

# Producción de Plomo secundario a partir de baterías de Plomo – Ácido

## GREEN LEAD

Dickson Andrés  
Florencio Carlos  
Garcín Mauricio  
Luzardo Andrés



Instituto de Ingeniería  
Química



Universidad de la República

Tutora: Ing. Quím. Mónica Loustaunau

# RESUMEN EJECUTIVO

Las baterías de plomo-ácido representan un riesgo para la salud humana y el ambiente, debe recordarse que están conformadas por ácido sulfúrico, compuestos de plomo, ebonita, PVC, polipropileno y otros. Por lo tanto se hace necesario reciclar la mayor cantidad de baterías posible.

En Uruguay el decreto N° 373/003 “Reglamento de baterías de plomo y ácido usadas o a ser desechadas” establece obligaciones tanto de los fabricantes como de los importadores, de forma que estos elaboren e implementen un plan maestro que comprenda la retornabilidad y destino final de las baterías. Actualmente no se está cumpliendo de forma cabal con este decreto, por lo que se entiende que el emprendimiento podrá colaborar en este sentido, instrumentando una vía que permita la recolección y reciclado de las baterías.

El proyecto asegura el procesamiento del 75% de las baterías que se desechan anualmente en el país.

Los productos a comercializar son 2915 toneladas al año de plomo refinado con un grado de pureza superior al 99,97% y 570 toneladas de sulfato de sodio anhidro con una pureza del 99.5%. La demanda de plomo está condicionada por el consumo de las industrias que lo emplean. Las empresas productoras de baterías de plomo-ácido son las de mayor incidencia en la demanda de plomo, dentro de las baterías las que representan el mayor consumo son las del tipo de arranque (empleadas en los automóviles de combustión interna). La demanda nacional de este metal se limita a dos fabricantes, RADESCA SA y Baterías del Mercosur. La capacidad máxima de producción actual de estas dos empresas supone un consumo total de plomo de aproximadamente 600 toneladas al año, lo que correspondería a un 20% de la producción anual estimada para el proyecto. En la región de América del Sur, se destaca como principal consumidor de plomo a Brasil con un promedio en los últimos 10 años de más de 220 mil toneladas anuales, presentándose como un mercado atractivo para ofrecer el 80% restante de la producción, unas 2330 toneladas que significan en el mercado brasileño un 1 % de su consumo anual.

Respecto al sulfato de sodio la producción anual será de 570 toneladas las que se comercializarán en el mercado local. Considerando que la demanda nacional anual asciende a 5100 toneladas toda la producción podrá ser absorbida por las empresas nacionales que lo comercializan, que podrán disminuir la importación de este producto. También existe la posibilidad de comercializar este producto directamente a las empresas papeleras instaladas en territorio nacional, grandes consumidoras de sulfato de sodio.

A partir de la matriz de valoración de los puntos claves para el correcto funcionamiento del emprendimiento como son el acceso a la materia prima, la disponibilidad de servicios, mano de obra, mercado de consumo y aspectos ambientales se entiende que la ubicación óptima para el emprendimiento es en un terreno ubicado sobre la ruta nacional 102 entre Av. de las Instrucciones y J.Belloni. El terreno elegido posee una superficie de 9.028 m<sup>2</sup> suficiente para el proyecto, con 60 m de frente y cuenta con los servicios de energía eléctrica, agua corriente y saneamiento. Esta ubicación permite

tener vías de acceso rápidas a los importadores de baterías y a las rutas nacionales que llevan a las fronteras con Brasil. Desde los centros de acopio hasta la fábrica se realizarán 2 viajes por día de lunes a viernes que permitirán el traslado semanal de 95 bins cargados con un promedio de 57 baterías cada uno. Serán recibidos en la planta en el horario de 6:00 a 15:30. Horario en el cual operará la unidad de producción principal y la unidad de desulfurizado.

La unidad principal es la responsable de recibir las baterías y proceder a la separación de sus constituyentes. Para cumplir con este cometido las mismas son trituradas. El material molido es luego cribado en húmedo de manera de separar la pasta de plomo del resto de los materiales. La pasta en forma de lodo es llevada a un tanque colector para luego ser conducida hacia la unidad de desulfurización, mientras que el resto de los materiales son llevados al separador hidrodinámico.

En el separador hidrodinámico los distintos materiales son separados por la diferencia en sus densidades. El polipropileno flota en el agua y es conducido mediante paletas rotatorias hacia uno de los lados de la unidad donde un elevador de tornillo finalmente lo retira, para ser posteriormente lavado y secado. El material metálico se hunde y es descargado por debajo. El PVC y la ebonita desbordan junto con el flujo de agua fuera del equipo, se realiza un filtrado de los mismos y el agua es recuperada para su reutilización.

El ácido sulfúrico y la pasta de plomo son enviados a la unidad de desulfurización donde se agrega carbonato de sodio como reactivo. Del reactor de desulfurización se obtiene carbonato de plomo como precipitado y una solución de sulfato de sodio. Esta unidad realiza una gran contribución al medio ambiente ya que permite disminuir la carga de azufre al horno de fundición y de esta forma disminuye sensiblemente las emisiones de dióxido de azufre a la atmósfera.

La corriente con el precipitado es bombeada a un filtro prensa para remover la solución de sulfato de sodio, el carbonato de plomo formado y filtrado es enviado a un silo de almacenamiento intermedio. La solución de sulfato de sodio es dirigida a un tanque intermedio para su posterior cristalización, filtrado y secado.

Los cristales de sulfato de sodio que se obtienen luego del secado son envasados en bolsas de 25 kg para su destino final como producto comercial. Los efluentes líquidos del filtro son retornados al proceso.

Todo el material conteniendo plomo obtenido de las distintas etapas previas, es enviado a la unidad de fundición y refinado. Esta unidad opera 24 horas los 7 días a la semana, consta de un horno rotatorio que procesa por lotes, realizando 4 tachadas por día. El plomo fundido es dirigido al sector de refinado donde en un proceso de varias etapas y mediante la utilización de calderas de refinación se logra una pureza superior al 99.97%. El plomo refinado es recibido por una máquina forjadora de lingotes que acondiciona el plomo para su posterior comercialización.

Tanto los gases del horno como los de las calderas de refinación son conducidos mediante extracción forzada, a un sistema de filtros, previo a ser liberados a la atmósfera. El material sólido filtrado, conteniendo trazas de plomo y otros metales se reprocesan en el horno.

Con relación a la materia prima a valorizar por este proyecto se entiende necesario contar con un emprendimiento de esta índole para mitigar la contaminación actual que surge del manejo inadecuado de este tipo de desechos. De acuerdo a los procesos antes descritos, sus características operativas y las medidas que se adoptarán, se entiende técnicamente que al proyecto le podría corresponder una clasificación "C" de acuerdo a los criterios de clasificación establecidos en el Decreto 349/005.

Durante la operación, se generarán 57 puestos de empleos directos y aproximadamente 10 puestos de empleo indirecto asociado a un aumento en los servicios, consumo de alimentos y otros insumos a nivel local, ya sea vinculado al personal directo de la planta como a nivel local, reflejándose en una mejora económica de la zona. Con el actual proyecto, se evitará la contaminación por la incorrecta disposición final de las baterías usadas y desechadas, significará un ingreso de divisas al país con la exportación del plomo refinado, así como la generación de puestos de trabajo genuinos.

Del análisis económico financiero los valores de los indicadores que permiten identificar la viabilidad de proyecto para la condición de capital propio son:

**TIR = 21.49 %**

**VAN = 15.400.000 dólares**

**Repago = 4.5 años**

Para el caso de capital mixto los valores son:

**TIR = 40.2 %**

**VAN = 14.000.000 dólares**

**Repago = 5 años**

De esto se puede deducir que para ambas situaciones el emprendimiento es rentable y seguro como para realizar la inversión, siendo la modalidad de capital mixto la más atractiva.