



# Minimización de Residuos: una política de gestión ambiental empresarial

*Margarita María Cardona Gallo<sup>1</sup>*

***Waste minimization: An environmental management  
corporate policy***

## RESUMEN

Existe una forma diferente de producir los bienes que la sociedad realmente requiere o no, utilizando de manera eficiente los recursos naturales sin producir residuos que amenacen la biodiversidad y la salud humana y generando valor a partir de una gestión ambiental adecuada. Esta forma alternativa de producir se realiza mediante la utilización de nuevas técnicas de gestión de residuos, como por ejemplo la minimización, para lo cual es necesaria la adopción de medidas organizativas y operativas que permitan disminuir, hasta niveles económica y técnicamente factibles, los residuos, emisiones y vertidos que se generan en los procesos industriales. Los beneficios que se obtienen no son sólo a nivel ambiental, pues permiten aumentar la calidad de los productos ahorrando costos y mejorando la rentabilidad de la empresa. Esto representa una ventaja competitiva al desarrollar productos ambientalmente más amigables con el entorno y como nueva estrategia de mercadeo.

**Palabras clave:** Minimización. Residuos. Industria.

## ABSTRACT

There is a different way to produce the goods our society requires or not, by the efficient use of natural resources without waste remains that threat biodiversity and human health, and generating added value from an adequate environmental management. This alternative way to make goods is done by the use of new techniques of waste management, like, for instance,

<sup>1</sup> Ingeniera Sanitaria, Master en Ecoauditoría y Planificación Empresarial del Medio Ambiente. Sudirección Ambiental. Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

minimization. For this objective, it is necessary to adopt organizational and operative measurements which allow a diminution of waste and remains from industries to feasible levels, under economical and technical terms. The benefits obtained are not only for environment, they also allow the increase of quality of the products saving resources and improving the enterprise's utilities. This represents a competitive advantage, due to the development of more environmentally amicable products, as a new marketing strategy.

**Key words:** Minimization. Remains. Industry.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente la mayoría de las industrias vierten directamente sus residuos a los distintos medios receptores agua, aire y suelo o utilizan técnicas de corrección. El producto residual es tratado una vez generado al final del proceso, solución que, además de suponer un grave riesgo para la salud y el medio ambiente, resulta costosa y poco efectiva, pues se limita a traspasar la contaminación (residuos, emisiones y vertidos) de un medio a otro. Adicionalmente, las empresas enfrentan exigencias legislativas cada vez más estrictas, que prohíben opciones de eliminación para determinadas sustancias.

Surge entonces la necesidad de dar una salida viable a los productos residuales, de manera que el impacto sobre el medio ambiente pueda reducirse. La viabilidad de las soluciones ofrecidas hasta ahora se vuelto progresivamente más compleja, por lo que se pretende pasar a nuevas técnicas de gestión de residuos, como por ejemplo de minimización.<sup>1,2,4</sup>

La minimización de residuos, emisiones y vertidos de un proceso productivo en una industria, es la adopción de medidas organizativas y operativas que permitan disminuir -hasta niveles económica y técnicamente factibles- la cantidad y peligrosidad de los subproductos y contaminantes generados, que precisan un tratamiento o eliminación final.<sup>3,4</sup>

En definitiva, al minimizar hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- **Cuantitativo:** producir menos efluentes (contemplando el proceso productivo con entradas y con salidas)
- **Cualitativo:** producir efluentes menos dañinos.
- **Objetivo final:** reducir impactos o efectos negativos en el ambiente.

Todo ello se consigue por medio de su reducción en el origen y, cuando ésta no es posible, mediante el reciclaje de los subproductos en el mismo proceso o en otros, o bien mediante la recuperación de determinados componentes o recursos de los que contienen.

Los sistemas de tratamiento de residuos generados al final del proceso<sup>2,4</sup> son difíciles de implementar y van siendo progresivamente sustituidos por tecnologías preventivas que permiten un mejor aprovechamiento de los productos residuales.

## CARACTERÍSTICAS DE LAS TÉCNICAS DE MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS

Las técnicas de minimización de residuos son aquellas que conducen a prevenir la contaminación en la industria, generando menor cantidad de contaminantes (con menor carga o menos perjudiciales). Incluyen la adopción de medidas operativas y organizativas, técnica y económicamente viables, de aquellas corrientes residuales que deban ser tratadas en la estructura actual, de modo que se cumpla con la legislación vigente y el objetivo final de la protección del ambiente.<sup>2,4-6</sup>

El concepto de minimización de residuos es más amplio que el de tecnologías limpias y en realidad éstas están incluidas en los métodos de minimización.

Basándonos en la definición de la ONU podemos decir que una “tecnología limpia” es un proceso de fabricación o una tecnología integrada en el proceso de producción, concebido para reducir, durante el propio proceso, la generación de residuos contaminantes.

Es importante entonces, que conozcamos las características de las tecnologías limpias y de las técnicas de minimización de residuos.

### Tecnologías Limpias

Es una *tecnología limpia* aquella que permite disminuir la contaminación producida en relación al proceso que sustituye. Se trata, pues, de un proceso de fabricación que utiliza las materias primas de una forma más óptima y que genera menos residuos.<sup>2,3</sup>

La característica que distingue a las tecnologías limpias de las tecnologías de tratamiento curativo es el hecho de que el tratamiento no es exterior al proceso, sino que está integrado en él.

Por tanto, estas tecnologías previenen la contaminación en las fuentes de producción (reducción en origen), mientras que los tratamientos clásicos se aplican al final de la cadena de producción o en una etapa intermedia, pero siempre tras la descarga.

### Minimización de Residuos

Las técnicas de *Minimización de Residuos* incluyen las tecnologías limpias y, además, una serie de actuaciones tendientes a reducir la cantidad o la peligrosidad de los residuos generados, a disminuir la necesidad de tratamiento final y a la conservación de los recursos.

La rentabilidad de las técnicas de minimización es muy importante para los empresarios. Su implantación puede conllevar gastos, a veces altos, de adquisición de equipos y de transformación del proceso. En general, estas inversiones son más rentables que la construcción de una depuradora, de un vertedero o de una incineradora.

## TÉCNICAS DE MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS

Las técnicas de minimización de residuos se pueden aplicar a cualquier tipo de material residual independientemente del medio receptor, es decir agua, aire y suelo y, en general, no se basan necesariamente en tecnologías de punta y/o que requieran grandes inversiones.

Básicamente debe estudiarse la tecnología utilizada por cada industria en particular, para conocer si es la adecuada y si prevé el problema de producción de contaminación. Deben realizarse las recomendaciones oportunas para la utilización de tecnologías limpias y buscar soluciones para la reutilización de los recursos recuperables. Esto es aplicable tanto a nuevos proyectos como a industrias ya instaladas.

Existen dos formas para lograr los objetivos de minimización de residuos:

- a. Diseñando nuevos procesos productivos o modificando los existentes, de forma que los residuos generados sean los menos posibles e incrementando de esta forma la eficacia del proceso.
- b. Reutilizando o reciclando residuos en el propio proceso, en otro proceso y después de utilizar el producto final.

Atendiendo al principio básico de *no generación de residuos*, los planteamientos operativos pueden clasificarse en estos tres grandes grupos: reducción en el origen, técnicas de reciclaje en el sitio y técnicas alternativas.

Antes de implementar las técnicas de prevención se debe comprender claramente el proceso de producción de una empresa -el proceso principal y cada uno de los procesos unitarios que los integran, así como sus interrelaciones-, teniendo en cuenta que el proceso productivo se caracteriza por dos movimientos fundamentales: *entradas de materiales* y salidas de productos, subproductos, residuos y emisiones.

En cada uno de los procesos se debe establecer cuáles son los residuos, emisiones y vertidos generados, sus cantidades y cómo, dónde y por qué se generan, para luego saber dónde actuar y cuánto cuesta la acción.

En el momento de decidir la técnica de minimización más adecuada hay que tener en cuenta las entradas y salidas dentro del proceso, dando absoluta prioridad a la reducción en el origen para, en su defecto, intentar corregir el impacto mediante otras técnicas como son el reciclaje o recuperación, u otras técnicas alternativas.

### I. Reducción en el Origen

Lo más importante dentro de las tecnologías preventivas que permitan una buena gestión de los productos residuales es atender al principio básico de *no generación de los residuos*. Por ello es tan importante dentro de las técnicas de minimización hacer primero una reducción en la fuente, que además de reducir o eliminar la carga contaminante, ayuda a la empresa a obtener beneficios económicos.

Cuando se trata de reducir en el origen, se pretende minimizar la cantidad y la peligrosidad de las emisiones, vertidos y residuos. En la tabla I se presentan las técnicas de minimización de residuos en el origen y los métodos más empleados para llevar a cabo dicha labor.

Cuando se trata de reducir en el origen, se pretende minimizar la cantidad y la peligrosidad de las emisiones, vertidos y residuos. En la tabla I se presentan las técnicas de minimización de residuos en el origen y los métodos más empleados para llevar a cabo dicha labor.

**Tabla I. Técnicas de Minimización de residuos en el origen<sup>1,2,7</sup>**

Técnicas	Método
Gestión de inventario de materias primas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de materias primas peligrosas utilizadas en el proceso</li> <li>• Reducción del stock de materias primas.</li> </ul>
Modificación de los procesos de producción y cambios de equipamientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora de los procedimientos de operación.</li> <li>• Mejora en el mantenimiento de equipos.</li> <li>• Cambio de materias primas.</li> <li>• Modificación de los equipos de proceso (tecnologías limpias)</li> </ul>
Reducción de volumen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Segregación de fuentes.</li> <li>• Concentración de residuos y recuperación.</li> </ul>
Modificación del producto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producto alternativo compatible con el actual.</li> </ul>

A continuación se detalla cada una de estas técnicas:

### **Gestión de inventario de materias primas**

Desde el punto de vista de acopio y almacenamiento de materias primas existen dos métodos para minimizar los residuos, para los cuales es necesario implantar un proceso de gestión y control adecuado:

- **Reducción de la cantidad de materias primas peligrosas utilizadas en el proceso.** Para ello se debe desarrollar una revisión de todas las materias primas adquiridas, de forma que dicha adquisición sea aprobada por el responsable de gestión de inventario. Esta técnica es aplicable tanto a procesos en producción como a nuevos procesos.
- **Reducción del stock de materias primas.** Debe asegurarse que sólo se adquiere la cantidad necesaria debido a que el exceso de materias primas caducables debe ser eliminado, constituyendo a veces un residuo peligroso. Los costos de eliminación, son generalmente mayores que los de adquisición (costos de eliminación más costos de adquisición, frente a posible economía de escala).

El control de inventario es una técnica de minimización de residuos que se está desarrollando muy rápidamente, ya que puede aplicarse de forma barata y fácil en cualquier tipo de industria.

## **Modificación de los procesos de producción y cambios de equipamientos**

Se pueden realizar modificaciones en los procesos de producción de forma que se reduzca la generación de materiales residuales y se pueda realizar un cambio de materias que aumente la eficacia de la reducción.

La técnica de modificación de los procesos de producción puede dividirse en: mejora de los procedimientos de operación, mejora en el mantenimiento de equipos, cambio de materias primas y modificación de los equipos de proceso (Tecnologías Limpias).

A continuación se explica qué involucra cada una de estas técnicas:

- **Mejora de los procedimientos de operación.** Para aplicar esta técnica es necesario un elevado conocimiento de los procesos de producción.

En el caso de nuevos proyectos es necesario implantar un programa de operaciones usuales examinando los procesos de producción. En el caso de procesos en marcha debe realizarse una revisión de los procedimientos habituales. Dentro de las operaciones se incluyen todas las fases de producción, desde la entrada de materias primas hasta el almacenamiento del producto acabado y expedición de los mismos.

Un área muy importante es la de procedimientos de manejo de materiales, como los de almacenamiento de materias primas, productos intermedios y productos terminados -incluyendo sus envases-; el almacenamiento de los materiales residuales de proceso y el transporte de los de los mismos.

Las pérdidas y contaminaciones de materias primas y producto terminado debidas al incorrecto manejo de los materiales, supondrá un aumento de costos de producción y de eliminación de residuos, así como una disminución de la calidad del producto final. En la tabla 2 se describen las causas potenciales de la pérdida de materiales.

- **Mejora en el mantenimiento de equipos.** Un estricto programa de mantenimiento que incida en los aspectos preventivos y correctivos puede reducir la generación de residuos causada por fallos en los equipos.<sup>1,2,7</sup> Para que un programa de mantenimiento sea efectivo, se debe desarrollar y seguir para cada operación del proceso productivo, poniendo especial atención en los puntos de goteo. La información necesaria para llevarlo a cabo comprende: el listado de equipos y localización en planta, el tiempo de operación, las operaciones críticas del proceso, el conocimiento de los problemas de los equipos, los manuales de mantenimiento del proveedor y la creación de una base de datos con el historial de reparaciones de los equipos.
- **Cambio de materias primas.** Siempre que sea posible se procederá a la sustitución de materias primas peligrosas en la formulación de produc-

tos o en los procesos de producción, por materiales menos peligrosos o inocuos ambientalmente.<sup>1,2,5-7</sup>

La reformulación de un producto para cuya fabricación sea necesaria la utilización de menos materiales peligrosos, reducirá la generación de residuos también peligrosos, tanto en la formulación como en su eliminación tras la utilización final.

La reformulación de productos es una de las técnicas más difíciles de la reducción de residuos, pero es una de las más efectivas. En la tabla 3 se presentan ejemplos de sustitución de materias primas que generan la reducción de residuos peligrosos en los vertimientos.

**Tabla 2. Causas potenciales de pérdida de materiales en diferentes operaciones**

Operación	Técnica
Carga	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Goteos de mangueras, válvulas y tuberías.</li> </ul>
Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rebose de tanques</li> <li>• Mal funcionamiento de alarmas de exceso de caudal.</li> <li>• Goteo de bombas de trasiego, tuberías y válvulas.</li> <li>• Sistema de retención o apertura de válvulas de drenaje inadecuado.</li> <li>• Procedimiento inadecuado de transferencia de materiales.</li> <li>• Ausencia de inspecciones periódicas.</li> <li>• Ausencia de programas de entrenamiento.</li> </ul>
Proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Goteo de tanques o recipientes de proceso.</li> <li>• Operación inapropiada de los equipos de proceso.</li> <li>• Goteo de válvulas, bombas y tuberías,</li> <li>• Rebose de los tanques de proceso, control inadecuado de los reboses.</li> <li>• Goteos o derrames en la transferencia de materiales.</li> <li>• Sistemas de recolección inadecuados.</li> <li>• Drenajes abiertos.</li> <li>• Limpieza de equipos y tanques.</li> </ul>

**Tabla 3. Ejemplos de Sustitución de Materias Primas por industrias**

Industria	Técnica
Fabricación de Tinta	Eliminación del Cadmio (Cd) de los pigmentos.
Aguas de Proceso	Utilización de ozono en lugar de biocidas en las torres de refrigeración.
Artes Gráficas	Usar tinta con base agua en lugar de tinta con base disolvente.
Pintura	Usar pintura con base agua en lugar de pintura con base disolvente.
Textil	Reducir el fósforo del agua residual por la reducción del uso de fosfatos.

- **Modificación de los equipos de proceso (Tecnologías Limpias).** La generación de materiales residuales puede reducirse de forma importante mediante la instalación de equipos de proceso más eficaces, o modifican-

do el equipo existente. El aumento de eficacia disminuye la cantidad de productos desechables o fuera de especificación y aumenta la productividad, con lo que se podrían autofinanciar.<sup>1-3,7</sup>

Las modificaciones de equipos o su instalación exigen una alta comprensión del proceso productivo y de la generación de residuos y pueden ser un método de reducción muy importante. Sin embargo, existen algunas pequeñas variaciones de los equipos que pueden ser fuente de importantes reducciones, como es el caso de instalar una válvula de control en una línea de agua de un tanque de lavado que disminuya el consumo de agua. En la tabla 4 se dan pautas para lograr la reducción de residuos mediante modificaciones de procesos.

**Tabla 4. Reducción de residuos mediante modificaciones de procesos**

Industria	Técnica
Reacción Química	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimizar variables de diseño del reactor.</li> <li>• Optimizar el método de adición de reactivos.</li> <li>• Eliminar el uso de catalizadores tóxicos.</li> <li>• Empleo de catalizadores de mayor eficacia.</li> </ul>
Filtración y Lavado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir el uso de filtros auxiliares o recambiables.</li> <li>• Escurrir el filtro antes de abrirlo.</li> <li>• Usar lavados en contracorriente.</li> <li>• Reciclar aguas de lavado.</li> <li>• Mejorar rendimiento de deshidratadores de lodos.</li> </ul>
Tratamiento de Superficies	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prolongar la vida de los baños mediante la eliminación de contaminantes.</li> <li>• Reutilizar el agua de lavado.</li> <li>• Instalar sistemas de enjuague por spray o nieblas.</li> <li>• Diseño adecuado de los tanques de enjuague.</li> <li>• Instalación de válvulas de control de agua de enjuague.</li> </ul>
Recubrimiento de Superficies	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de sistemas electrostáticos tipo spray para el recubrimiento.</li> <li>• Control de la viscosidad con unidades de calor.</li> </ul>
Limpieza de Equipos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de sistemas de enjuague de alta presión.</li> <li>• Uso de limpiadores mecánicos.</li> <li>• Uso de contracorrientes secuenciales para enjuagar.</li> <li>• Reutilización de aguas de aclarados usadas.</li> </ul>
Control de Goteos y Derrames	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalación de diques o recipientes para derrames.</li> <li>• Instalar sistemas de control de exceso de caudal.</li> <li>• Utilización de soldadura en las juntas de tuberías.</li> </ul>
Mecanización de piezas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar rayo láser, evitar aceites de corte (taladrinas)</li> </ul>

Al hacer el balance económico de las modificaciones del proceso<sup>3</sup>, muchas veces se olvida incluir el costo asociado a las operaciones de reprocesado o de eliminación de materiales fuera de especificación (Inversión + mano de obra + materiales + gestión de residuos) y otros factores más difíciles de cuantificar, como por ejemplo la seguridad de los operarios.



### Reducción de volumen

La reducción del volumen es una de las prácticas más importantes para favorecer la gestión integral de los residuos generados. En la tabla 5 se presentan opciones de disminución de residuos mediante la técnica de reducción de volumen. Entre las técnicas más empleadas se incluyen: la segregación de fuentes, la concentración de residuos y la recuperación.

**Tabla 5. Reducción de residuos mediante disminución de volumen**

Industria	Técnica
Circuitos Impresos	Utilización de un filtro prensa para deshidratar los lodos y venta posterior para recuperación de metales por técnicas hidrometalúrgicas.
Formulación Pesticidas	Utilizar bolsas de recolección para cada línea de proceso y reciclar las partículas captadas.
Impresión	Segregar los disolventes de lavado y reutilizarlos en fórmulas para tintas.
Formulación de Pinturas	Segregar los disolventes de limpieza de tanques y reutilizarlos en la formulación de pinturas.

- **Segregación de fuentes.** Incluye aquellas técnicas que permiten la separación desde el origen de los distintos flujos de residuos heterogéneos generados por un proceso o conjunto de procesos de una actividad industrial. Es necesario prevenir la mezcla de diferentes tipos de residuos, especialmente de aquellos que se destinen a la revalorización y los que deban sufrir un tratamiento específico.<sup>1,2,7</sup>

A pesar de que con frecuencia la segregación necesita inversiones suplementarias, éstas se ven superadas por ventajas, entre ellas: que es más fácil revalorizar residuos homogéneos, se eliminan riesgos de formación de mezclas peligrosas, tiene un menor costo de tratamiento por disminución de las cantidades a tratar y se aumentan las posibilidades de reutilización.

Aplicaciones ya clásicas son la recolección y almacenamiento por separado de los componentes de la formulación de pesticidas, la segregación de las aguas sulfurosas y de las aguas cianuradas para su tratamiento específico, la segregación de aguas de proceso y aguas de lavado, entre otras.<sup>1,2,7</sup>

- **Concentración de residuos y recuperación.** Esta técnica elimina la parte no peligrosa del residuo, generalmente agua, de forma que sea más fácil recuperar los materiales que puedan tener un valor económico. Un buen ejemplo es la recuperación de metales de los lodos deshidratados en la industria de la galvanización. Los métodos de concentración incluyen, entre otros: filtración, ultrafiltración, ósmosis inversa, congelación- evaporación, filtros prensa, secado por calor y la compactación. Los residuos pueden ser recuperados en planta (“on-site”) o fuera de ella (“off-site”).<sup>1,2,7</sup>

### **Modificación del producto por otro alternativo compatible con el actual**

Se trata de introducir variaciones en el producto, bien sea cambiando su diseño de forma que se utilice menos material en la producción, o bien recurriendo a un material de menor repercusión ambiental.

Generalmente la modificación del diseño es la solución más viable para este tipo de minimización, ya que las empresas prefieren optar por esta vía más que por la de sustitución del producto, salvo que se vean restringidas a ello por la normativa vigente.

## **2. Técnicas de Reciclaje en el Sitio**

Una vez generado un residuo, la mejor manera de evitar su impacto negativo sobre el medio ambiente es volver a utilizarlo, reintegrándolo de esta manera en el ciclo económico.<sup>2,4,6</sup>

Esta técnica permite disminuir los costos de materias primas y proporcionar ingresos por la venta de residuos. La eficacia se da por la capacidad de segregación. En ambos casos el material residual pierde su condición estricta de residuo, convirtiéndose en un subproducto industrial susceptible de aprovechamiento.<sup>1-3,5-7</sup>

Se entiende por **reciclaje** el aprovechamiento total o parcial de los residuos industriales para su reutilización en el propio proceso.

La **reutilización** consiste en el aprovechamiento parcial o total de un residuo industrial para su nueva utilización en un proceso distinto, en la misma planta.

Por su parte, la **recuperación** consiste en la extracción de sustancias o recursos valiosos contenidos en los subproductos y en el aprovechamiento de la energía que puedan contener (normalmente con un tratamiento previo importante), para su utilización con otro fin.

En los procesos de reciclaje no suele poder aprovecharse el cien por ciento del material residual, sino únicamente una parte que, por técnicas diversas, se separa del resto. Este resto, normalmente, posee unas características no deseadas del material original. A modo de ejemplo, se puede citar el reciclaje de los aceites usados, la recuperación de la chatarra a partir de coches de desguace o los fondos de destilación en la recuperación de disolventes. En la tabla 6 se presentan ejemplos de reducción de residuos mediante la reutilización en planta.

## **3. Técnicas Alternativas**

La utilización de las técnicas alternativas de minimización debe hacerse únicamente cuando no sean factibles la reducción en el origen o las técnicas de reciclajes en el emplazamiento.

Estas técnicas alternativas se refieren a la recuperación o al reciclado fuera de la planta, y se recurre a ellas cuando la planta no tiene equipo disponible, cuando no se

**Tabla 6. Reducción de residuos mediante la reutilización en planta**

Industria	Técnica
Imprenta	Recuperación de disolventes mediante un sistema de recuperación con vapor.
Fotografía	Recuperación de plata.
Pinturas	Recuperación de disolventes de limpieza mediante unidades de destilación.
Circuitos Impresos	Recuperación de Cu, Pb y Sn de las aguas residuales de proceso, mediante un proceso electrolítico.
Electrodeposición	Recuperación de soluciones de Cr y Ni mediante un sistema de evaporación.
Curtido	Recuperación de Cr de las soluciones de curtido.
Aluminio	Recuperación de fluoruros por recolección y depuración de gases.
PVC	Recuperación de HCl de los gases y de las aguas residuales para su reincorporación al proceso.

producen suficientes residuos que hagan rentable la instalación de un sistema de tratamiento, o cuando el material recuperado no puede ser reutilizado en el proceso.

Normalmente se envían fuera de la planta subproductos como aceites, disolventes, lodos de galvanización, baños de proceso, baterías, chatarras metálicas y productos plásticos.

En este caso, los residuos son retirados por una empresa externa, distinguiéndose dos modalidades:<sup>1,7</sup>

- El residuo es útil como materia prima o segunda materia en otra empresa externa, la cual está dispuesta a invertir dinero en él. En este caso el residuo o emisión se convierte en un subproducto, que es vendido a dicha empresa externa.
- Se paga a un gestor de residuos para que lo retire y lo trate o regenere en sus instalaciones.

Para optimizar la utilización de estas técnicas, se puede acudir a los servicios de los intermediarios que operan en el mercado o a bolsas de transferencia de subproductos, denominadas “bolsas de residuos”.<sup>5,6</sup> Estas entidades tratan de promover el reciclaje y la recuperación como negocio rentable, poniendo en contacto al generador de un residuo y a los potenciales usuarios, e intentando difundir los éxitos de minimización que puedan resultar de interés para empresas análogas.

La experiencia demuestra que la reducción representa un beneficio económico superior al obtenido del reciclaje o la recuperación, ya que el ahorro de materias primas es más valioso que el valor del residuo vendido.

## CONCLUSIÓN

La Minimización de Residuos como herramienta ambiental, además de mejorar la calidad del medio ambiente y contribuir a la conservación de recursos, es rentable para la industria. Para que un programa de minimización sea eficaz se debe basar en un conocimiento de los residuos generados y en la aplicación de los métodos de reducción de residuos en cada caso. Es así como un programa de minimización de residuos permite a la empresa organizar sus medios humanos y técnicos con el objetivo de sustituir, en la medida de lo posible, la gestión clásica de residuos.

Es fundamental aumentar los conocimientos y la información sobre los aspectos técnicos y económicos de la prevención y gestión de los residuos, incluidos los efectos en relación con el empleo, y sus ventajas para el medio ambiente. Una de las consideraciones prioritarias en materia de gestión de residuos es reducirlos al mínimo, “*atendiendo al principio básico de no generación de residuos*”, como parte de un criterio más amplio de modificación de los procesos industriales y las modalidades de consumo, mediante estrategias de prevención de la contaminación y de producción de menos contaminantes, frente a las medidas correctivas al final del proceso productivo que tradicionalmente se han utilizado.

## REFERENCIAS

1. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECOLÓGICAS. Módulo III. Instrumentos de gestión medio ambiental empresarial / Módulo IV. Planificación de la calidad total en la empresa y marketing ecológico. En: MASTER EN ECOAUDITORÍAS Y PLANIFICACIÓN EMPRESARIAL DEL MEDIO AMBIENTE (1996 : Malaga). Malaga : Instituto de Investigaciones Ecológicas, 1996.
2. CALIFORNIA DEPARTMENT OF HEALTH SERVICES. Third biennial alternative technologies for recycling and treatment of hazardous wastes. Sacramento : California Department of Health Services, Julio 1986.
3. ARBOLEDA, Benjamín. Ingeniería económica : métodos para el análisis de alternativas de inversión. Medellín : Asidua, 1980. 502 p.
4. INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDISATION (ISO). ISO/DIS 14001: environmental management systems-specification with guidance for use. Geneva ISO, august 1995.
5. COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Plan nacional de desarrollo ambiental: el salto social hacia el desarrollo humano sostenible. Santa Fé de Bogotá : El Ministerio, 1995.
6. \_\_\_\_\_. Política para la gestión integral de residuos sólidos. Santa Fé de Bogotá : El Ministerio, 1996.
7. GONZÁLEZ, Margarita. Auditoría ambiental y reducción de corrientes residuales. s.l. : Institut de Tecnologia I Modelitzacio Ambiental-Itema, 1993.