

AUXILIAR 3 ELECTRO OBTENCIÓN

*MÓDULO 1:
HIDROMETALURGIA DEL COBRE*

Profesores: Héctor Jordan - Leandro Voisin - Tomás Vargas

Auxiliar: Kharla Bolomey

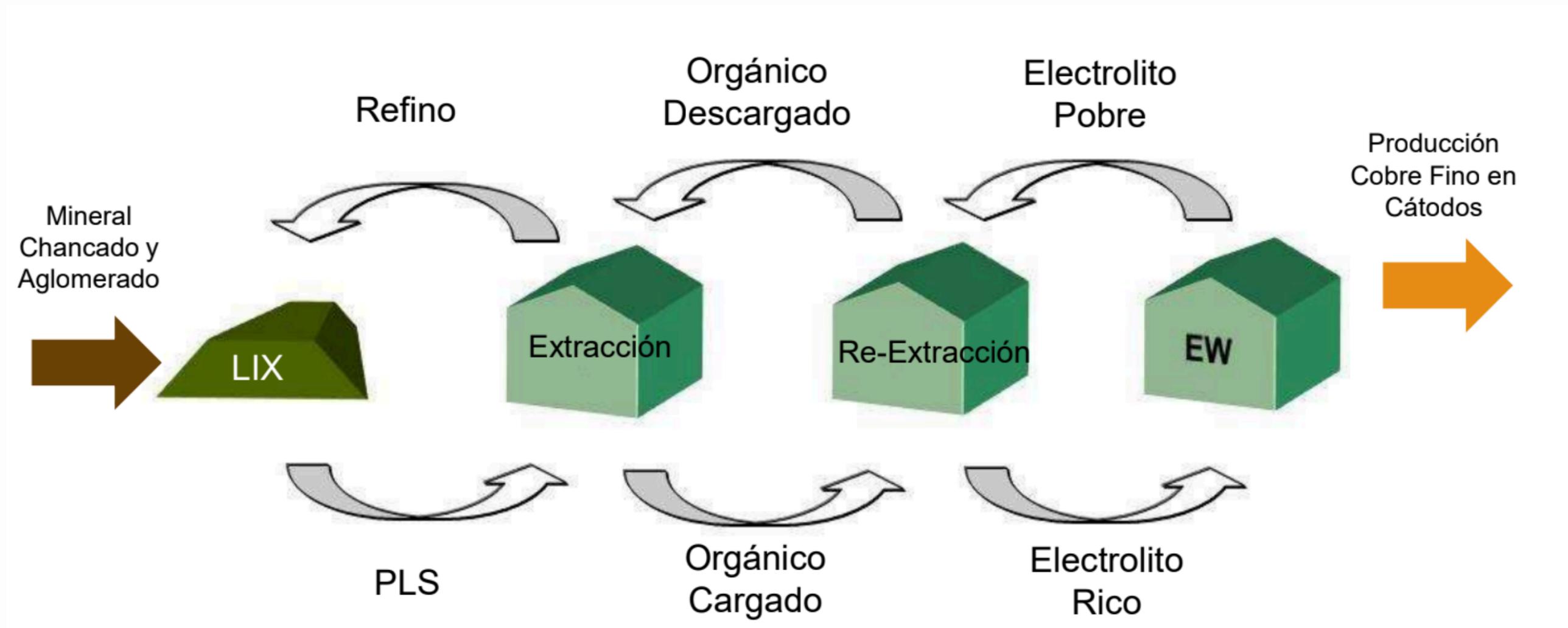
Ayudante: Eduardo Matus

Fecha: Septiembre, 2024

Curso: MI-4135



HIDROMETALURGIA DEL COBRE



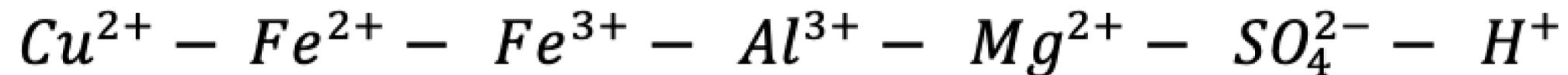
ELECTRO OBTENCIÓN DE COBRE

- El proceso de electro obtención o EW tiene por objeto captar los iones de un metal de interés que se encuentran en la solución acuosa (electrolito) proveniente de SX y depositarlos mediante la aplicación de corriente. Con el proceso EW se puede producir metales con pureza de hasta 99,99%.



REACCIONES QUÍMICAS DEL PROCESO

- El cobre metálico se recupera por electrólisis a partir de una solución altamente ácida, compuesta principalmente de sulfato de cobre (CuSO_4). Este proceso se logra haciendo pasar una corriente eléctrica continua entre los electrodos (ánodos inertes pero conductivos y cátodos), los cuales están sumergidos en un electrolito rico en cobre. Las soluciones de lixiviación con ácido sulfúrico presentan normalmente las siguientes especies iónicas:

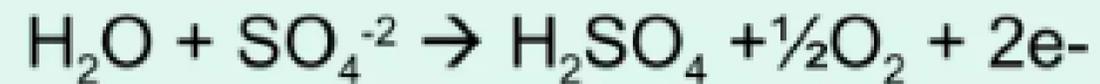
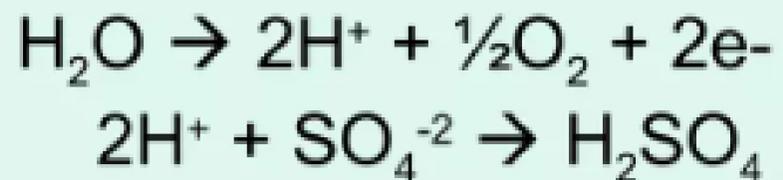


- La reacción electrolítica en el cátodo es:



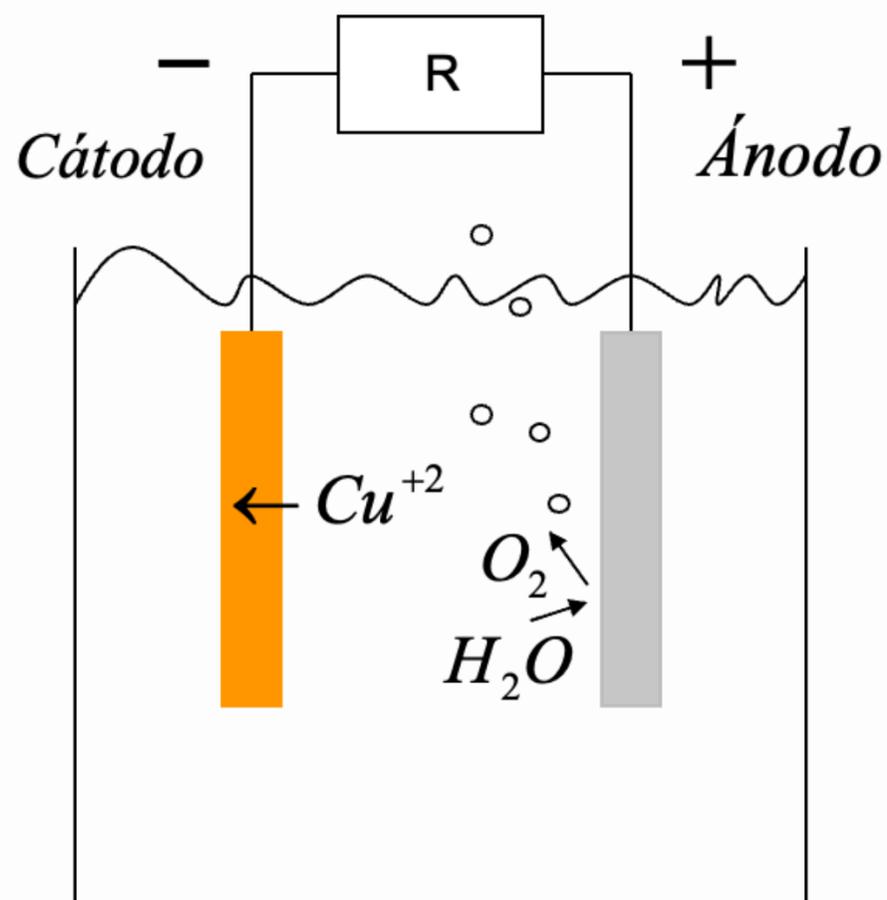
REACCIONES QUÍMICAS DEL PROCESO

- La reacción de descomposición electrolítica en el ánodo es:



- El gas oxígeno se forma en el ánodo inerte por la descomposición del agua. Los iones sulfato se neutralizan en el ánodo formando ácido sulfúrico y oxígeno.

CELDA ELECTROLÍTICA

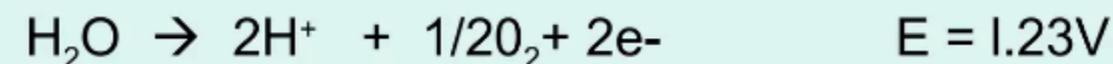


Electrolito: CuSO₄ - H₂SO₄
40 g/L Cu²⁺, 190 g/L ácido
Impurezas: Fe, Mn, Cl
Aditivos: CoSO₄, goma guar
Neblina ácida (O₂ - H₂SO₄)

Reacción catódica: El cobre esta en estado iónico en la solución pasará a estado metálico, depositándose en el cátodo, bajo la siguiente ecuación química.



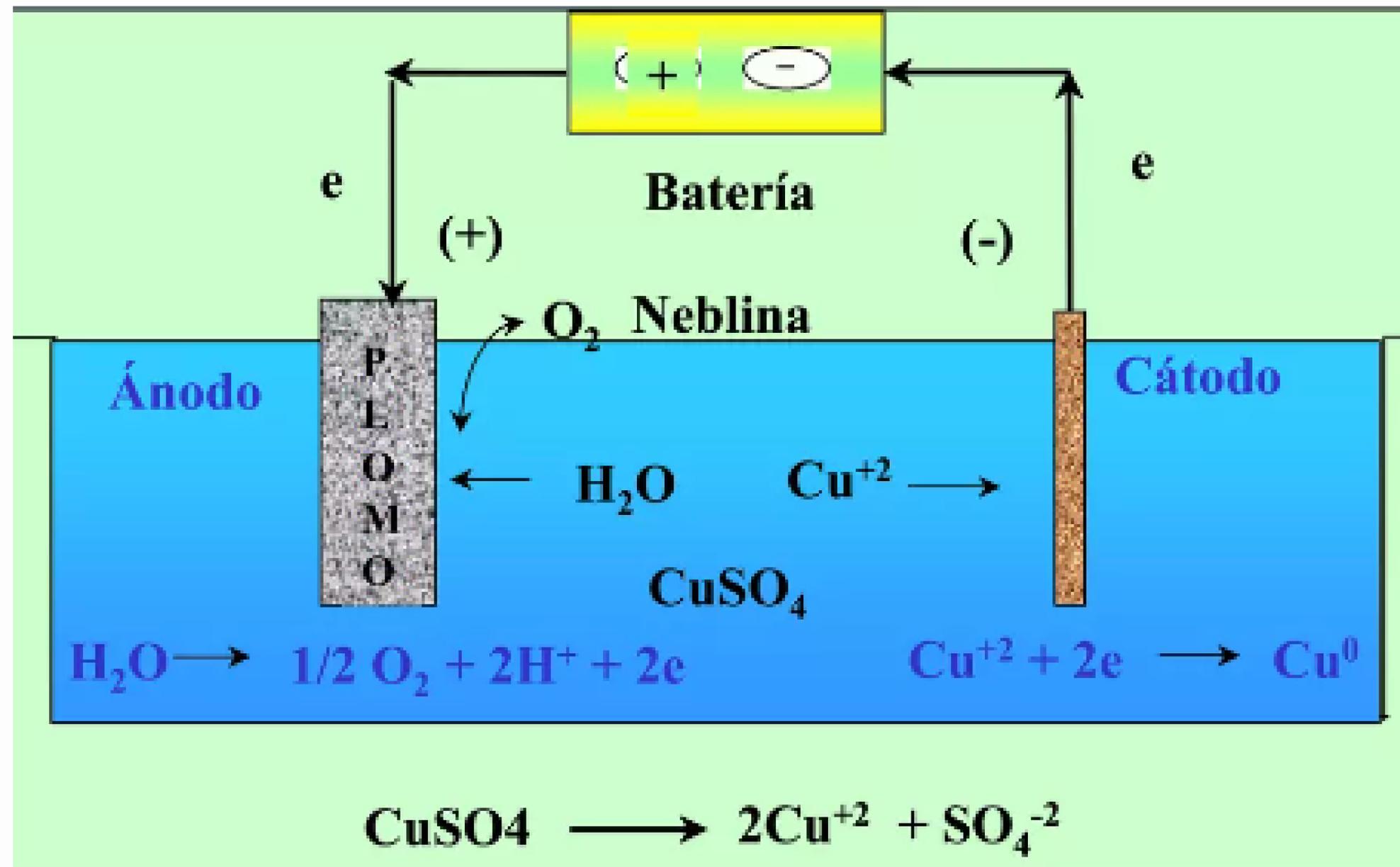
Reacción Anódica: Es la descomposición iónica del agua dando como producto hidrógeno y liberación de oxígeno al ambiente. La ecuación química de reacción es la siguiente.



El ánodo es una aleación inerte que no participa en la reacción, pero que actúa solamente como **soporte electrónico**.

$$i_{\text{cell}} = 250 - 360 \text{ A/m}^2$$
$$V_{\text{cell}} = 2 \text{ V}$$

CELDA ELECTROLÍTICA

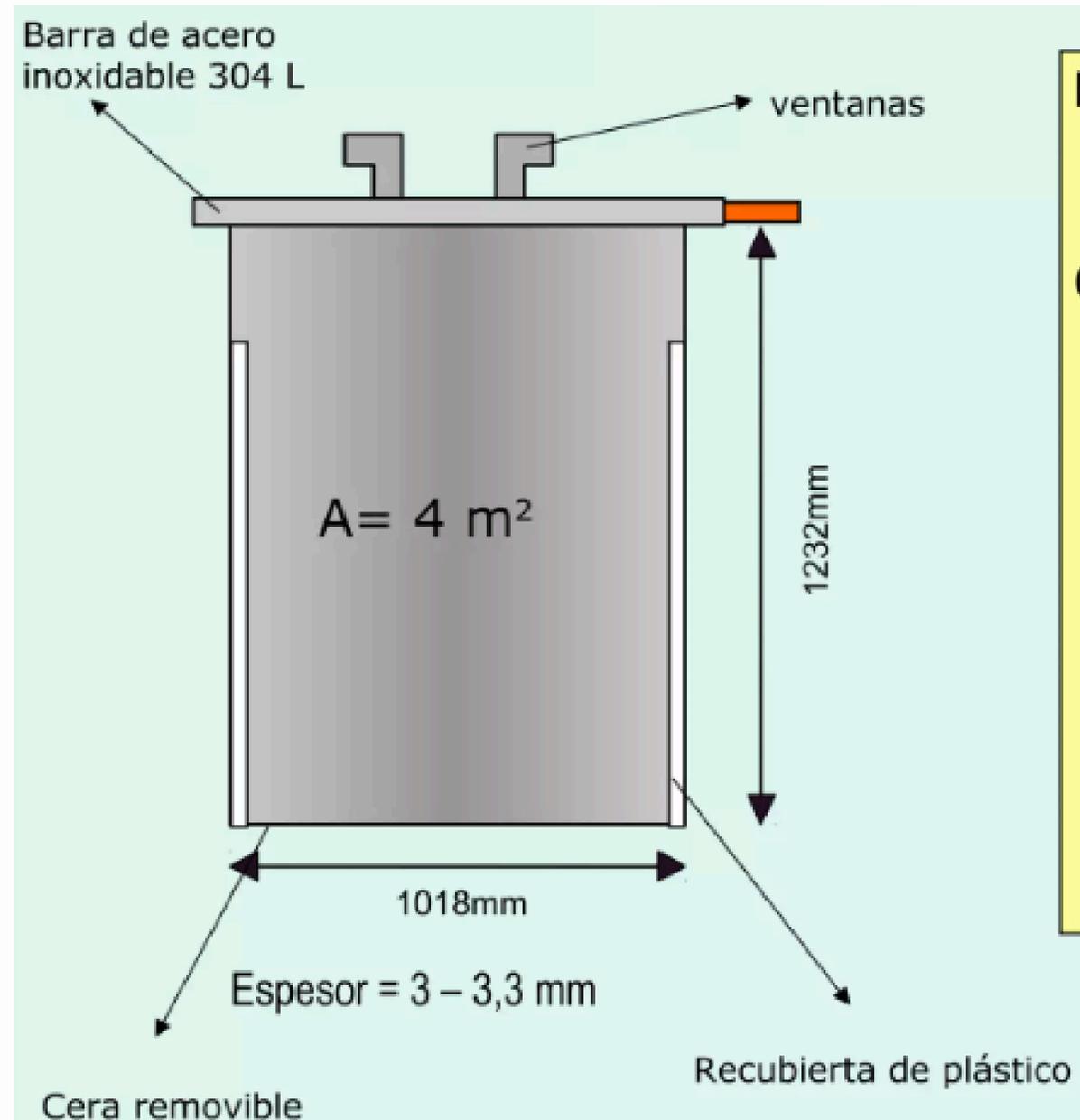


DEPOSITACIÓN DE COBRE

- La depositación de Cobre sobre una lámina de hierro se produce por la reducción del ion Cu^{2+} a Cu^0 .
- En la lámina de plomo se produce la reacción de descomposición del agua. Esta descomposición genera los dos electrones necesarios para la reducción del ion Cu^{2+} .



CÁTODOS



Material:

Acero Inoxidable 316 L SS

Composición:

Fe : 61.4 - 68.90 %

C : Hasta 0.030 %

Cr : 16.00 - 18.50 %

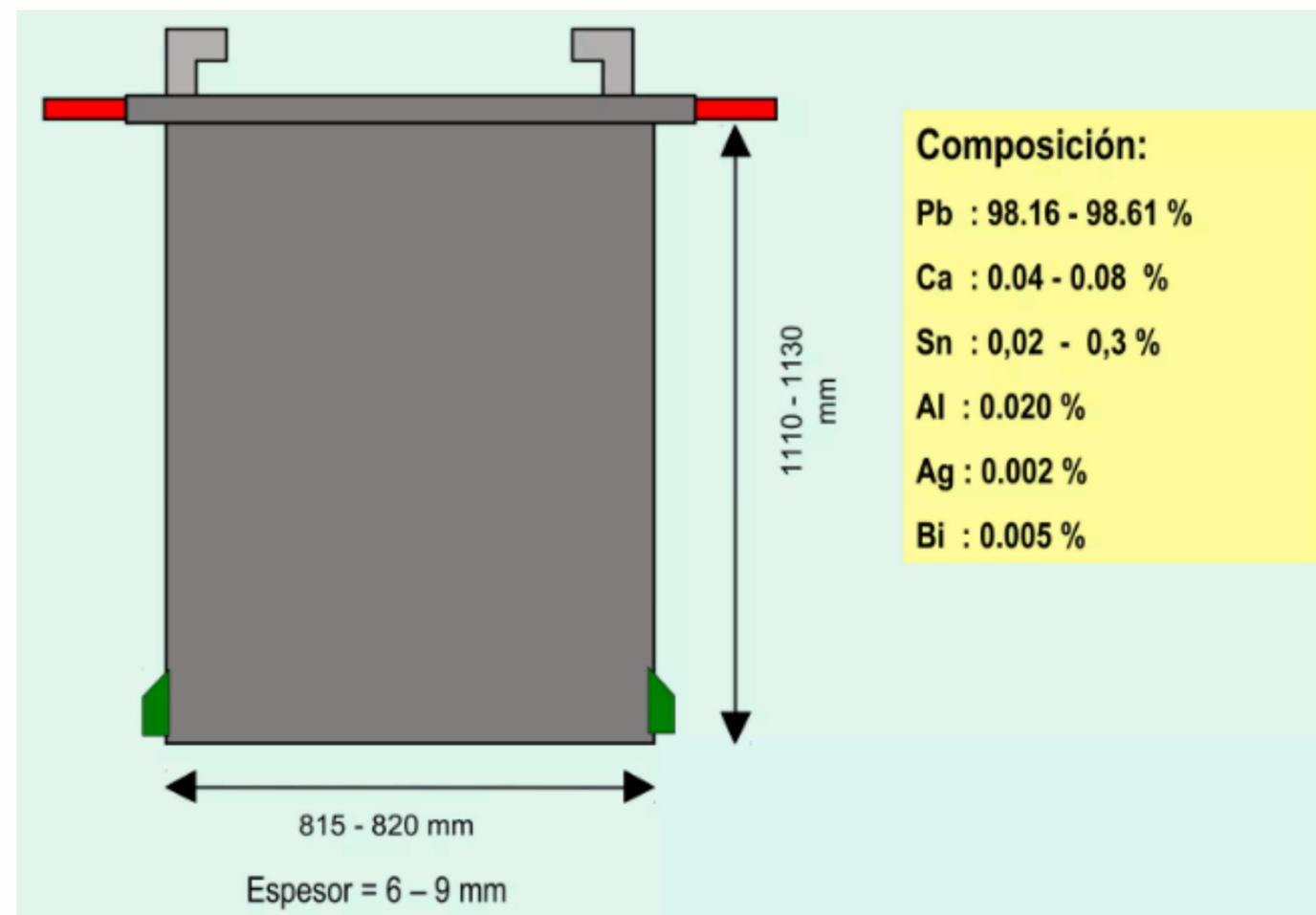
Mn: Hasta 2.00 %

Mo: 2.00 - 3.00 %

Ni : 10.00 - 14.00 %

ÁNODOS

- Electrodo positivo que recibe el flujo de corriente desde el electrolito y los entrega nuevamente a la fuente de corriente continua; la superficie de este electrodo se caracteriza por ser deficitaria en electrones, lo que permite la realización de las reacciones anódicas u oxidaciones de generación de ácido sulfúrico y liberación de oxígeno.



CONSIDERACIONES TÉCNICAS

- Presencia de Fe en el electrolito: La reducción de $\text{Fe}^{3+} + e^- \longrightarrow \text{Fe}^{2+}$ reduce la eficiencia de corriente, ya que consume corriente destinada a depositar cobre.
- El aditivo sulfato de cobalto disminuye la corrosión de los ánodos de plomo y también la tensión de celda en alrededor 100 mV.
- La goma guar produce deposición más homogénea sobre los cátodos.
- La **neblina ácida** se produce por el burbujeo de oxígeno desde los ánodos, arrastrando gotitas de electrolito hacia la atmósfera. Produce problemas respiratorios a los operadores y corrosión de equipos.
- Corrosión de cátodos permanentes a causa del ataque del ion cloruro, lo que provoca que el cátodo de cobre depositado se adhiera fuertemente al cátodo permanente.

NEBLINA ÁCIDA

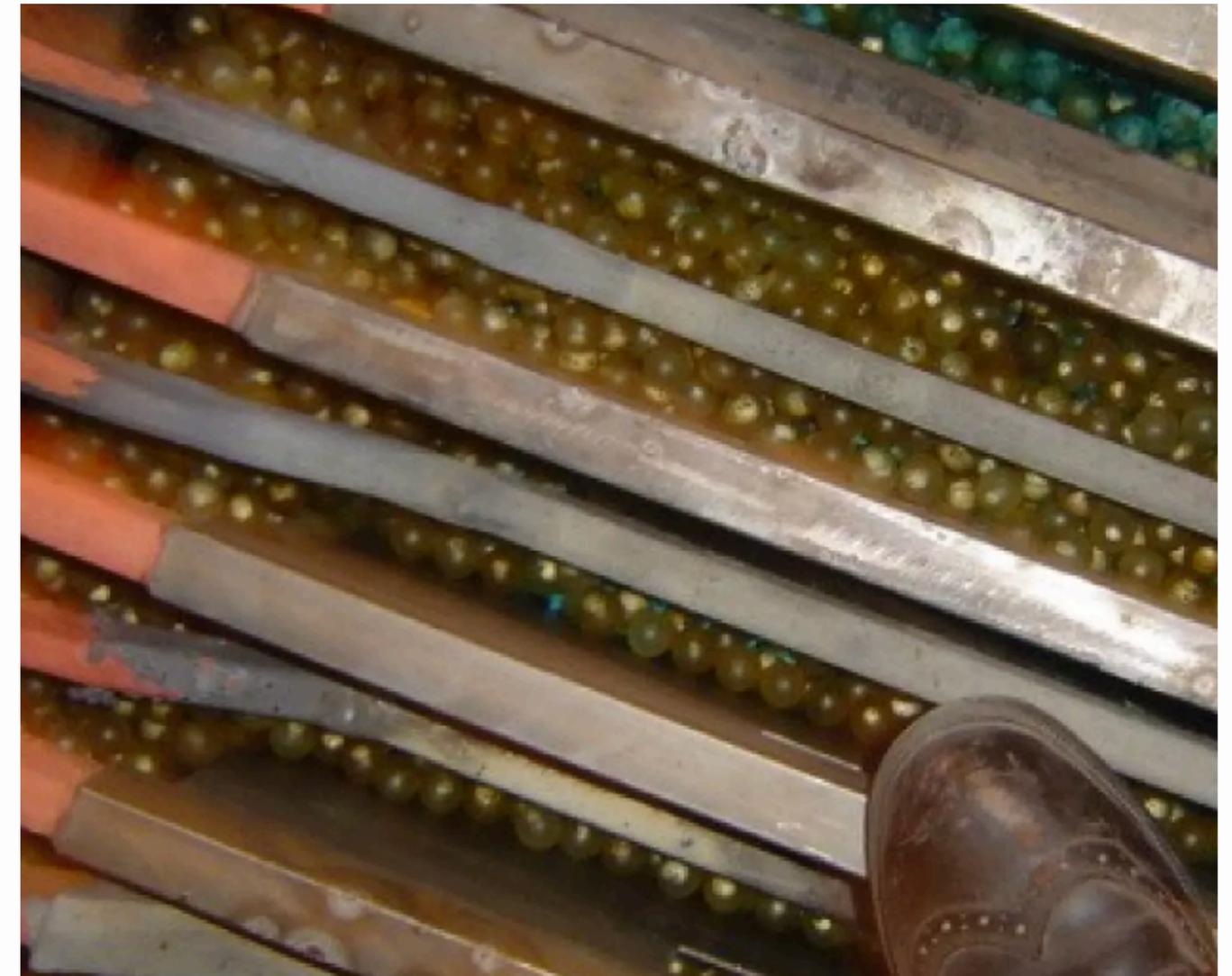
- Durante el proceso, la evolución de oxígeno produce burbujas de gas que, al elevarse y reventar en la superficie, expulsan finas gotas de electrolito a la atmósfera, creando una neblina ácida altamente corrosiva sobre las celdas. Los efectos perjudiciales de esta neblina ácida son:

1. Contaminación del aire de la nave.
2. Acción corrosiva hacia constituyentes de la instalación.
3. Ensuciamiento de contactos.
4. Problemas de condiciones de trabajo.



NEBLINA ÁCIDA

- Varias técnicas se han aplicado para inhibir la formación y acción de neblina ácida, como son las siguientes:
 - Formación de capas de espuma.
 - Cubrir las celdas con lonas.
 - Ventilar la nave mediante corrientes forzadas de aire.
 - Utilizar capas de gránulos plásticos flotando en la superficie del electrolito.
- Para minimizar este problema las celdas se cubre con 3 - 4 capas de bolas de polipropileno de 15 a 20 mm. Estas capas flotan y así fomentas la coalescencia de las pequeñas gotas y evitar la neblina ácida.





EJERCICIOS

