

2012

SÍNTESIS INDUSTRIAL DE POLICLORURO DE ALUMINIO



Autores:

Miguel Amarillo Marzegán

Martín Benzo Castiglioni

David Berger Arambarri

Vladimir Kent Maurente

Tutores:

Raúl Prando

Carina Oddone



RESUMEN EJECUTIVO

En el presente proyecto se realiza el diseño de una planta de producción de Policloruro de Aluminio (PAC), utilizando como materias primas ácido clorhídrico, bauxita y pasta de anodizado (un residuo del proceso de anodizado de piezas de aluminio, de bajo costo y con alto contenido en alúmina).

El PAC se utiliza principalmente como coagulante/floculante en procesos de tratamiento de aguas, ya sea destinada a consumo humano, o en tratamiento de aguas residuales. Entre las ventajas que tiene sobre el sulfato de aluminio (SA) y el cloruro férrico (CF), coagulantes usados por excelencia, es el requerimiento de menor dosis (1 dosis de SA equivale a 0.8 de PAC), mayor eficiencia de coagulación y aporte prácticamente nulo de aluminio disuelto al agua. Este último punto es fundamental para la posible elección de PAC frente a SA, ya que está pendiente de aprobación una modificación del Decreto 253/79, en la cual se establecen límites para la concentración de aluminio disuelto en vertidos a curso de agua, colector y terreno. Dichos límites no se pueden alcanzar con la utilización de SA.

En primera instancia se realiza un estudio de mercado para estudiar la inserción del producto en el mercado uruguayo, donde actualmente la demanda de coagulantes está satisfecha casi en un 100% con la utilización de SA y CF. Por este motivo, las estimaciones primarias de demanda del producto se realizaron en función del consumo actual de SA por parte de las empresas del mercado local, y a la suposición de que se conseguirá el gradual reemplazo de este por PAC, en la medida que el segundo sea adecuadamente promocionado. Para conseguir esto último se elabora un plan de promoción del producto, basado en visitas a las empresas realizadas por vendedores técnicos capacitados en las virtudes del PAC como coagulante. Se determina también, en función del precio del SA, el precio de comercialización del PAC, el cual se fija en **570 U\$\$/m³**.

En base al análisis anterior se decide planear al emprendimiento con una producción de **589 m³** durante el primer año, y un aumento lineal en la producción hasta llegar a los **42263 m³** al cabo de diez años. Para cumplir con dicha evolución en la producción, la empresa funcionará en tres módulos, que se construirán en los años 0, 4 y 7 respectivamente, cada uno de los cuales tendrá una capacidad de producción de aproximadamente 14500 m³ de solución de PAC al 18% en Al₂O₃ por año.

La planta industrial estará ubicada sobre el kilómetro 24.500 de la ruta nacional N° 1, estratégicamente posicionada en frente a la empresa EFICE, con la cual se firmará un acuerdo comercial para la utilización del ácido clorhídrico necesario para la producción de PAC. El predio seleccionado es propiedad de EFICE y tiene una superficie de 6.2 Ha, más que suficiente

para la construcción de los tres módulos del emprendimiento. En la zona elegida, Ciudad del Plata, se cuenta con los recursos necesarios para la realización de un emprendimiento de estas características: mano de obra, energía eléctrica, agua potable, etc.

La obtención del PAC implica la reacción entre las materias primas mencionadas, en condiciones de alta presión y temperatura, con elevados tiempos de reacción. El producto a comercializar es una solución de PAC al 18 % en Al_2O_3 . El proceso de producción de PAC comienza con la recepción a planta de las materias primas. A tal fin se diseñan un depósito, para recibir y almacenar la bauxita, y tanques de almacenamiento para el ácido clorhídrico. Luego se alimentan los reactivos en cantidades adecuadas a dos reactores vidriados, donde ocurren secuencialmente dos procesos químicos que dan lugar a la obtención del producto: la **formación de AlCl_3** y la **polimerización** de este para formar PAC. Cuando finaliza este segundo proceso, el producto formado se enfría, se filtra, se estandariza mediante agregado de agua y se almacena en tanques previo a su envasado y distribución. El proceso se diseña para obtener una producción de PAC de $44 \text{ m}^3/\text{d}$.

Se estima la siguiente evolución en los principales consumos a lo largo de los diez primeros años de vida del emprendimiento:

- Bauxita: **165 toneladas** para el primer año y **11712 toneladas** para el décimo.
- Ácido clorhídrico: **446 m^3** para el primer año y **31680 m^3** para el décimo.
- Energía eléctrica: **55 MWh** el primer año, y **3890 MWh** el décimo.
- Agua: **221 m^3** el primer año y **9850 m^3** el décimo.
- Fuel Oil Pesado: **95 m^3** el primer año, y **1361 m^3** el décimo.
- Potencia eléctrica a contratar: **360kW** en el primer año, **1.1 MW** en el décimo

Durante todo el proceso de producción, las operaciones a realizar así como el equipo utilizado en cada etapa están diseñados de forma de garantizar la seguridad para los operarios y el cuidado del medioambiente. Persiguiendo estas metas, se diseñan sistemas de ventilación de planta, control de derrames de ácido, contención de derrames de producto y control de emisiones mediante lavado de gases. Por lo tanto, con la ingeniería propuesta, el emprendimiento no produciría impactos ambientales negativos.

La empresa tendrá carácter de Sociedad Anónima, lo que representa una ventaja desde el punto de vista organizativo dado el gran volumen de inversiones que exigirá la realización del presente proyecto. El emprendimiento empleará directamente a unas 51 personas durante la primera etapa (años 1 a 4). Este número ascenderá a 89 personas luego de la primera ampliación proyectada (años 5 a 7), y a 129 luego de la segunda (año 8 en adelante). El personal trabajará 330 días al año, en tres turnos de 8 hs.

Al realizar el estudio económico, se puede ver que la utilidad neta del proyecto es negativa para los primeros dos años del emprendimiento, siendo el mismo rentable a partir del tercer año de operación. Considerando lo anterior, la inversión total del proyecto (incluyendo las pérdidas económicas de los dos primeros años) asciende a **U\$S 14.713.445**. Se estudia la viabilidad económica y financiera para el caso de realizar la totalidad de la inversión con capital

propio y también para el caso en que se pida un préstamo por parte de la inversión (capital mixto). Para este último caso, la inversión con capital propio asciende a **U\$S 7.719.105** y el préstamo a solicitar debe ser de **U\$S 7.364.994** (Índice de Endeudamiento del 47%, valor aceptable).

Para el primer caso, la Tasa Interna de Retorno (**TIR**) es de **6.5 %**, mientras que para el segundo es de **12.7 %**. Los plazos de repago de la inversión son de 9 años y 6 meses, y de 8 años y 5 meses para inversión con capital propio y mixto, respectivamente. Desde el punto de vista nacional el emprendimiento genera valor agregado y mano de obra.