



Proyecto Industrial

# Producción de Sulfato de Aluminio

*Augusto Alpuin*

*Nicolás Álvarez*

*Nicolás Pérez*

*Agustín Piussi*

*Santiago Raya*

*Hans Franco Salinas*

*Ing. Jorge Castro*

*Ing. Sergio Lattanzio*



---

## CAPÍTULO 1: RESUMEN EJECUTIVO

---

El objetivo de este proyecto es evaluar la instalación de una planta para producir sulfato de aluminio tanto líquido como sólido en Uruguay, más precisamente en la localidad de Aguas Corrientes, Canelones. Esto se debe a que la planta potabilizadora de OSE en Aguas Corrientes es la principal consumidora de sulfato de aluminio a nivel Nacional y debe abastecer de agua potable toda la zona metropolitana, parte de Canelones y Santa Lucía.

El sulfato de aluminio es un compuesto, sólido, cristalino y blanco, de fórmula química  $Al_2(SO_4)_3$ . Se emplea principalmente para eliminar impurezas solubles y sólidos en suspensión del agua antes de utilizarse para el consumo humano, en la fabricación de papel y en la tintorería, entre otros. Por lo antedicho, este producto es muy importante a nivel industrial. Se comercializa en su forma sólida o en solución acuosa.

El fin de la instalación de esta planta, es fabricar un producto personalizado a OSE para abastecer la demanda de coagulante (sulfato de aluminio) destinado al uso de la potabilización de agua tanto para la planta de Aguas Corrientes, como para otras del interior y pequeños consumidores como papeleras y curtiembres. Por otra parte, la producción de sólido, es destinada para consumo de frigoríficos y otras plantas de OSE en el interior del país a una escala menor.

Cabe destacar, que el proyecto se basa en la premisa que se obtendrá un contrato con OSE, en el cual se estipula que Sulfatos del Uruguay proveerá producto a demanda al ente estatal, en virtud de cubrir el 60% de su consumo, durante un plazo no menor a 10 años. Los beneficios principales para OSE Aguas Corrientes es el suministro inmediato del producto líquido directamente a sus instalaciones, el cual se llevará a cabo mediante un sistema de bombeo, debido a la cercanía de ambas plantas. Por otra parte, se puede manejar la posibilidad de negociar el precio del producto debido a la alta rentabilidad del proyecto, ya que el mismo no incluye costos logísticos adicionales al bombeo. En caso de no obtener el contrato, no podría garantizarse la rentabilidad de la inversión, debido a que no se podrá asegurar el suministro al mercado objetivo.

Esta planta contará con una capacidad de producción de 43.000 toneladas anuales de sulfato de aluminio líquido y 1.000 toneladas anuales de sulfato en su presentación sólida; en ambos casos cumplen con los requisitos de calidad exigidos por la norma UNIT 1228-2019. El precio del producto líquido será de 243 USD y el del producto sólido será de 369 USD por tonelada. Los precios son puestos en la planta de OSE Aguas Corrientes, y para los demás consumidores se deberán incluir costos logísticos.

Las materias primas necesarias para el proceso son bauxita como fuente de aluminio para el producto líquido, hidróxido de aluminio para el producto sólido, ácido sulfúrico y agua para ambas prestaciones. Se importarán 6.500 toneladas anuales de bauxita desde Bauminas Mineracao (Minas Gerais, Brasil) a un precio CIF de 183 USD por tonelada. Se adquirirán 190 toneladas anuales de hidróxido de aluminio desde Alcoa S.A. (Minas Gerais, Brasil) a un precio CIF de 368 USD por tonelada. Por otra parte, se importarán 11.500 toneladas anuales de ácido sulfúrico a un precio CIF de 177 USD por tonelada, y será proporcionado por proveedores de Rio Grande do Sul, Brasil. El agua necesaria para el proceso es de 30.500 m<sup>3</sup> anuales y será suministrada por OSE como parte del contrato. Cabe destacar que las cantidades mencionadas anteriormente corresponden a los valores del décimo año de operación.

La producción de sulfato de aluminio líquido es un proceso batch que consta de tres etapas fundamentales: mezclado de reactivos, reacción y decantación. Inicialmente, la fuente de aluminio (bauxita) se mezcla con agua en tanques, dicha mezcla luego se hace reaccionar con ácido sulfúrico concentrado por 2 horas, y una vez finalizada la reacción se deja decantar 20 horas antes de poder ser almacenado. Esta producción cuenta con un tratamiento de los lodos generados por la matriz de bauxita insoluble, en el cual se neutralizan con Cal apagada y luego se filtra. Los lodos generados en el proceso tienen una humedad del 30% cumpliendo con los requisitos de la usina Felipe Cardozo, donde se realiza su disposición final.

La etapa de mezclado de reactivos se llevará a cabo en tanques agitados de 15 m<sup>3</sup>. Los reactores para la etapa de reacción son tanques agitados que tendrán una capacidad de 36 m<sup>3</sup> y serán de acero inoxidable revestidos con fibra de vidrio. Por último, la decantación será en recipientes de igual capacidad que los reactores. Para lograr la producción requerida se contarán con dos líneas de producción en paralelo.

Para la producción del producto sólido, el proceso es similar, en este caso la fuente de aluminio es hidróxido de aluminio, el cual se mezcla con agua. Esta mezcla se hace reaccionar con ácido sulfúrico concentrado durante 2 horas, y luego se deja secar en bandejas metálicas por 24 horas. El producto solidificado se tritura y embolsa para ser distribuido.

Al igual que la producción de sulfato líquido, se requieren equipos de mezclado y reacción de 2,3 m<sup>3</sup> y 3,4 m<sup>3</sup> respectivamente. La etapa de secado se dará en 6 bandejas de 1,2 m<sup>3</sup> cada una. Por otra parte, la etapa de triturado se realizará con una trituradora de martillo de 5 toneladas por hora de capacidad. Finalmente, el producto se envasa y almacena en bolsas de 25 Kg para su comercialización.

La procedencia de los equipos para ambos procesos será de China, Estados Unidos y Uruguay.

Teniendo en cuenta la compra e instalación de todos los equipos, obra civil y compra de terreno, la inversión total requerida asciende a USD 7.650.000. Para el estudio global con capital propio se obtiene un Valor Actual Neto (VAN) de USD 18.430.000, una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 56 % y un período de repago de 2 años. Para el décimo año se obtiene una utilidad neta de 4.250.000 USD y una utilidad sobre ventas de 40 %. En cambio, para el estudio con capital mixto se obtiene un VAN de USD 16.820.000, una TIR del 72 % y un período de repago de 1 año. Para el décimo año se obtienen una utilidad neta de 4.370.000 USD y una utilidad sobre ventas de 41 %, considerando un índice de endeudamiento del 30 %. Estos indicadores muestran que el proyecto es viable desde el punto de vista económico y financiero, tanto para capital propio como mixto.

De acuerdo con el estudio de sensibilidad realizado, el proyecto es más sensible a la disminución del precio de venta del producto que al aumento del precio de las materias primas tanto para una inversión con capital propio o capital mixto. Se observa mayor rentabilidad con una inversión con capital mixto. Para este tipo de inversión, es posible disminuir hasta un 25% el precio de venta manteniéndose el proyecto en zona de rentabilidad.