

## **ÍNDICE**

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. PRODUCTOS Y SUS USOS .....</b>	<b>3</b>
2.1    Hipoclorito de sodio .....	4
2.2    Clorito sódico .....	5
2.3    Clorato sódico.....	6
2.4    Cloro .....	7
2.5    Agua oxigenada.....	8
2.6    Amoníaco .....	10
2.7    Potasa cáustica.....	11
2.8    Carbonato potásico .....	12
2.9    Cloroisocianuratos .....	13
<b>3. OBJETIVOS DE MI PUESTO DE TRABAJO .....</b>	<b>15</b>
<b>4. ANÁLISIS REALIZADOS.....</b>	<b>16</b>
4.1.    Factorización del tiosulfato .....	16
4.2.    Cálculo de cloro en ATCC y DCCNa.....	16
4.3.    Determinación de cloruros .....	17
4.4.    “Planta clorito”- Determinación de gases .....	17
4.5.    Ácido clorhídrico en hornos.....	18
4.6.    Torre de seguridad – Análisis de gases .....	18
4.7.    Horno DELSA – Análisis de gases –Medio Ambiente .....	19
4.8.    Determinación de cloro activo .....	20
4.9.    Equipos utilizados .....	21
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>22</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>23</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

El centro de Ercros en Sabiñánigo, con casi un siglo de historia, es una de las fábricas con mayor tradición en el tejido empresarial español. Su actividad se articula alrededor de la fabricación de cloro y potasa, y sus derivados, con aplicaciones en los sectores textil, alimentario, detergentes, agrícola y papelero. Más de la mitad de su producción se destina a la exportación, lo que conlleva a una facturación anual de 76 millones de euros.

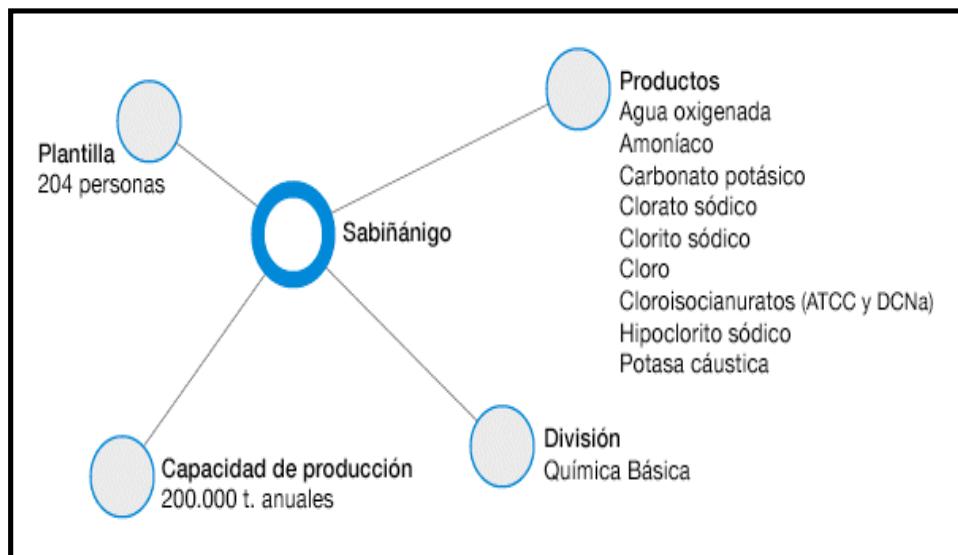


Fig.1. Esquema resumen de la fábrica de Ercros S.A. en Sabiñánigo

Ercros Sabiñánigo es el primer productor español de clorato sódico, utilizado principalmente en el blanqueo de pasta de papel y en la elaboración de productos fitosanitarios y de jardinería. También es el primer productor europeo de cloroisocianuratos, de uso generalizado en el tratamiento del agua de piscinas. Una parte de la producción de esta línea de productos se dirige al mercado industrial en envases de gran tamaño bajo su correspondiente nombre químico; la otra se destina al mercado profesional, en envases listos para su uso, comercializándose bajo las marcas Delsa®, Azuli® y Pisipur®, o bajo la marca propia del cliente.

El cloro y sus derivados producidos en esta fábrica se obtienen por el proceso de celdas de membrana, el procedimiento tecnológicamente más avanzado y más respetuoso con el medio ambiente.

## HISTORIA

**1921:** Inicio de la actividad de la mano de Energía e Industrias Aragonesas, S.A., con la construcción de una planta electroquímica para la fabricación de cloratos.

**1927:** Inicio de la producción de amoníaco por síntesis de nitrógeno, motivada por la necesidad de nuevas instalaciones electroquímicas que pudiesen absorber la energía obtenida.

**1942:** Constitución de la Compañía Aragonesa de Industrias Químicas, S.A. (Caiqsa) para producir cloro y carburo cálcico, que se utilizarán como materias primas para fabricar monómero de cloruro de vinilo (VCM) y policloruro de vinilo (PVC).

**1970:** La planta de cloro potasa de la filial Caiqsa se integra en Energía e Industrias Aragonesas, S.A. Durante los años siguientes, se amplían las plantas de clorato y clorito sódico, carbonato potásico, amoniaco y cloruro potásico.

**1977:** Cese de la producción de la planta de cloro de Caiqsa y puesta en marcha de la planta de cloro-potasa.

**1993:** Se instalan varias plantas de cogeneración eléctrica que abastecen las necesidades energéticas del centro. A finales de la década, la fábrica incluye en su portafolio el agua oxigenada.

**2003:** Comienza a operar en Sabiñánigo Delsa, filial del Grupo Aragonesas, cuya actividad es la fabricación de cloroisocianuratos para el tratamiento del agua de piscina.

**2005:** Integración en la estructura de Ercros, con motivo de la adquisición del Grupo Aragonesas, dentro de la División de Química Básica.

**2010:** Se completa la migración de la tecnología de mercurio a membrana, una muestra del compromiso de la compañía de adaptar sus plantas de cloro a la tecnología más avanzada.

## 2. PRODUCTOS Y SUS USOS

A continuación, se exponen los diferentes productos finales generados en la industria de Ercros en Sabiñánigo, a partir de los cuales he realizado diferentes análisis, ya sea de calidad, control de proceso o sostenibilidad y gestión del medio ambiente. El centro de Sabiñánigo consta de 7 plantas, en las cuales se fabrica 9 tipos de productos diferentes. A su vez algunos de estos productos se pueden presentar tanto de forma sólida (pastillas, polvo, grano,...) como de forma líquida.

Como se expone más adelante las diferentes plantas de la fábrica se complementan entre sí de forma que se aprovecha la mayor parte de los productos no principales de una planta como materia prima para otra distinta. A su vez, ocurre lo mismo con algunos productos de otros centros del grupo Ercros.

Esto conlleva a un mayor aprovechamiento de los recursos para minimizar el vertido de residuos y, por lo tanto, llegar al objetivo de máxima sostenibilidad.

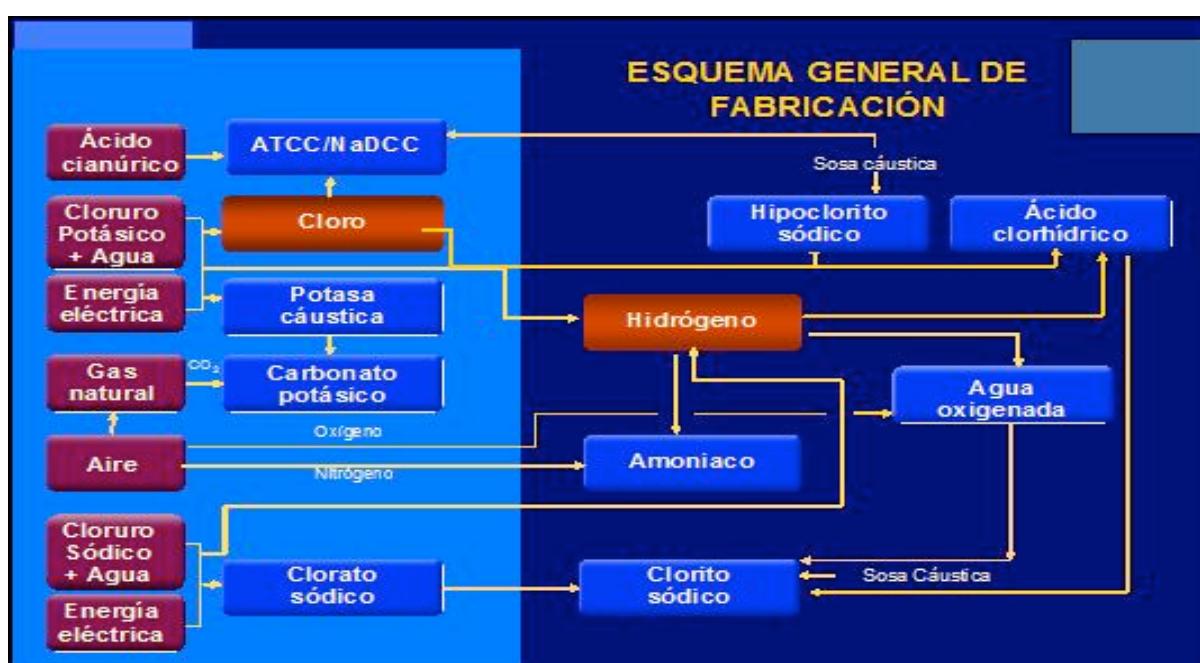


Figura 2. Esquema de fabricación general de la fábrica de Ercros S.A. en Sabiñánigo (Huesca).

## 2.1 Hipoclorito de sodio

El hipoclorito de sodio, cuya disolución en agua es conocida como lejía, es un compuesto químico fuertemente oxidante, de fórmula NaClO. Se produce diluyendo una cantidad determinada de sosa cáustica líquida del 50 % en agua de proceso y, posteriormente, se realiza un absorción junto con cloro diluido. Se obtiene un hipoclorito sódico de 150 g/L.

Sus principales usos son:

- Potabilización de aguas, tratamiento de aguas residuales y agua de piscinas.
- Desinfección doméstica.
- Blanqueamiento de fibras textiles y pasta de papel.
- Limpieza industrial y profesional.
- Otros: Fabricación de productos destinados a la agricultura, artes gráficas, farmacia y metalurgia.

### Descripción y propiedades:

- Líquido amarillo-verdoso, transparente, ligeramente alcalino, muy oxidante y con ligero olor a cloro.
- Es inestable y pierde cloro activo con el paso del tiempo y con la temperatura.
- Se obtiene por reacción de cloro con una solución acuosa de hidróxido sódico.
- Su riqueza se expresa en cloro activo por volumen.
- Propiedades blanqueantes, desinfectantes y elevada acción biocida.
- Comercialización/Distribución: Cisternas de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 25 t.

## 2.2 Clorito sódico

El ácido libre, del ácido cloroso,  $\text{HClO}_2$ , sólo es estable en concentraciones bajas pero, como no puede ser concentrado, no es un producto comercial. De todas formas, la sal sódica correspondiente (el clorito sódico,  $\text{NaClO}_2$ ) es estable y suficientemente barata para ser un producto comercial.

Su producción se basa en la absorción de dióxido de cloro en una mezcla de hidróxido sódico y agua oxigenada. Seguidamente se procede a una estabilización con reactivos auxiliares para dar clorito sódico en disolución. El siguiente paso, el cual es opcional, es el secado por atomización para obtener clorito sódico seco del 80 %.

Sus principales usos son:

- Potabilización de aguas.
- Tratamiento de aguas industriales y residuales.
- Blanqueo de fibras.
- Procesos de la industria alimentaria, debido a sus cualidades desinfectantes.
- Reactivo de laboratorio.

### Descripción y propiedades:

- Sal del ácido cloroso.
- Debido a su elevado carácter oxidante y su alta inestabilidad asociada, no se encuentra en la naturaleza.
- Comercialización/Distribución:
  - Clorito sódico (disolución): cisternas/contenedores de 25 t, contenedores jaula no retornables de 1.200 kg y bombonas de polietileno de 70 kg y 250 kg, paletizados y enfardados.
  - Clorito sódico (polvo): bidones metálicos de 60 y 100 kg.

Ercros Sabiñánigo es el único productor español de clorito sódico. Se han desarrollado nuevas aplicaciones de este producto como potente y eficaz biocida en los procesos de desalación de agua del mar.

### 2.3 Clorato sódico

El clorato de sodio es un compuesto químico con la fórmula  $\text{NaClO}_3$ . Cuando está puro, es un polvo cristalino blanco higroscópico y fácilmente soluble en agua.

Se prepara a partir de una mezcla de cloruro sódico, agua y aguas madres procedentes de la producción de clorito sódico. Esta mezcla forma una salmuera la cual recibe tratamiento de preparación para ser tratada posteriormente por electrólisis. El resultado de esta electrólisis es hidrógeno útil, que se utilizará en las otras plantas de la fábrica, junto a una corriente que después de una maduración, concentración, cristalización y centrifugación pasará a ser clorato sódico cristal.

Dependiendo de las necesidades del cliente se puede hacer un secado y envasado para vender clorato sódico seco.

Sus principales usos son:

- Blanqueo de pasta de papel y compuestos minerales.
- Elaboración de productos fitosanitarios y de jardinería.
- Pirotecnia.
- Intermedio en la síntesis química.
- Pulido de metales.
- La tercera parte del clorato sódico de Ercros se dirige al autoconsumo para la elaboración de otros dos compuestos de esta línea productiva.

Descripción y propiedades:

- Debido a su elevado carácter oxidante y su alta inestabilidad asociada, no se encuentra en la naturaleza.
- Comercialización/Distribución: Cisternas de 25 t, big-bags de 1.000 kg paletizados y bidones metálicos.



Fig. 3. Big Bag de clorato sódico

Ercros es el primer productor nacional de clorato sódico, con unas ventas que suponen más de la mitad del mercado español.

## 2.4 Cloro

La vida moderna con todas sus ventajas no sería posible sin la contribución del cloro y sin su presencia en la fabricación de productos de consumo diario.

Su producción esta combinada junto a la de potasa cáustica, así de esta forma, se produce un aprovechamiento de todos los recursos. Para la producción de cloro se parte de cloruro potásico que junto a unos reactivos auxiliares forma una salmuera, la cual va a ser tratada por electrólisis en unas celdas de membrana para dar cloro gas y potasa caustica del 32 %.

Sus usos más habituales son:

- Fabricación de plásticos (principalmente PVC y poliuretanos), usados como materiales de construcción.

- Tratamiento de aguas.
- Fabricación de disolventes clorados.

#### Descripción y propiedades:

- Gas de color amarillo-verdoso y olor sofocante.
- En estado gaseoso es 2,5 veces más denso que el aire.
- Se produce por electrólisis de disoluciones acuosas de cloruros alcalinos.
- Comercialización/Distribución:
  - Licuado en cisternas de acero al carbono de 25 y 50 t.
  - Botellas o frascos de 50, 100, 500 y 1.000 kg.

Anteriormente el proceso de producción de cloro se realizaba mediante celdas de mercurio, pero debido a la gran toxicidad y peligrosidad de este metal se sustituyeron estas celdas por otras de tecnología japonesa que consisten en celdas de membrana. Estas nuevas celdas proporcionan una tecnología más potente y nueva, a la vez que más sostenible.

## 2.5 Agua oxigenada

El peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) es un compuesto químico con características de un líquido altamente polar, ligeramente más viscoso que el agua, formado por moléculas unidas entre sí mediante puentes de hidrógeno. Es conocido por ser un poderoso oxidante.

En forma pura, el peróxido de hidrógeno es muy peligroso por sus propiedades explosivas, por lo que suele manejarse en disolución acuosa (denominada agua oxigenada), en concentraciones que varían entre el 30% (uso doméstico) y el 70% (uso industrial).

La síntesis del agua oxigenada se lleva a cabo por el procedimiento de antraquinonas, que actúan como portadoras para la combinación de hidrógeno, obtenido en los procesos de electrólisis de la misma factoría, y oxígeno, siendo éstas las materias primas principales para su fabricación.

Las etapas principales de este proceso por etapas son:

- Hidrogenación catalítica de la solución de trabajo.
- Oxidación de la solución de trabajo y formación del agua oxigenada (30%).
- Destilación y estabilización con vapor y reactivos auxiliares para dar agua oxigenada del 35%, 50%, 60% y 70 %.

Sus usos más habituales son:

- Parte del agua oxigenada producida se consume en el propio centro industrial de Sabiñánigo para obtener clorito sódico.
- Blanqueo de pastas de papel y destintado del papel reciclado.
- Síntesis de productos químicos como, por ejemplo, el ácido nítrico.
- Tratamiento de aguas y corrección ambiental.
- Farmacia y cosmética.
- Reactivo de laboratorio.
- Industrias electrónica, alimentaria y pulido de metales.
- Tinte para cabello.
- Biocidas.
- Agentes de limpieza.

#### Descripción y propiedades

- Líquido transparente e incoloro.
- Miscible en agua en todas las proporciones y soluble en muchos compuestos orgánicos.
- Fuerte oxidante.
- Comercialización/Distribución:
  - Variedades: En función de su concentración al 70%, 60%, 50% y 35%.
  - Distribución: A granel en camiones cisternas o contenedores específicos para este producto con capacidad para 20 t de disolución comercial.

## 2.6 Amoníaco

La fábrica de Sabiñánigo es pionera en España en la producción de amoníaco, actividad que comenzó en 1923. La rentabilidad de fabricar amoníaco se basa en el aprovechamiento integral del hidrógeno, subproducto de las electrólisis de cloro-potasa y clorato sódico del centro.

La reacción principal en la producción de amoníaco consiste en:



El nitrógeno proviene de la licuación y destilación del aire después de su compresión. Seguidamente se produce una síntesis catalítica a partir de la cual después de una licuación se obtiene amoníaco líquido.

Sus usos principales son:

- Su elevado grado de pureza lo hace idóneo para las utilizaciones industriales más exigentes: metalurgia, circuitos de refrigeración, producción de aminas, etc.
- Intermedio en síntesis químicas.
- Sistemas de refrigeración.
- Productos de aislamiento, tintas y tóner, recubrimientos y disolventes para la eliminación de pinturas.
- Agentes de extracción (NOx/SOx), neutralización, textil y nutrición.
- Productos de limpieza.
- Tratamiento de pulpa de papel, piel, madera, metales, goma y látex.
- Industria eléctrica y semiconductores.
- Adhesivos, sellantes, preparación de polímeros y tratamiento del aire.

### Descripción y propiedades

- Gas de olor irritante.
- Incoloro.
- Soluble en agua.

- Comercialización/Distribución:
  - Variedades: Amoníaco anhidro o como disolución amoniacal al 25%.
  - Distribución: Cisternas de 23 t (anhidro) y de 25 t (disolución).

## 2.7 Potasa cáustica

El **hidróxido de potasio**, como he nombrado antes, se obtiene en un proceso de producción combinado con el cloro. Al terminar la electrólisis se produce una potasa del 32 %, la cual se concentra para dar potasa cáustica del 50 %.

Esta potasa del 50 % se concentra y se hace pasar por un proceso de escamado y envasado, en el cual se obtiene potasa cáustica en escamas del 92 %.

Sus principales usos son:

- Procesos químicos para la obtención de otras sales potásicas.
- Síntesis de antibióticos y otros intermedios farmacéuticos.
- Elaboración de jabones.
- Fertilizantes líquidos.
- Baterías alcalinas.
- Reactivo de laboratorio.
- Acabado de metales.
- Tratamiento de agua, agente de limpieza.
- Industria cosmética.

### Descripción y propiedades

- Compuesto químico sólido, soluble, blanco y muy básico.
- Comercialización/Distribución:
  - Potasa cáustica liquida: cisternas de 25 t.
  - Potasa cáustica en escamas: sacos de polietileno de 25 kg enfardados sobre palés y big-bags de rafia polipropileno de 500 o 1.000 kg.

Ercros es el único productor español de potasa cáustica, por lo que la compañía tiene una elevada cuota del mercado nacional además de una importante actividad exportadora. El centro de Sabiñánigo lleva produciendo potasa cáustica desde hace más de medio siglo.

## 2.8 Carbonato potásico

Se obtiene a partir de la potasa cáustica del 50 % producida en el mismo centro, lo que representa una ventaja competitiva de sus instalaciones por la integración de procesos. Esta potasa se introduce en un reactor de lecho fluidizado junto con gas natural y aire, se produce un enfriamiento y se obtiene carbonato potásico anhidro.

Sus principales usos son:

- Producción de vidrios especiales para iluminación, material de laboratorio, instrumentos ópticos y vajillas domésticas.
- Otros usos en la industria farmacéutica, alimenticia, pigmentos y colorantes, jabones y detergentes líquidos, decapantes y química en general.

### Descripción y propiedades

- Sal de color blanco, soluble en agua e insoluble en medio alcohólico, que forma soluciones fuertemente alcalinas.
- Se obtiene por reacción de hidróxido potásico con dióxido de carbono.
- Comercialización/Distribución:
  - Carbonato potásico sólido: sacos de 25 kg paletizados y big-bags de rafia polipropileno paletizados y enfardados de diferentes pesos.
  - Carbonato potásico en solución acuosa: cisternas de 25 t.

## 2.9 Cloroisocianuratos

Los cloroisocianuratos producidos por Ercros son el ácido tricloroisocianúrico y el dicloroisocianurato sódico.

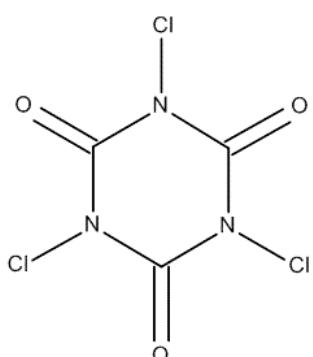


Fig. 4. Representación Acido Tricloroisocianúrico

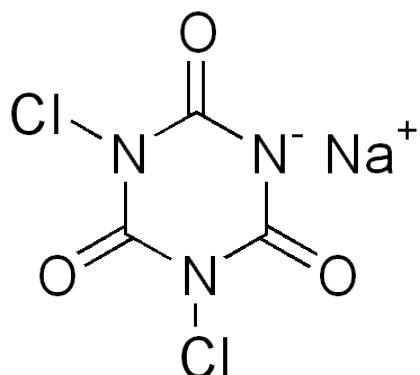


Fig.5. Representación del Dicloroisocianurato de sodio

Se producen a partir del ácido cianúrico ( $(\text{CNOH})_3$ ), o también llamado sistemáticamente 1,3,5-triazinano-2,4,6-triona, el cual se mezcla con soda cáustica y se somete a una cloración. Dependiendo las condiciones del proceso obtendremos un compuesto u otro.

Sus usos principales son:

- Desinfección, tratamiento y mantenimiento del agua de piscinas.
- Formulación de detergentes, blanqueadores y productos de limpieza.
- Tratamiento del agua en torres de refrigeración abiertas.

Desde 1973, año en que se inició la producción de cloroisocianuratos, las instalaciones han ido evolucionando hacia un proceso completo de fabricación con altos estándares de calidad, reconocidos por el mercado internacional.

La capacidad de la planta de cloroisocianuratos de Sabiñánigo es de 21.000 t/año. La compañía dispone de una línea de producción totalmente integrada con la utilización de materias primas básicas, cloro y soda cáustica, procedentes de otras plantas del Grupo Ercros.

Descripción y propiedades

Ácido tricloroisocianúrico	Dicloroisocianurato de sodio
<p><u>Fórmula química:</u> C<sub>3</sub>N<sub>3</sub>O<sub>3</sub>Cl<sub>3</sub></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Donador de cloro muy estable en forma sólida.</li> <li>▪ Constituye un eficaz oxidante cuando se hidroliza.</li> </ul> <p><u>Comercialización/Distribución:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Presentaciones: gránulos, polvo, bloques 500g, tabletas 200/250g y pastillas 20g.</li> <li>▪ Distribución: big-bags de 1.000 kg, bidones de fibra de 50 kg, cajas de cartón de 25 kg y envases de polipropileno desde 1 kg hasta 50 kg.</li> </ul>	<p><u>Fórmula química:</u> C<sub>3</sub>N<sub>3</sub>O<sub>3</sub>Cl<sub>2</sub>Na·2(H<sub>2</sub>O)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Donador de cloro muy estable en forma sólida.</li> <li>▪ Constituye un eficaz oxidante cuando se hidroliza.</li> </ul> <p><u>Comercialización/Distribución:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Presentaciones: gránulos estándar o fino.</li> <li>▪ Distribución: big-bags de 1.000 kg, bidones de fibra de 50 kg, cajas de cartón de 25 kg y envases de polipropileno desde 1 kg hasta 50 kg.</li> </ul>

### 3. OBJETIVOS DE MI PUESTO DE TRABAJO

El puesto de trabajo donde estoy realizando las prácticas de la empresa corresponde al departamento de Innovación y Tecnología (I+T). Tiene diversos objetivos a realizar:

- Análisis de rutina de control de calidad de productos intermedios o finales.
- Resolución de posibles problemas en procesos de producción en las diferentes plantas de las que consta la fábrica de Sabiñánigo.
- Investigación sobre diferentes materiales o condiciones de proceso para poder mejorarlos de forma que sean más económicos, eficientes y de mayor sostenibilidad.
- Preparación de reactivos para análisis y de uso en las plantas de producción, así como el mantenimiento de estos.

El trabajo realizado lo hago con dos técnicos de laboratorio, de forma que me enseñan y guían en los diferentes trabajos a realizar. Los resultados obtenidos los valoran los diferentes jefes de planta, así como los ingenieros técnicos de estas y el propio director de mi departamento.

## 4. ANÁLISIS REALIZADOS

### 4.1. Factorización del tiosulfato

El tiosulfato sódico, en disolución 0,1 *M* (0,1 *N* cuando reacciona con iodo), se emplea como agente valorante en la determinación de oxidantes. La factorización del tiosulfato de sodio corresponde al objetivo de mantenimiento de reactivos, ya que este producto se degrada con el tiempo. Debido a esta degradación, hay que realizar un análisis en el que se obtiene un factor del cual depende el resultado.

- 1) Pesar aproximadamente 0,3 gramos de iodo.
- 2) Añadir pequeña cantidad (punta de espátula) de KI.
- 3) Disolver con muy poca agua (cuanta menos agua, mejor se disuelve)
- 4) Valorar con tiosulfato de sodio. Cuando estemos acabando y tengamos un color amarillento añadir almidón y seguir valorando hasta incoloro.

$$100\% = (V_g \cdot 0.1) \cdot f \cdot 127(\text{mg I}_2/\text{meq}) \cdot 100 / (1000 (\text{mg I}_2/\text{g I}_2) \cdot P_1)$$

$V_g$  = volumen gastado de tiosulfato (ml)

$f$  = factor

$P_1$  = Peso inicial de iodo (g)

### 4.2. Cálculo de cloro en ATCC y DCCNa

El ATCC y DCCNa son los productos principales obtenidos en la planta de Delsa y contienen una gran cantidad de Cl<sub>2</sub>. Este análisis se realiza cuando ha habido algún cambio en el proceso de producción para comprobar la concentración de cloro en el producto final.

- 1) Pesar 0,1 gramos de ATCC o DCCNa aproximadamente en una zapatilla y llevar a 50 ml de agua destilada. Lavar la zapatilla.

- 2) Añadir 30 ml de KI (10 %)
- 3) Añadir 20 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (20 %)
- 4) Valorar con tiosulfato de sodio

$$\% = (V_g \cdot 0.1 \cdot 35,5 \cdot 100 \cdot f) / (1000 \cdot P_{ATCC})$$

#### 4.3. Determinación de cloruros

La determinación de cloruros se realiza en la mayoría de los productos que se generan en la fábrica de Sabiñánigo. Se realiza este análisis de forma periódica para comprobar su concentración tanto en productos finales, como en intermedios o residuos.

- 1) Pasar un volumen (V<sub>m</sub>) de disolución a un erlenmeyer y lavar bien con agua destilada.
- 2) Añadir indicador de cromato.
- 3) Valorar con nitrato de plata 0,1 M (0,1 N)

$$g / L = (V_g \cdot 0,1 \cdot 58,5) / (V_m)$$

#### 4.4. “Planta clorito”- Determinación de gases

Debido a que en la producción de clorito se genera una corriente gaseosa que contiene Cl<sub>2</sub> y ClO<sub>2</sub>, se ha de realizar este análisis periódicamente y en las puestas en marcha de la planta. El objetivo de este análisis es comprobar que el comportamiento de la planta se ajusta correctamente a las condiciones de operación fijadas.

- 1) Recoger gas en planta, mediante una pipeta de gases.
- 2) Introducir 10 ml de KI por el embudo y lavar con agua destilada, de manera que arrastremos el gas al erlenmeyer junto al KI.
- 3) Recoger en erlenmeyer con tampón 6,4.
- 4) Valorar con Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> hasta incoloro (V1)
- 5) Añadir H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 24 °Bé y valorar con almidón sin enrasar (V2)

#### 4.5. Ácido clorhídrico en hornos

En la fábrica de Sabiñánigo hay varios hornos de producción de ácido clorhídrico (HCl), en los cuales reaccionan H<sub>2</sub> y Cl<sub>2</sub>. Es necesario controlar la concentración del HCl formado.

- 1) Se mide la densidad que tiene el HCl con un densímetro.
- 2) Cogemos 2 mL de muestra de HCl de horno y se valoran con NaOH 1N utilizando fenoftaleína como indicador (Hasta viraje a rosa).

$$\text{g/L} = (\text{V}_{\text{muestra}} \cdot 1 \text{ M} \cdot 36,5) / 2 \text{ mL}$$

$$\% = (\text{g/L HCl} \cdot 100) / \rho(\text{HCl})$$

#### 4.6. Torre de seguridad – Análisis de gases

La torre de seguridad está situada en la planta de Cloro-Potasa, recoge ciertas corrientes de desgasados de diferentes equipos de planta y los hace contactar con un riego continuo de NaOH 20 %, para retener el cloro que puedan llevar. De esta manera, se evita su impacto en el medio y la atmósfera. Se hacen análisis de forma periódica, tanto de entrada como de salida de dicha torre.

- 1) Cogemos los 100 mL del líquido del borboteador de KI (10 %) una vez pasado el gas y se añade tampón 6,4. Se valora con tiosulfato sódico 0,1 N hasta viraje a incoloro. (V1)
- 2) Se añade ácido sulfúrico 24 °Bé y se valora de nuevo con tiosulfato sódico añadiendo almidón al final una mejor valoración. (V2)

$$\text{ClO}_2 \text{ (g/l)} = ((5V1 - V2) \cdot 67,5 \cdot f \cdot 0,1 \text{ M}) / \text{V}_{\text{muestra}} \text{ (mL)} \cdot 4$$

$$\text{Cl}_2 \text{ (g/l)} = ((5V1 - V2) \cdot 35,5 \text{ mg/meq} \cdot f \cdot 0,1 \text{ N}) / \text{V}_{\text{muestra}} \text{ (mL)} \cdot 4$$

Siendo f = factor del tiosulfato sódico

#### 4.7. Horno DELSA – Análisis de gases –Medio Ambiente

De la misma forma que en la planta de clorito de sodio y en la torre de seguridad, para comprobar la concentración de Cl<sub>2</sub> en el gas de salida se realizan análisis de forma periódica. El objetivo es controlar la concentración de estos gases para un buen funcionamiento del proceso y una buena gestión de la emisión.



Fig. 6 y 7. Distribución de borboteadores para el análisis de gases en la torre de seguridad.

Disoluciones contenidas en borboteadotes:

- Borboteador 1: 200 mL Disolución preparada absorbedora 1. Es una disolución de HNO<sub>3</sub> en agua destilada.(Se medirá HCl).
- Borboteador 2: 200 mL Disolución preparada absorbedora 2. Se prepara 1 L a partir de la disolución de 100 gramos de NaOH y 32,5 gramos de arsenito de sodio en agua (Se medirá Cl<sub>2</sub>).

Análisis:

- 1) Se lleva cada borboteador a un matraz de 250 mL y se enrasa con agua mili-Q.
- 2) Se realizan dos blancos, uno con cada disolución absorbedora en matraz de 250 mL.

- 3) Seguidamente, tomamos 1 mL de cada matraz de 250 mL y lo llevamos a matraces de 50 mL junto con 5 mL de HNO<sub>3</sub>, 5 mL de sulfato férrico y 2 mL de tiocianato de sodio.
- 4) Enrasamos los matraces hasta el volumen de 50 mL y los dejamos en oscuridad durante 30 minutos aproximadamente.
- 5) Se realizan las medidas en el colorímetro ubicado en el laboratorio de calidad y medio ambiente

Fórmulas:

$$\text{HCl (mg/L)} = (\text{lectura} \cdot 250 \text{ mL} \cdot 36,45 \text{ mg/meq}) / (1 \text{ mL} \cdot 2,105 \cdot 35,45 \text{ mg/meq})$$

$$\text{Cl}_2 \text{ (mg/L)} = (\text{lectura} \cdot 250) / (1 \text{ mL} \cdot 2,105)$$

#### 4.8. Determinación de cloro activo

Se realiza en diferentes productos o corrientes líquidas de la fábrica. Este análisis no es de rutina sino que se realiza por petición propia de los jefes de planta para comprobar eficiencia de los productos, descomposiciones, etc.

- 1) Cogemos 10 mL de muestra ( $V_{\text{muestra}}$ )
- 2) Añadimos 20 mL de KI y 20 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Si la muestra contiene NaOH, en vez de utilizar H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, se utiliza ácido acético glacial)
- 3) Finalmente, valoramos con tiosulfato de sodio 0,1 N. Se puede añadir almidón al final de la valoración para ver mejor el resultado)

$$\text{g/L Cl}_2 \text{ activo} = (V_g \cdot 0,1 \text{ M} \cdot f \cdot 35,5 \text{ mg/meq}) / V_{\text{muestra}}$$

Siendo: f: factor del tiosulfato

$V_g$ : Volumen gastado

#### 4.9. Equipos utilizados

Algunos equipos que he utilizado para hacer análisis periódicos son:

- Medida en HPLC de la concentración de ácido cianúrico en tanques (DELSA):

Eluyente: Disolución de dihidrogenofosfato de sodio de concentración 4 g/L.



Figura 9. Equipo HPLC para la medida de ácido cianúrico

- Medida de concentración de materias primas y productos en solución de trabajo de agua oxigenada:

Eluyente: disolución del 25 % de acetonitrilo y 75 % de agua mili-q.



Figura 10. Cromatógrafo para la medida de composición de solución de trabajo en la producción de agua oxigenada.

## 5. CONCLUSIONES

Estas prácticas para realizar el Trabajo Fin de Master me han permitido aprender, tanto profesionalmente como personalmente, a trabajar en una empresa química de tanta importancia como lo es Ercros S.A. A su vez, he obtenido numerosos conocimientos sobre productos químicos que están muy presentes en la vida del ser humano y de los cuales no tenía apenas información.

Estar en el departamento de I+T (Investigación y Tecnología) de la empresa ha sido una gran experiencia, ya que entras en contacto con numerosos campos de la química, tanto en la mejora de un proceso para que sea más productivo o de mayor sostenibilidad, como en la resolución de problemas puntuales en los cuales tienes que buscarte soluciones tu mismo. También he aprendido a utilizar una series de equipos de medida (HPLC, Equipo de plasma, colorímetro,...) los cuales había estudiado tanto en la Ingeniería Técnica como en el propio Master.

Por último, quería agradecer a mi tutor y a la gente de mi departamento en Ercros S.A. la confianza depositada en mí, ya que próximamente se me va a permitir formar parte de un proyecto de una planta piloto para un nuevo proceso de fabricación.

## **6. BIBLIOGRAFÍA**

- Pagina web de la empresa Ercros S.A. : [www.ercros.es](http://www.ercros.es)
- Métodos de análisis certificados de Ercros S.A.
- Wikipedia, la enciclopedia libre: [www.wikipedia.es](http://www.wikipedia.es)
- Información obtenida a través de mi tutor en la empresa.

## **ANEXO 1: LEGISLACIÓN, SOSTENIBILIDAD Y SEGURIDAD**

Ercros desarrolla su actividad productiva en un marco de máxima seguridad para las personas y las instalaciones, absoluto respeto por el entorno y máxima calidad en los procesos de fabricación, en los productos y en toda su gestión.

Todas las instalaciones del Grupo están acreditadas según la norma de prevención OHSAS 18001, medioambientales ISO 14001 e ISO 14064, y de calidad ISO 9001. Asimismo, la mayoría de sus centros está inscrita en el registro de sistemas de gestión y auditoría ambiental EMAS (Eco-Managment and Audit Scheme), de carácter voluntario y uno de los más exigentes en el ámbito europeo. Los centros de Vila-seca I y Vila-seca II también están acreditados según la norma de gestión energética ISO 50001.



### **Reducción continuada de las emisiones**

La Política de Sostenibilidad de Ercros, en lo referente a medio ambiente, se encamina a disminuir progresivamente las emisiones y los residuos sólidos generados, mediante los tratamientos más adecuados; reducir el impacto ambiental que pueda ocasionar el uso de los productos que fabrica, a través de la innovación de los procesos productivos, y conseguir un uso más racional de la energía con la implantación de las técnicas más avanzadas y la incorporación de mejoras en los sistemas de producción.

### **Nuestros objetivos**

- Disminuir las emisiones a la atmósfera, los vertidos al agua y los residuos sólidos generados.
- Reducir el impacto ambiental.
- Conseguir un uso más racional de la energía.

### Nuestra estrategia

- Racionalizar la utilización de los recursos naturales.
- Favorecer la reutilización, reciclado y valorización de los residuos.
- Aplicar las mejores tecnologías disponibles.
- Suscribir compromisos voluntarios e implantar sistemas de gestión homologados.
- Optimizar del uso de materiales de envasado, empaquetado y embalaje.
- Evaluar a los transportistas de acuerdo a criterios internacionalmente reconocidos como Safety & Quality Assessment (SQAS).

### Nuestros logros

- En los últimos cinco años, las emisiones globales se han reducido un 23%.
- En los últimos cinco años, las emisiones de gases de efecto invernadero se han reducido un 24%.
- Todos los centros de Ercros están acreditados según la norma ISO 14001.
- La mayoría de los centros están inscritos en el registro de sistemas de gestión y auditoría ambiental EMAS.
- Ercros dispone de la certificación ISO 14064 correspondiente a las “Especificaciones y orientaciones, a nivel de la organización, para la cuantificación y la declaración de las emisiones y reducciones de gases de efecto invernadero”, que constituye un inventario de emisiones de GEI verificado del que se deriva el cálculo de la 'huella de carbono' de Ercros como organización.
- Desde la puesta en marcha de la campaña "Oficina Verde" en 2009 a favor de la mejora continua de la sostenibilidad de la compañía, se ha reducido el consumo de papel en las oficinas de la empresa un 10%, como promedio en el conjunto de los centros, porcentaje que llega a alcanzar el 25% en algunos centros productivos.
- Los centros de Vila-seca I y Vila-seca II también están acreditados según la norma de gestión energética ISO 50001.

### Premios y reconocimientos

- En 2012, el centro de Cartagena recibió el certificado de 'Responsabilidad Social Corporativa Aplicada al Medio Ambiente' por haber asumido compromisos ambientales más allá de lo exigido por la legislación en el marco del Pacto Social por el Medio Ambiente de la Región, al cual la compañía está adherida.
- Las nuevas tabletas sin ácido bórico para el tratamiento del agua de piscinas fueron reconocidas con una mención especial a la sostenibilidad en los Premios otorgados durante el Salón Internacional de la Piscina 2011.



### Más segura que la media del sector químico

La Política de Sostenibilidad de Ercros en materia de prevención se basa en el convencimiento de que las personas son lo primero y que evitar los accidentes es un compromiso de todos. Todas las instalaciones disponen de sus correspondientes planes de autoprotección, y en su caso, planes exteriores de emergencia. Para comprobar el correcto funcionamiento de estos planes se realizan controles periódicos y simulacros de emergencia que son auditados por la propia empresa y por compañías externas, ámbito en el cual Ercros es pionera.

Ercros desarrolla anualmente campañas de seguridad laboral dirigidas a todos sus trabajadores, tanto propios y como contratados, orientada principalmente a la prevención de accidentes. También realiza periódicamente campañas informativas y de vacunación, la vigilancia periódica de la salud y hábitos saludables , el control de riesgos de exposición que estipula la normativa, estudios epidemiológicos sobre las patologías más frecuentes y campañas puntuales de prevención como pueden ser las de enfermedades cardiovasculares y sus factores de riesgo o el tabaquismo.

Ercros también se ocupa de que el transporte de los productos que entran o salen de sus fábricas se realice de forma segura y no suponga ningún riesgo para la seguridad y la salud de las personas ni para el medio ambiente, con independencia de que la responsabilidad de dicho

transporte recaiga en la propia empresa o sea del cliente o del proveedor, bien directamente o a través de un tercero. Este compromiso se materializa en una serie de acuerdos para la prestación de auxilio en caso de accidente durante el transporte. Para comprobar la formación, el entrenamiento del personal y el correcto funcionamiento de los planes de seguridad, se realizan simulacros de emergencia periódicos que contemplan escenarios de accidentes ocurridos durante las operaciones de carga, descarga y transporte de los productos. Estos simulacros son auditados por la propia empresa y por compañías externas.

### Nuestros objetivos

- Conseguir que no haya ningún accidente.
- Erradicar los actos inseguros.
- Aplicar al personal de las empresas contratadas las mismas exigencias que a los propios trabajadores.
- Garantizar la máxima seguridad durante el transporte de mercancías.

### Nuestra estrategia

- Implantar sistemas de gestión homologados internacionalmente y realizar auditorías periódicas.
- Mejorar los procesos de producción de forma continua.
- Impartir formación específica en materia de prevención a toda la plantilla, incluido el personal de las empresas contratadas.
- Fomentar el uso de medios de transporte más seguros y sostenibles.
- Evaluar a los transportistas de acuerdo a criterios internacionalmente reconocidos como Safety & Quality Assessment System (SQAS).

### Nuestros logros

- El índice de frecuencia de accidentes, medido por el número de accidentes con baja por cada millón de horas trabajadas, se ha reducido un 40% respecto al año anterior.

- En los últimos cinco años, el índice de frecuencia general de accidentes, medido por el número de accidentes con baja y sin baja por cada millón de horas trabajadas, se ha reducido un 42%.
- Ercros es una de las empresas más seguras de la industria química española, con una accidentabilidad laboral, medida por el índice de frecuencia de accidentes y de frecuencia general de accidentes, un 53% y un 65% inferior a la media del sector, respectivamente.
- Todos los centros productivos disponen de la certificación de la norma OHSAS 18001.
- Uso del 7% del transporte por ferrocarril para nuestras materias primas y productos, muy por encima de la media del sector.

#### Premios y reconocimientos

- Placa al Trabajo President Macià de la Generalitat de Catalunya en la categoría de seguridad y salud en el trabajo, concedida en 2010.

#### **Porcentaje de suministros satisfactorios de casi el 100%**

Los principios de actuación de Ercros en relación con la calidad son: la satisfacción de los requisitos y necesidades de los clientes mediante la entrega de productos conformes con las especificaciones, plazos de entrega y otras condiciones contractualmente acordadas; la mejora continua de la calidad de los productos; el cumplimiento de los requisitos legales y de los acuerdos voluntarios firmados por Ercros, y el mantenimiento de un sistema de gestión documentado integrado en la gestión general de la compañía.

#### Nuestros objetivos

- Lograr que no haya ninguna reclamación de los clientes.
- Conseguir la máxima calidad en la fabricación, en los productos y en todos los procesos de gestión, desde las materias primas hasta la entrega al cliente.
- Adoptar sistemas de gestión de reconocimiento internacional, sometidos a auditorías externas.

### Nuestra estrategia

- Desarrollar programas de mejora en los que esté comprometido el personal de la empresa.
- Aplicar el criterio de excelencia en el trabajo individual.
- Exigir a los proveedores el cumplimiento de los mismos requisitos de calidad que aplica la propia empresa.
- Evaluar a los transportistas de acuerdo a criterios internacionalmente reconocidos como Safety & Quality Assessment (SQAS).

### Nuestros logros

- En los últimos cinco años, el índice de calidad ha mejorado un 17%.
- El porcentaje de suministros satisfactorios es del 99,88%.
- Todos los centros productivos disponen de la certificación según la norma ISO 9001