

MINIMIZACIÓN DE RESIDUOS. UN CASO REAL: POLVO DE ACERÍA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO

Fco. Javier Vallejo Ochoa de Alda. Ingeniero Industrial. ASER.
Borja García-Egocheaga Vergara. Ingeniero Industrial. ASER.
Borja Vallejo Mendizábal. Estudiante de 6º Curso de Ingeniería Industrial.

Introducción

Cualquier filosofía sobre residuos debe partir de la realidad y ésta enseña que, hoy por hoy, resulta imposible no generar residuos. Esta afirmación no debe hacernos olvidar que, si bien la eliminación total de los residuos es utópica, no lo son así su reducción, reutilización, reciclaje y valoración energética.

Esta jerarquización tiene su base en las directrices que la Unión Europea ha fijado para la gestión de residuos y que está plasmada en la Comunicación de la Comisión sobre "La estrategia comunitaria para la gestión de residuos" (COM (96) 399 final).

Basándose en estos principios, se han diseñado en los últimos años diversos Planes de minimización de residuos, mediante los cuales se pretende conseguir reducir la cantidad de residuos industriales en origen.

Nos centraremos en la reducción en origen (minimización) de un residuo en particular: el polvo de acería de horno de arco eléctrico.

Generación del polvo de acería de horno eléctrico de arco

El polvo de acería se produce como consecuencia de la fabricación de acero en las acerías de horno de arco eléctrico,

durante la depuración de los gases, y, en menor medida, en equipos de captación de aire de la acería.

El reciclaje de la chatarra (generalmente de acero galvanizado) comienza cuando se calienta y se funde en el interior del horno de arco eléctrico. Durante la fusión del hierro, cuando se alcanzan temperaturas próximas a los 900 °C, el zinc se sublima y posteriormente se oxida formando óxido de zinc (zincita) o óxidos de zinc y hierro (ZnFe_2O_4).

Estos óxidos de zinc, junto con otros compuestos formados y volatilizados durante el proceso de fusión del acero, se recogen en los sistemas de depuración de la acería. A estos residuos se los denomina "polvos de acería de horno de arco eléctrico". Por cada tonelada de acero producido en el horno de arco eléctrico se generan entre 15 - 20 kg de polvo de acería. A continuación se muestra su composición química tipo (Figura 1).

%	Polvo de acería
Zn	22-38
Pb	3-5
Cd	0,03-0,1
C	1-2
FeO	25-35
CaO	5-7
SiO ₂	3-5

Fig. 1: Composición típica de los polvos de acería de horno de arco eléctrico

La producción anual de acero en Europa es aproximadamente de 150 Mt de las que el 30%, es decir, unos 50 Mt se producen en hornos de arco eléctrico. Como consecuencia de esta producción, la Unión Europea produce anualmente 800.000 t de polvo de acería de horno de arco eléctrico de las que 120.000 t corresponden al Estado Español.

El polvo de acería de horno de arco eléctrico como residuo

Debido a sus propiedades físicas y químicas, los polvos residuales de estas acerías originan problemas ambientales si son vertidos al ambiente:

- El 60 % de las partículas de estos polvos es menor de 50 micras.
- En su composición abundan los metales pesados.
- En contacto con agua, genera lixiviados que contienen productos alcalinos, metales pesados, cloruros y sulfatos.

Por estas razones, la legislación ambiental de la U.E. exige que, en caso de ser vertidos, sean debidamente inertizados y depositados en lugares especiales. Este requisito, unido a que cada vez es más difícil encontrar y controlar zonas adecuadas de vertido, hace que los costos de los vertederos para estos materiales residuales sean cada día más importantes.

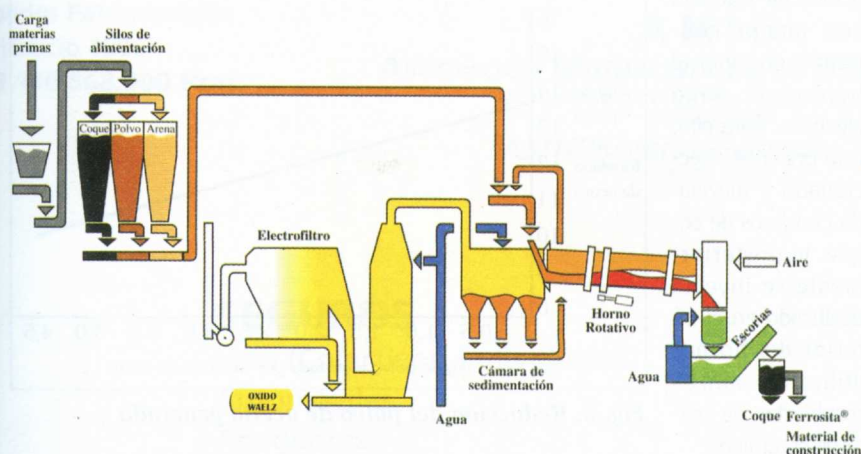


Fig. 2: Planta Waelz de ASER. Asúa-Erandio. Bizkaya

Ante esta situación, las actividades de recuperación de los metales contenidos en el polvo de acería alcanzan progresivamente mayor interés económico.

Hay diversas tecnologías capaces de recuperar los metales que contienen los polvos de acería: lixiviaciones ácidas o amoniacales, hornos de plasma, procesos de convertidor, proceso Flame reactor, proceso Waelz, etc.

Gracias a estos métodos, se tratan en el mundo entre 1-1,5 Mt de polvo de acería de horno de arco eléctrico recuperando así 250-300.000 t de zinc al año.

En el momento actual, la mejor tecnología disponible demostrada (BDAT) para la revalorización del polvo de acería son los procesos de alta temperatura (HTMR - High Temperature Metals Recovery). (E.P.A.: "First Third Rule" - 53

Federal Register 1162, 17 de agosto 1988), entre los que destaca, por su utilización, capacidad y calidad de tratamiento el proceso Waelz. En el Estado Español existe una sola planta Waelz, ASER, en Bilbao.

Revalorización del polvo de acería mediante el proceso Waelz

Al horno Waelz se alimenta el material portador de Zn (Polvo de acería), junto con un 25- 40% de coque (que actúa como elemento reductor). Ambos atraviesan el horno gracias a su movimiento de rotación y a su inclinación.

La temperatura de funcionamiento se mantiene por encima de la temperatura de sublimación del zinc (906 °C) y por debajo de la temperatura de fusión de la carga (1.250 °C).

El zinc y el plomo reducidos en la carga se volatilizan y se vuelven a reoxidar en la parte libre del horno. Estos óxidos de zinc y plomo, junto con otros componentes minoritarios (arrastres mecánicos del horno), son conducidos por depresión a través de una cámara de sedimentación y una torre de enfriamiento hasta un filtro eléctrico, donde se recogen los llamados óxidos Waelz (O.W.). Figura 3.

Óxido Waelz	
Zn	52-56
Pb	8-10
Cd	0,1-0,2
C1	3-7
FeO	3-5
Na ₂ O	1,5-2,5
K ₂ O	1,5-2,5

Fig. 3: Composición típica del Óxido Waelz

El Óxido Waelz se emplea como materia prima para la obtención de Zinc y Plomo. La escoria, rica en hierro y en sílice, sale del horno a temperaturas superiores a los 1.000 °C y cae a un foso lleno de agua para su enfriamiento. Esta escoria es un producto inerte que se comercializa para aplicaciones en obra civil, rellenos, subbases de carreteras, pistas deportivas, etc.

El valor comercial del Óxido Waelz se calcula en función de su contenido en zinc. Cuando la alimentación al horno Waelz (polvo de acería) es rica en zinc, la producción (Óxido Waelz) también es rica en zinc y consecuentemente alcanza mayor valor económico. Además, el rendimiento del proceso Waelz se ve favorecido cuando el contenido en zinc del polvo de acería oscila entre 25 y 35 %.

Por estas razones, los polvos de acería ricos en zinc tienen mayor valor económico cuando son enviados a instalaciones de revalorización, si bien los polvos con un contenido en zinc menor del 15% no son económicamente viables.

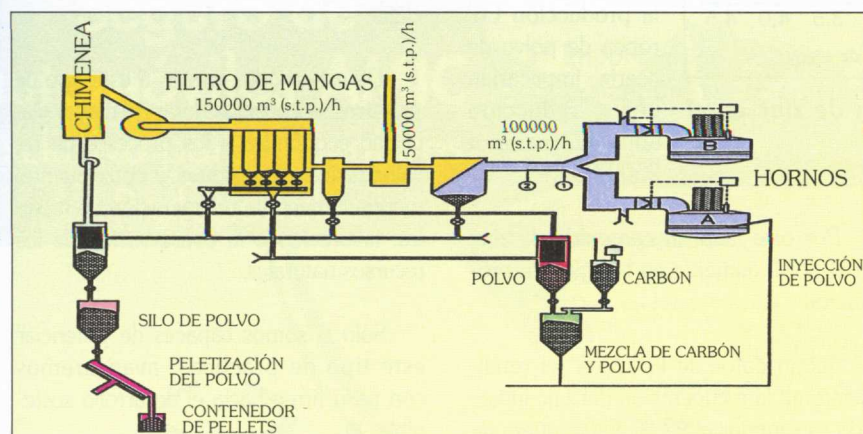


Fig. 4: Diagrama de flujo de la acería de horno de arco eléctrico

Disminución de las cantidades generadas de polvo de acería y su enriquecimiento en zinc

Veamos un caso práctico de minimización de residuos (polvo de acería) llevado a cabo desde 1996 en una acería danesa.

En dicha acería se han instalado dos hornos de arco eléctrico de 110 t cada uno con una producción anual de acero de unas 750.000 t. Los gases emitidos en ambos hornos se mezclan después de pasar por las cámaras de combustión y se conducen a un filtro de mangas por el que circula un flujo de 150.000 Nm³/h y en el que se recogen unas 8.500 t/año de polvo de acería (con altos contenidos de zinc y plomo) – Figura 4.

Por otra parte, el polvo procedente de la ventilación del área de colada del acero y otros puntos de aspiración de polvo en la fábrica se transportan a otro filtro de mangas por el que circula un flujo de 900.000 Nm³/h y en el que se recogen unas 2.000 t/año de polvo de acería con concentraciones bajas en zinc y plomo y altas en hierro, cal, sílice, etc.

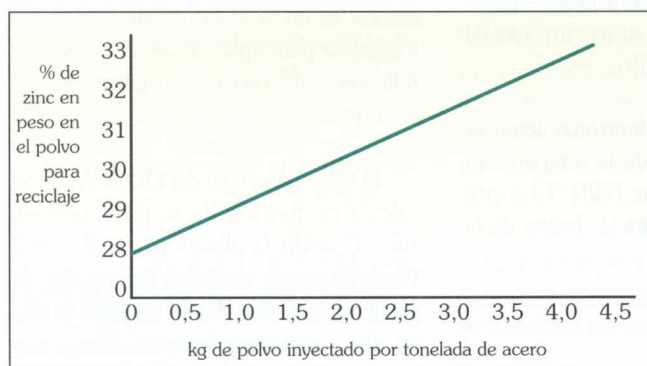


Fig. 6: Relación entre la concentración de zinc en el polvo y el polvo inyectado

Estas dos fracciones de polvo captadas eran mezcladas y peletizadas para posteriormente enviarlas a instalaciones de recuperación de zinc y plomo.

En enero de 1996 se puso en marcha un sistema de inyección de polvo de

acería (la fracción con menor contenido en zinc) al horno de arco eléctrico. Para ello, este polvo es seleccionado y mezclado con finos de coque y posteriormente se inyecta dosificado en el interior del horno, utilizando lanzas recubiertas de material cerámico.

Según los datos ofrecidos por la propia acería, el 97% del zinc inyectado retorna de nuevo al polvo de acería mientras que el 3% restante pasa a formar parte de la escoria junto con la mayoría del óxido de hierro que contiene el polvo de acería.

De esta manera la producción total de polvo de acería generado se reduce según la siguiente relación:

Como puede observarse en esta gráfica (cuyos datos corresponden a las pruebas realizadas en enero de 1996 en la acería) la cantidad de polvo generada por tonelada de acero producida, disminuye desde aproximadamente 14 kg hasta 10 kg. Estos datos reflejan unas disminuciones del polvo generado cercanas al 30%. Extrapolándolos a la producción Europea de polvo de acería, implicarían una reducción anual cercana a 250.000 t.

Por otro lado, el contenido de zinc en el polvo aumenta en la siguiente proporción:

Según datos de la acería, el rendimiento en la recuperación del zinc inyectado es superior al 97 %. Esta riqueza de

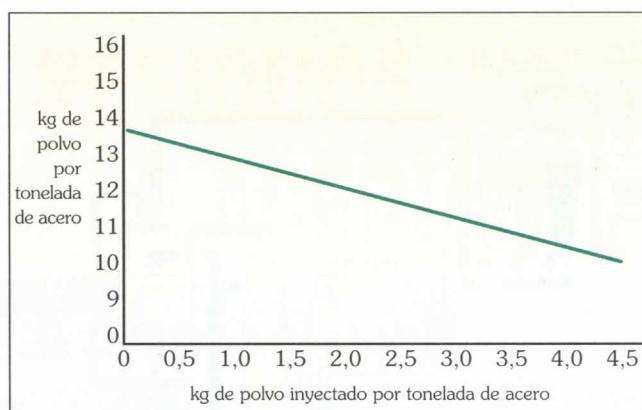


Fig. 5: Reducción del polvo de acería generado

zinc en el polvo supone un importante aumento en el valor económico cuando se envía a centros de revalorización.

Asimismo, no se observa disminución alguna en la calidad del acero producido desde que se inyecta el polvo de acería, ni aumento de contaminantes emitidos a la atmósfera. Además, parte del Fe, CaO y SiO₂ contenidos en el polvo de acería se recirculan al proceso de producción del acero.

Claramente esta acería ha conseguido el doble propósito al disminuir la cantidad de polvo de acería generada, a la vez que proporciona al residuo un mayor valor económico añadido, mediante su enriquecimiento en zinc, (actualmente la concentración en zinc en el polvo de esta acería oscila alrededor del 35%).

A nuestro juicio, éste es un buen ejemplo de cómo adaptarse a los principios que imperan hoy en la gestión de residuos: reducir la cantidad de residuos generados en origen y facilitar su reciclaje.

De este modo, gracias a este tipo de prácticas se consigue dotar de mayor viabilidad económica a los procesos de revalorización de residuos y consecuentemente aumenta la recuperación de metales, favoreciendo la conservación de los recursos naturales.

Sólo si somos capaces de potenciar este tipo de prácticas, avanzaremos con paso firme hacia el desarrollo sostenible. ■