

*Menos residuos, mayor beneficio*



© Departamento de Comercio  
e Industria del Reino Unido

Departamento de Medio  
Ambiente del Reino Unido

IHOBE, S.A.

**Argitalpena / Edición:**  
IHOBE, S.A.

**Inprimaketa / Impresión:**  
Imprenta Berekintza, S.L.

**Ingeleseko itzulpena /  
Traducción inglés:**  
Chris Pellow

**Euskarazko itzulpena /  
Traducción al euskera:**  
Elhuyar - Zetiaz

**Lege Gordailua /  
Depósito Legal:**  
BI-2036-99

Paper birziklatua /  
Papel reciclado 100%

1999ko Urria /  
Octubre 1999

# Menos residuos, mayor beneficio

200

## Recomendaciones para la Reducción de Residuos

La minimización de residuos en origen significa menos contaminación y más beneficios. Cada peseta ahorrada en el coste de las materias primas se refleja directamente en la cuenta de resultados. La producción limpia siempre ha sido una oportunidad para obtener beneficios; en el actual entorno económico, ecológico, normativo y de consumo, el medio ambiente se está convirtiendo en una necesidad. Para muchas empresas, tarde o temprano, la producción limpia se convertirá en una cuestión de supervivencia.

La buena noticia es que muchas medidas de producción limpia o minimización de residuos se pueden aplicar rápidamente, *sin* gran inversión de capital.

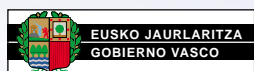
Esta Guía presenta la experiencia combinada de clientes y consultores que han colaborado para reducir los despilfarros (residuos, emisiones, vertidos...) en una gran variedad de sectores de la industria. A lo largo de los últimos años, los principios y las prácticas aquí detalladas han ahorrado a las empresas millones de pesetas.

La primera parte de la Guía presenta el enfoque general de la producción limpia o minimización de residuos. La segunda parte proporciona consejos prácticos basados en ejemplos industriales. Esta Guía ha sido diseñada con la finalidad de motivar y estimular la creación de nuevas ideas, no como un manual exhaustivo.

### Agradecimientos

Este documento es una traducción de la versión original inglesa "Finding Hidden Profit – 200 Tips for Reducing Waste" editado en 1996 por el "Environmental Technology Best Practice Programme" o "Programa de Mejores Prácticas y Tecnologías Ambientales" promovido y financiado conjuntamente por el Departamento de Comercio e Industria (dti) y el Departamento de Medio Ambiente del Reino Unido.

IHOBE, S.A. Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente del Gobierno Vasco agradece a la Dirección Ambiental del dti el permiso de publicación del documento.



LURRALDE ANTOLAMENDU, ETXEBIZITZA  
ETA INGURUGIRO SAHIA  
DEPARTAMENTO DE ORDENACION DEL TERRITORIO,  
VIVIENDA Y MEDIO AMBIENTE



PROGRAMA DE LAS  
MEJORES PRACTICAS  
MEDIOAMBIENTALES

## **Presentación**

El “V Programa Marco de Acción Medioambiental” de la Unión Europea ha establecido los objetivos, instrumentos y principales acciones a promover por los Estados y las Regiones Europeas para reducir los impactos ambientales de la actividad humana y alcanzar un desarrollo sostenible.

El Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente del Gobierno Vasco ha trasladado este objetivo al ámbito de la Comunidad Autónoma, para lo cual ha diseñado un marco de actuación denominado “Industria Garbia” que establece una serie de metas a alcanzar en cada sector de la actividad industrial. Las metas establecidas se refieren a la reducción de los principales impactos generados por las empresas vascas en relación con el efecto invernadero, la destrucción de la capa de ozono, la calidad regional del aire, la generación de residuos (peligrosos, inertes, asimilables a urbanos), los vertidos al agua, las emisiones atmosféricas, los ruidos y vibraciones y finalmente, la explotación de recursos naturales.

En la empresa, el camino hacia la responsabilidad compartida comienza por la introducción del medio ambiente en la política empresarial, y principalmente a través de la implantación de una gestión ambiental en todas sus actividades.

Quisiera agradecer al Departamento de Comercio e Industria y al Departamento de Medio Ambiente del Reino Unido la concesión del permiso de publicación de este documento que consideramos de gran interés y utilidad para las empresas de nuestro País.

### **F.J. Ormazabal**

Consejero del Departamento  
de Ordenación del Territorio,  
Vivienda y Medio Ambiente



La Sociedad Pública IHOBE tiene entre sus objetivos la dinamización de la prevención y el reciclaje en la industria, la internalización del factor ambiental por parte de las empresas y el establecimiento de cuantos criterios técnicos, económicos y ambientales faciliten a la empresa la toma de decisiones en materia de reciclaje y prevención.

La consecución de estos objetivos generales se afronta de una manera un poco más concreta mediante la recopilación de datos ambientales y de estructura en el tejido industrial vasco, la elaboración de estrategias y planes específicos, la evaluación de proyectos innovadores de minimización de residuos, la realización de actividades técnicas, la información, divulgación, formación y la firma de Convenios de Colaboración con las empresas.

La publicación que hoy ponemos en sus manos intenta responder a las cuestiones que sobre producción limpia nos han hecho las empresas vascas a lo largo de estos últimos años recogiendo 200 recomendaciones prácticas de fácil aplicación que han sido extraídas de experiencias prácticas en la materia.

La producción limpia proporciona grandes ventajas que desde la Sociedad Pública de Gestión Ambiental IHOBE, S.A. queremos trasladar y demostrar a nuestras empresas tal y como señala el prólogo del libro “tarde o temprano, la producción limpia se convertirá en una cuestión de supervivencia”.

**Esther Larrañaga**

Viceconsejera de  
Medio Ambiente



# Índice

## Minimizar residuos para obtener beneficios

¿Qué son los residuos? .....	Pág. 1
<b>Razones por las que usted debe minimizar sus residuos</b> .....	Recom. 1-13
<i>¿Qué cuestan los residuos? Hacia el residuo cero.</i>	
<i>¿Dónde se encuentra ahora?</i>	
<b>Puesta en marcha</b> .....	Recom. 14-31
<i>Inventariar residuos y emisiones. Cálculo paso a paso de los costes de los residuos.</i>	
<b>Estructura de su Plan de Producción Limpia</b> .....	Recom. 32-53
<i>Fijar objetivos de reducción de residuos y emisiones.</i>	
<i>¿Cómo medir para mejorar? Involucre a las personas.</i>	
<i>Técnicas y herramientas para la resolución de problemas.</i>	

## Recomendaciones prácticas de producción limpia

<b>Ineficiencias invisibles</b> .....	Recom. 54-68
<i>Despilfarro del producto. Residuos desconocidos</i>	
<b>Gestión de materias primas y residuos</b> .....	Recom. 69-81
<i>Gestión de residuos. Reciclaje y reutilización.</i>	
<i>Especificación y pedido de materiales</i>	
<b>Manipulación del material</b> .....	Recom. 82-105
<i>Recepción del material. Almacenamiento de los materiales.</i>	
<i>Suministro y distribución de los materiales. Despilfarros por trasvases y manipulación</i>	
<b>Control y Gestión del Proceso</b> .....	Recom. 106-120
<i>Capacidad de proceso. Gestión del proceso. Despilfarros y residuos por puesta en marcha y cambio de producción</i>	
<b>Reducción de las pérdidas en los procesos</b> – <b>ejemplos industriales</b> – .....	Recom. 121-200
<i>Fundición. Mecanizado. Transformación del metal. Ensamblaje.</i>	
<i>Inyección de plásticos. Industria de la alimentación. Fabricación de productos químicos, pintura y tinta. Artes gráficas. Procesado y transformado de papel. Limpieza de equipos e instalaciones.</i>	
<i>Productos farmacéuticos y de higiene.</i>	

## Conclusión

Pág. 36

## Anexos

Pág. 37

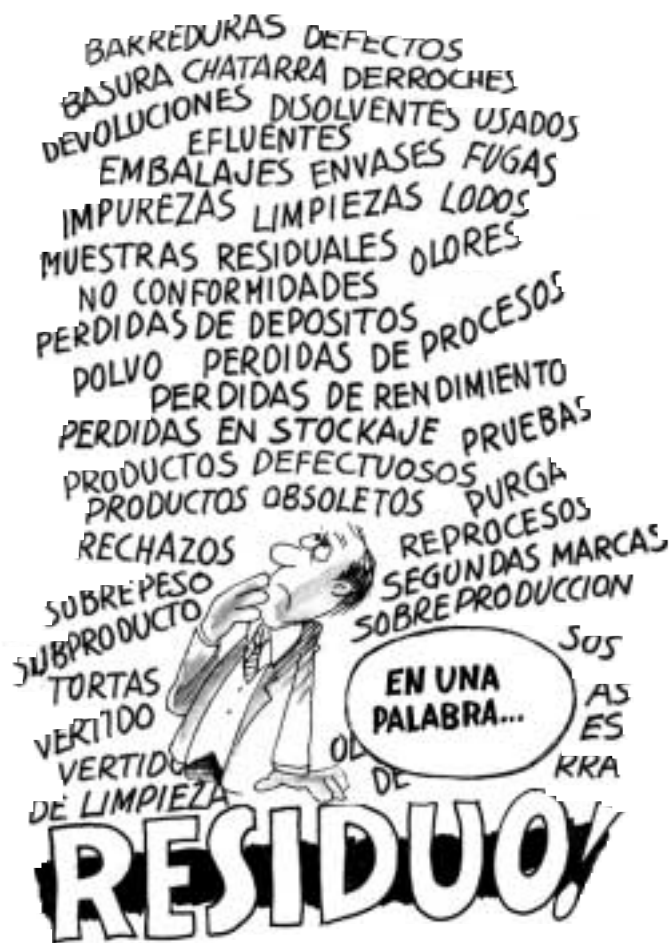
**Anexo I. Eufemismos de residuos**

**Anexo II. Autoevaluación: ¿Apuesta por la producción limpia y la mejora ambiental continua?**

## Minimizar residuos para obtener beneficios

### ¿Qué son los residuos?

Existen cientos de palabras para designar los diferentes tipos de residuos –véase una pequeña muestra en el Anexo I– que les otorgan, cada una, un falso aire de respetabilidad. No crea que usted no produce residuos simplemente porque llevan otro nombre. Como quiera que los llame, los residuos son residuos, así que ¡aproveche la oportunidad para reducir sus residuos y aumentar sus beneficios!



### Razones por las que usted debe minimizar sus residuos

#### ¿Qué cuestan los residuos?

1

**Las empresas raramente calculan el coste de sus residuos.** La eliminación de residuos puede suponer un gasto importante para su negocio. Si analiza los materiales que componen los residuos y añade a esto los costes de tratamiento, energía y mano de obra utilizada, verá que el coste real de los residuos es a menudo entre 5 y 20 veces superior al coste de su eliminación.





2

**La minimización de residuos aumenta los beneficios.** A diferencia de otros tipos de mejoras en costes, la reducción de residuos se refleja directamente en el balance final. Dado que las materias primas representan a menudo entre un 30 y 60% de la facturación, el efecto sobre los beneficios de una mejor utilización de éstas puede ser espectacular.

3

**La reducción de los residuos se amortiza en meses.** Con proyectos de minimización de residuos se puede recuperar el capital invertido en meses más que en años. En varios proyectos piloto realizados en la Comunidad Autónoma del País Vasco, la mayoría de las propuestas de minimización de residuos recuperaron el capital invertido en menos de un año y en muchas de ellas su puesta en práctica no supuso ningún o muy poco esfuerzo para la empresa.





## Hacia el residuo cero

4

**Prevenga la contaminación en origen.** La minimización de residuos en origen no es sólo la mejor forma de prevenir la contaminación, sino también la más rentable. El reciclaje y el tratamiento conllevan mayores gastos y además pueden contaminar. Por otro lado, el vertido de residuos supone normalmente los costes más elevados.

5

**Los residuos se pueden evitar.** La eliminación de materiales residuales supone un fracaso. La eliminación responsable de los residuos es importante, pero tan sólo sirve para limitar los daños, ya que por muy cuidadosos que seamos, en la eliminación de residuos no podremos evitar dañar el medio ambiente en cierta medida. Claramente, la mejor forma de proteger el medio ambiente es evitar la generación de residuos.

6

**La cantidad de residuos siempre se puede reducir.** En todo momento, y en todo proceso, la cantidad de residuos se puede reducir. Si la recuperación del capital invertido en la reducción de residuos le parezca pequeña, analice primero si al calcular dicha recuperación ha tenido en cuenta todos los costes. Tenga presente que los costes debidos a la eliminación de los residuos, los materiales y equipos necesarios para ello y las presiones externas para que lo haga aumentarán en el futuro.

7

**La materia ni se crea ni se destruye.** La clave para entender las pérdidas de materiales es el balance de masas. Calcule el peso de los materiales consumidos en la producción y reste el peso de los materiales que deberían estar en las mercancías producidas. La diferencia es la pérdida. Una parte de las pérdidas será visible en las corrientes de residuos, otra parte será invisible. ¡Tener en cuenta todo esto le ayudará a entender el coste real, y las posibilidades que le esperan!

8

**¡Los efectos tienen realmente causas!** ¡Las cualidades detectivescas son el primer requisito de un caza-residuos! Las causas reales de la generación de residuos no son siempre obvias y la explicación de estas causas puede no ser la correcta. Para encontrar las verdaderas causas de la generación de residuos se necesitan buenas cualidades analíticas, buen olfato, el deseo de contrastar las percepciones formadas y, sobre todo, mucha tenacidad.

9

**Controle el proceso para controlar los residuos.** Una vez que la causa de la producción de residuos ha sido identificada, una mejora en el control del proceso puede a menudo reducirla. Algunos procesos están fuera de control, otros sólo se controlan gracias a la pericia y conocimientos de operadores experimentados que a menudo saben más que lo que se incluye en el manual de control del proceso. La mejora en el control del proceso aprovechando las cualidades y experiencia del personal le permitirá realizar cambios a ese respecto.

10

**Medir para mejorar y comunicar para motivar.** El personal, desde los empleados de taller a los altos directivos, se motiva recibiendo indicadores que les muestren cómo está resultando su esfuerzo para minimizar los residuos. Introduzca un control del rendimiento y de los residuos, prestando especial atención a las personas cercanas al proceso, ya que ellos son los que pueden reaccionar lo suficientemente rápido para prevenir la generación de residuos. Realice controles, mida y reaccione.

11

**Precisión = menos residuos = más calidad.** El enfoque para la minimización de residuos requiere precisión, control, comunicación y atención al detalle, aspectos integrantes de cualquier programa de Mejora Continua, Calidad Total o Just-In-Time. De

hecho, una concentración excesiva sobre la calidad del producto final o de su producción puede aumentar la cantidad de residuos, aumentando de este modo la cantidad de piezas rechazadas en las inspecciones. La minimización de residuos va pareja a la mejora en la calidad ya que se trata de evitar que se produzcan defectos mediante una mejora en el control de proceso.

12

**Los empleados apoyan el conseguir el residuo cero.** Todos los empleados están a favor de mejoras en la calidad y reducciones de la cantidad de residuos generados. Una preocupación creciente por el medio ambiente incrementa el entusiasmo por encontrar modos de producir menos residuos: alentar y aumentar ese entusiasmo forma parte de una buena gestión de residuos.

13

### **¿Dónde se encuentra ahora?**

**La pirámide hacia el residuo cero.** ¿En qué punto de esta pirámide se encuentra su empresa? En la base están las empresas para las que los residuos no se perciben como problema, en la cima están aquellas que han eliminado de manera rigurosa los residuos en todas las etapas de sus procesos.

La mayor parte de las empresas se encuentran en algún punto a medio camino. Los residuos representan un problema, pero aún no han percibido los beneficios que supondría su reducción. Muchas empresas llegarán a la cima en uno o dos años, obteniendo gran parte de los beneficios de la planta y equipos existentes.

*Para ver en qué punto de la pirámide se encuentra su empresa mire el Anexo 2, que incluye una Guía para su Autoevaluación.*



## Puesta en marcha

14

¿Qué se necesita en primer, segundo y tercer lugar para triunfar en la minimización de residuos? ¡El compromiso de la dirección general, el compromiso de la dirección general y el compromiso de la dirección general!

### ***Inventariar residuos y emisiones***

15

¡La evaluación inicial significa contabilizar los residuos y las emisiones! El aspecto financiero es la razón por la que utilizamos el término evaluación. La evaluación inicial de residuos y emisiones es la primera etapa para la minimización de residuos, anotando los problemas que existen con los residuos, identificando oportunidades, fijando objetivos y haciendo planes.

16

Un diagrama de flujo vale más que mil palabras. La mejor forma de empezar es realizar un diagrama con los flujos de materiales y residuos. Una vez que este diagrama esté preparado, empiece a añadirle las cifras correspondientes a cantidades y costes. Tal vez le sorprenda lo complicado de los flujos y tenga que investigar en profundidad determinadas cifras.

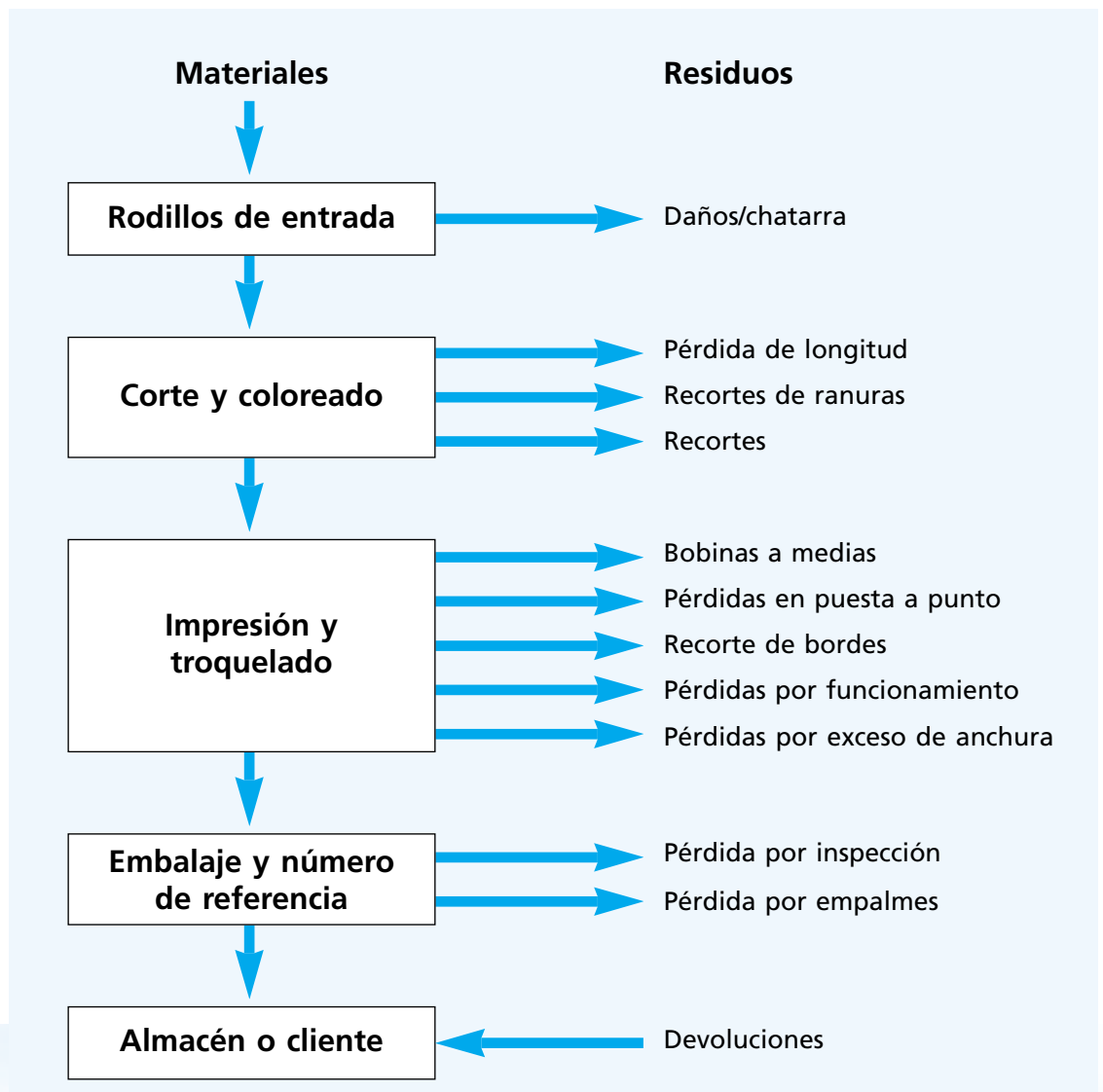


Diagrama de flujo ficticio de un embalaje

17

**Comparar kilos con litros no permite cuadrar un balance.** El diagrama de flujo es el punto de partida para hacer un balance de masas, el cual no se puede cuadrar si las entradas se miden en kilogramos o metros y las salidas en unidades de producto. La única forma de lograr cuadrarlo es referirlo todo a una unidad de medida común.

18

**¿Cuándo cuadra el balance de masas?** El objetivo es medir primero la entrada de masa total al proceso, luego la salida de masa de productos válidos y residuos conocidos, para finalmente encontrar la diferencia. La diferencia entre la entrada conocida y la salida conocida es la pérdida total. Después, se pueden medir todas las corrientes de residuos individuales, incluyendo el exceso de peso e intentar encontrar la causa de todas las pérdidas. Se considera que el balance de masas es correcto si las pérdidas no cuantificadas son inferiores al 1% de la cantidad de adquisiciones, aunque este nivel de precisión no siempre es posible de alcanzar.

19

**El residuo cero es el criterio de base.** Los sistemas de contabilidad financiera a menudo ocultan en su gestión interna provisiones para pérdidas de materiales, lo que significa que la utilización normal de material a menudo incluye una provisión oculta que cubre los residuos. Esto puede ser aceptable para fines contables, pero lo que hace es ocultar los costes reales. Los cálculos de balances de masas deben comenzar desde una base de residuo cero.

20

**Haga un inventario de los residuos y emisiones.** Los cálculos para el balance de masas deben incluir las pérdidas y ganancias del inventario, por lo que debe utilizar un período entre dos inventarios como base para sus estimaciones. Recuerde:

- Consumo de material = compras + inventario inicial – inventario final
- Producción = (ventas – devoluciones) + (inventario final de mercancías acabadas - inventario inicial)

Es importante tener un inventario preciso para obtener un balance de masas preciso; los errores en el inventario pueden distorsionar los cálculos del balance de masas.

21

**¿Qué hay en sus corrientes de residuos?** Las corrientes de residuos suelen contener la mayor parte de las materias primas perdidas en el balance de masas, pero, ¿en qué cantidad? Puede que también se encuentre agua, disolventes de limpieza, embalajes y otros residuos. Quizás se necesita llevar a cabo un muestreo y un control temporal de los flujos de residuos para calcular la composición de cada corriente.

22

**Errores al contabilizar los residuos húmedos.** Cualquier proceso que utilice agua provoca dificultades en la cuantificación de los residuos. En primer lugar, el consumo de agua en los productos, distinguiéndolo de las cantidades utilizadas para usos domésticos o de limpieza, suele estar mal reflejado en los registros. Además, el contenido de humedad puede variar durante el procesado. A menudo, en estas circunstancias, es más sencillo realizar un balance de masas basado en entradas y salidas exentas de humedad.

23

**Actúe ante las pérdidas de rendimiento de las reacciones químicas.** Si el proceso incluye reacciones químicas, es importante comprender cómo afectan éstas al balance de masas. La polimerización desprende agua que luego se “pierde” en el proceso. Ajuste los cálculos de pérdidas de rendimiento de las materias primas a estas pérdidas por reacciones.

24

**¿Cuál es su Rendimiento del Balance de Masas?** El Rendimiento del Balance de Masas es el peso de la producción dividido entre el peso real de los materiales utilizados. El rendimiento puede oscilar entre el 99% y el 30% o menos. Es una referencia útil y puede hacer surgir algunas preguntas interesantes cuando se comparan instalaciones que producen productos similares. El rendimiento se puede aumentar tan sólo convirtiendo una mayor cantidad de materias primas en productos acabados.

25

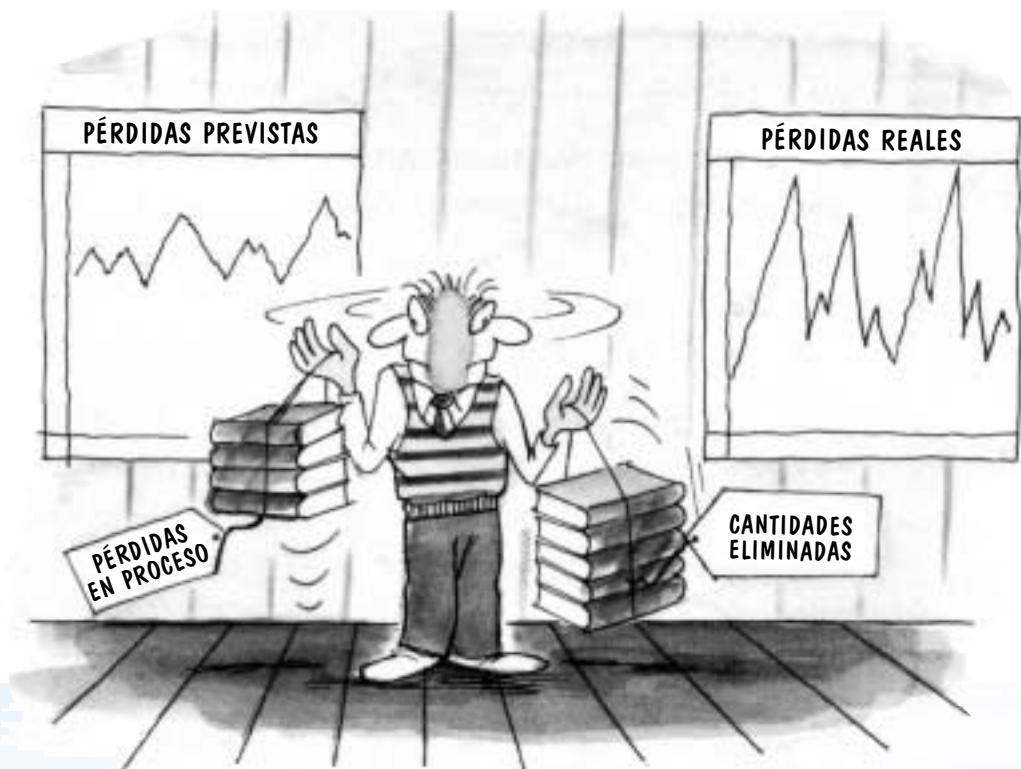
**¿Cuál es su Rendimiento a la Primera?** El Rendimiento a la Primera mide cuánto se produce la primera vez. Es la producción dividida entre la cantidad total de entradas al proceso (incluyendo los trabajos de modificación). Este rendimiento es invariablemente inferior al Rendimiento del Balance de Masas pero la diferencia varía considerablemente en cada sector industrial. Se puede aumentar mediante la reducción del reciclaje dentro del proceso o mejorando el Rendimiento del Balance de Masas (o ambos). Recuerde, los trabajos de modificación suponen costes adicionales. Por lo tanto:

Objetivo: **Rendimiento a la Primera = Rendimiento del Balance de Masas**

26

**A la caza de las pérdidas o ineficiencias "invisibles".** Una vez que haya visto lo que falta en un balance de masas, el siguiente paso es encontrar las pérdidas "invisibles" o la diferencia del balance de masas. Analice todas las consecuencias de sus cálculos. ¿Las pérdidas de proceso casan con las cantidades que se eliminan? Mida las cifras de residuos mediante dos o tres métodos diferentes y haga coincidir los resultados. A menudo, encontrará datos sorprendentes. (Para más información al respecto véanse las Recomendaciones 62-68 "Residuos desconocidos".)

### A LA CAZA DE DESPILFARROS O PÉRDIDAS "INVISIBLES"



## Cálculo paso a paso de los costes de los residuos

Tal vez desee hacerlo por etapas, tal y como se indica a continuación.

27

### ¿Cuál es el coste total de sus residuos?

$$\text{Coste Total de Residuos} = \text{Coste del Rendimiento del Balance de Masas} + \text{Coste del Rendimiento a la Primera} + \text{Otros costes relacionados con los residuos}$$

El coste total de los residuos es a menudo 5-20 veces superior al coste de su eliminación y puede oscilar entre el 5% y el 20% de los costes de producción. ¡El coste de los residuos puede ser mayor que la cuenta de la mano de obra directa! ¿Cuáles de estos costes conocen y controlan mejor las empresas?!

28

**Coste del Rendimiento del Balance de Masas.** Una buena primera medida del coste de los residuos es el Coste del Rendimiento del Balance de Masas. Se calcula a partir del Rendimiento del Balance de Masas (véase la Recomendación 24), expresado como porcentaje, y el coste anual de los materiales:

$$\text{Coste del Rendimiento del Balance de Masas} = (100 - \text{Rendimiento del Balance de Masas}) \times \text{Coste anual de los materiales} / 100$$

29

**Afinando el Coste del Rendimiento del Balance de Masas.** Este coste se puede afinar calculando el coste de las pérdidas para cada tipo de materia prima de manera separada cuando haya grandes diferencias en el precio, por ejemplo, calculando separadamente las pérdidas de tinta y de papel en un proceso de impresión:

$$\text{Coste Total del Rendimiento del Balance de Masas} = \text{Coste del Rendimiento del Balance de Masas del papel} + \text{Coste del Rendimiento del Balance de Masas de la tinta}$$

30

**Coste del Rendimiento a la Primera.** El siguiente paso es incluir el coste del procesado de material hasta el punto en el que se pierde en el proceso. El Coste del Rendimiento a la Primera se calcula a partir del Rendimiento a la Primera (véase la Recomendación 25), expresado como porcentaje, y el coste anual de ejecución del proceso:

$$\text{Coste del Rendimiento a la Primera} = (100 - \text{Rendimiento a la Primera}) \times \text{Coste anual de ejecución del proceso} / 100$$

31

**Añada los costes relacionados con los residuos.** El último paso es añadir otros costes relacionados con los residuos. Incluya pérdidas de proceso, pérdidas de inventario, pérdidas de calidad, así como los costes de capacidad desperdiciada, materiales de limpieza, contenedores y equipos de manipulación de residuos, gastos de eliminación y transporte, y costes de mano de obra asociados a estas actividades. También debe añadir el coste del cumplimiento de los requisitos de información, costes legales y del seguro de responsabilidad civil.

## Estructura de su Plan de Producción Limpia

### Fijar objetivos de reducción de residuos y emisiones

**Los residuos no son inevitables.** Prohíba algunas frases cuando empiece a fijar objetivos de minimización de residuos, tales como:

¡Residuos inevitables!, ¡Residuos naturales!, ¡Pago por residuos!,  
¡Residuos costeados!

Los residuos son residuos, ¡reducirlos aumentará sus beneficios!

32



33

**¿Qué es lo que mejor hemos hecho en el pasado?** La mejor actuación que haya realizado en el pasado es el punto de referencia para fijar nuevos objetivos. Sabe que se puede conseguir porque ya lo ha hecho anteriormente.

34

**¿Qué deberíamos ser capaces de lograr?** Vaya más allá de lo mejor y busque el ideal. ¿Qué le frena para alcanzarlo? El primer paso para salvar las barreras es identificarlas.

35

**¿Quién es el responsable de alcanzar los objetivos?** Es importante que la minimización de residuos tenga un líder con la suficiente experiencia para hacer que las cosas sucedan. La minimización de residuos puede atravesar varias líneas de responsabilidad. Lograr cambios puede significar la necesidad de persuadir a otros para fijar nuevas prioridades o comprometer recursos. La minimización de residuos significa gestionar los cambios.

36

**¿Son los objetivos lo bastante ambiciosos?** Los objetivos poco ambiciosos pueden restar motivación. Si la dirección de la empresa pierde interés en ellos, dejarán de ser un reto. Fije objetivos que sean realistas y sugerentes y mantenga este reto desde el taller hasta la alta dirección.

### ***¿Cómo medir para mejorar?***

37

**Si no lo mide, no lo puede gestionar.** Medir el rendimiento es clave para el control y la motivación. Puede ser necesario tomar algunas mediciones a varios niveles diferentes: en el proceso para mejorar el control inmediato; a nivel de diagnóstico para el análisis y solución de problemas; y a nivel de la dirección para el control del rendimiento. Controle, mida y reaccione.

38

**Cómo seleccionar el modo de medir.** Medir la generación de residuos no es siempre una tarea fácil. Las medidas deben ser precisas, periódicas, sencillas, claras, relacionadas con los ahorros económicos y deben ser comparables a lo largo del tiempo.

39

**Haga pagar al departamento que genere los residuos.** El dinero es un gran motivador y el control detallado de las corrientes de residuos proporciona la oportunidad de cargar a los departamentos de producción correspondientes la eliminación de los residuos que generan.

40

**Presente los residuos como % de la producción.** En las estadísticas relacionar los residuos con la producción resulta extremadamente útil, no sólo para controlar los avances a lo largo del tiempo, sino también para fijar presupuestos y aclarar diferencias.

### ***Involucre a las personas***

41

**¡Me alegro de que me dijera eso!** Anime a la gente a comunicarle los problemas existentes con los residuos y actúe sobre ellos. Un buen jefe nunca critica si se le mencionan problemas de residuos. No culpe al mensajero o al causante, es mejor descubrir un problema tarde que nunca.

Concéntrese en la solución. ¡Que le vean actuar! ¡Haga que los residuos sean importantes! La mayor parte de las plantillas no encuentra ninguna amenaza en los asuntos medio ambientales. De hecho, llamar la atención sobre este punto puede ser altamente motivador.



42

**No mantenga los costes en secreto.** La gente a menudo no aprecia el valor de los materiales que está manipulando, porque ni siquiera se les ha comentado. Hablar de los ahorros de dinero tiene más sentido que mencionar porcentajes.

43

**Herramientas.** Proporcione herramientas adecuadas al personal para la realización del trabajo. Un diseño de herramientas deficiente puede suponer generar más residuos y reducir la motivación de las personas.

44

**Sintonice, escuche y aprenda.** Conozca las cualidades y experiencia de la gente mediante el trabajo en equipo y sesiones de causa y efecto. Escuchar a la gente puede tener un gran efecto motivador sobre ellos y usted también aprenderá lo que está ocurriendo realmente.

45

**Delegar es promover la acción.** En una reciente reunión del equipo de residuos se utilizaron diagramas causa-efecto para ayudar a un grupo de directivos a identificar las causas de los residuos. "¡La mayor parte de las causas están fuera de nuestro control!", dijo uno y dio un ejemplo. "No estoy de acuerdo, esa causa sí la podemos controlar" dijo otro. Una por una, se comprobó que todas las causas estaban bajo el control de uno o de más de uno de los directivos presentes en la sala. Mediante el trabajo en equipo descubrieron que podían abordar todos los problemas. Esta es la delegación de poder en la acción.

46

**¿Puede permitirse no preparar a su personal?** El gurú de la gestión americano, Drucker, dijo hablando sobre el personal, "¡si piensa que los empleados cualificados son caros, haga una prueba con los ignorantes!"

47

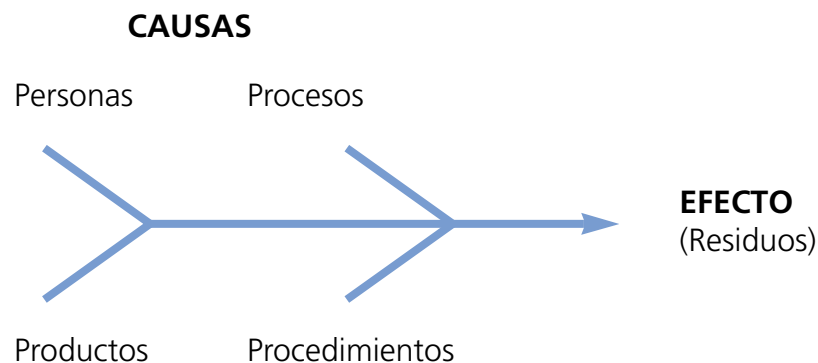
**Mejore el mantenimiento interno.** Una fábrica desordenada es una fábrica llena de residuos. El desorden lleva a errores, actitudes erróneas, daños accidentales, materiales obsoletos y residuos.

48

### **Técnicas y herramientas para la resolución de problemas**

**Los diagramas de Ishikawa ayudan a los equipos a unir causa y efecto.** Los diagramas causa-efecto (también conocidos como Ishikawa o diagramas en forma de espina de pez) son una fórmula estupenda para discutir e identificar las causas de los problemas en una sesión de trabajo en equipo. Un grupo mixto de operarios de procesos, ingenieros, directores, y personal técnico y de laboratorio discuten las causas de un problema de proceso concreto mientras que un dinamizador experimentado preside la discusión. El diagrama de Ishikawa sirve como registro útil de las ideas. Cambiar de dinamizador para cada problema es una técnica de formación útil para involucrar a la gente directamente.

Las ideas fluyen rápidamente una vez que comienza la sesión.



49

**Utilice grupos de mejora para buscar soluciones a los problemas de los residuos.** Comenzar el trabajo de un equipo con una sesión de causa-efecto (véase más arriba) ayuda a crear la complicidad necesaria para encontrar soluciones a los problemas de los residuos. Mejor que cualquier otra técnica, las sesiones de grupo bien organizadas pueden contribuir a identificar oportunidades de mejora, creando implicación y comunicación, y mejorando el entendimiento.

50

**Utilice el diagrama de Pareto.** El diagrama de Pareto se conoce comúnmente como la regla 80:20 o clasificación ABC, el 80% de los síntomas son causados por sólo el 20% de los problemas. Utilizando el diagrama de Pareto se pueden obtener resultados rápidamente. Haga un diagrama de barras con las causas de los residuos para ver en qué orden debe tratar los problemas.

51

**Cómo enfrentarse a los "huesos duros de roer".** Algunos problemas del proceso son difíciles de solucionar mediante los métodos tradicionales de "cambiar una cosa cada vez". La producción puede implicar muchas entradas y procesos, cada uno de los cuales es potencialmente variable. La mejor forma de solucionar estos problemas o "huesos duros de roer" es dejar de lado la teoría y averiguar lo que el proceso en sí intenta decirle.

A través del análisis estadístico de lo que está haciendo el proceso comenzará a obtener pistas. Hablar con los operarios y observar detalladamente le proporcionará información clave. Utilizando experimentos y haciendo pruebas con la producción en curso obtendrá soluciones directamente del propio proceso.

La combinación correcta de decisión, enfoque práctico pero científico y capacitación del personal le permitirá resolver las mayores dificultades.

### CÓMO ENFRENTARSE A LOS "HUESOS DUROS DE ROER"



52

**Taguchi: diseño de experimentos.** Los métodos de Taguchi como adaptación simplificada de los diseños de experimentos tradicionales, se pueden utilizar en procesos de producción real y son muy eficaces para optimizar las condiciones de los procesos y mejorar el control.

53

**La función pérdida de Taguchi.** Taguchi propuso la idea de que producir productos con tolerancia no es suficiente. La pérdida total para la sociedad (el consumidor, la empresa y el medio ambiente) se minimiza reduciendo la variación alrededor del punto óptimo. Este concepto une claramente la minimización de los residuos con la mejora del control del proceso.

## Recomendaciones prácticas de producción limpia

### Ineficiencias invisibles

#### **Despilfarro de Producto**

54

**¿Qué es lo que se despilfarra por llenar, contar o pesar de más?** Un despilfarro del 1-2% suele ser aceptable. Este tipo de residuo invisible es la causa más corriente de las ineficiencias invisibles. También puede suceder que esté recibiendo menos de lo que paga. El primer paso consiste en definir el valor de esta oportunidad con el objetivo de aumentar los beneficios.

55

**Despilfarro de costes.** En un proceso de fabricación de galletas de chocolate aquellas cuya masa no tenía el peso especificado eran compensadas aumentando la cantidad de chocolate. Esto puede resultar muy caro.

56

**Errores de pesado.** Se pueden producir errores de pesado por exceso al embalar sabores múltiples (por ejemplo de patatas fritas o aperitivos) en una multibolsa. Los errores de pesado se producen cuando una bolsa, o paquete, queda retenida provocando un peso deficitario seguido de otro en exceso. El deficitario será rechazado por el verificador de pesos, provocando que haya que rehacer el trabajo y generando residuos de embalaje, mientras que el excesivo irá a parar a un afortunado consumidor.

57

**¿Parece llena esa botella?** Los troqueles de las máquinas de llenado múltiple pueden llenar botellas de diferentes capacidades. Cuando se necesita llenar las botellas con un llenado visual mínimo, se ajusta la máquina según la botella más grande y de esta manera todas las botellas se llenan a su capacidad máxima.

58

**Pese todo y cuente todo.** Muchos productos alimenticios se venden por peso pero se emban por número. Un ejemplo de esto son las galletas y productos de confitería. Para reducir los despilfarros al mínimo es necesario ejercer un buen control tanto del recuento como del peso medio del producto.

59

**Es factible cumplir las normas sobre el contenido de productos envasados sin despilfarrar.** La norma europea sobre contenido de productos envasados, el "e"-label, se aplica a la mayoría de los artículos de consumo vendidos por peso o volumen en Europa. Esta norma tiene tres partes:

- el peso neto medio no debe ser inferior al peso neto indicado;
- ningún artículo tendrá más del 3% de defecto de peso;
- el 98% de los artículos no tendrá más del 1,5% de defecto de peso.

Con el mantenimiento y funcionamiento correctos se puede cumplir con la norma sin generar despilfarros.

60

**Utilice la norma "e"-label para todos los productos.** Aunque los productos industriales no están sujetos a la misma normativa que los de venta al detalle, las normas e-label pueden ser adoptadas por los proveedores industriales como procedi-



miento interno para asegurarse contra posibles quejas de clientes y eliminar el exceso de llenado.

61

**Verifique la tara de los embalajes.** La tara indicada en las etiquetas de embalaje puede ser incorrecta, lo que provocará un ajuste incorrecto de las máquinas de llenado. Un ejemplo: la tara de un bidón que indicaba 18 kg era en realidad de 17,55 kg. lo que producía un exceso de llenado de 0,45 kg por bidón.

### **Residuos desconocidos**

62

**¿Cuánto producto queda en los contenedores de residuos?** Las materias primas pueden acabar en el contenedor de basura por múltiples caminos: limpieza, salpicaduras, pequeños excedentes, materia prima abandonada en bolsas o bidones. Todo esto debería ser medido o calculado.

63

**¿Cuánto se vende como chatarra? ¿Lo sabe?** Los chatarreros suelen recoger residuos gratis partiendo de la base de que los pueden procesar y vender para cubrir los costes de transporte. Dado que ninguna de las partes tiene un incentivo para registrar la cantidad de material, éste puede abandonar su fábrica sin que nadie lo registre.

### **¿CUÁNTO SE VENDE COMO CHATARRA?**



64

**Calibre sus medidores de nivel.** Los medidores de nivel son una técnica de medición muy corriente y poco precisa. En una empresa los errores con el medidor de nivel estaban produciendo que se añadiera un 8% menos de agua a un producto. El coste que esto suponía era muy significativo.

65

**¿Cuanto va al colector?** En cualquier proceso en el que se utiliza agua para enjuagar piezas se perderá materia prima por el desagüe, y además, puede generar contaminación. Si los contaminantes son orgánicos y son tratados *in situ*, la cantidad de materia prima contenida en los efluentes puede ser calculada a partir de la Demanda Química de Oxígeno/Demanda Biológica de Oxígeno (DQO/DBO) de los vertidos. En caso contrario, los Consorcios de Aguas pueden disponer de estimaciones de DQO o de DBO.



66

**¿Qué rendimiento tiene una planta de tratamiento biológico de vertidos?** Los efluentes que se tratan biológicamente *in situ* “pierden” masa en el proceso de digestión. Los sedimentos del digestor están compuestos de microorganismos muertos cuya masa seca varía desde el 10% al 50% de la masa seca de los residuos. En otras palabras, hasta el 90% de la masa de residuos desaparece durante el tratamiento. Alimentar microorganismos resulta un negocio caro por lo que no debe darles más de lo necesario.

67

**¿Cuánto sale por la chimenea?** Si hay en juego altas temperaturas o compuestos volátiles, entonces se producen pérdidas por la chimenea. Muchas sustancias tienen componentes volátiles que se evaporan con el calor y desaparecen por la chimenea. El agua y los disolventes son los compuestos que más se pierden en procesos de cocción y secado.

68

**¿Cuánto se queda en los filtros de partículas o en los ciclones?** Las partículas de polvo formadas durante los procesos de corte o rectificado pueden perderse en las corrientes de residuos o en el tratamiento de efluentes sin llegar a ser contabilizadas en los registros de recogida de residuos.

## Gestión de materias primas y residuos

### Gestión de residuos

69

**Reutilice los bidones usados como contenedores de residuos.** En la mayoría de plantas de pinturas y de productos químicos hay un montón de bidones vacíos que pueden ser utilizados como contenedores de residuos. Pero incluso en las plantas donde se reconoce esta posibilidad, seguimos viendo que se utilizan bidones nuevos para los residuos. Esto es debido a la falta de un sistema que suministre bidones de materia prima vacíos a las áreas que los necesitan, es decir, a los departamentos que generan los residuos.

70

**Un recubrimiento de plástico cuesta la décima parte de un bidón o bote nuevos.** Los recubrimientos de plástico pueden utilizarse para forrar botes o bidones para el transporte de residuos (como filtros o trapos) a los puntos de eliminación. De este modo, el bidón puede ser utilizado de nuevo.

71

**Segregue para reducir costes.** La contaminación cruzada entre corrientes diferentes de residuos puede convertirse en un gran problema si la consecuencia es la eliminación de residuos a un coste más elevado del necesario. En una planta, los residuos líquidos mezclados con los sólidos impedían una eliminación eficaz de ambos. De manera similar, algunos sistemas automatizados en las imprentas mezclan residuos de papel sin imprimir e impreso, reduciendo el valor de reventa en un 70%.

Mantener las corrientes de residuos separadas en origen y combinarlas solamente de manera controlada y rentable, por ejemplo, diluyendo material de gran viscosidad no bombeable con disolventes residuales que permitan su eliminación como residuos de baja viscosidad.

72

**Use depósitos de colores para la recogida de diferentes subproductos.** En las fundiciones de aluminio, es corriente emplear depósitos de metal de colores diferentes para recoger virutas y chatarra procedentes de diferentes aleaciones. La aleación puede ser fundida de nuevo y usada en la fundición.

Los depósitos de diferente color son una manera eficaz de segregar residuos y materiales con el objetivo de reciclar en origen. Esta medida puede utilizarse en muchas industrias.

73

**Al segregar tenga en cuenta el valor de venta de los residuos que contienen metales.** Los artículos con estructura metálica, como por ejemplo los filtros de cartucho, deben ser separados del resto de residuos para su venta como metal para chatarra. Es mucho más sencillo separar los residuos en el punto de producción que hacerlo posteriormente.

### **Reciclaje y reutilización**

74

**Gestione los excedentes para su recuperación.** ¿Qué puede hacerse con los lotes de piezas que sobran al final de un turno de producción? ¡Guardar estos restos de producción para su reutilización puede ser una pesadilla logística! Si no puede vender las piezas extras al cliente, déselas gratis ya que al menos se ahorrará así el gasto de su eliminación.

Si ello no fuera posible, cree un sistema de registro de existencias apropiado para el sobrante y analice la producción para contar de este modo con directrices claras sobre productos repetitivos. Intente reutilizarlos inmediatamente.

75

**El contenido de filtros / bombas y residuos de limpieza de depósitos pueden ser recuperados.** En la fabricación de pinturas, una vez establecido un sistema para la recuperación de excedentes, se pueden llegar a recuperar de 5 a 20 kg. de producto por carga, reduciendo al mismo tiempo el uso de disolvente para el lavado de las bombas.

Circule una cantidad determinada de algún disolvente *específico* a través del conjunto filtro/bomba al final del proceso y recupere para su utilización en la dilución de la siguiente carga lo que de otro modo sería producto perdido.

76

**Diseño de nuevos productos que sean compatibles con los mejores métodos de reciclaje y tratamiento.** Para evitar el problema del desecho de los productos al final de su vida útil debemos actuar desde las primeras etapas, es decir, desde el diseño del producto. Lo ideal es que los productos nuevos se diseñen de tal forma que puedan utilizar los materiales de los productos desechados.

77

**El material obsoleto es una oportunidad para obtener beneficios.** La mayoría de las empresas de fabricación de pintura tienen que tirar el 1 - 2% de su producción como material obsoleto que no puede ser utilizado de nuevo en la producción. Una empresa multinacional fundó una filial para que se ocupara de los residuos y los transformara en nuevos productos. Esta empresa filial no sólo eliminó el problema de la gestión de los residuos y cubrió sus costes, sino que además obtuvo unos beneficios considerables.

78

**No almacene cantidades grandes de producto acabado.** La rotación deficiente de las existencias puede producir pérdidas debido a la caducidad del producto. El sistema FIFO (first in – first out, el primero en entrar es el primero en salir) permite gestionar el producto por orden de edad, reduciendo al mínimo las existencias antiguas.

### **Especificación y pedido de materiales**

79

**No pida material de más.** Existe una tendencia común en los departamentos de compras a encargarse más material del que se necesita para la operación en curso,

incluso después de haber determinado la cantidad estándar que se perderá como residuo. La precaución está justificada cuando los residuos son abundantes y variables, aunque un mejor control de los niveles de residuos permite reducir también la cantidad de material desechado.

Por ejemplo, si se necesitan 26.000 metros de papel, sería mejor pedir cuatro bobinas de 6.500 metros en lugar de cinco bobinas estándar de 6.000. Compruebe el diámetro de bobina que puede manipular e intente que su proveedor sea más flexible.

## NO HAGA PEDIDOS EXCESIVOS DE MATERIALES



80

**Elija con cuidado las unidades de compra.** Una empresa de mecanizado compraba lingotes de aluminio al peso. Como éstos presentaban variaciones de peso, en algunos casos de hasta 2 kg. de material, no podían ser utilizados y había que eliminarlos mecanizándolos. Resultó mejor comprar por cantidad según una tolerancia de peso precisa. En otro ejemplo se compraba la cinta de embalaje por peso y se utilizaba por longitud. La cinta suministrada venía con un exceso de espesor del 10% lo que producía una pérdida en longitud del 10%.

81

**Compre el material a granel, peletizado o en grandes sacos.** La compra de materias primas peletizadas reduce las pérdidas de extracción y los residuos que quedan en las bolsas una vez vaciadas. Comprar en grandes sacos no sólo es más barato sino que también reduce la cantidad de polvo al descargar el material.

## Manipulación del material

### **Recepción del material**

82

**Revise los contenedores por daños de transporte.** Los contenedores se pueden estropear durante el transporte. Haga una verificación *in situ* de cada suministro y comuníquelo al proveedor todos los desperfectos que encuentre. Eliminar las causas de los deterioros es conveniente para ambos.

83

**No haga las pruebas de calidad que le corresponden hacer al proveedor.** En su lugar realice auditorías de calidad al proveedor. Conseguir que los proveedores reduzcan y eliminen los productos defectuosos es mejor, más sencillo y más barato que tener que inspeccionar y comprobar todas las compras.

84

**Compruebe que sus proveedores le entregan las cantidades correctas.** La mayoría de los pedidos entran en fábrica a través de una báscula. Para los materiales líquidos y sólidos a granel conviene contrastar el peso suministrado con las facturas. Esto le permitirá controlar la eficacia de las descargas de material así como la precisión de la carga suministrada por el proveedor.

85

**Pese una muestra.** Cuando compre suministros múltiples y productos envasados, pese una muestra. Esto le permitirá comprobar defectos de control en el sistema de envasado del proveedor. Esto puede tener implicaciones en la calidad de sus formulaciones hechas a partir de distintos contenedores.

### ***Almacenamiento de los materiales***

86

**No invierta en nuevos depósitos de almacenamiento para líquidos de poca rotación.** Durante un tiempo las necesidades de materiales pueden cambiar sin que lo haga la política de compra y almacenaje. Esto puede producir que los materiales líquidos de poco movimiento ocupen depósitos a granel, mientras que los artículos de mayor volumen se compran en bidones.

Para comprobar si existe un problema, haga una lista de los materiales líquidos por orden de consumo y compare los 10 productos envasados en bidones que más se mueven con los 10 productos en depósitos de almacenamiento que menos se mueven. El ahorro podría ascender a 22.000 ptas./tonelada (130 euros/tonelada), además del ahorro de bidones desechados como residuos, y todo esto sin tener que invertir necesariamente en más depósitos.

87

**Para los movimientos internos de líquidos use recipientes grandes móviles, en lugar de bidones.** El coste adicional de envasar un producto intermedio de gran uso en bidones en lugar de en recipientes a granel puede ser considerable. Los residuos de bidones también suelen ser cinco veces superiores. En una planta de pintura, el ahorro potencial calculado fue de 24 millones pts/año (145.000 euros/año).

88

**Reutilice los bidones en usos internos.** Los bidones usados pueden no ser aceptables para suministrar producto a los clientes pero pueden ser perfectamente adecuados para uso interno, por ejemplo para los productos intermedios. Esta es una opción mucho más barata que comprar bidones nuevos.

89

**Almacene las bobinas enrolladas en la dirección correcta.** Las bobinas de papel deben ser colocadas en las máquinas orientadas en la dirección del bobinado. Marcar la dirección en las bobinas reduce los desperfectos por manipulación y almacenaje al reducir las operaciones de giro.

### ***Suministro y distribución de materiales***

90

**Vacíe correctamente los recipientes, botes y contenedores.** A menudo suele ser cuestión de contar con el equipo adecuado, como por ejemplo, un equipo para sacudir los recipientes. Pese una muestra de contenedores vacíos y luego calcule cuántos se utilizan durante el año. En una planta de pintura grande, se quedaban cada año en los contenedores 200 toneladas de materia prima líquida que supondría un coste de 36 millones de ptas. (215.000 euros)!

91

**Los calentadores de bidones ayudan a que fluyan mejor materiales de alta viscosidad.** Muchas fábricas cuentan con salas calefactoras para precalentar materiales de alta viscosidad. No suele ser lo ideal ya que pueden estar situadas lejos del punto de producción. Para pequeñas cantidades, una buena solución a este problema sería contar con calentadores individuales de bidones en la zona de producción. Las pruebas han demostrado que se puede perder de 2 a 5 kg. de material por cada bidón no calentado.

92

**Intente que las cantidades de una formulación sean múltiplos de las materias primas suministradas.** Una fórmula requería 14,65 bolsas de un componente. ¿Con cuánta frecuencia supone que se agregaba en realidad a la mezcla las 14,65 bolsas?

### HAGA LOS PAQUETES EN MÚLTIPLOS DE LAS CANTIDADES PEDIDAS



93

**Abra los embalajes con cuidado.** Abrir mal los embalajes puede ser una fuente importante de pérdidas de material. El embalaje debe ser adecuado para el uso al que va destinado el producto y el procedimiento para quitarlo debe estar tan regulado como cualquier otra parte de la operación.

94

**Asegúrese de que no se mezclen materiales similares pero incompatibles.** Se pueden utilizar códigos de color, etiquetas de identificación o puntos de almacenamiento especiales siempre que haya riesgo de mezcla de materiales similares pero incompatibles.

### **Despilfarros por trasvases y manipulación**

95

**La limpieza de los camiones cisterna puede provocar errores de llenado.** Los camiones cisterna se suelen limpiar sobre la marcha con un poco de disolvente o agua. Si éste no se elimina antes de que el camión llegue a la báscula, terminará derrochando o contaminando productos. Esto suele pasar.

96

**Las tuberías de los camiones cisterna.** Preste atención a las tuberías externas del camión cisterna entre el punto de conexión y la válvula. Esta parte se llena de pro-



ducto que se puede perder como residuo cuando se rompe la conexión. Una solución a este problema es llenar desde arriba (esta es la mejor solución) o montar válvulas adicionales en el punto de conexión.

97

**Compruebe las líneas de trasvase por si hubiera puntos de fuga.** Las cintas transportadoras tienden a derramar producto en las curvas y puntos de conexión. Compruebe y pese los residuos generados en cada punto y en cada turno. Luego, ¡tome las medidas necesarias!

98

**Las carretillas mecánicas pueden producir muchos daños.** Las carretillas mecánicas pueden producir daños considerables debido a colisiones accidentales o durante la manipulación de los productos. Compruebe que estén provistas del equipo de manipulación más adecuado (como dientes con puntas de goma). Almacene el material fuera de las rutas de acceso de las carretillas elevadoras y forme a los operarios para que reduzcan los daños al mínimo.

99

**¿Tacos de limpieza o gas?** Al limpiar las tuberías se puede recuperar producto de forma barata y eficaz usando tacos de limpieza o el gas apropiado. La limpieza mediante tacos es una técnica sencilla y barata que evita que el producto se acumule en las tuberías y además reduce los residuos.

100

**Bombeo o trasvase por gravedad, he ahí la cuestión.** Si la geometría lo permite, el trasvase por gravedad es mucho mejor que el bombeo de materiales líquidos. El trasvase mediante bombas produce residuos cuando queda material en la sección ascendente de la tubería.

El material que se adhiere a los conductos y depósitos se suele poder recuperar enjuagándolo con un disolvente compatible.

101

**Las conexiones flexibles suelen ser demasiado largas.** Las tuberías flexibles suelen ser más largas de lo necesario. Una manguera típica de diámetro interior de 25 mm. puede contener 3 kg. de producto por cada 5 metros cuando está llena. ¿Por qué usar 5 metros de tubo cuando bastaría con 2 metros? El ahorro puede ser de 2 kg. por uso.

102

**Los depósitos móviles pueden vaciarse correctamente mientras que los cerrados no.** Los ensayos han demostrado que, utilizando las herramientas correctas, se puede recuperar más producto de un depósito móvil que de un depósito cerrado. Poder llevar el material a la máquina (ya sea el molino o la máquina de llenado) es otra ventaja en términos de tuberías y limpieza.

103

**Los tramos de tubería específica compensan la inversión.** Las tuberías comunes son la pesadilla del ingeniero de planta; cada vez que se cambia de producto hay que limpiarlas con el consiguiente gasto de tiempo, disolvente y residuos. Una inversión adicional en una tubería específica para, por ejemplo, un cabezal de llenado, puede amortizarse rápidamente.

104

**Recupere los restos de los contenedores devueltos por los clientes.** Algunos productos (por ej. las masillas y otros productos de gran viscosidad) pueden ser recuperados de los contenedores devueltos por los clientes utilizando disolvente de dilución como prelavado, y de este modo pueden utilizarse de nuevo en producción.



105

**Los palets no regresan.** Los palets enviados a los clientes suelen volver con mucha menos frecuencia de lo que imagina. Por ejemplo, en una empresa el coste de los palets se cargaba en producción sobre la base de cinco utilizaciones, cuando el número real era únicamente de una. Los nuevos palets pueden costar 2.400 Ptas. (14,5 euros) cada uno mientras que la mayoría de los palets estropeados pueden ser reparados por mucho menos dinero.

## Control y Gestión del Proceso

### Capacidad de Proceso

106

**Utilice el Control Estadístico del Proceso (CEP) para los insumos.** El Control Estadístico del Proceso se suele utilizar en la etapa de salida de un proceso para indicar si el proceso está funcionando bajo control. La experiencia demuestra que este control, como medio de reducir la variación del proceso, es mucho más válido cuando se utiliza para controlar los insumos de un proceso. En un proceso de fabricación de aperitivos (snacks), los residuos eran muchos y variables debido a que el contenido de humedad de la harina era variable. Utilizando el CEP para controlar los índices de adición de agua se redujeron los niveles de residuos de manera espectacular.

107

**Los síntomas del "proceso enfermo".** ¿Muestra alguno de sus procesos las características de descontrol típicas de un "proceso enfermo"?

- índices de residuos altos y variables;
- búsqueda de arreglos técnicos;
- pérdida de control por parte de los operarios;
- montones de teorías diferentes sobre la causa del problema;

### SÍNDROME DE "PROCESO ENFERMO"



- negación de los problemas;
- un historial de intentos fallidos para mejorar el control;
- el proceso es considerado un arte más que una ciencia.

Si ésta es la situación, todas las mejoras que se hagan para comprender cómo controlar el proceso supondrán beneficios. Utilice el Control Estadístico del Proceso y Taguchi u otros diseños experimentales para comprender la causa y el efecto, reducir la variabilidad de las entradas y mejorar el control (Ver las recomendaciones 106 y 52/53)

108

**¿Cuál es su capacidad de proceso?** Un requisito básico para una producción baja en residuos es siempre funcionar dentro de su capacidad de proceso. Pero lo primero que hay que hacer es averiguar cuál es dicha capacidad.

Un proceso es capaz cuando su variación normal entra dentro de la tolerancia necesaria. El índice Cpk de capacidad de proceso es seis veces la desviación típica del proceso dividida por el rango de tolerancia. Si Cpk es inferior a 1, el proceso es capaz. Cpk superior a 1 indica un proceso incapaz, resultando en un exceso de residuos o la necesidad de rehacer trabajos.

109

**Exceso de correcciones, búsqueda innecesaria de problemas e impotencia asumida: el Control Estadístico del Proceso es la solución.** El problema principal para controlar muchos procesos consiste en su propia variación "normal". Reaccionar ante cada desviación puede provocar un exceso de correcciones del proceso, con las consiguientes fluctuaciones e inestabilidad. Por otra parte, la variación normal del proceso puede ocultar cambios subyacentes en las condiciones del proceso. Si no son detectadas, la variabilidad será incluso mayor.

El Control Estadístico del Proceso le puede ayudar a decidir cuándo el proceso está funcionando bajo control y cuándo requiere ser ajustado.

## **Gestión del Proceso**

110

**¿Es razonable hacerlo de ese modo?** Un equipo inadecuado puede provocar que los operarios tengan que trabajar a niveles de precisión inalcanzables. Un ejemplo clásico es trabajar con una balanza por debajo del peso mínimo preciso que mide con precisión o en gramos en una balanza calibrada para kilogramos. En tales casos, tape la parte no pertinente de la escala para que no pueda ser utilizada o suministre balanzas apropiadas para los rangos inferiores.

111

**Las hojas de control de parada evitan problemas en la puesta en marcha.** Las hojas de control son como los controles de los pilotos antes del vuelo y pueden utilizarse también al parar, durante el funcionamiento y en el ajuste inicial. Las hojas de control de parada pueden ser especialmente útiles ya que ayudan a asegurar que un proceso ha quedado limpio y listo para ser puesto de nuevo en marcha y que el mantenimiento se hará antes, no después, de la siguiente puesta en marcha, con la consiguiente reducción de residuos en la puesta en marcha.

112

**Ejemplos visuales para inspecciones visuales.** Cuando la inspección de calidad incluye la comprobación visual de un producto, hay que aportar ejemplos o fotografías del producto aceptable y del no aceptable y verificar que se cumple la norma. Sin los ejemplos visuales correctos, los inspectores pueden rechazar defectos

leves aceptables. Y lo que es más importante, se deben aportar los mismos ejemplos visuales a las personas que fabrican el producto.

113

**¡Si no funciona no lo use!** Ejemplo: una balanza casi no lee el cero al ser comprobada, pero el personal de mantenimiento no se ocupará de ello hasta mañana y estos bidones tienen que ser llenados inmediatamente. En esta situación la precisión queda relegada a un segundo plano y suele quedar en entredicho. Para poder producir con precisión y uniformidad, es necesario no tener que llegar a este tipo de situaciones. Por ejemplo, entrene a los operarios a ajustar las balanzas con precisión ellos mismos. Asegúrese de que se hagan las verificaciones de calibración de manera periódica.

114

**El mantenimiento preventivo reduce los residuos/paradas no planificados.** Las paradas no planificadas debidas a averías pueden ser una fuente importante de residuos. El mantenimiento correctamente planificado puede ahorrar material y aumentar el tiempo de funcionamiento productivo.

### ***Despilfarros y residuos por puesta en marcha y cambio de producción***

115

**El objetivo es hacerlo bien a la primera.** Conseguir que un proceso funcione bien a la primera es el objetivo para lograr reducir los residuos. Que esté correcto a la primera es la clave para que los cambios de producción sean rápidos, haya flexibilidad y buen servicio a bajo coste.



116

**Colocación de las bobinas en la máquina.** Ponga bobinas nuevas de material en los ejes que se vayan quedando vacíos y no espere a que se acabe la bobina en uso. Este procedimiento reduce el tiempo de cambio y, por tanto, los desperdicios.

117

**Mantenga registros de los ajustes previos.** En una fábrica de moldeo por inyección, el sistema de control imprimía los ajustes de las máquinas pero no los correlacionaba con el producto que estaba siendo producido o con el hecho de que la producción fuese correcta o defectuosa. La introducción de un sistema de registro manual rápidamente implementó el funcionamiento consistentemente bueno de las máquinas.

118

**Provea herramientas de ajuste.** Una línea de galletas producía paquetes en cuatro longitudes distintas pero la medición del cilindro dispensador para ajustar los tamaños de los paquetes era difícil. Es mucho más fácil, y más repetible, proveer calibres de ajuste de acero de distintas medidas.

119

**El SMED reduce las pérdidas y aligera los cambios.** Cuando las preparaciones pueden ser hechas fuera de la línea de producción se reducen los desperdicios y las pérdidas de tiempo productivo. La implementación por parte de un fabricante de coches del SMED (Single Minute Exchange of Die – Cambio de Troquel en Sólo un Minuto) mejoró las prestaciones de las prensas de estampado de paneles de coche. Muchas de estas técnicas son aplicables a todo tipo de procesos. El creador de estas ideas, Shigeo Shingo, ha escrito un libro sobre ellas: *Revolution in manufacturing (Single Minute Exchange of Die)* (Productivity Press (USA))

120

**Los arranques y paradas causan pérdidas.** Cada arranque tras la parada para comer produce pérdidas. El escalonamiento de los tiempos de refrigerio es una técnica que conduce a la operación continua generando así menos desperdicios. La alimentación discontinua también produce paradas que generan residuos. La alimentación automática por medio, por ejemplo, de cambiadores de palet contribuye a eliminar estas paradas.

## Reducción de las pérdidas en los procesos – ejemplos industriales –

### Fundición

121

**Maximice la relación metal fundido / fundición buena.** De esta manera se minimizan las cantidades a reciclar en las fundiciones. Las proporciones correctas contribuyen a bajar el volumen que es necesario fundir, reduciendo así los costes energéticos. En las fundiciones de aluminio el refundido crea una pérdida de material en forma de óxido que debe ser eliminado para evitar la fragilidad de la pieza.

### Fundición en arena

122

**Minimice el uso de arena.** Reduzca la proporción arena a metal líquido por medio de:

- El uso de cajas cuya forma sea lo más parecida posible al perfil de la pieza a fundir.
- Si es posible bloquee las esquinas de las cajas para reducir la cantidad de arena necesaria para llenar la caja.

- El uso prudente de “piezas sueltas” e insertos para vaciar el molde en las zonas no críticas.
- Revisar el espesor de las paredes y en particular, la cantidad de arena por debajo de la pieza fundida. El uso de alambres o barras de refuerzo puede ser preferible a paredes excesivamente gruesas.
- Utilizar arena residual como material de relleno para llenar espacio y reducir el consumo de material de moldeo/arena de contacto (reducción del consumo de arena y de ligante). Una alternativa es utilizar esferas de metal fundidas del metal que normalmente se utiliza para hacer lingotes. Estas esferas deben, sin embargo, estar utilizadas en la zona más alejada a la cara de la pieza.

123

**Controle la mezcla de arena.** La arena residual suele constituir el residuo más importante en muchas fundiciones. Controle la mezcla de arena asegurando que los tipos/capacidades de la mezcladora sean adecuados a la calidad de la arena demandada. Forme a los operarios.

124

**Reduzca la generación de arena usada.** Potencie al máximo la recuperación utilizando técnicas de recuperación y de regeneración de la arena. Potencie al máximo la proporción de arena recuperada en la mezcla de arena y compruebe que la capacidad del silo sea suficiente.

### *Fundición inyectada*

125

**Controle la variabilidad de la pieza fundida.** ¿En qué medida varía el peso de la pieza fundida? Si la variación es significativa existe la posibilidad de que se esté inyectando demasiado metal para evitar defectos de peso. Reducir la variabilidad le permitirá mejorar la calidad y reducir la colada promedio, mejorando de este modo su rendimiento.

126

**Estandarice el diseño de los moldes.** Si se utilizan distintos moldes para el mismo diseño, hay que medir el rendimiento de la colada con cada uno. Seguramente descubrirá que uno de ellos es significativamente mejor que el resto, por tanto, úselo como patrón para los demás moldes futuros.

### **Mecanizado**

127

**El proceso de mecanizado siempre genera residuos.** Eliminar material excedente de un material macizo mediante mecanizado ofrece flexibilidad, pero también produce muchos residuos. El fundido, sinterizado, prensado y la forja son alternativas que producen menos residuos y que deben ser seriamente consideradas.

128

**Quite la mínima cantidad posible de material bruto (Near net shape).** Si el mecanizado es absolutamente necesario, elimine la mínima cantidad de material posible diseñando adecuadamente la pieza. De este modo reducirá probablemente el desgaste de herramientas, la frecuencia de averías y los residuos.

129

**Para su recuperación separe las virutas por tipos.** Las virutas procedentes del mecanizado de material que contiene aleaciones pueden ser vendidas a mayor precio si son separadas del resto. Evite la contaminación de virutas de aleación con la de otros metales pues se podría reducir su valor de venta como chatarra.

130

**Atención a los cojinetes.** El desgaste de los cojinetes produce errores de mecanizado y el cambio frecuente de herramientas no defectuosas. ¡Compruebe el estado de los cojinetes!



131

**Los bloques multi-herramienta reducen el tiempo de recambio.** Al cambiar de una pieza a otra, tenga todas las herramientas necesarias ordenadas en un bloque multi-herramienta especialmente diseñado. Esto reducirá el tiempo de cambio y las pérdidas de arranque.

### **Transformación del metal**

132

**Encadre los componentes para optimizar el corte de chapas o flejes.** Agrupar diferentes componentes en la misma chapa es una forma efectiva de reducir residuos de chapa. Encadre las piezas estándar con las especiales para reducir al mínimo los recortes.

133

**Optimice el corte de materiales largos.** Cuando haya que cortar diferentes longitudes de material, optimice la utilización de los tramos de material original y almacene y gestione los recortes para reducir los residuos. En operaciones de estirado, un corte poco preciso o un control incorrecto del diámetro pueden producir un exceso de longitud, con la consiguiente creación de residuos.

134

**Control de los materiales auxiliares.** En la metalurgia, los materiales auxiliares como la pintura y los materiales de embalaje se suelen distribuir libremente y reciben muy poca atención. Las pérdidas pueden ser elevadas y costosas.

135

**Controle el espesor en los recubrimientos metálicos.** Vigile el aumento de peso de los componentes. El peso se debe medir y controlar para reducir el despilfarro de los metales usados para los recubrimientos electrolíticos.

136

**Controle el agua de limpieza.** En las operaciones de anodizado y recubrimientos electrolíticos se puede volver a usar el agua para el prelavado o concentrarla por evaporación ambiental para volverla a usar en el tanque del baño.

### **Ensamblaje**

137

**La precisión de la lista de materiales es vital.** En las operaciones de ensamblaje la precisión de la lista de materiales es esencial, no sólo para lograr la eficiencia en los pedidos y el proceso, sino también para minimizar los residuos. Una lista de materiales inexacta puede conducir a piezas rechazadas, desequilibrio de componentes, escasez de piezas y reelaboración.

### **CAMBIO DE LA VERSIÓN DE LA LISTA DE MATERIALES**





138

**Actualice las listas de materiales.** Saber gestionar los cambios de versión de la Lista de Materiales es la clave para reducir los residuos y el coste. El principal problema de residuos son los componentes o sub-ensamblajes obsoletos. Deshágase de todos ellos antes de cambiar a la nueva versión.

139

**Controle los rechazos del ensamblaje.** Las piezas rechazadas en el ensamblaje deben ser muy bien examinadas para asegurar que las buenas son reparadas y devueltas a producción. Para evitar un exceso de inventario, antes de reprocesar las piezas rechazadas verifique las necesidades de la producción en curso.

140

**Fabricación por exceso y por defecto.** Al planificar las variantes del pedido es importante controlar la duración de la serie de producción para evitar fabricar de más o de menos con las pérdidas consiguientes. Controle el montaje gestionando correctamente los insumos base a la línea de producción y el inventario de producción y de piezas rechazadas.

### ***Inyección de plásticos***

141

**Inyección de componentes múltiples.** Cuando se inyectan a la vez piezas de distinto color, la separación para el reciclado resulta poco práctica. Esto exige cambiar la forma de pensar en lo referente a la reducción de los niveles del arranque y de las piezas rechazadas. El equilibrio en el suministro de componentes también es fundamental ya que tanto la escasez como el exceso de piezas insertadas produce residuos.

142

**Manipulación de los recortes en el procesado de plásticos.** Hay que planificar cuidadosamente los sistemas de arranque y reciclado de los materiales plásticos que son procesados por corte o moldeado tras la extrusión. El uso del esmerilado posterior puede estar limitado por factores del proceso, y la relación entre recortes y componentes se debe diseñar para trabajar dentro de estos límites.

143

**El esmerilado posterior en el moldeo por inyección.** En el moldeo por inyección también hay que tener cuidado al manipular las piezas rechazadas. El problema suele ser la contaminación entre colores o de diferentes materiales, que puede dar lugar a un exceso de materiales que no puedan ser reciclados. Desde luego, la mejor opción es la reducción de las piezas rechazadas en origen.

144

**Diseño de canales y bebederos en el moldeo por inyección.** Lo ideal sería reducir al mínimo los canales y bebederos para reducir a su vez los costes de volverlos a procesar. Además, deben ser diseñados para que sean reciclados dentro del proceso. Los bebederos que son eliminados en etapas posteriores pueden ser reciclados aunque es más difícil controlarlos debido a la distancia y al tiempo transcurrido, especialmente cuando los colores deben ser segregados para su reciclaje.

Actualmente es normal diseñar sistemas calientes de canales que no dejan mazartas pero esto hay que preverlo en la etapa del diseño de los componentes y no dejarlo para la etapa de diseño del molde. Todo ello forma parte del diseño orientado a la producción baja en residuos.

### ***Industria de la alimentación***

145

**Desear evitar la contaminación puede aumentar los residuos.** Las contaminaciones pequeñas en los procesos de mezclado son inevitables. Tratar de evitarlas pue-

de producir residuos innecesarios. Una empresa de alimentación purgaba una línea con 700 kg. de aceite de coste elevado en cada cambio de producto, creyendo que el aceite era contaminado por otro aceite. De hecho, la línea contenía solamente 3 – 4 kg. del “contaminante” lo que no causaba ningún problema en absoluto. Suprimir la purga supuso un ahorro de 24 millones de ptas./año (145.000 euros/año).

146

**Los ingredientes alternativos pueden costar más.** Las operaciones de mezclado permiten a veces el uso de ingredientes alternativos en función de la disponibilidad. En una operación de mezcla, se descubrieron grandes variaciones en el coste de producción relacionadas con el material, debido a que los operarios no tenían directrices sobre las implicaciones en el precio de las variaciones que preparaban tan alegremente.

147

**La limpieza de la línea.** En una fábrica, el barrido de las líneas de llenado recuperó, en cada cambio de lote productivo, 12 kg. de jarabe de una línea corta auto purgada. Esto supuso un ahorro de 1 millón de ptas./año (5.800 euros/año).

148

**La guerra de las salsas.** Una fábrica de comidas de consumo rápido producía constantemente un exceso de salsas que caducaban y debían ser desechadas. La causa era una guerra verbal entre cocineros y técnicos que se pudo resolver cuando se declaró una amnistía y los cocineros pudieron explicar las prácticas corrientes de trabajo y la producción real de salsa.



149

**Vuelva a entregarles las llaves del proceso.** En algunos casos, los gerentes cierran los paneles de control de proceso y se llevan las llaves en lugar de confiar a los operarios el control del proceso. Si es necesario realizar un ajuste, el operario debe estar formado y ser capaz de hacerlo.

150

**Las cosas no “se caen simplemente” de las cintas transportadoras.** El mal diseño de las cintas transportadoras, de los sistemas de carga y de mantenimiento es la causa de que las cosas se caigan.

151

**El agua no es gratis y aún menos el agua caliente.** Vigile el consumo de agua caliente para la limpieza y determine si calentarla aumenta o reduce sus márgenes de seguridad en la higiene.

152

**¿Utiliza materiales “baratos” que no requieren control?** Las pérdidas de estos materiales “baratos”, como el agua, pueden incluir pérdidas de energía y otros materiales. Un mejor control del uso del agua puede ahorrar más que el simple coste del agua.

### ***Fabricación de productos químicos, pintura y tinta***

153

**Tape los depósitos para reducir al mínimo la evaporación.** Tapar los depósitos es una práctica común pero hay que hacerlo bien para que sea eficaz. En una serie de ensayos realizados en una planta europea se demostró que una tapa que deje abierta solamente el 1% de la superficie de un depósito es ineficaz a la hora de evitar la evaporación de disolventes. Las tapas de plástico sujetas con gomas son la mejor opción. En un caso concreto, se descubrió que las cámaras de las ruedas de bicicleta resultaron tener el tamaño perfecto.

154

**Apague el extractor cuando no se necesite.** La extracción suele ser necesaria por razones de seguridad, para proteger a los operarios y al ambiente interno de la fábrica. La extracción de depósitos que contienen productos basados en disolventes, como las pinturas, es necesaria durante el agregado de materias primas en polvo y durante la agitación. En otros momentos sólo sirve para aumentar las pérdidas por evaporación. De manera que desconecte el extractor y el mezclador cuando no sean estrictamente necesarios.

155

**Mantenga al mínimo el tiempo de agitación de los depósitos de pintura.** La agitación aporta energía al depósito, aumentando la temperatura y por tanto la evaporación. La agitación constante produce pérdidas considerables. La agitación debe ser reducida al mínimo, sólo para evitar la separación. En un caso, la reducción de la agitación a 30 minutos por turno redujo las pérdidas de disolvente sin que la calidad se viera afectada.

156

**Las muestras forman parte de las pérdidas de producción.** Sume todas las muestras y puede que obtenga hasta 10 kg. por lote, o el 0,25%. Vuelva a examinar la necesidad de estas muestras y considere reducir su tamaño así como su número.

157

**Diluir a la mitad el contenido de sólidos.** El contenido en sólidos, la parte más cara de la mayoría de las pinturas y tintas, suele regalarse a los clientes ya que se diluye menos de lo preciso en las etapas finales. Añadiendo un poco más de disolvente en la etapa de dilución puede aumentar la producción en un 0,5 – 1% con un mínimo coste.

158

**Las válvulas sin retorno pueden evitar la vuelta del material.** Las tuberías de succión se usan para aspirar líquidos de los depósitos. Cuando la bomba está más alta que el depósito, el líquido caerá inevitablemente de nuevo en el depósito con una pérdida de 1 – 2 kg. por operación. Una válvula sin retorno evita esta caída y el líquido en el tubo puede ser recuperado elevando el tubo por encima de la bomba.

159

**Reduzca el número de trasvases por carga.** En la producción de pintura y tinta, el tamaño de la carga suele ser inferior al tamaño de la partida acabada, ya que los lotes grandes suelen estar compuestos de varias bases de molienda pequeñas, pudiendo utilizar cada una diversos depósitos. Reducir el número de depósitos móviles utilizados por partida reduce las pérdidas de producción y la generación de disolvente sucio.

160

**Los residuos de la molienda son residuos valiosos.** Un kilogramo de producto perdido en la etapa de la molienda puede valer el doble que un kilogramo perdido en el llenado. Esta es la razón por la que los departamentos de molienda son un fructífero campo de operaciones para los cazadores de residuos.

161

**Verifique los rendimientos de las etapas intermedias del proceso.** Muchos procesos químicos son reacciones de etapas múltiples. Compruebe la correspondencia entre la producción y los tamaños de lote *a lo largo de todo* el proceso. Esto puede mejorar de manera significativa la eficacia y la consistencia corriente abajo y reducir los residuos de manera significativa.

162

**Reduzca los residuos de disolvente en la limpieza de molinos.** Las pruebas han demostrado que la mejor manera de limpiar un molino es lavar al final de la molienda con, como mínimo, tres volúmenes/sistema del disolvente que se va a utilizar para la partida de producto, que luego se pasa al producto. Esto deja el molino lo suficientemente limpio como para requerir solamente un pre-lavado con un solo volumen/sistema. La mayor parte del disolvente y del producto termina en la carga de material y menos en los residuos.

163

**¿Por qué purga las bombas?** La purga de las bombas supone una pérdida de producto porque los operarios no se pueden arriesgar a que se produzca contaminación entre productos. Entre las sugerencias para solucionar este problema se incluyen: dedicar las bombas a gamas compatibles de producto; evitar la contaminación de colores, limpiando las bombas rápida y correctamente y dejándolas secar; purgar una cantidad mínima en un contenedor separado y desecharla solamente si la contaminación es evidente.

### **Artes gráficas**

164

**Analice cómo se producen los residuos de tinta.** A menudo la tinta se desperdicia en las imprentas porque se mezcla una cantidad excesiva para el trabajo en mano. En este caso, existe la elección entre guardarla para adaptarla a otro color o deshacerse de ella. La necesidad de tirarla se debe a consideraciones de calidad, falta de espacio para almacenarla y sistemas de aprovechamiento inadecuados. Estudie atentamente por qué se produce el excedente. Consulte con su proveedor de tinta cómo optimizar su uso. Considere los modernos sistemas de mezcla.

165

**Analice los métodos de estimación.** Asegúrese siempre de que su procedimiento de estimación tiene un circuito de retroalimentación que le permita comparar el estimado con la producción real. Calcular de más produce residuos, mientras que calcular de menos escasez de producto. Sin retroalimentación, las desviaciones por exceso tienden a aumentar de manera natural. Esto vale tanto para la tinta como para el sustrato.

166

**Minimice las correcciones.** La fabricación poco precisa de tinta necesita de correcciones. Las correcciones producen lotes más grandes. Los lotes más grandes producen excedentes. ¡Los excedentes producen residuos!

167

**Los sistemas de preparación de muestras pueden ser una fuente de imprecisión durante la igualación de colores.** Cuando los sistemas de color controlados por ordenador no funcionan, comience por comprobar la preparación de las muestras. Para preparar correctamente una muestra se necesita un sustrato uniforme, barras de muestreo uniformes, limpias y no gastadas, estucadoras K en buen estado, operarios bien formados y el patrón correcto con el que comparar.

168

**La composición de la tinta también puede variar.** Sólo cuando se compruebe y demuestre que el sistema de tracción y la medida del color son perfectos merecerá la pena comprobar la composición de las tintas para asegurarse que son de tono y resistencia constante. Hable de los sistemas y de variabilidad con su proveedor de tinta. La mayoría de proveedores ofrecen ayuda especializada *in situ*. El sistema de tinta utilizado puede tener muchas implicaciones, tanto para los contenedores utilizados en el suministro como para el personal que los limpia.

169

**Mantenga constantes las condiciones de prensado.** La tinta ofrecerá unos resultados adecuados sólo bajo condiciones de prensado constantes y éstas deben ser consignadas por escrito y repetidas. El estado y el mantenimiento de la prensa pueden ser críticos a la hora de asegurar la uniformidad del producto.

170

**Los residuos de las cubetas pueden ser importantes.** En las prensas, por su propio diseño, se desperdicia a menudo tinta, especialmente cuando se trabaja con lotes pequeños. Simplemente, el llenar el sistema puede producir un gran excedente de tinta que puede, o no, ser utilizada de nuevo. Verifique todos los diámetros de tubos, tamaños de cubetas, tamaños de bomba y depósitos para eliminar estos residuos potenciales del sistema. Los modernos sistemas de tinta están diseñados para minimizar estos excedentes.

171

**No se apresure a eliminar tinta valiosa como residuo.** La existencia de vías de eliminación fáciles y sin control del exceso de tinta es una invitación al vertido. Cierre los puntos de acceso y controle los vertidos. Verifique los procedimientos y materiales de limpieza.

### **Procesado y transformado de papel**

172

**Es una lástima que este papel no sea de la anchura correcta...** Para reducir los cambios de producto y las necesidades de existencias, las papeleras ofrecen una gama limitada de anchuras de banda de papel continuo. Compruebe cuidadosamente si son las más apropiadas para la gama de tamaños de corte necesarios. Tiene que lograr reducir la cantidad de recortes.

**LÁSTIMA QUE LA BOBINA NO VIENE EN LA ANCHURA CORRECTA**





173

**Compruebe la precisión de los contadores de hojas con revisiones periódicas.** Los contadores de hojas no siempre son precisos. De hecho, a menudo están preparados para contar unas hojas de papel extra por seguridad. Las revisiones periódicas pueden ayudar a identificar pronto el problema y a tomar medidas correctoras para reducir los despilfarros.

174

**No pare el proceso para realizar empalmes.** Utilizar dispositivos de empalme rápidos mantiene el producto dentro de las especificaciones y desperdicia menos material que parar para hacerlo manualmente. También existe tecnología para realizar empalmes manuales sin parar el proceso.

175

**La laminación es un malabarismo.** Un empalme en cualquier capa de un laminado provoca un defecto. Calibrar con cuidado los tamaños de las bobinas de alimentación reduce los fallos y aumenta la proporción de tramos continuos correctos igualando las posiciones de empalme de las diferentes capas.

176

**Alzado.** Durante el proceso de alzado cada cambio de bobina produce el desperdicio de parte de otras. Para reducir las paradas al mínimo los operarios pueden cambiar una bobina parcialmente terminada junto con la que está terminada. La estandarización de las longitudes de bobina significa que todas se cambian juntas, reduciendo las paradas y los residuos.

177

**Alineación de los rodillos.** La correcta alineación de los rodillos de transferencia es fundamental en las máquinas de alimentación de papel continuo. Compruebe que la alineación se revisa de forma precisa y con regularidad.

178

**Desenrolle hasta el final las bobinas.** El riesgo de romper el papel continuo puede hacer que se tenga precaución al desenrollar las bobinas a tope. Tres centímetros de papel que queden en el mandril puede representar el 1% de la bobina. Repita esto cada tres o cuatro procesos y se encontrará con pérdidas del 3 – 4% por esta causa. Revise o cambie los frenos, mejore el control de la velocidad e introduzca un sistema de representación gráfica para que el operario sepa lo que aún queda en el mandril.

179

**Utilice las bobinas lo más grandes posible.** Utilizar el mayor tamaño de bobinas posible reduce el tiempo y los residuos que se producen en los cambios. En una planta transformadora de papel, el cambio de posición de un tubo en una máquina permitió un aumento del 12% del tamaño de la bobina en todo el proceso.

180

**Controle la calidad de impresión durante el funcionamiento.** Los defectos durante los trabajos de impresión tienden a pasar desapercibidos si no se controlan con cuidado. El problema siempre ha sido la cuantificación durante la impresión. El control de la calidad de impresión basado en el operario ha resultado una buena medida para responder a la pregunta, "¿cómo se está desarrollando la impresión?". La respuesta puede ser, "estamos funcionando al 4% sobre tolerancia y probablemente necesitemos una bobina más" o "el trabajo va bien, así que podemos suprimir un par de bobinas de la tirada".

181

**Planifique cuidadosamente las cantidades de mezcla de estucado.** Durante el estucado del papel, calcule con precisión la cantidad de mezcla de estucado necesaria para evitar excedentes al final del trabajo. Debería haber al menos tres tamaños de mezcla estándar y las series deben ser planificadas para que al final quede la menor cantidad de mezcla posible. Una planta transformadora de papel aplicó esta técnica ahorrando 7,2 millones de ptas./año (43.200 euros/año).

182

**Las bobinas de papel son vulnerables.** La superficie externa de una bobina de papel sin protección es muy sensible a los daños. Debido a que la circunferencia es



mayor en la superficie de la bobina, los daños en esta parte tienen efectos desastrosos. Una abolladura que afecte al 5% de la superficie de la bobina de papel estropeará el 10% del papel.

## LAS BOBINAS DE PAPEL SON VULNERABLES



183

### **Prohíba los cutters.**

Por la misma razón que en la Recomendación 182, los operarios deben limitar al mínimo la profundidad de los cortes superficiales.

¡Los cutters están taxativamente

prohibidos! Un cutter de diseño especial con un protector de bobina incorporado reduce al mínimo las pérdidas por cortes superficiales.

184

**Proteja correctamente las bobinas.** Envuelva de nuevo las bobinas entre procesos y no use para manipularlas carretillas elevadoras sin protección. Las elevadoras de garra son aceptables aunque sólo si se utilizan correctamente ya que pueden producir más daños que las carretillas elevadoras.

## **Limpieza de equipos e instalaciones**

185

**Utilice la mezcla más barata.** A menudo se utilizan mezclas de disolventes para la limpieza pero los precios de los disolventes cambian con el tiempo por lo que puede reducir sus gastos cambiando de fórmula. Haga pruebas para asegurar que está obteniendo la mejor capacidad de limpieza por su dinero.

186

**La fabricación de resina puede ser una fuente de disolvente de limpieza gratuito.** Los disolventes pueden ser productos derivados de reacciones químicas utilizadas para producir resinas. Instalar un depósito de separación permite la recuperación de una parte del disolvente que puede ser utilizado en la limpieza. Una planta ahorró de este modo 48 millones de ptas./año (290.000 euros/año).

187

**Mida y registre el disolvente de limpieza.** Como es de esperar, medir y anotar el disolvente de limpieza reducirá su consumo.

188

**El cuero limpia mejor.** Durante la producción de pintura, los operarios hacen una buena labor al raspar los depósitos móviles tratando de recuperar material y la mejor herramienta para este trabajo es sin duda un raspador de hoja de cuero. Utilizado junto con una cuchilla de paleta podrá limpiar un depósito portátil de 1 tonelada lo suficiente como para tener que emplear solamente 5 litros de disolvente.

189

**El disolvente regenerado no es gratis.** Regenerar el disolvente sucio por destilación para utilizarlo en la limpieza es una oportunidad para reducir los costes de eliminación y el gasto en disolvente. Pero recuerde, el disolvente regenerado no es gratis y debe ser controlado como cualquier otro material.

190

**Cómo sacar el máximo rendimiento de una planta de destilación.** La forma de obtener el máximo beneficio de una planta de destilación es reduciendo, antes que nada, el consumo de disolvente y estableciendo controles; puede llegar a descubrir que después de todo no necesita la planta de destilación.

191

**Todo el mundo conoce los mejores procedimientos de limpieza.** ¿Es esto verdad? ¿Qué pasa con la persona que se va a incorporar la próxima semana, o con los antiguos empleados que están acostumbrados a hacer las cosas a su manera? Una vez establecidos, todos los procedimientos de limpieza deben estar claramente documentados y los nuevos empleados, como parte de su formación, deben ser entrenados en su utilización.

192

**Utilice papel en lugar de trapos para la limpieza.** El papel es más absorbente que los trapos y de ahí que genere menos residuo por kilogramo de producto absorbido. El ahorro en los gastos de eliminación de residuos puede compensar con creces el gasto extra de papel.

193

**El disolvente sucio todavía puede limpiar.** Lo que parece disolvente sucio tiene todavía mucha capacidad limpiadora. De hecho, el disolvente puede ser todavía eficaz para limpiar cuando contiene hasta un 15% de sólidos, en especial si se filtra bien. El disolvente sucio de despilfarro tiene normalmente un 5 – 8% de contenido en sólidos lo que significa que la *mitad* de su capacidad de limpieza se desperdicia. Dicho de otra manera, se usa el doble de disolvente de lo que se necesita.

### EL DISOLVENTE SUCIO TODAVÍA LIMPIA



194

**Reduzca al mínimo el volumen del enjuague de los depósitos móviles.** Los depósitos móviles se suelen limpiar primero con disolvente sucio y luego se aclaran con disolvente limpio. Cuando el depósito de disolvente usado esté lleno, se vacía incluso aunque el disolvente esté relativamente limpio. De hecho, el disolvente del enjuague final que todavía está relativamente limpio se añade al disolvente sucio. La clave para reducir la producción de disolvente sucio es reducir al mínimo este enjuague.

195

**Reduzca las cantidades en la limpieza de filtros y bombas.** En la limpieza de filtros y bombas se aplican los mismos principios de la Recomendación 194. Se puede utilizar un bidón de disolvente sucio para el prelavado, purgándolo con los primeros litros que van a ser eliminados. El resto puede volverse a usar, y a continuación, se puede proceder a un enjuague limpio, controlado y mínimo.

## **Productos farmacéuticos y de higiene**

196

**¿Cuál es el nivel de residuos aceptable?** En un proceso de fabricación de toallitas, el nivel de residuos estándar era del 5% pero los operarios eran incapaces de relacionarlo con el proceso. Definir la norma en términos de kilogramos de residuos por turno de trabajo proporcionó una retroalimentación sencilla sobre el funcionamiento al final de cada turno.

197

**El control de los residuos es la clave.** Calcular el balance de masas (ver Recomendación 18) en las fábricas de productos farmacéuticos y de higiene puede ser una pesadilla ya que los materiales se compran por unidades, longitud o volumen y se venden por número en todo tipo de envases de diferentes tamaños. Los residuos se suelen recoger en Eurocontenedores (contenedores de ruedas de 1.100 litros) y se compactan sin pesar. La clave está en poner en práctica sistemas de pesado y recogida de residuos – el coste de los materiales contenidos en un Eurocontenedor típico puede ser de 50.000 ptas. (290 euros) o más, mientras que los gastos de eliminación pueden ser de sólo 750 ptas. (4,5 euros). El ahorro podría ser enorme ya que los niveles de residuos pueden ser muy elevados, del 10 al 20%.

198

**Prevención de residuos en la fabricación de productos estériles.** En el procesamiento de productos estériles, el 15 – 20% de residuos puede ser producido por la necesidad de mantener limpio el proceso en cada parada para evitar los posibles residuos no estériles. Para reducir estos residuos, el proceso debe ser diseñado u operado para que comience y termine con el mínimo de residuos.

199

**Los residuos de embalajes pueden ser más caros que los residuos de producto.** Los productos farmacéuticos y de higiene suelen ser multicapa y tienen embalajes caros. Desde el comienzo del proceso de embalaje, se producen residuos hasta que las diversas piezas se acoplan unas a otras.

En una línea de apósitos se pensaba que había que conservar la parte activa del producto (una compresa impregnada). De manera que se determinó montar la totalidad del paquete en primer lugar, y luego empezar con el ingrediente activo. Sin embargo, esto produjo en realidad más residuos, ya que el ingrediente activo sedimentaba. De hecho, el método más barato en este caso resultó ser ponerlo todo en marcha a la vez. Se perdía la mayor parte del ingrediente activo pero el ahorro en embalaje lo compensaba con creces.

200

**En primer lugar pruebe el camino más corto.** ¿Cuál es el mejor orden en el que se puede ensamblar un proceso multipieza? El enfoque normal de ensamblar primero el artículo con el recorrido más largo creaba residuos extra, en esta pieza, cada vez que se añadía una pieza adicional. Ensamblar los artículos comenzando por el que tiene el recorrido más corto ahorró material y tiempo.

## **Conclusión**

Muchos de las recomendaciones proporcionadas en esta Guía pueden parecer simples u obvias, pero esto no es lo importante. El verdadero objetivo es estimularle en la búsqueda de oportunidades de producción limpia y el ahorro económico en su empresa.

Algunas de las ideas presentadas requieren una investigación y enfoque más científicos de los métodos que se pueden aplicar a sus circunstancias. Algunos de ellos ya los estará llevando a cabo, pero compruébelos todos, tal vez descubra nuevas posibilidades.

El Servicio telefónico gratuito IHOBE-LINE en el número 900-150864 proporcionará información gratuita y actualizada en materia de producción limpia, residuos, legislación ambiental y mejora ambiental continua. Solicite asimismo la edición actualizada del "Catálogo de Publicaciones" de IHOBE, S.A.

**Producción Limpia: Reducir residuos y obtener beneficios**

# Anexo I

## Eufemismos de residuos

- Barreduras
- Basura
- Chatarra
- Defectos
- Derroche
- Devoluciones
- Disolventes usados
- Efluentes
- Embalajes
- Envases
- Fugas
- Impurezas
- Limpiezas
- Lodos
- Muestras residuales
- No conformidades
- Olores
- Pérdidas de depósitos
- Pérdidas de proceso
- Pérdidas de rendimiento
- Pérdidas en stockage
- Polvo
- Productos defectuosos
- Productos obsoletos
- Pruebas
- Purga
- Rechazos
- Reprocesos
- Segundas marcas
- Sobrepeso
- Sobreproducción
- Subproducto
- Tortas
- Vertido
- Vertidos de limpieza

## Anexo 2

### Autoevaluación: ¿Apuesta por la producción limpia y la mejora ambiental continua?

A medida que lea este Anexo considere si está de acuerdo con las afirmaciones que se hacen al comienzo de cada paso. Esto le ayudará a decidir el punto de partida para su estrategia de minimización de residuos. También puede descubrir que diferentes personas de su organización creen encontrarse en puntos diferentes.

#### Inicio

#### **Los residuos y emisiones no son un problema**

Los residuos y emisiones no representan un problema para mi empresa ..... *Verdadero/Falso*

No contamos con un responsable de medio ambiente ..... *Verdadero/Falso*

Los residuos y emisiones no se discuten en las reuniones de la Dirección ..... *Verdadero/Falso*

Los residuos no nos cuestan mucho ..... *Verdadero/Falso*

Si ha contestado Verdadero a cualquiera de estas opciones, entonces no considera que los residuos son importantes, pero debe saber que la mayoría de las empresas en el País Vasco han abandonado esta postura por causa de las normativas y del aumento de los costes de eliminación de residuos.

Si se queda parado en este punto, puede que sus competidores estén reduciendo sus costes mediante la producción limpia o la minimización de residuos y, al hacerse más competitivos, pueden amenazar su posición en el mercado.

#### Paso 1

#### **Los residuos sólo son un problema de gestión correcta**

Nuestra mayor preocupación son los costes de gestión de residuos ..... *Verdadero/Falso*

Nuestra preocupación es encontrar el modo de gestión más sencillo ..... *Verdadero/Falso*

Estas son preocupaciones válidas, pero si son sus únicas preocupaciones en cuanto a los residuos, entonces se encuentra en el Paso 1. Los residuos son una prioridad baja, debido a que no se aprecian los costes totales. La preocupación sobre costes de gestión es válida pero puede fallar en su planteamiento, los costes de los residuos son muy superiores a los costes de gestión. Pruebe a realizar un análisis del coste total de los residuos.



## Paso 2

### **Los residuos son un problema de normativa y de costes**

La responsabilidad del cumplimiento de las normativas se sitúa en el nivel del Consejo de Administración ..... Verdadero/Falso

Conocemos todos los efectos posibles de las normativas sobre residuos ..... Verdadero/Falso

Conocemos el coste total de los residuos ..... Verdadero/Falso

Los residuos suponen unos costes para mi empresa de ..... ptas. (euros) al año

Si ha contestado a todas Verdadero, entonces los residuos se están convirtiendo en un motivo de preocupación para su empresa. La evaluación de los costes de los residuos debe incluir los costes de tratamiento y los costes de eliminación, pérdidas de materias primas, de producto en las corrientes de residuos y de energía, costes de manipulación de residuos, pérdidas de producción o de capacidad y costes de mano de obra para procesar los residuos.

El siguiente paso es ir más allá del cumplimiento de las normativas e identificar la posibilidad de ahorrar a partir de la minimización de residuos.

## Paso 3

### **Planeamos reducir la cantidad de residuos**

Conocemos todos los orígenes de los principales residuos y su coste ..... Verdadero/Falso

Hemos fijado objetivos para la minimización en origen ..... Verdadero/Falso

Iremos más allá del cumplimiento normativo para minimizar nuestros residuos ..... Verdadero/Falso

Planificamos para ahorrar ..... ptas. (euros) al año

Comienza a realizar progresos. Adjudicando costes a las fuentes centrará la atención en la necesidad de mejorar la eficacia en zonas específicas, y el establecimiento de objetivos proporcionará la motivación necesaria. La dirección está comprometida con la reducción de residuos y se facilitan recursos para este fin.

## Paso 4

### **Hemos identificado nuestros residuos y estamos llevando a cabo un control**

Los residuos se controlan como % de la producción o % de los costes ..... Verdadero/Falso

La evolución de los residuos se controla a lo largo del tiempo ..... Verdadero/Falso

La información sobre residuos se comunica regularmente ..... Verdadero/Falso

Existe un viejo dicho que dice: si no lo mide no lo puede gestionar. En esta etapa es esencial la cuantificación y el control de los residuos para controlar el progreso en relación a los objetivos, así como para mejorar la concienciación sobre los residuos haciendo pública la información sobre los mismos a todos los niveles de la empresa.

Una vez que la atención de la dirección se centre en el problema de los residuos, mejorará la administración de la empresa y la plantilla generará nuevas ideas.

## Paso 5

### **La cantidad de residuos se minimiza según se cambia el modo de trabajar**

Algunas de las mejores ideas provienen de los trabajadores..... Verdadero/Falso

Estamos modificando los procesos y procedimientos para conseguir reducir los residuos..... Verdadero/Falso

Tenemos equipos interdepartamentales que trabajan para reducir los residuos..... Verdadero/Falso

En esta etapa sus procesos se están volviendo más eficientes, ahorrando materias primas, mano de obra y capacidad para una mayor producción o una reducción de costes. La evolución de los residuos irá a mejor, reduciendo las emisiones al medio ambiente. Se producirá una retroalimentación de las mejoras para aumentar la motivación. Según se vayan logrando éxitos, los objetivos que representen mayores retos se irán volviendo más asequibles.

## Paso 6

### **Estamos optimizando nuestros procesos y obteniendo grandes reducciones de costes**

Actualmente comprendemos nuestros procesos gracias a ensayos y experimentos..... Verdadero/Falso

Utilizamos el Control Estadístico del Proceso para mejorar el control de proceso..... Verdadero/Falso

Nos ocupamos de todas las etapas del proceso..... Verdadero/Falso

En esta etapa se producen grandes ahorros de costes a medida que se profundiza en el conocimiento del proceso. Mejoran las comunicaciones al tiempo que se vuelve evidente que una de las mayores fuentes de residuos se encuentra en las interfaces de los procesos de la empresa. Se elimina el exceso de pedidos o los desequilibrios en la producción.

Se definen las conexiones entre mejoras de proceso, minimización de residuos y ahorros de costes y se vuelve evidente la lógica del impulso hacia la producción limpia.

## Paso 7

### **Sólo un cambio en la tecnología puede eliminar los residuos completamente**

Se han puesto en práctica todas las oportunidades de minimización en origen..... Verdadero/Falso

Se han examinado todos los procesos y realizado las mejoras..... Verdadero/Falso

Una mayor minimización de residuos requeriría cambios en la tecnología o en el diseño..... Verdadero/Falso

¡Buen trabajo! Sus residuos se han minimizado al máximo gracias a su tecnología actual. Ha cosechado beneficios económicos substanciales en esta etapa y tiene los residuos bajo control al tiempo que previene la contaminación.

Pasar a la etapa final tal vez requiera un cambio substancial en los productos o procesos. La sustitución de la tecnología de los procesos se produce en ciclos según evolucionan los mercados y las tecnologías. Saber cuándo llevar a cabo dicho cambio representa una decisión estratégica importante. Si plantea alcanzar el objetivo de residuo cero, comenzará el siguiente ciclo con una ventaja en cuanto a costes y control sobre la competencia. Mientras tanto, siga con la mejora ambiental continua.

## Paso 8

### **Residuo cero**

Hemos rediseñado nuestro proceso para eliminar la generación de residuos y emisiones..... *Verdadero/Falso*

¡Felicidades! Pocas empresas alcanzan este nivel, aunque las más eficientes se acercan bastante. Las mejores empresas seguirán al frente a lo largo de varios ciclos económicos, acercándose cada vez más al nivel de residuo cero. Hacer el mejor uso posible de los recursos y reducir el impacto medio ambiental es la mejor política para una empresa.

## ***NOTAS***