa

El estudio de minimización de residuos debe reflejar la realidad de la organización que se plantea llevarlo a cabo. Para ello es fundamental determinar los elementos que deben ser considerados de cara a evaluar y planificar las posibles acciones a llevar a cabo para lograr la reducción de la producción de residuos. Una primera aproximación descriptiva facilitará la posterior toma de datos y el planteamiento de medidas acordes con la realidad de la empresa.

Esta descripción de la empresa puede realizarse en base a los siguientes puntos:

➤ Diagrama de Proceso.

- Descripción de los procesos productivos y diagramas que los representen gráficamente. Esto permitirá ubicar las distintas alternativas de actuación posibles, al tiempo que proporciona una idea global de las operaciones llevadas a cabo en la empresa de cara a una integración de los elementos que influyen en la producción de residuos.
- Nº del Proceso: se debe asignar un número o código a cada proceso con objeto de facilitar su identificación a lo largo del estudio.

➤ Denominación del proceso.

Nombre genérico del proceso, indicando si es auxiliar o productivo.

➤ Materias Primas.

Un listado de las materias primas empleadas puede dar idea de la naturaleza de los residuos que se generan. Como mínimo servirá para identificar los productos que, por derrame en procesos de desembalaje o pérdidas en las primeras actividades de producción, pueden convertirse en residuales.

➤ Equipos.

El funcionamiento y mantenimiento de equipos lleva asociada la aparición de residuos tales como aceites usados, filtros....

➤ Productos.

Los lotes de productos defectuosos pueden constituir una fracción importante de las partidas de residuos. Un inventario exhaustivo de los mismos y un conocimiento profundo de sus características permitirá tomar medidas que conduzcan a la minimización del montante total de residuos.

➤ Actividades Auxiliares.

Las actividades principales desarrolladas en los centros productivos pueden llevar asociadas otras actividades auxiliares que también son generadoras de diversos residuos. Entre ellas cabría destacar las relacionadas con el almacenamiento, distribución, servicio médico, laboratorios de control y calidad, puesta en servicio de equipos suministrados y servicio postventa.

➤ Indicar las Mejores Técnicas Disponibles (MTDs) utilizadas en el proceso.

Si la empresa ha implantado MTDs en el proceso objeto de análisis se deberá indicar la denominación de las mismas.

➤ Posibilidad de utilizar nuevas MTDs en el proceso.

En caso de que existan MTDs cuya aplicación sea posible en el proceso objeto de estudio pero que aún no hayan sido implantadas por la empresa se indicará su denominación en este apartado.

➤ Residuos generados en procesos productivos y/o auxiliares.

Tras la descripción de la actividad se indicarán los datos relativos a los residuos generados:

- **Residuo:** denominación del residuo.
- **Código L.E.R.:** código establecido según la Lista Europea de Residuos que aparece recogida en la Orden MAM/304/2002.
- **Código de Identificación de Residuos Peligrosos:** Código según las tablas recogidas en el RD 952/1997 y RD 833/1988.

- **Causa de Generación del Residuo:** razón por la que se genera el residuo (impurezas en materia prima, rendimiento del proceso, etc.)
- **Cantidad Generada:** cantidad de residuo generada en Tm/año en el año de referencia.
- **Gestión Actual:** se indicará como se gestionó el residuo en el año de referencia.

3.3 Procesos generadores de residuos

En el siguiente paso se recogerán, en forma de tabla, los datos relativos a los procesos generadores de residuos. Por norma general estos datos se referirán al último año y pueden tomarse de la declaración anual de residuos correspondiente.

Podemos optar por el siguiente modelo de tabla para recoger los datos correspondientes a un año concreto:

PROCESO	VOLUMEN DE PRODUCCION	RESIDUOS GENERADOS			
				AÑO	
		DESCRIPCION DEL RESIDUO	L.E.R.	CANTIDAD TOTAL	CANTIDAD POR UNIDAD DE PRODUCCION

En ella,

- ➡ La columna **Proceso** recogerá la actividad o conjunto de actividades que generan un determinado residuo. Debe establecerse una jerarquía entre los flujos de residuos, vertidos y emisiones generados

- En la columna de **Volumen de producción** se indicará la cantidad (ej.: Toneladas) o unidades (ej.: nº de unidades vendidas) de producto generado en el año y en función de la cual se ponderan las cantidades de los distintos residuos generados.
- En el apartado destinado a la **Descripción del residuo** se indicará en cada caso el residuo generado, por ejemplo: tubos fluorescentes.
- La columna **L.E.R.** hace referencia al código L.E.R. del residuo en cuestión, conforme a la Lista Europea de Residuos (Orden MAM/304/2002). Al margen de éste puede ser necesario indicar otros códigos que sean requeridos para identificar unívocamente el residuo concreto en función de la Legislación vigente. Así con frecuencia se indica el código correspondiente según los Reales Decretos 833/1988 y 952/1997.
- La **Cantidad Total** será la cantidad de residuo generado expresada en términos absolutos, por ejemplo en toneladas.
- La **Cantidad por unidad de producción**, es el valor relativo de la producción de residuos que resulta de dividir la **cantidad total** de residuo entre el **volumen de producción** tomado como referencia. Así, esta cantidad por unidad de producción puede expresarse, por ejemplo, en Tm de residuo/nº de unidades vendidas o en Tm de residuo / Tm de producto.

3.4 Evolución de la generación de residuos en los últimos años

La identificación de residuos puede variar en una misma empresa si cambia la persona responsable de su gestión o a medida que la empresa profundiza en el conocimiento de los mismos. De este modo, residuos que un año constituían una única categoría de residuos, identificada por un único código L.E.R. pueden, en años posteriores, dividirse en varias categorías distintas, identificadas por códigos distintos y/o ser sometidos a diferentes tratamientos. Este es un factor a tener en cuenta al comparar la cantidad de residuos de cada tipo que se genera a lo largo tiempo.

Por otra parte, para poder estudiar la evolución en la generación de residuos a lo largo del tiempo no podemos emplear cantidades absolutas (o totales), sino que éstas deben expresarse en forma de ratio respecto de algún factor relacionado con la producción, como la cantidad de producto o servicio final asociado a la generación de un determinado residuo.

Este factor, que debe ser el mismo a lo largo de los años, puede ser común para los distintos residuos generados en un año o bien seleccionarse en función del origen del residuo. Así por ejemplo, para estudiar la evolución en el tiempo de las jeringuillas desechadas por el servicio médico, es sensato establecer como elemento ponderador el número de empleados atendidos en el año. Si por el contrario queremos comparar entre sí los distintos residuos generados en un mismo año, deberemos seleccionar un elemento común a todos ellos, como puede ser la unidad de producción definida en el apartado anterior.

3.5 Medidas de Minimización

Una vez conocida la realidad de la generación de residuos y las características de los procesos de la empresa se pueden plantear las medidas de minimización a tomar en consideración.

Cada una de las medidas propuestas afectará a un determinado proceso y obedecerá a unos objetivos concretos. A continuación se muestra un ejemplo genérico en cuanto a la forma de presentar las posibles medidas de minimización:

PROCESOS	MEDIDAS DE MINIMIZACION	OBJETIVOS
PRODUCCION	1. Cambios organizativos en la empresa 2. Mejoras en el control y supervisión internos / Buenas Prácticas	I, II I, II, III, VI
CONTROL DE CALIDAD	3. Cambios Tecnológicos en el proceso 4. Medidas de Ahorro de materias primas	IV, V IV
MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA	5. Recuperación de Material / Producto/ aprovechamiento de los residuos	II, III, V
SERVICIOS GENERALES	6. Medidas de sustitución de materias primas por otras de menor peligrosidad	VI

Los códigos indicados en el apartado de objetivos se refieren a:

- I.- Mejorar el control interno sobre las actividades generadoras de residuos.
- II.- Facilitar el seguimiento de la producción de residuos y mejora de la gestión interna.
- III.- Aumentar la concienciación e implicación del personal de la empresa.
- IV.- Disminución del consumo de materias primas y recursos naturales.
- V.- Reducción de los rechazos generados durante la producción.
- VI.- Minimización del riesgo medioambiental causado por los residuos.
- VII.- Optimizar la gestión externa de los residuos.

3.6 Previsión de Reducción de Residuos en los Próximos Años

Las Comunidades Autónomas coinciden en solicitar una previsión cuantitativa de la reducción de residuos en los años afectados por la ejecución del plan que la propia empresa se plantea, tras evaluar su situación y valorar las distintas alternativas posibles para la reducción de residuos.

Esta previsión puede plasmarse en una tabla como la siguiente:

RESIDUO PRIORITARIO	CANTIDAD DE RESIDUO (R ₀)	PRODUCTO ASOCIADO	CANTIDAD DE PRODUCTO (P ₀)	RATIO INICIAL (R ₀ /P ₀)	RATIO 1 (R ₁ /P ₁)	RATIO 2 (R ₂ /P ₂)	RATIO 3 (R ₃ /P ₃)	RATIO 4 (R ₄ /P ₄)

En la cual:

- En la columna **Residuo** se indicará la descripción y/o el código de los residuos a los que se aplicarán medidas destinadas a lograr su minimización.
- En el apartado **Residuo Total** se reflejará la cantidad de residuo en términos absolutos.

- En la columna **Producto Asociado** se indicará cual es el producto relacionado con la generación del residuo.
- La **Cantidad de Producto**, o volumen de producción, deberá expresarse en la unidad de referencia más adecuada en función de la actividad de la empresa, así por ejemplo podremos hablar de horas de servicio prestado o de toneladas de producto fabricado en un año.
- Como ya hemos mencionado anteriormente no se pueden establecer comparaciones entre cantidades de residuos expresadas en términos absolutos, por ello es fundamental establecer la **Ratio inicial**, entre la cantidad de residuo y la cantidad de producto asociado a su generación, por ejemplo: Kg de residuo/horas de servicio prestado o Tm de residuo/Tm de producto.
- Igualmente se expresarán las ratios previstas para los años en que se va a ejecutar el programa de minimización establecido (**Ratio 1, 2 3 y 4**). Estos ratios se calcularán en función de las estimaciones previstas tanto en lo que se refiere a la generación de residuos como al volumen de producción.
- Aunque no aparece reflejado en la tabla, puede incluirse también el **porcentaje o índice de reducción** esperado tras la implantación del estudio de minimización.

3.7 Disposiciones adoptadas con anterioridad

En caso de que se haya presentado con anterioridad otro Estudio de Minimización se realizará un análisis del grado de cumplimiento de los objetivos fijados en dicho estudio de minimización, indicando cuando proceda, las causas de las posibles desviaciones respecto a los mismos.

La información referente a este apartado se puede recoger en un cuadro como el que se muestra a continuación:

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MINIMIZACIÓN Y AÑO DE IMPLANTACIÓN		
SITUACIÓN INICIAL		
TIPO Y CANTIDAD DE RESIDUOS	PRODUCCIÓN	RATIO
SITUACIÓN DESPUÉS DE IMPLANTAR LA MEDIDA		
TIPO Y CANTIDAD DE RESIDUOS	PRODUCCIÓN	RATIO
OBSERVACIONES		

CAPÍTULO 2

IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS

1 INTRODUCCIÓN

Para llevar a cabo un Estudio de Minimización de residuos en una empresa deberemos en primer lugar dar los pasos necesarios para obtener los siguientes datos:

- Residuos que se producen y en qué cantidad.
- Dónde se genera cada residuo.
- Causas de la aparición del residuo.
- Composición física y química de los mismos.
- Sustancias peligrosas que contienen.
- Características de peligrosidad de los residuos: toxicidad, corrosividad, inflamabilidad, etc.
- Problemática particular que puedan presentar los diversos residuos generados como: requisitos legales asociados, impacto ambiental, infraestructuras necesarias, quejas, etc.
- Sistema de tratamiento utilizado actualmente.
- Costes asociados a su gestión.
- Relación de los costes y de las responsabilidades que pueden derivarse de una incorrecta gestión de los residuos.

Esta información es necesaria para determinar que residuos son prioritarios cara a la minimización, las opciones y costes de su reciclaje, recuperación o tratamiento, así como establecer las responsabilidades en dicha materia.

Generalmente la empresa ya dispone de estos datos, dado que resultan indispensables para llevar a cabo una correcta gestión de los residuos.

Cuando esto ocurre será suficiente realizar una recopilación de dichos datos para, posteriormente, elaborar con dicha información el inventario de residuos de la empresa. En todo caso siempre es recomendable contrastar los datos para asegurarnos que son los correctos y que están actualizados.

Identificación de residuos	Capítulo 2
	Página 22

Aunque como ya hemos indicado no es lo más frecuente, en ocasiones es preciso partir de cero y comenzar por la identificación de los residuos generados, proceso que vamos a ver más detalladamente a continuación.

2 DIAGRAMAS DE FLUJO

Como primer paso para la correcta identificación de los residuos generados resulta de gran utilidad establecer los diagramas de flujo correspondientes a los distintos procesos que se llevan a cabo en la empresa.

Un diagrama de flujo constituye la representación gráfica de los pasos o etapas de un proceso que, habitualmente, describe la secuencia de dichos pasos o etapas así como su interacción, proporcionando una mejor comprensión del proceso en cuestión.

En una misma empresa pueden existir diversos procesos, tanto productivos como auxiliares (servicio médico, mantenimiento, oficinas, laboratorio), y todos ellos deben ser tomados en cuenta a la hora de identificar los residuos generados como consecuencia de su actividad.

Dentro de cada proceso podemos distinguir a su vez distintas operaciones unitarias. Una **operación unitaria** se puede definir como una parte de un proceso o equipo, donde los materiales entran, se someten a alguna acción y salen, normalmente bajo una forma, estado o composición diferentes, de modo que para elaborar el diagrama de flujo correspondiente a cada proceso deberemos considerar las distintas operaciones unitarias que lo constituyen.

La elaboración de diagramas de flujo requiere un perfecto conocimiento de todas las instalaciones de la empresa, los procesos que tienen lugar en cada una de ellas y las relaciones existentes entre las distintas operaciones que se llevan a cabo, ya que lo que constituye el residuo de una operación unitaria puede ser utilizado como materia prima en otro de los procesos.

Por tanto, la preparación de un estudio de minimización no es algo meramente teórico, que pueda llevarse a cabo desde un despacho, sino que es necesario recorrer las distintas instalaciones, elaborando esquemas que permitan determinar como están dispuestas las distintas áreas de proceso, el sistema de alcantarillado, tuberías, etc.

Asimismo, para llegar a conocer en profundidad cualquier proceso resulta muy importante entrevistarse con el personal que está en planta ya que, obviamente, quienes trabajan día a día en las instalaciones son quienes mejor conocen el proceso y pueden proporcionar información que de otro modo podría pasar desapercibida en una visita puntual.

Identificación de residuos	Capítulo 2
	Página 23

En esta misma línea hemos de señalar que, a la hora de establecer el diagrama de flujo para un determinado proceso, es preciso determinar si se producen cambios en el mismo a lo largo del día o en períodos más amplios de tiempo.

2.1 Elaboración de diagramas de flujo

Una vez que conocemos las operaciones unitarias implicadas en cada proceso procederemos a elaborar los diagramas de flujo.

En el caso de procesos muy complejos, en lugar de elaborar un único diagrama de flujo con todas las operaciones que lo componen, resulta habitualmente más útil y sencillo elaborar varios diagramas. El primero de ellos recogerá las áreas de proceso principales, cada una de las cuales se describirá a continuación mediante su propio diagrama de flujo.

Aquellas operaciones que ocurran de forma discontinua o intermitente se representarán mediante líneas discontinuas en el diagrama de flujo.

A cada operación unitaria, o proceso, se le asignará un código que permita identificarlos a lo largo de todo el estudio. Esto además facilitará la transcripción de los datos en caso de que tengamos que presentar el estudio de minimización frente a la Administración.

A continuación se muestra un ejemplo de un diagrama de flujo correspondiente a un proceso de acabado de superficies metálicas.

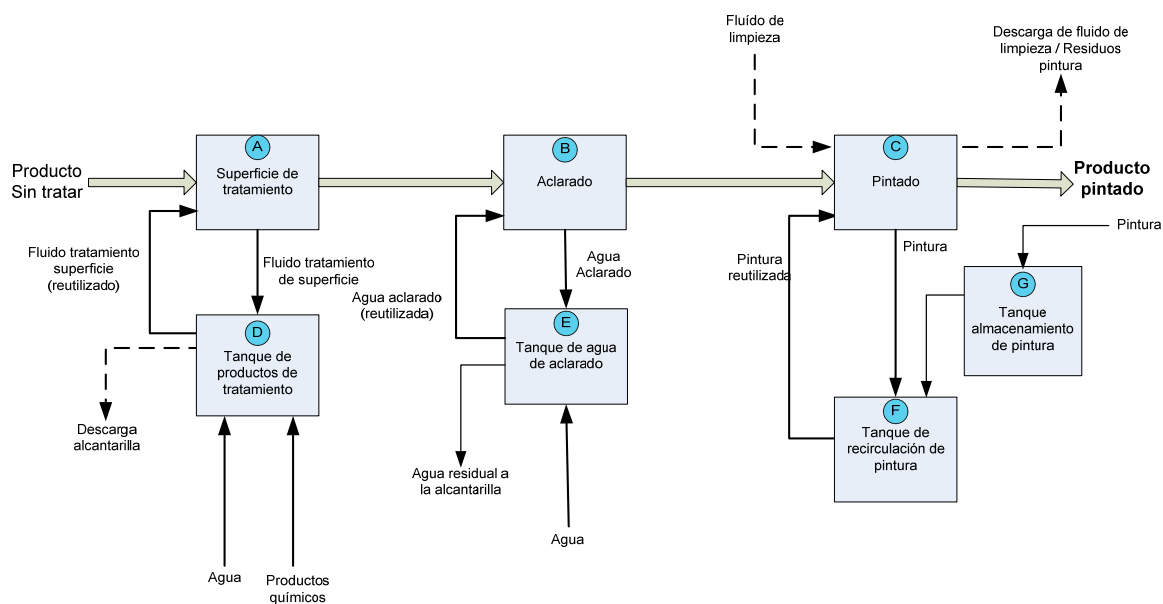
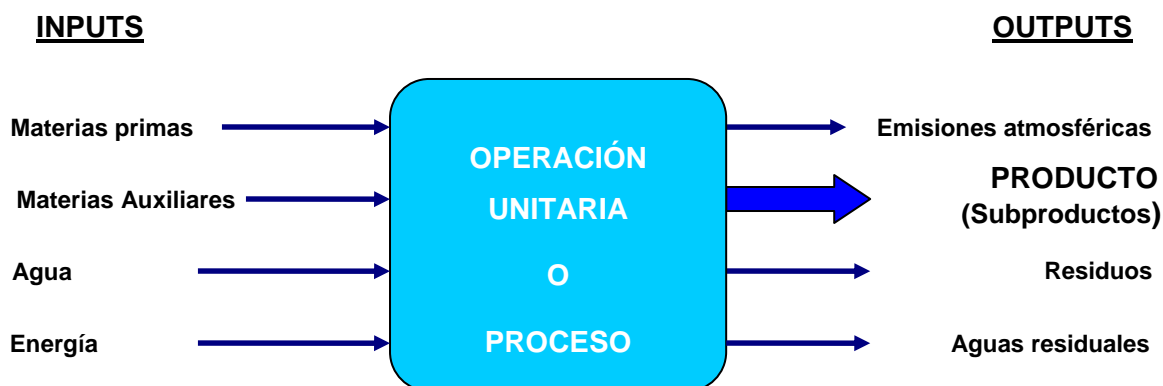


Diagrama de Flujo - Proceso de acabado de superficies metálicas

3 BALANCES DE MATERIA

Una vez que hemos elaborado los diagramas de flujo es preciso establecer las entradas o inputs (materias primas y auxiliares, agua, energía) y salidas u outputs (productos, subproductos, residuos, emisiones, aguas residuales) asociadas a cada operación o proceso.



El grado de detalle en la elaboración de estos balances de materia ha de ser coherente con los objetivos a alcanzar y, al mismo tiempo, compatible con los medios de que disponemos. Es decir, resulta igualmente válido estudiar las entradas y salidas correspondientes a cada operación unitaria como a cada área de proceso. Aunque obviamente cuanto mayor sea el grado de detalle y precisión alcanzados, más efectivo será nuestro estudio ya que mejor podremos determinar los puntos por donde hemos de comenzar a aplicar medidas de minimización.

3.1 Entradas o “inputs”

Para la elaboración de un estudio de minimización nos centraremos fundamentalmente en las entradas de materias primas y auxiliares en cada operación unitaria, área de proceso o proceso, según el grado de detalle establecido.

Estos datos se pueden obtener habitualmente:

- ➡ A través del departamento de compras.
- ➡ Considerando las salidas de los almacenes correspondientes.

Hemos de tener en cuenta, no obstante, que en los procesos de almacenamiento y transferencia de estas materias también se pueden producir pérdidas, por lo que es recomendable confirmar en planta la cantidad neta de materia prima que se incorpora realmente a un proceso u operación unitaria. En caso de realizar medidas “in situ” se ha de establecer cuidadosamente la forma de llevarlas a cabo, prestando especial atención a aquellos materiales que puedan ser reutilizados dentro del propio proceso con el fin de no contabilizarlos más de una vez.

**Almacén de materias primas**

En numerosas ocasiones puede resultar muy complicado medir exactamente la cantidad de materia prima que llega a la empresa. En estos casos se debe hacer una estimación lo más aproximada posible a la realidad. Como ejemplo podemos considerar un material que llegue a fábrica en palets. En este caso, en lugar de pesar cada palet individualmente, se podría determinar el número de palets que son necesarios en un proceso en un periodo de tiempo determinado y luego calcular el peso del material multiplicando por el peso medio de un palet.

Se debe considerar un periodo de tiempo suficientemente amplio para que los datos sean representativos, pudiendo extrapolarse luego los resultados a valores mensuales o anuales.

Esta información se resumirá en forma de tablas, denominadas tablas de entrada o inputs, donde se reflejará la materia prima consumida en cada operación unitaria así como el consumo total de esa materia en todo el proceso.

3.2 Salidas o “outputs”

En este caso nos vamos a centrar en los productos, subproductos y residuos que se generan a lo largo de las distintas operaciones unitarias, áreas de proceso o procesos, según el grado de detalle establecido.

Esta información se puede recopilar en muchas ocasiones a partir de los registros de diversos departamentos de la empresa como Producción o, más frecuentemente,

Administración, como es el caso de la cantidad de producto final obtenido o las cantidades totales de los distintos residuos gestionados.

En el caso de productos intermedios y, sobre todo, de residuos generados en las distintas operaciones unitarias, es sin embargo bastante improbable que se disponga de registros, por lo que será preciso recurrir a medidas “in situ”, o estimaciones lo más aproximadas posibles, de las cantidades generadas.

Al igual que en el caso de las entradas deberemos considerar un periodo de tiempo suficientemente amplio como para que los datos obtenidos sean representativos.

La información obtenida se resumirá en forma de tablas (tablas de salida o outputs) donde se indicará la cantidad de cada producto y de cada tipo de residuo que se genera como consecuencia de cada operación unitaria, así como las cantidades totales para todo el proceso.

3.3 Modelo de tabla de entradas y salidas

A continuación se muestra un modelo de tabla para recoger las entradas y salidas correspondientes a un proceso o a una operación unitaria.

Denominación	Unidad	Cantidad	Fuente	Método Empleado

De modo que:

- Como **Denominación** se recogerá una descripción detallada del material de que se trate, ya sea residuo, producto, materia prima,...
- En la columna **Unidad** se indicará las unidades en que se expresan las cantidades consumidas o generadas de cada material: kg, L, Tm,...

Identificación de residuos	Capítulo 2
	Página 28

- En la columna **Cantidad** se indicará el consumo o generación correspondiente a cada material. Esta columna puede subdividirse a su vez en meses, trimestres, etc. según interese, dejando siempre una columna para el total anual.
- En la **Fuente** se indicará a partir de qué departamento o registro se han obtenido esos datos o bien si las medidas se han realizado in situ.
- En cuanto al **Método Empleado** debe recoger, en los casos en que sea preciso, la forma en que se han realizado los cálculos para obtener cada dato. Esto garantiza que dicho dato sea obtenido siempre del mismo modo, siendo así comparables los datos correspondientes a distintos años.

3.4 *Elaboración, evaluación y corrección de los balances de materia*

3.4.1 *Elaboración y evaluación de los balances de materia*

Una vez elaboradas las tablas de entrada y salida se relacionarán los datos relativos a cada operación unitaria (o proceso) completando los balances de materia correspondientes.

De acuerdo a las leyes de conservación de la materia, la cantidad de materia que entra en un determinado proceso es igual a la que sale. Por tanto, una vez elaborados los balances de materia, comparando las entradas y salidas correspondientes se podrá determinar la existencia de:

- Posibles errores en la obtención de los datos para la elaboración de estos balances de materia: materias que no han sido tomadas en cuenta, estimaciones poco precisas de las cantidades,...

Un caso típico que llevaría a considerar esta posibilidad es aquel en que las salidas superan a las entradas.

- Fugas o pérdidas de materias que no han sido detectadas previamente.



Fuga en instalación industrial. Fuente: DEPLAN

En los casos en que la cantidad de materia que entra al proceso (u operación unitaria) sea muy superior a la que sale del mismo es preciso investigar esta posibilidad.

3.4.2 Corrección de los balances

El siguiente paso supone la corrección de las discrepancias observadas en los balances de materia preliminares, bien sea:

- Aumentando el grado de precisión de los datos obtenidos.

Por ejemplo, pasando de estimar la cantidad de una materia prima (o auxiliar) que entra a esa operación unitaria (o proceso) en función de los datos proporcionados por el Departamento de Compras a una medida más o menos aproximada de la cantidad neta que se incorpora al proceso.

- Introduciendo los datos correspondientes a las materias que no se consideraron en un primer momento.
- Reparando las posibles fugas o derrames y procediendo a una nueva toma de los datos afectados por esta circunstancia.

Con los nuevos datos se rehará el balance de materia correspondiente, comprobando si existe correlación entre las entradas y salidas del mismo.

Identificación de residuos	Capítulo 2
	Página 30

4 INVENTARIO DE RESIDUOS

Una vez corregidos los balances de materia correspondientes a cada proceso, área de proceso u operación unitaria (según el grado de detalle que hayamos estimado oportuno en cada caso) se procederá a:

- 1) Caracterizar los residuos generados en cada uno de ellos, asignándoles el código LER que corresponda.
- 2) Establecer alguna unidad de referencia o indicador que permita comparar la generación de los distintos residuos entre sí o del mismo residuo en los distintos procesos.

Como indicador se toma habitualmente el ratio entre la cantidad de residuos generados (en las mismas unidades para todos ellos) y algún dato relacionado con el volumen de producción de la empresa. Por ejemplo: Kg de residuo/Tm de producto, Kg de residuo /m² pintados, Tm de residuo/ Kw·h generado.

- 3) Recabar toda la información disponible sobre el modo en que se gestionan dichos residuos, los costes que supone dicha gestión, los requisitos legales que les sean de aplicación, etc.

Toda la información recopilada se resumirá en un inventario de residuos donde aparecerán todos los datos disponibles para cada uno de los residuos generados, de modo que se puedan establecer comparaciones entre ellos cara a determinar prioridades de minimización.

Un ejemplo de la información recogida en dicho inventario puede ser la siguiente:

Residuo	LER	Cantidad Anual	Indicador (kg res./ pieza procesada)	Riesgo ⁽¹⁾	Condic. ⁽²⁾	Gestión	Coste Gestión (€/ kg)	Proceso ⁽³⁾
Tubos fluorescentes	200121	3 unid.	0,00015	C16/H6	A	Gestor autorizado	2,35	Mantenimiento
Aceite hidráulico sucio	130110	1200 L	12	C51/H5	A	Gestor autorizado	0,28	Mantenimiento
Trapos y cotones	150202	80 kg	0,8	C51/H3B	N	Gestor autorizado	0,35	Mantenimiento

(1) Códigos C y H según las Tablas de los RD 833/1988 y RD 952/1997.

(2) **Condiciones.** Se indicará si el residuo se genera en de forma continua (condiciones normales, N) o discontinua (condiciones anormales, A).

(3) Indicar el proceso productivo o auxiliar a partir del cual se genera el residuo.

CAPÍTULO 3

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS

Como hemos indicado en el capítulo anterior, el primer paso para llevar a cabo la elaboración de un inventario de residuos consiste en la caracterización de los residuos generados en los distintos procesos, asignándoles el código LER que corresponda.

Para ello disponemos de las siguientes herramientas, que pueden emplearse de forma alternativa o complementaria:

- Lista Europea de Residuos.
- Ficha de seguridad de los productos a partir de los cuales se han generado los residuos
- Caracterización analítica del residuo por un laboratorio externo.

En la mayoría de los casos se podrán caracterizar los residuos recurriendo a alguna de las dos primeras herramientas. Sólo en aquellos casos en que por medio de ellas no seamos capaces de llegar a una conclusión recurriremos a realizar un análisis del residuo en un laboratorio.

En cuanto a las dos primeras no existe un orden predeterminado para su uso. En función del residuo y su complejidad recurriremos a una u otra o incluso podremos emplear ambas simultáneamente.

En cualquier caso la caracterización de los residuos se debe realizar de la forma más rápida y sencilla, evitando en lo posible recurrir a métodos más sofisticados que, en muchas ocasiones, sólo llevan a un incremento innecesario de los costes de gestión.

A continuación repasaremos brevemente como se llevaría a cabo la caracterización de residuos empleando las herramientas antes indicadas.

1 LISTA EUROPEA DE RESIDUOS

La Lista Europea de Residuos es una relación armonizada de residuos con la que se pretende facilitar la caracterización de éstos a partir de su origen y naturaleza, sin necesidad de recurrir a análisis más complicados. Se publica, a nivel estatal, en la Orden MAM/304/2002, de 8 de Febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

Caracterización de Residuos	Capítulo 3
	Página 34

Esta lista asigna a cada residuo un código de seis cifras que recibe el nombre de código LER. Aquellos residuos que aparecen marcados con un asterisco (*) son los que se consideran residuos peligrosos.

1.1 Asignación del código LER a un residuo

La Lista Europea de Residuos está estructurada en 20 capítulos que se identifican con dos cifras. Cada uno de estos capítulos está subdividido a su vez en varios subcapítulos identificados por cuatro cifras. Dentro de ellos se describen los distintos tipos de residuos que nos podemos encontrar, a los que se asigna un código de 6 cifras (código LER).

Los pasos a seguir para asignar el código LER correspondiente a un residuo son los siguientes:

- 1) Localizar la fuente o actividad que genera el residuo en los capítulos del 01 al 12 ó del 17 al 20 y, en el subcapítulo correspondiente, buscar el código de seis cifras más apropiado para el residuo. En este primer paso no se consideran los códigos de cada capítulo finalizados en 99.

Se debe tener en cuenta que:

- I) No todas las actividades productoras de residuos de una misma empresa tienen que estar recogidas en el mismo capítulo de la Lista.
 - II) Los residuos de envases recogidos selectivamente se clasificarán con códigos que comiencen por 15 01 y no por 20 01.
- 2) Si no es posible localizar el residuo en los capítulos indicados, se buscará en los capítulos 13, 14 y 15.
 - 3) Si el residuo no se encuentra en ninguno de esos capítulos, se buscará en el capítulo 16.
 - 4) Si, finalmente, tampoco se localiza el residuo en el capítulo 16, se le asignará el código terminado en 99 del capítulo de la lista correspondiente a la actividad generadora del residuo, que habíamos identificado en el primer paso.

Una vez que hemos localizado el residuo en la Lista nos podemos encontrar ante tres situaciones:

Caso 1. Código sin asterisco

Si al residuo le corresponde un código LER sin asterisco, se trata de un residuo no peligroso, por ejemplo:

17 04 01 Cobre, bronce, latón.

Caso 2. Código con asterisco

Si al residuo le corresponde un código LER con asterisco, se trata de un residuo peligroso, por ejemplo:

05 01 12* Hidrocarburos que contienen ácidos.

07 02 14* Residuos procedentes de aditivos que contienen sustancias peligrosas.

Caso 3. Código espejo

Los “código espejo” hacen referencia a residuos que presentan una doble entrada en la Lista, pudiendo codificarse como residuo peligroso (código con asterisco) o no peligroso (código sin asterisco) en función de su composición. Por ejemplo:

08 03 12* Residuos de tintas que contienen sustancias peligrosas.

08 03 13 Residuos de tintas distintos de los especificados en el código 08 03 12.



Residuos de tóners. Fuente: Mancomunidad de San Marcos

Caracterización de Residuos	Capítulo 3
	Página 36

En el anexo II de la Orden MAM 304/2002 se recogen una serie de criterios para determinar si un residuo se ha de considerar como peligroso o como no peligroso, de modo que conociendo la concentración de sustancias peligrosas que contiene un residuo, así como sus características de peligrosidad (Anexo III de la Directiva 91/689/CEE) y riesgos asociados (frases R), se podrá determinar si un residuo es o no peligroso.

Esta información se puede obtener habitualmente a partir de las fichas de seguridad de los productos que intervienen en la formación del residuo, junto a un análisis del proceso a partir del cual se genera.

2 FICHA DE SEGURIDAD

En muchas ocasiones, la consulta de las fichas de seguridad de los productos que han intervenido en el proceso de formación de los residuos, permite caracterizarlos sin necesidad de recurrir a análisis por parte de laboratorios externos, con el coste que ello conlleva.

Dado que estas fichas hacen referencia a los productos de partida y no al residuo en sí, habrá que tener en cuenta también las operaciones que se hayan realizado a lo largo del proceso y que pueden haber modificado sus características.

El fabricante o proveedor de producto debe proporcionar la ficha de seguridad del mismo, en los casos en que así lo estipule la normativa vigente, de forma gratuita y nunca más tarde de la primera entrega de producto.

Una ficha de seguridad, consta de una serie de apartados obligatorios según la legislación vigente, siendo los más importantes a la hora de caracterizar un residuo:

- **Apartado 1.** Identificación de la sustancia (o preparado) y del responsable de su comercialización.
- **Apartado 2.** Composición/información sobre los componentes.

Es el apartado más importante, ya que la información que aporte nos debe permitir reconocer sin dificultad los peligros que pueden presentar los distintos componentes del producto.

En él deben aparecer al menos, aquellos componentes del producto que sean peligrosos para la salud o el medio ambiente y superen el límite de exención establecido, o bien sustancias para las que existe un valor límite de exposición reconocido en el lugar de trabajo, junto con su concentración. Además, para

cada sustancia se indicarán los símbolos de peligro (o pictogramas) y las frases de riesgo correspondientes.

➤ **Apartado 9.** Propiedades físicas y químicas.

De entre ellas la más importante cara al tema que nos ocupa es el punto de inflamación, ya que determina la inflamabilidad del producto.

➤ **Apartado 10.** Estabilidad y reactividad.

Este apartado nos permitirá determinar la posible existencia de sustancias peligrosas que, sin participar en la composición del producto inicial, pueden estar presentes en el residuo.

➤ **Apartado 15.** Informaciones reglamentarias.

En este apartado se incluye información sobre la peligrosidad global del producto, incluyendo pictogramas y frases de riesgo que le aplican. Esta información es la que debe aparecer también en la etiqueta del producto.



Fichas de Seguridad

En resumen, de la revisión de la ficha de seguridad de una materia que ha participado en la formación de un residuo debería poder obtenerse, al menos, la siguiente información:

- Denominación comercial del producto.
- Concentración (o rango de concentración) de cada constituyente peligroso, así como los riesgos asociados a cada uno de ellos con sus símbolos de peligro y frases de riesgo correspondientes.
- Peligrosidad global del producto y su/s pictograma/s correspondiente/s.

- Propiedades físico-químicas que nos permitan decidir sobre sus características de peligrosidad.
- Información sobre la estabilidad del producto, sus posibles reacciones con otras sustancias, así como las materias peligrosas que pueden surgir de su descomposición.

Una vez analizadas las fichas de seguridad de todos los productos que han intervenido en la generación de un residuo pueden darse tres casos:

Caso 1: Los productos que intervienen en la generación del residuo no son peligrosos.

Si es posible confirmar que no se han producido transformaciones que puedan afectar a la composición del residuo, éste se caracterizará como no peligroso.

Caso 2: Los productos que intervienen en la generación del residuo sean peligrosos.

Se pueden presentar dos situaciones:

- Que el residuo contenga sustancias pertenecientes a categorías de peligrosidad para las que no se ha establecido un valor límite de concentración, según el anexo II de la Orden MAM 304/2002 (H1, H2, H9, H12, H13, H14). Entonces, el residuo será peligroso.
- Que el residuo contenga sustancias pertenecientes a categorías de peligrosidad para las que se ha establecido un valor límite de concentración.

En este caso, se debe determinar si la concentración total en el residuo de las sustancias que presentan la misma característica de peligrosidad y el mismo riesgo, supera lo establecido en el anexo II de la Orden MAM 304/2002. Para ello se calculará la cantidad total de cada sustancia peligrosa que esté presente en el residuo, sumando las de aquellas que presenten la misma peligrosidad y riesgo. Con ese dato se calculará la concentración total para cada tipo, teniendo en cuenta las posibles diluciones o concentraciones que hayan experimentado.

Caso 3: No se obtiene información suficiente o que ésta no es concluyente.

Las fichas de seguridad proporcionan información sobre los productos de partida y no sobre los residuos. No siempre las características de unos y otros coinciden, ya que a lo largo del proceso se pueden producir transformaciones que modifiquen sus propiedades, por lo que no siempre será posible caracterizar los residuos a partir de los datos contenidos en las fichas de seguridad.

Caracterización de Residuos	Capítulo 3
	Página 39

Tanto en este caso, como si los datos aportados por el proveedor no son suficientes para determinar si el residuo es peligroso o no, se recurrirá a una caracterización analítica del mismo.

3 CARACTERIZACIÓN ANALÍTICA DE RESIDUOS

La caracterización analítica será el último recurso para determinar si un residuo es o no peligroso.

Este análisis del residuo debe proporcionar la siguiente información:

- Sustancias peligrosas presentes en el residuo y la concentración en que se encuentran.
- Características de peligrosidad asociadas a cada una de esas sustancias.
- Peligrosidad global del residuo en función de la predominancia de sustancias peligrosas.

Estos resultados se recogen en un informe de caracterización donde se detallarán los protocolos empleados en la realización del análisis, así como las conclusiones finales, determinando si el residuo es o no peligroso y, en consecuencia, el código LER que le corresponde.

CAPÍTULO 4

ESTABLECIMIENTO DE PRIORIDADES DE ACTUACIÓN

1 CRITERIOS DE SELECCIÓN

El siguiente paso en la elaboración de un Estudio de Minimización consiste en seleccionar las prioridades de actuación sobre las que se debe intervenir.

La elección de los residuos prioritarios en los que se ha de centrar el estudio se puede hacer atendiendo a diversos factores como las características de los propios residuos, el proceso productivo a partir del que se generan y/o la legislación vigente y responsabilidades futuras.

Características de los residuos generados

➡ Peligrosidad del residuo.

El Estudio de minimización debe centrarse prioritariamente en aquellos residuos cuya peligrosidad sea más elevada.



Residuos Peligrosos. Fuente: Universidad de Granada

➡ Cantidad generada.

Resulta adecuado actuar con prioridad sobre aquellos residuos que se generan en cantidad elevada, frente a otros que además de generarse en menor cantidad puedan ser menos peligrosos.

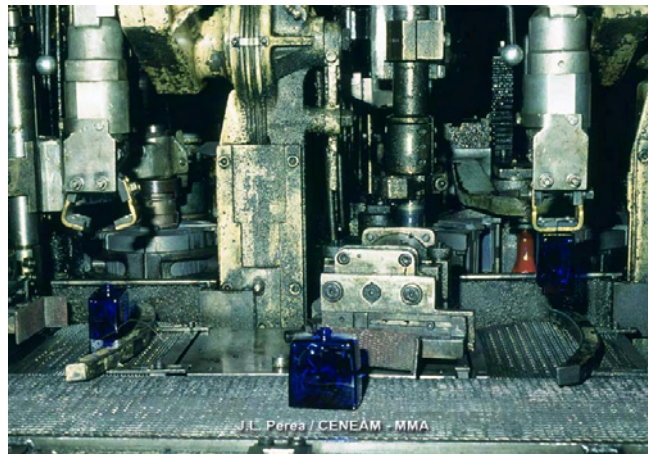
➤ Riesgos para el medio ambiente y para los trabajadores.

Se considerarán preferentemente aquellos residuos que puedan presentar un elevado riesgo para el medio ambiente y para los trabajadores a lo largo de todo el proceso productivo.

➤ Potencial de minimización.

Pueden existir residuos que por su elevado potencial de minimización requieren de una actuación prioritaria frente a otro tipo de residuos.

El proceso productivo



A la hora de seleccionar los residuos prioritarios para la aplicación de medidas de minimización se debe prestar especial atención a los que proceden de procesos como los indicados a continuación, ya que dichos procesos son los que presentan mayor potencial para la implantación de estas medidas.

➤ Procesos con cargas o en batch, frente a procesos en continuo.

Los procesos en continuo permiten una alimentación ininterrumpida y esto hace que disminuya la cantidad de residuos en comparación con los procesos discontinuos.

➤ Procesos poco automatizados con mayor componente humano, y por tanto, con una mayor posibilidad de error.

En plantas poco automatizadas, en las que los procesos controlados manualmente son mayoritarios y la posibilidad de error humano es más elevada, las **buenas prácticas** en general cobran especial importancia para reducir en origen residuos y posibles emisiones.

- Procesos que comparten equipos con otros procesos de producción que utilizan materias primas o productos intermedios diferentes, con lo que la frecuencia requerida de limpieza del equipo aumenta y también la diversidad de los residuos generados.
- Procesos que generan residuos con un coste unitario de tratamiento elevado frente al valor de venta de sus productos.

Legislación vigente y responsabilidades futuras

Atendiendo a la legislación vigente resultará aconsejable establecer el estudio de minimización sobre aquellos residuos que puedan presentar alguna responsabilidad futura desde un punto de vista ambiental.

2 ESTABLECIMIENTO DE PRIORIDADES DE ACTUACIÓN

A la hora de escoger las prioridades de actuación, se tendrá en cuenta la conjugación de todos los factores señalados anteriormente.

Aunque cada empresa debe elegir aquellos criterios de evaluación que sean más adecuados atendiendo a su situación o características, a continuación se exponen algunos ejemplos de valoración y selección de residuos peligrosos prioritarios.

En primer lugar vamos a considerar los criterios de valoración propuestos por el Gobierno de Navarra.

A partir de los baremos propuestos para cada uno de los criterios de valoración, se rellenará la tabla que se muestra a continuación. Al final se sumarán los valores obtenidos para cada residuo con el fin de obtener un valor final que determinará la importancia de dicho residuo y nos permitirá seleccionar los prioritarios.

Observaciones								
Ratio de Referencia								
Residuo Prioritario								
Valor final								
Coste/ Gestión								
Cantidad								
Peligrosidad								
Residuo								

- **Residuo:** Descripción, lo más escueta y precisa, del residuo
- **Peligrosidad:** En función de la característica H del residuo se seleccionará el valor correspondiente.

PELIGROSIDAD		
Valor	Característica H de Peligrosidad	
T= toxicidad		
10	H6	Tóxico
8	H8	Corrosivo
4	H4	Irritante
2	H5-H14	Nocivo o Peligroso para el medio ambiente
0	-----	Ninguno de los anteriores
I= inflamabilidad		
10	H1	Explosivo
8	H2	Comburente
4	H3-A	Fácilmente inflamable
2	H3-B	Inflamable
0	-----	Ninguno de los anteriores
CMTI = Cancerígeno, mutagénico, tóxico para la reproducción y/o infeccioso		
10	H7-H11-H10-H9	Sí
0	----	No
R= reactivo		
5	H12-H13	Sí
0	----	No

Si un residuo presenta varias características de peligrosidad (código H) se sumarán los valores correspondientes a cada una.

- **Cantidad:** En función de la cantidad de residuo generado el año anterior a la presentación del estudio, expresado en toneladas, se seleccionará el valor correspondiente.

CANTIDAD	
Valor	Cantidad
10	> 100 Tm/año
8	Entre 50 y 100 Tm/año
4	Entre 10 y 50 Tm/año
2	Entre 1 y 10 Tm/año
0	< 1 Tm/año

Si para algún residuo resulta imposible la conversión a toneladas, se ajustará el baremo en la unidad de medida seleccionada, especificándolo en el apartado de Observaciones.

- **Coste/Gestión (€/Tm):** En función del coste de la gestión por tonelada de residuo se seleccionará el correspondiente valor.

COSTE DE GESTIÓN	
Valor	Coste
10	> 600 €/Tm
8	Entre 600 y 300 €/Tm
4	Entre 300 y 150 €/Tm
2	Entre 150 y 60 €/Tm
0	< 60 €/Tm

Establecimiento de prioridades de actuación	Capítulo 4
	Página 47

Al igual que en el caso anterior, si no es posible la conversión a toneladas, se ajustará el baremo en la unidad de medida seleccionada, especificándolo en el apartado de Observaciones.

- **Valor final:** se reflejará el resultado de sumar los valores obtenidos con los tres criterios.
- **Residuo Prioritario:** según el valor final obtenido se marcará con una “X” las casillas correspondientes a aquellos residuos que se van a considerar como prioritarios teniendo en cuenta el potencial de minimización, es decir las posibilidades y el grado de minimización del residuo que la empresa considere según su criterio.
- **Ratio de Referencia:** ratio correspondiente al año anterior al de presentación del estudio de minimización. Deben expresarse en términos relativos como ejemplo Tm de residuo/Unidades producidas., Tm de residuo/Tm producidas.
- **Observaciones:** Apartado destinado a la aclaración de algún punto en concreto o para la aportación de otros datos de interés.

Otra posible metodología de evaluación es la recogida en la tabla siguiente:

Criterio de jerarquización	P.E.	Valoración		
		1	5	10
Valor del indicador definido para cuantificar el residuo	3	El indicador <1	El indicador entre 1 y 10	El indicador >10 ó no se ha podido cuantificar
Grado de peligrosidad del residuo: Nº de componentes o códigos C	2	1	2	>2
Grado de peligrosidad del residuo: características o códigos H	2	1	2	>2
Existencia de procedimientos de actuación o prácticas de gestión	1	Sí	-----	No
Potencial de minimización a priori	2	< 3 opciones de minimización	3 opciones de minimización	> 3 opciones de minimización
Costes de gestión derivados	2	La gestión de residuos encarece el precio de la pieza menos de 0.01€	La gestión de residuos encarece el precio entre 0.01€ y 0.03€	La gestión de residuos encarece el precio de la pieza más de 0.06€

Establecimiento de prioridades de actuación	Capítulo 4
	Página 49

Para obtener la puntuación del residuo se sumarán los valores obtenidos por el residuo para cada criterio, multiplicados por el Peso Específico (P.E.) de cada criterio:

$$\text{Puntuación del Residuo} = \text{VCr}_1 * \text{PE}_1 + \text{VCr}_2 * \text{PE}_2 + \dots + \text{VCr}_n * \text{PE}_n$$

VCr_n = Valor del residuo según el criterio n.

PE = Peso Específico.

Una vez que conocemos la puntuación correspondiente a cada residuo podremos establecer el orden de prioridades en las acciones de minimización.

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

1 IDENTIFICACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE MINIMIZACIÓN

A la hora de estudiar las posibles alternativas de minimización se tendrá en cuenta la siguiente jerarquía de prioridades:

- Prevención de la generación del residuo.
- Reducción de la cantidad y/o peligrosidad del residuo generado.
- Reutilización, reciclado, valorización “in situ”.



Estas alternativas de minimización pueden estar basadas en:

- Cambios organizativos.
- Mejoras en el control y supervisión internos / Buenas Prácticas Operacionales.
- Modificaciones del proceso productivo.
- Cambios tecnológicos en el proceso.
- Reducción del consumo de materias primas / Sustitución de materias primas por otras de menor peligrosidad.
- Reutilización / Reciclaje / Valorización en planta (Recuperación de Materia Prima y/o Producto / Aprovechamiento de los Recursos).
- Reformulación de productos.

Todas las medidas propuestas, así como las actividades que las desarrollen perseguirán la consecución de los objetivos de minimización de la producción de residuos y su impacto ambiental.

Abordamos a continuación con mayor profundidad las distintas alternativas de minimización señaladas, así como el modo en que una empresa podría desarrollarlas en actividades concretas, estudiando su viabilidad y las posibilidades de su incorporación a corto plazo.

1.1 Cambios organizativos en la empresa

En este apartado se engloban las medidas organizativas que pueden asegurar un mayor control sobre la producción de residuos como son:

- Diseño detallado de la alternativa propuesta (proyecto revisado por todas las áreas de la empresa afectadas).
- Concentración del control y supervisión de las responsabilidades medioambientales en un único departamento.
- Definición de las responsabilidades medioambientales del resto de áreas.

Ejemplo práctico

Consideremos el caso de una empresa donde cada una de las áreas es responsable de los residuos que genera, empleando diferentes métodos para su cuantificación. Esto dificulta enormemente la elaboración de una estrategia de minimización de los residuos, ya que no es posible establecer comparaciones entre los datos obtenidos.

Medidas de minimización aplicadas	Resultados
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Designar a un trabajador que, conociendo todo el funcionamiento de la empresa, se ocupe de la gestión medioambiental de la misma y, en concreto, de la gestión de residuos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Al centralizarse la gestión de los residuos en una única persona ésta podrá tener una visión global de la producción de los mismos, de modo que le resulte más sencillo analizar las posibles interacciones de los distintos procesos implicados en la generación de residuos.

Alternativas de minimización	Capítulo 5
	Página 53

1.2 Mejoras en el control y supervisión internos/ Buenas Prácticas.

Las Buenas Prácticas deben implantarse antes que otras medidas que impliquen cambios tecnológicos, ya que sólo suponen la introducción de cambios en la operación de los procesos, lo que sí hace necesario un programa formativo destinado a los trabajadores.

- Desarrollo e implantación de un Sistema de Gestión Ambiental.
- Realización de un inventario de los residuos producidos en la planta, identificando y caracterizando correctamente todos los existentes.
- Correcta gestión de los nuevos residuos identificados.
- Elaboración de un procedimiento de control sobre la producción de residuos, para su adecuada gestión, incluyendo todas las operaciones implicadas: etiquetado, clasificación, envasado, almacenamiento, eliminación.
- Elaboración de instrucciones para la gestión interna de residuos que asegure la correcta realización de actividades incluidas en la misma.
- Cambio de la organización del almacenamiento de residuos y sustitución del almacén de residuos líquidos actual por otro cuya construcción garantice la minimización del riesgo medioambiental.
- Aumento del control e inspección sobre las actividades ambientales.
- Concienciación y formación ambiental específica en el tratamiento de residuos peligrosos para el personal.
- Adecuación y mejora de almacenamiento de productos químicos y materias primas.

Ejemplo práctico

Una empresa productora de residuos peligrosos que no puede realizar grandes inversiones destinadas a la minimización de los mismos, detecta que la mayor parte de ellos aparecen como consecuencia de:

- Materias primas y auxiliares caducadas en los almacenes.
- Materiales defectuosos en el aprovisionamiento.
- Incorrecta manipulación y almacenamiento de los residuos.

Medidas de minimización aplicadas	Resultados
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Devolución al proveedor de los materiales defectuosos en el momento de la recepción. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se evita que productos que de partida son inutilizables deban ser gestionados como residuos.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Realización de inventarios en los almacenes, de modo que se garantice la rotación de stock, y ajuste de la compra de materias primas a las necesidades reales de la empresa. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se evita que las materias primas (o auxiliares) lleguen a caducar al controlar que se empleen en primer lugar aquellas que han entrado antes al almacén y evitar, por otra parte, acumulaciones innecesarias de las mismas.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Formación de los empleados en materia de residuos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se facilita que los empleados realicen una correcta recogida, manipulación y almacenamiento de los residuos.

Con la implantación de estas medidas, que no suponen un desembolso económico importante, se consigue reducir considerablemente el volumen de residuos generado. Además, su adecuada segregación facilita su posterior valorización y permite reducir los costes asociados a su gestión.



Almacenamiento de Residuos Peligrosos

1.3 Modificaciones del Proceso Productivo

Entre las medidas que implican una modificación del proceso productivo se encuentran:

- Desarrollo de un proyecto de mejora del proceso de fabricación y empaquetado.
- Aumento del tamaño del lote de fabricación.
- Aumento del tamaño de los envases.
- Aumento del número de lote por campaña.

Ejemplo práctico

Una empresa que aplica pintura en sus propios productos, decide centrar sus esfuerzos en reducir los residuos que se generan en esa área de producción.

Medidas de minimización aplicadas	Resultados
<ul style="list-style-type: none"> Actuar con precisión cuando se realiza la dosificación en el dispersor. 	<ul style="list-style-type: none"> Reducción de la generación de residuos debido a mezclas incorrectas
<ul style="list-style-type: none"> Utilizar tanques diferenciados para cada tipo de color. 	<ul style="list-style-type: none"> Reducción de los residuos de disolvente procedentes de la limpieza de los tanques. Reducción del coste de gestión de los disolventes usados.

1.4 Cambios Tecnológicos en el Proceso

Para las medidas que requieran cambios tecnológicos y la instalación de nuevos elementos es necesario establecer un calendario de implantación del proyecto y verificación del cumplimiento, que incluya la inversión necesaria.

Este calendario debe contener las siguientes etapas:

- 1) Diseño detallado del proyecto de implantación de la alternativa propuesta.
- 2) Revisión por las diferentes áreas de la empresa afectadas por el proyecto.
- 3) Preparación de los contratos para los proveedores, definiendo las especificaciones técnicas de la maquinaria y la obra civil, plazo, etc.
- 4) Selección de proveedores y constructores.
- 5) Establecimiento de garantías de nuevos equipos e instalaciones.
- 6) Control de la instalación de los nuevos equipos.
- 7) Formación del personal de producción y mantenimiento.

En algunos casos la formación es proporcionada por el proveedor de los equipos, siendo en otros casos aportada por los técnicos de la empresa. Dado que la puesta en marcha es siempre delicada, los nuevos procesos pueden requerir un ajuste gradual hasta alcanzar las condiciones óptimas de trabajo.

En general, para todas las medidas debe establecerse un programa de implantación, teniendo en cuenta: **responsables, plazos, inversiones.**

Cuando se detecta la necesidad de incorporar cambios tecnológicos que permitan la reducción de rechazos durante la producción, ya que éstos constituyen una parte importante de los residuos generados en la empresa, se puede optar por distintas alternativas:

- Sustitución del motor principal de la máquina principal.
- Puesta en marcha de un sistema para la determinación de humedad en producto a granel.
- Puesta en marcha de un sistema de rechazo de materias primas defectuosas.
- Climatización del almacén para el mantenimiento de la temperatura en un rango adecuado.
- Optimización del sistema de transporte de materias primas por la planta.
- Instalación de registros automáticos para reforzar el control de operaciones clave.
- Validación de las líneas de producción.
- Adquisición de una nueva máquina para el acondicionamiento del producto.
- Informatización del sistema de empaquetado del producto terminado.
- Seguimiento mediante estudios de estabilidad para los diferentes productos comercializados, con el fin de incrementar la fecha de validez, reduciendo así las devoluciones de los clientes finales.
- Supervisión de la instalación del nuevo equipo.

Ejemplo práctico

Un taller de chapa y pintura genera una elevada cantidad de residuos peligrosos debido a la gran variedad de pinturas que debe emplear, las cuales son adquiridas en envases de pequeño tamaño.

Medidas de minimización aplicadas	Resultados
<ul style="list-style-type: none"> Adquisición de una máquina mezcladora informatizada que dosifica y formula la cantidad justa de pintura y el color deseado a partir de unos colores estándar básicos que se suministran en envases de mayor tamaño. 	<ul style="list-style-type: none"> Reducción del consumo de materia prima (pinturas). Reducción del volumen de envases que deben ser gestionados como residuos peligrosos. Reducción del volumen de pintura que debe ser gestionada como residuo peligroso por quedar inutilizable.

1.5 Sustitución de materias primas

La alternativa de sustituir unas materias primas por otras sólo es aplicable en situaciones muy específicas, pero en estos casos constituye un sistema de minimización muy eficaz pues en muchas ocasiones, además de reducir los residuos y emisiones peligrosas generadas, también disminuye la peligrosidad de los productos elaborados. Este aspecto constituirá en el futuro un excelente factor de competitividad comercial.

Se trata de buscar materias primas y/o auxiliares que presenten alguna de estas características:

- Un periodo de vida útil superior.
- Menor peligrosidad (sin metales pesados, sin halógenos, sin sustancias cancerígenas).
- Mayor grado de biodegradabilidad.
- Mayor aptitud para el reciclado cuando se conviertan en residuo.

- ➡ Ausencia de embalajes superfluos.

Ejemplo práctico 1

Siguiendo con el ejemplo planteado en el anterior apartado sobre un taller de chapa y pintura, vamos a ver como se puede lograr la minimización de los residuos generados mediante el cambio de las materias primas empleadas.

Medidas de minimización aplicadas	Resultados
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sustitución de pinturas al disolvente por pinturas al agua. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Disminución de la peligrosidad de los residuos. ▪ Exceso de pulverizado reciclable.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sustitución de las pinturas al disolvente por pinturas en polvo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reducción de la generación de residuos, ya que la pintura no depositada es reciclable. ▪ Eliminación de disolventes.

Ejemplo práctico 2

En segundo lugar vamos a considerar el caso de una empresa en la que existe una sección de mecanizado donde se realizan operaciones de taladrado, fresado y rectificado de piezas de acero. Dichas operaciones se realizan aplicando chorros de taladrinas con el objeto de refrigerar y/o lubricar la zona de contacto entre la herramienta utilizada y la pieza sobre la que se está trabajando. Además las taladrinas producen un arrastre de las virutas que se forman.



Taladrinas. Fuente: IHOBE

Medidas de minimización aplicadas	Resultados
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sustitución del fluido empleado por otro cuya vida útil sea más larga. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ahorro en la adquisición de materias primas. ▪ Disminución del volumen de residuos generados. ▪ Reducción en las necesidades de mantenimiento.

1.6 Recuperación de Material y/o Producto/ Aprovechamiento de los Recursos

Tras analizar las posibilidades de reducción en origen para un determinado flujo, si no se han identificado alternativas que parezcan viables, deben estudiarse las opciones de reciclaje y recuperación “in situ”. Así podremos por ejemplo:

- ➔ Destinar un empleado para la recuperación de producto en las líneas de empaquetado.
- ➔ Reutilizar los envases de materias primas para envasar los residuos.
- ➔ Buscar acuerdos con el proveedor para que se haga cargo de los envases de suministro, de forma que se responsabilice de la gestión de los mismos.
- ➔ Cambiar de proveedores, buscando aquellos que tengan establecidos sistemas de reutilización de envases.

Ejemplo práctico

Una empresa de carpintería metálica fabrica estructuras metálicas, las cuales pinta mediante pistolas de pulverización una vez terminadas. Debido a los cambios de color estas pistolas deben ser limpiadas frecuentemente con un disolvente, lo cual implica la generación de un volumen de disolvente sucio importante que debe ser gestionado como residuo peligroso.

Medidas de minimización aplicadas	Resultados
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reutilización del disolvente. <p>El disolvente utilizado en la limpieza de las pistolas es almacenado en grandes bidones donde, al estar en reposo varios días, las partículas caen al fondo del bidón por gravedad. La capa superior del disolvente queda por tanto más limpia y puede volver a utilizarse para un primer aclarado de los equipos de pintura.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reducción de las compras de disolvente nuevo. ▪ Reducción del volumen de disolvente que debe ser gestionado como residuo.

1.7 Cambios en la Gestión externa de residuos

Si, tras analizar las alternativas para la reducción en origen de un determinado residuo, no se ha identificado ninguna que parezca viable y no queda otra opción que gestionarlo externamente, será preciso seleccionar la mejor opción para ello atendiendo al siguiente orden de prioridades:

- Reutilización.
- Reciclaje.
- Valorización energética.
- Eliminación.

Para ello es aconsejable recurrir a:

- Realización de auditorías a los gestores de residuos con el objeto de evaluar el tratamiento recibido por los residuos de la empresa.
- Revisión de la identificación y caracterización de los residuos para optimizar su gestión externa.
- Buscar sistemas que permitan la valorización externa de los residuos.

Ejemplo práctico

Desde el año 2006 existe la prohibición de depositar neumáticos troceados en vertedero. Una empresa de automoción que genera grandes cantidades este tipo de residuo debe buscar entonces alternativas para la adecuada gestión del mismo.

Medidas de minimización aplicadas	Resultados
<ul style="list-style-type: none"> Introducción del caucho en un proceso de fabricación de pavimentos de parques infantiles, guarderías, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> Sustitución de la eliminación del residuo por su reciclaje. Reducción de los costes de gestión de residuos. Se pasa de pagar por gestionar el residuo a obtener un beneficio económico.
<ul style="list-style-type: none"> Empleo del caucho como combustible en una planta de cemento. 	<ul style="list-style-type: none"> Sustitución de la eliminación del residuo mediante depósito en vertedero por su valorización energética. Reducción de los costes de gestión de residuos.

2 SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA DE MINIMIZACIÓN

Una vez establecidas las posibles alternativas existentes para lograr la minimización de los residuos, el siguiente paso será determinar cuales es la más adecuada para su implantación en la empresa.

El análisis de las distintas alternativas de minimización deberá tener en cuenta la viabilidad técnica, económica y ambiental de las mismas. Los criterios elegidos para la valoración de la viabilidad deberán ser lo más exhaustivos posibles, aunque la disponibilidad de datos exactos para llevar a cabo dicha valoración pueda no ser la adecuada. La implantación de Sistemas de Gestión Ambiental puede generar la información necesaria, permitiendo realizar análisis de viabilidad más precisos,

orientando la minimización de los residuos de una forma mucho más eficiente. En cualquier caso, podría establecerse una valoración cualitativa en función de la información disponible.

Los criterios de viabilidad a emplear pueden ser técnicos, económicos y ambientales.

➤ **Viabilidad Técnica**

Estudiar la viabilidad técnica de una determinada alternativa para la minimización de residuos determinará si ésta funcionará en cierto caso concreto.

Entre los aspectos a considerar en el análisis de la viabilidad técnica podemos enumerar los siguientes:

- Reducción esperada de residuos.
- Impacto de los cambios sobre la calidad del producto.
- Flexibilidad del nuevo proceso de cara a la producción.
- Espacio necesario para los procesos propuestos de reciclaje, recuperación, tratamiento.
- Tiempo necesario para la instalación.
- Posible caída de la producción durante el período de instalación.
- Tecnología propuesta suficientemente contrastada.
- Mantenimiento necesario y preparación del personal que ha de realizarlo.
- Grado de especialización que deben tener los operarios, así como la formación necesaria.
- Implicaciones legales o administrativas de los cambios y adaptación a futuras normativas.
- Indicadores que ayuden a medir los resultados esperados.

Se considerarán las categorías indicadas a continuación, a las que se adjudicarán respectivamente 20, 15, 10 ó 5 puntos:

- **Viable a Corto Plazo:** la mejora propuesta es viable en el momento actual ya que no requiere cambios significativos en el proceso de producción y la tecnología necesaria para introducirlos se encuentra disponible. **20 puntos**
- **Viable a Medio Plazo:** mejoras cuya introducción es factible por encontrarse disponibles los medios para su establecimiento pero que requieren una reestructuración del proceso productivo. **15 puntos**
- **Viables a Largo Plazo:** son aquellas medidas que requieren de modificaciones del proceso productivo y/o cuya tecnología se encuentra en desarrollo o con una disponibilidad baja en el mercado, por lo que no pueden ser llevadas a cabo a corto/medio plazo. **10 puntos**
- **No Viables:** mejoras que implican cambios drásticos del proceso productivo, la ubicación de la planta y/o cuya tecnología no se encuentra disponible ni se está desarrollando en el momento actual. **5 puntos**

➤ Viabilidad Económica

El objetivo que se persigue con una evaluación económica es lograr un análisis de rentabilidad de cada una de las opciones seleccionadas, comparando la inversión necesaria con los ahorros y costes extra que se derivan de la implantación de la medida. Para el análisis de la rentabilidad se emplean parámetros, tales como:

- Inversión necesaria.
- Subvenciones y deducciones fiscales.
- Período de retorno, es el tiempo, en años, que se tarda en recuperar la inversión inicial gracias al ahorro que se obtiene con la aplicación de la nueva medida. La fórmula que se aplica para su cálculo es:

$$PR = \frac{\text{Inversión}}{(C - N)}$$

Donde:

Inversión = Coste de la medida aplicada (€)

C = Coste anual de la situación actual (€/ año)

N = Coste anual de la nueva situación (€/año)

- Tasa interna de Retorno (TIR): representa el tipo de interés que se percibe durante la vida de la inversión por la inmovilización del capital invertido.
- Valor Actual Neto (VAN): representa cuánto dinero se obtiene, en moneda actual, con la inversión considerada, y se calcula restando a ésta la suma de todos los flujos de caja extra anuales actualizados.

Se valoran con 15, 10 y 5 puntos las siguientes categorías:

- **Altamente Viable:** introducción de mejoras que no requieren inversión económica o cuya implantación redunda en un beneficio económico directo sobre la empresa. **15 puntos**
- **Viable:** introducción de mejoras que requieren una inversión de capital asumible por la empresa y que podrá ser amortizada en un plazo razonable de tiempo. **10 puntos**
- **Inviabile:** toda aquella mejora que suponga desembolsos económicos no asumibles por la empresa. **5 puntos**

Al analizar la rentabilidad hay que considerar períodos de tiempo largos, superiores a 5 años. En equipos nuevos, se debe tomar como período de tiempo la vida útil de los mismos. El período de retorno de la inversión debe ser el menor posible, de 3 a 5 años.

➤ Viabilidad Ambiental

Se asignan 15, 10 y 5 puntos, respectivamente a las siguientes categorías:

- **Favorable al medio ambiente:** mejoras que redundan en un comportamiento de la empresa más respetuoso con el medio ambiente y suponen una reducción directa del impacto ambiental de sus actividades. **15 puntos**
- **Ambientalmente indiferente:** alternativas que no suponen ningún tipo de cambio en el impacto ambiental de la empresa. **10 puntos**

Alternativas de minimización	Capítulo 5
	Página 66

- **Desfavorable al medio ambiente:** cambios en las actividades que intensifican los impactos ambientales o suponen una modificación.
5 puntos

Cuando una medida de minimización quede englobada dentro de alguna de las categorías de mínima puntuación dentro de cualquiera de los grupos de viabilidad, se desestimarán su posible establecimiento a corto plazo como opción válida para la minimización de residuos.

Se considerarán como viables, con posibilidad de establecimiento a corto/medio plazo, todas aquellas medidas de minimización que obtengan una puntuación mayor de 40 puntos como suma de las recibidas en los distintos grupos de valoración.

Cada empresa puede adaptar el sistema de valoración propuesto a sus necesidades, dando más o menos peso a los diferentes aspectos a tener en cuenta, e incluyendo, si así lo estima oportuno, nuevos criterios de valoración como pueden ser los beneficios indirectos que pueden derivarse de la medida considerada: mejora de la imagen del producto o la empresa, mejoras en las relaciones con el entorno, disminución de riesgo de accidentes, mejora de la calidad de trabajo de los trabajadores, etc.

CAPÍTULO 6

IMPLANTACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL ESTUDIO DE MINIMIZACIÓN

1 PROGRAMA DE MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS

Una vez seleccionadas y aprobadas las medidas de minimización que se estimen más adecuadas, es preciso definir un Programa de Minimización para llevar a cabo su implantación.

Dicho Programa debe contener una serie de puntos clave como son:

- **Objetivos de minimización**, indicando en cada caso las medidas a implantar para alcanzarlos.

Estos objetivos dependerán de muchos factores, pero deberán ser:

- Consistentes con el resto de los objetivos de la empresa.
- Flexibles, para poder adaptarlos a una realidad cambiante.
- Cuantificables, para poder conocer hasta que punto se alcanzan.
- Comprensibles para todos los empleados.
- Alcanzables en un plazo razonable con los medios materiales y humanos que se van a dedicar.

- **Metas** a llevar a cabo para alcanzar dichos objetivos

En este sentido podemos establecer:

- Una relación de las fases o actuaciones a desarrollar para la implantación de cada medida de minimización.
- Un porcentaje de reducción o un valor determinado al que se quiere llegar en un determinado espacio de tiempo.

- **Responsables.**

Se deben fijar las personas encargadas de llevar a cabo:

- Las diversas actuaciones necesarias para la implantación de las medidas de minimización seleccionadas.
- El seguimiento de los resultados obtenidos.

➤ Recursos necesarios

Se indicarán los medios necesarios para acometer las metas que conduzcan a la correcta implantación de las medidas de minimización, tanto a nivel técnico como económico y/o humano.

- Medios Técnicos: nuevos equipos, instalaciones, adaptación de procesos productivos e investigación,...
- Medios Humanos: dedicación de personal a tareas relacionadas con la minimización de residuos, necesidades de formación,...
- Medios Económicos: costes monetarios, inversiones para la implantación de las medidas de minimización,...

Es importante establecer la cuantía de las partidas a invertir en cada caso, de modo que puedan ser integradas en las previsiones presupuestarias de la empresa durante los años siguientes, garantizando así la implantación de las distintas medidas aprobadas.

➤ Plazos de ejecución

Se han de fijar las fechas límite para alcanzar cada una de las metas establecidas, lo que permitirá verificar el grado de consecución de los objetivos de minimización marcados.

Toda esta información puede resumirse en una tabla como la que se recoge a continuación:

Objetivos	Medidas	Acciones (Metas)	Responsable	Recursos	Plazo de ejecución	Fecha Fin

En el caso de medidas de minimización que se basen en cambios tecnológicos, requiriendo la instalación de nuevos equipos, se pueden establecer las siguientes fases:

- Diseño detallado del proyecto.
- Revisión por los distintos departamentos afectados por el mismo.
- Solicitud de presupuesto a los proveedores.
- Estudio de los presupuestos presentados y selección de los proveedores y constructores, obteniendo las garantías pertinentes respecto de los nuevos equipos e instalaciones.
- Ejecución de los trabajos.
- Definición de nuevos procedimientos y programas de trabajo, asignando las responsabilidades pertinentes.
- Formación del personal de producción y mantenimiento. En muchas ocasiones, la formación la proporciona el proveedor de los equipos, sino deberán darla los técnicos de la empresa.

En cualquier caso el inicio de las operaciones siempre será delicado ya que los procesos requieren un ajuste gradual para alcanzar las condiciones óptimas de trabajo.

2 SEGUIMIENTO Y REVISIÓN DEL PROGRAMA DE MINIMIZACIÓN

Es preciso realizar un seguimiento periódico del Programa de Minimización con el fin de garantizar que éste llegue a buen fin, cumpliéndose los objetivos de minimización previstos. Hemos de tener en cuenta que, en ocasiones, una buena alternativa de minimización puede acabar fracasando debido a la falta de una adecuada supervisión, que venza la resistencia inicial a los cambios presente en cualquier organización.

Si durante este seguimiento se detectan desviaciones o incumplimientos respecto del Programa de Minimización original (costes previstos, metas, plazos de ejecución,...) se deberá:

- Investigar las causas de estas desviaciones.
- Establecer las medidas correctoras pertinentes.
- Revisar y actualizar el Programa de Minimización adaptándolo a la realidad.

Además de detectar las posibles desviaciones respecto al Programa original, el control y supervisión periódicos de los resultados obtenidos nos permitirá:

- Justificar ante la Dirección la eficacia de las inversiones realizadas, facilitando de este modo que se pueda proseguir con los planes de minimización.
- Mantener la motivación de los empleados: que puedan comprobar que el plan funciona y que sus esfuerzos permiten obtener resultados.
- Controlar los posibles impactos negativos que las medidas de minimización implantadas pudieran conllevar, como el aumento o aparición de otros residuos o las posibles dificultades operacionales que puedan surgir en la aplicación de nuevos procedimientos.

2.1 Métodos para medir la minimización

Medir los resultados obtenidos en la implantación de un estudio de minimización no siempre es fácil. Aunque existen diferentes métodos para hacerlo, ninguno está exento de dificultades, ni resulta aplicable en todos los casos.

A continuación se citan los métodos más utilizados para medir la minimización, algunos de los cuales pueden usarse conjuntamente para mejorar la información obtenida.

➤ Medida de los residuos generados

De forma general esta información es fácil de obtener, sobre todo cuando hablamos de resultados globales a nivel de toda la planta. En ciertos casos, este sistema debe completarse con un análisis de los residuos, pues no tiene en cuenta los cambios que puedan producirse en cuanto a la peligrosidad de los mismos.

Por otra parte, un aumento o disminución de la producción influye notablemente en la generación de residuos.

En las plantas donde las operaciones de mantenimiento se realizan a intervalos de tiempo largos, hay que diferenciar claramente los residuos que se generan

en el proceso de producción de los procedentes de las operaciones de mantenimiento. En caso contrario, los resultados que se obtengan minimizando algunos flujos pueden aparecer muy distorsionados por los restantes residuos.

➤ **Medida de los materiales utilizados**

Se basa en controlar con precisión las compras de materiales, centrándose por lo general en los productos peligrosos. De esta forma es posible conocer cómo disminuye la peligrosidad de los productos elaborados así como de los residuos, y se puede controlar la sustitución de materias primas.

Este sistema resulta especialmente útil para controlar determinadas decisiones globales que afectan a toda la planta, como por ejemplo en el caso de que se decida eliminar por completo el uso de determinados disolventes.

➤ **Variación en la generación de determinados compuestos químicos o contaminantes**

Este sistema exige un control muy preciso de los residuos que se generan y su análisis sistemático, por lo que resulta caro y de difícil aplicación en numerosas empresas.

➤ **Control de los cambios de producción**

Se trata de determinar las variaciones en la producción para asociar los cambios anteriores a los productos fabricados. Esto puede llegar a ser muy complejo debido a las múltiples variables que intervienen: tipo de producto fabricado, calidad, cambios en la vida del producto, precio, etc.

Este método es de gran importancia y se usa conjuntamente con cualquiera de los anteriores.

Sólo cuando las medidas de minimización se orientan a suprimir por completo el empleo de un determinado material o la generación de un residuo dado, el control de producción es irrelevante.

➤ **Medida a nivel de proceso**

Trata de medir los residuos en un proceso dado. Es idóneo cuando se quieren medir los progresos de cambios específicos en un proceso y éste está claramente definido. Pero con frecuencia los procesos están interrelacionados y resulta difícil obtener datos individualizados para cada uno de ellos.

2.2 Indicadores para el seguimiento del Programa de Minimización

El seguimiento de los objetivos y metas recogidos en el Programa de minimización se realizará a través del establecimiento de una serie de indicadores que serán definidos por cada empresa en función de cómo quiera medir de la minimización. En la mayoría de las ocasiones estos indicadores coinciden con las unidades de referencia establecidas durante la etapa de identificación de los residuos generados.

Es importante destacar que, siempre que sea posible, no tomaremos como indicadores cantidades absolutas sino la ratio respecto algún dato relacionado con la producción. Esto es así ya que, por ejemplo, la disminución en la producción de un determinado residuo puede deberse realmente a la efectividad de las medidas de minimización implantadas, pero también a que ha disminuido la producción y en consecuencia se genera menos cantidad del mismo.

Habitualmente estos indicadores consideran los resultados referidos a la totalidad de la planta, debido a las dificultades que puede entrañar la aplicación de los mismos a un proceso concreto. Sin embargo no debemos obviar el hecho de que, cuanto mayor sea el grado de detalle a la hora de establecer estos indicadores, tanto a nivel de proceso como de residuos, mayor será nuestra capacidad para detectar posibles desviaciones.

Por otra parte, resulta muy recomendable el empleo de gráficos que nos faciliten el estudio de la evolución de estos indicadores en función del tiempo.

A continuación vamos a ver ejemplos de algunos de estos indicadores:

➡ Residuos totales generados:

- Kg de residuos/Tm de producto
- Kg de residuos/Kw·h producido
- Etc.

➡ Residuos peligrosos generados

- Kg de residuos peligrosos /Tm de producto
- Kg de residuos peligrosos/nº de piezas procesadas
- Etc.

➤ Residuos no peligrosos generados (por residuo)

- Kg de vidrio/Tm de producto
- Kg de plástico / nº de piezas procesadas
- Etc.

➤ Residuos peligrosos generados (por residuos)

- Kg de aceites usados / nº de piezas procesadas
- Kg de tubos fluorescentes / Tm de producto
- Etc.

➤ Tasa de reciclado, expresada como el porcentaje de residuos que se recicla respecto del total de residuos generados.

ANEXO

MARCO LEGISLATIVO

1 NORMATIVA COMUNITARIA EUROPEA

La gestión de residuos en la Unión Europea, se fundamenta entre otros Principios en el "Principio de Prevención", que establece que la producción de residuos debe evitarse, o al menos reducirse, en lo posible, ya que aquel residuo que no se produce no tiene que ser eliminado.

Una buena gestión de residuos incluye por tanto operaciones orientadas a la minimización en el origen.

De entre la normativa comunitaria referida al ámbito de los residuos podemos destacar:

- **Resolución del Consejo, de 7 de Mayo de 1990 sobre la política en materia de residuos**
- **Resolución del Consejo, de 24 de Febrero de 1997**, sobre una estrategia comunitaria de gestión de residuos.
- **Directiva 2006/12/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo de 5 de abril de 2006 relativa a los residuos, por la que se deroga la **Directiva 75/442/CEE** relativa a los residuos.

Establecen lo que se conoce como "Principio de Jerarquía" en la gestión de los residuos, según el cual la eliminación de los mismos es la última opción en el diseño de un correcto sistema de gestión de residuos, después, y por este orden, de la prevención, la reutilización, el reciclaje y la valorización energética de los residuos.

- **Directiva 94/31/CE** del Consejo por la que se modifica la Directiva 91/689/CEE relativa a los residuos peligrosos.
- **Directiva 1999/31/CE**, del Consejo, de 26 de Abril, relativa al vertido de residuos.

Se establece en respuesta a algunos de los compromisos asumidos por la Unión Europea en el V Programa Comunitario de actuación en materia de medio ambiente y desarrollo sostenible, con la intención de regular, de una forma rigurosa, la eliminación de los residuos mediante su depósito en vertedero.

- **Decisión 2003/33/CE del Consejo**, de 19 de Diciembre de 2002, por la que se establecen los criterios y procedimientos de admisión de residuos en los vertederos con arreglo al Artículo 16 y al Anexo II de la directiva 1999/31/CEE
- **Directiva 86/278/CEE** del Consejo, de 12 de junio de 1986, relativa a la protección del medio ambiente y, en particular, de los suelos, en la utilización de los lodos de depuradora en agricultura
- **Reglamento 259/1993, del Consejo, de 1 de Febrero de 1993** relativo a la vigilancia y control de los traslados de residuos en el interior y a la entrada y salida de la Comunidad Europea. Modificado por el **Reglamento 120/1997, del Consejo, de 20 de Enero de 1997**.

Toma como básicos los Principio de Proximidad, Prioridad de la Valorización y Autosuficiencia, establecidos por la Directiva 75/442/CEE.

- **Lista Europea de residuos**, aprobada mediante **Decisión de la Comisión 2000/532/CE, de 3 de Mayo de 2000** que sustituye a la **Decisión 94/3/CE** por la que se establece una lista de residuos de conformidad con la letra a) del artículo 1 de la Directiva 75/442/CEE del Consejo relativa a los residuos y a la **Decisión 94/904/CE** del Consejo por la que se establece una lista de residuos peligrosos en virtud del apartado 4 del artículo 1 de la **Directiva 91/689/CEE** del Consejo relativa a los residuos peligrosos
- La Decisión 2000/532/CE de la Comisión ha sido modificada a su vez por las **Decisiones 2001/118/CE** de la Comisión, de 16 de Enero y **2001/119/CE** de la Comisión, de 22 de Enero de 2001 y por la **Decisión 2001/ 573/CE** del Consejo, de 23 de Julio.
- **Directiva 2000/53/CE del Parlamento Europeo y del Consejo**, de 18 de Septiembre de 2000, relativa a los vehículos al final de su vida útil.
- **Directiva 2000/76/CE del Parlamento Europeo y del Consejo**, de 4 de Diciembre de 2000, relativa a la incineración de residuos. Deroga la Directiva 94/67/CE, relativa a la incineración de residuos peligrosos.
- **Directiva 94/62/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de Diciembre de 1994, relativa a envases y residuos de envases.
- **Directiva 2004/12/CE del Parlamento Europeo y del Consejo**, de 11 de Febrero de 2004, por la que se modifica la Directiva 94/62/CE relativa a los envases y residuos de envases.

- **Directiva 2002/96/CE del Parlamento Europeo y del Consejo**, de 27 de Enero de 2003, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Modificada por la **Directiva 2003/108/CE**.

El objetivo de esta Directiva, es prevenir la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) y fomentar la reutilización, el reciclado y otras formas de valorización de dichos residuos, a fin de reducir su eliminación.

Asimismo se pretende mejorar el comportamiento ambiental de todos los agentes que intervienen en el ciclo de vida de los aparatos eléctricos y electrónicos.

2 NORMATIVA ESTATAL

- **Ley 10/1998**, de Residuos

Esta Ley establece por primera vez en España un marco normativo básico, regulador de todos los residuos, sobre el cual se irán desarrollando nuevos reglamentos para cada tipología de residuo.

Se plantea un triple objetivo con la finalidad de proteger el medio ambiente y la salud de las personas:

- 1) Establecer el régimen jurídico básico de la producción y gestión de residuos.
- 2) Prevenir la producción de residuos y fomentar, por este orden, su reutilización, reciclado, así como otras formas de valorización.
- 3) Regular los suelos contaminados.

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

Aunque la Ley 20/1986 ha sido derogada, este Real Decreto sigue vigente, según lo dispuesto en la Ley 10/1998, de Residuos.

En él se regulan las actividades de producción y gestión de residuos peligrosos, el control y seguimiento de los citados residuos, y las responsabilidades, infracciones y sanciones que puedan derivarse del inadecuado ejercicio de dichas actividades

- ⇒ **Real Decreto 952/1997**, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, básica de residuos tóxicos y peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988.

Modifica y completa determinados aspectos del Real Decreto 833/1988.

Cabe destacar que, en su Disposición Adicional 2ª, este Real Decreto establece la obligación por parte de los productores de residuos peligrosos de elaborar y presentar ante la Comunidad Autónoma donde tengan ubicadas sus instalaciones un **estudio de minimización de residuos** por unidad producida, comprometiéndose a una reducción de los mismos en la medida de sus posibilidades, con una periodicidad cuatrienal

Aunque hace referencia expresa a la minimización de residuos peligrosos ésta también deberá hacerse extensible a los residuos no peligrosos, en este caso dirigida a una reducción de su cantidad.

Este Real Decreto no establece estrictamente en qué debe consistir dicho Estudio de Minimización, no obstante, sobre la base del mismo algunas Comunidades Autónomas han regulado su contenido.

- ⇒ **Orden MAM/304/2002**, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la Lista Europea de Residuos.

Deroga la Resolución de 17 de Noviembre de 1998, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental por la que se publica el Catálogo Europeo de Residuos (CER), aprobado mediante Decisión 94/3/CE, de la Comisión, de 20 de Diciembre de 1993.

La Lista Europea de Residuos que aparece recogida en esta norma es una relación armonizada de residuos con la que se pretende facilitar la caracterización de éstos a partir de su origen y naturaleza, sin necesidad de recurrir a análisis más complicados.

- ⇒ **Ley 16/2002**, de prevención y control integrados de la contaminación (IPPC).

Incorpora al ordenamiento interno español la Directiva 96/61/CE, la cual supedita la puesta en marcha de las instalaciones incluidas en su ámbito de aplicación a la obtención de un permiso escrito, que deberá concederse de forma coordinada cuando en el procedimiento intervengan varias autoridades competentes.

A estos efectos, el control integrado de la contaminación descansa fundamentalmente en la autorización ambiental integrada, una nueva figura de intervención administrativa que sustituye y aglutina al conjunto disperso de autorizaciones de carácter ambiental exigibles hasta el momento.

También regula los mecanismos de intercambio de información entre el Ministerio de Medio Ambiente y las Comunidades Autónomas sobre las principales emisiones contaminantes y sus focos y sobre las mejores técnicas disponibles, con la finalidad de conseguir una mejor aplicación de la Ley y de elaborar un inventario estatal de emisiones que tendrá que enviarse a la Comisión Europea de conformidad con lo establecido en la normativa comunitaria.

Las instalaciones existentes disponen de un período de adaptación que se extiende hasta el 30 de Octubre de 2007.

➤ **Ley 11 /1997**, de envases y residuos de envases, modificada por la Disposición adicional séptima de la Ley 10/1998, de 21 de Abril, de residuos, ha sido desarrollada reglamentariamente por el **Real Decreto 782/1998** de 30 de Abril y por la **Orden de 27 de Abril de 1998** del Ministerio de Medio Ambiente.

➤ **Real Decreto 1481/2001, de 27 de Abril**, por el que se regula la eliminación de residuos mediante su depósito en vertedero.

Incorpora al ordenamiento interno español la Directiva 1999/31/CE, del Consejo, de 26 de Abril, relativa al vertido de residuos, estableciendo el régimen jurídico aplicable a las actividades de eliminación de residuos mediante su depósito en vertederos. Asimismo, delimita los criterios técnicos mínimos para su diseño, construcción, explotación, clausura y mantenimiento.

➤ **Real Decreto 1378/1999, de 27 de Agosto**, por el que se establecen medidas para la eliminación y gestión de los PCB, PCT y aparatos que lo contengan. Modificado por el Real Decreto 228/2006.

Establece un nuevo régimen sobre la eliminación progresiva de los PCB, bien de forma directa, incluyendo la eliminación de los aparatos que los contengan, o bien mediante su descontaminación.

De conformidad con la normativa comunitaria, se fija el año 2010 como plazo máximo para llevar a cabo dicha descontaminación o eliminación, con la excepción de los transformadores eléctricos débilmente contaminados, que podrán estar operativos hasta el final de su vida útil.

- **Real Decreto 653/2003**, sobre incineración de residuos.
- **Real Decreto 2224/1993**, sobre normas sanitarias de eliminación y transformación de animales muertos y desperdicios de origen animal y protección frente a agentes patógenos en piensos de origen animal.
- **Real Decreto Ley 4/2001**, sobre el régimen de intervención administrativa aplicable a la valorización energética de harinas de origen animal procedentes de la transformación de despojos y cadáveres de animales.
- **Real Decreto 221/2001**, por el que se modifica el Real Decreto 1911/ 2000, de 24 de Noviembre, por el que se regula la destrucción de los materiales especificados de riesgo en relación con las encefalopatías espongiformes transmisibles.
- **Real Decreto 45/1996**, por el que se regulan diversos aspectos relacionados con las pilas y los acumuladores que contengan determinadas materias peligrosas.
- **Real Decreto 261/1996, de 16 de Febrero** sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias.
- **Real Decreto 1383/2002, de 20 de Diciembre**, sobre gestión de vehículos al final de su vida útil.

Incorpora al derecho interno la Directiva 2000/53/CE.
- **Real Decreto 208/2005, de 25 de Febrero**, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos. (RAEE)
- **Real Decreto 1619/2005, de 30 de Diciembre** sobre la gestión de neumáticos fuera de uso.
- **Real Decreto 679/2006** por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados. Deroga la Orden de 28 de Febrero de 1989 que regula la gestión de aceites usados.

3 PLANES NACIONALES DE RESIDUOS

➤ **Borrador del Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR), (2007-2015)**

Este Plan recoge de forma bastante detallada los resultados cosechados por los diversos planes de gestión existentes para diferentes clases de residuos especiales que han expirado a fin de 2006 y que permiten hacerse una idea bastante fiable de cuál es la situación de partida al establecer los objetivos del futuro Plan.

Marca como principio básico y prioritario el de la prevención, seguido por la reutilización y la valorización de los residuos.

Con este Plan se pretende:

- Mejorar la gestión de todos los residuos generados en España.
- Estimular a las distintas Administraciones y agentes involucrados hacia el logro de objetivos ecológicos ambiciosos.
- Dar cumplimiento a las normas legales tanto estatales como comunitarias.

En él se incluyen, en forma de anexos:

- Trece Planes de Residuos específicos en cada uno de los cuales se establecen medidas concretas y objetivos ambientales, como es el caso, entre otros, de residuos peligrosos, residuos urbanos, lodos de depuradoras de aguas residuales, residuos de construcción y demolición, neumáticos fuera de uso o plásticos de uso agrario entre otros.
- Tres documentos estratégicos.

➤ **Plan Nacional de Descontaminación y Eliminación de Policlorobifenilos (PCB), Policloroterfenilos (PCT) y aparatos que los contengan (2001-2010).** Resolución de 9 de Abril de 2001.

➤ **Plan Nacional de Lodos de Depuradoras de Aguas Residuales (2001-2006).** Resolución de 14 de Junio de 2001.

➤ **Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (2001-2006)** Resolución de 14 de Junio de 2001.

- **Plan Nacional de Residuos Urbanos** (2000-2006), Acuerdo del Consejo de Ministros de 7 de Enero de 2000.
- **Plan Nacional de Residuos Peligrosos** (1995-2000), Resolución de 28 de Abril de 1995.

4 NORMATIVA AUTÓNOMICA

4.1 Principado de Asturias.

- **Circular de 3 de Enero de 1989**, obligaciones a cumplir por los productores y gestores de residuos Tóxicos y Peligrosos.
- **Resolución de 15 de Enero de 1996**, por la que se dispone la publicación del Convenio Marco de colaboración y el Addenda correspondiente entre la Consejería de Medio Ambiente y Urbanismo del Principado de Asturias y el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente para la realización de actuaciones derivadas del Plan Nacional de Residuos Peligrosos (1995-2000).
- **Resolución de 20 de Diciembre de 2000**, de la Consejería de Medio Rural y Pesca, por la que se regula el traslado de cadáveres de bovinos, ovinos y caprinos a los centros de eliminación autorizados.
- **Plan Básico de Gestión de Residuos en Asturias**, aprobado por Consejo de Gobierno el 14 de Junio de 2001.

En el se articulan y refunden las actuaciones y planes parciales que se están desarrollando o que hay previstos en esta materia. Su ámbito temporal se extiende hasta el 2010.

- **Resolución de 16 de Enero de 2002** de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se dispone la publicación del Convenio de colaboración, suscrito entre el Ministerio de Medio Ambiente y el Principado de Asturias sobre actuaciones derivadas del Plan Nacional de recuperación de Suelos contaminados (1995 - 2005)

Marco legislativo básico	Anexo
	Página 84

4.2 Otras Comunidades Autónomas

Aunque en el caso del **Principado de Asturias** no hay normativa específica aplicable a los estudios de minimización de residuos, sí se da esta circunstancia en el caso de otras comunidades autónomas como son:

- **Castilla - La Mancha**, Orden de 5 de Marzo de 2001 de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente.
- **Cantabria**, Orden de 28 de Mayo de 2001, de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.
- **Galicia**, Orden de 11 de Mayo de 2001 de la Consejería de Medio Ambiente
- **Aragón**, Orden de 29 de Mayo de 2001 por la que se publica el Modelo de Estudio de Minimización de Residuos Peligrosos previsto en el R.D. 952/1.997
- **Comunidad Valenciana**, Ley 10/2000 de Residuos.
- **Madrid**, Ley 5/2003 de Residuos.