

## **4.- CONCLUSIONES**

#### 4.- Conclusiones

Del estudio realizado se pueden extraer las siguientes conclusiones:

1. Los lodos de fundición se generan en la actividad de fusión de piezas férreas que llevan a cabo un tratamiento húmedo de los gases del horno cubilote en una proporción aproximada de 11-12 kg lodo/tm pieza fabricada. Este residuo tiene como características principales:
  - Residuo identificado como peligroso en el Catálogo Europeo de Residuos N<sup>o</sup> 10.02.13\* *"Lodos del tratamiento de gases que contienen sustancias peligrosas de la industria del hierro y del acero"*.
  - Los elementos peligrosos que posee son metales (ZnO, PbO, Cr y Cd en porcentajes de 54,7, 0,57, 0,01 y 0,003% en base seca, respectivamente) y compuestos orgánicos (3,64% en base húmeda, principalmente fenoles). Además, posee una ecotoxicidad (EC<sub>50</sub>) muy elevada por lo que resulta un residuo peligroso de acuerdo a la Normativa Española. Por tanto, el lodo de fundición es un residuo de difícil gestión, además de poseer un manejo problemático debido a su humedad tan elevada (en torno al 60%).
2. Las alternativas de gestión estudiadas se dirigen a vertido final por resultar la vía más económica de gestión actualmente. Estas alternativas son:
  - Secado a temperatura ambiente: incrementa el carácter ecotóxico del lodo de fundición pero obtiene un residuo con un volumen a tratar mucho menor y con un manejo más sencillo.
  - Co-deposición junto a arenas de fundición: genera un volumen mucho mayor pero de menor toxicidad.
  - Estabilización/solidificación. El comportamiento depende mucho del procesado (formulación).

#### 4.- Conclusiones

3. Se han desarrollado diferentes formulaciones de estabilización/solidificación con cal o cemento como aglomerantes y aditivos específicos: carbón activo, humo de sílice y lignosulfonato cálcico-magnésico de carácter comercial y finos de arenas de fundición y negro de humo de carácter residual; con el objetivo de reducir la movilidad de los contaminantes orgánicos e inorgánicos y reducir la ecotoxicidad del residuo. Los productos estabilizados/solidificados con cal o cemento y una elevada cantidad de residuo resultaron no peligrosos, es decir, aseguran un impacto ambiental admisible en la gestión de vertederos de acuerdo a las regulaciones Española, UE y US EPA. Además, aquellas formulaciones que introdujeron mejoras físicas (manejabilidad, reducción del volumen relativo) y/o químicas (residuos inertes) respecto a las mezclas sin aditivos fueron las siguientes: cemento y finos de arenas de fundición y cemento con carbón activo o negro de humo y finos de arenas de fundición.
4. La ecotoxicidad de los lixiviados TCLP del residuo y de las mezclas estabilizadas/solidificadas depende tanto de la concentración de metales (cinc), como de carga orgánica (fenoles), pudiendo obtenerse una correlación del tipo:

$$EC_{50} = k \cdot [Zn]^{a_1} [Fenoles]^{a_2}$$

Dónde k,  $a_1$  y  $a_2$  toman como valor promedio:  $k=494$ ,  $a_1=-0,3$  y  $a_2=-0,79$ , con un coeficiente de regresión  $R = 0,845$ . Se puede mejorar el coeficiente de regresión aplicando parámetros diferentes según la formulación.

5. Con el objetivo de evaluar el comportamiento del residuo estabilizado/solidificado en el vertido, se llevó a cabo el estudio de la capacidad de neutralización ácida del mismo a través de los diferentes parámetros de interés ambiental: pH, conductividad, potencial redox y movilidad de metales:
  - La carga orgánica del residuo influye en gran medida en el potencial redox de los lixiviados pero no en el pH ni en la conductividad.
  - Los aglomerantes básicos utilizados en los productos estabilizados/solidificados (cal y cemento) permiten ajustar la capacidad de neutralización ácida en los productos a los valores requeridos para el vertido.

- En todos los productos estabilizados/solidificados, la evolución de los metales peligrosos (Zn, Pb, Cr y Cd) es muy semejante para todos los ensayos realizados (WTC, DIN y TCLP), siendo el pH el principal factor de influencia. El proceso de estabilización únicamente aporta una capacidad de neutralización al residuo, formándose compuestos poco solubles por debajo de los límites regulados en el TCLP (U.S. EPA) y en el DIN (UE), siendo necesario un gran aporte ácido en el medio para sobrepasar dichos límites. Los compuestos poco solubles formados son hidróxidos (para el cinc, cadmio y cromo en todas las mezclas y para el plomo en las mezclas con cal), carbonatos (para el plomo y el cadmio en las mezclas estabilizadas con cemento) y otras especies menos solubles (en el caso del plomo en algún intervalo de pH).