

Prácticas de grupo.

Práctica nº 3.





Práctica nº 3.

Corrosión de armaduras de acero para hormigón.

Objeto: Estudio de la oxidación acelerada de armaduras de acero usadas en hormigón. Someteremos varias probetas de acero corrugado a distintas condiciones que propicien su oxidación.

Fases:

1. Marco teórico de la práctica.
2. Inmersión de barra en la célula electrolítica A (agua).
3. Inmersión de barra en la célula electrolítica B (agua y cloruro).

Materiales:

Dos probetas de acero corrugado de $L = 10$ cm.

Agua de red.

Disolución de cloruro sódico al 4% m/m.

Vaso de vidrio (600 ml de capacidad).

Cátodo de acero inoxidable.

Fuente de alimentación.

Pie y pinzas para sujetar los electrodos.

Guantes de látex.

Calibre.

Balanza.

1. Marco teórico de la práctica.

Cuando se habla de corrosión, suele incidirse demasiado en la influencia de agentes como el dióxido de carbono, los cloruros u otras sales. Se llega a olvidar el papel crucial del oxígeno en la corrosión. Algunas sales, y principalmente los cloruros, sólo actúan como acelerantes (catalizadores) del proceso corrosivo, aunque sin la presencia del oxígeno la corrosión sería un fenómeno del todo imposible.

La corrosión puede analizarse formalmente como un proceso electroquímico. Como en todo fenómeno electroquímico el proceso consta de un ánodo y un cátodo. En el primero ocurre la oxidación, mientras que en el cátodo se produce una reducción.

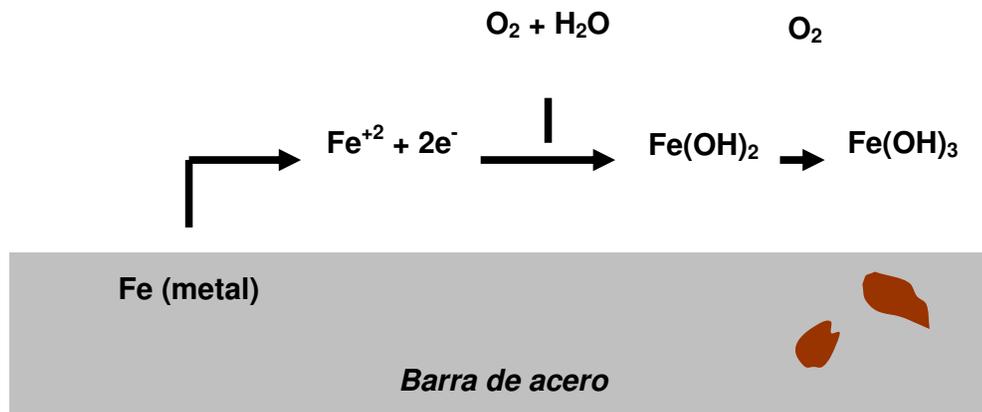


Fig. 1. Detalle de barra de acero y proceso corrosivo.

2. Introducción de las barras en las celdas electrolíticas.

Preparación de la célula electrolítica A (ambiente no salino).

Conectar la pinza roja (polo positivo o ánodo) a una barra de acero. La pinza negra (polo negativo o cátodo) se conectará al electrodo de acero inoxidable (Fig. 2).

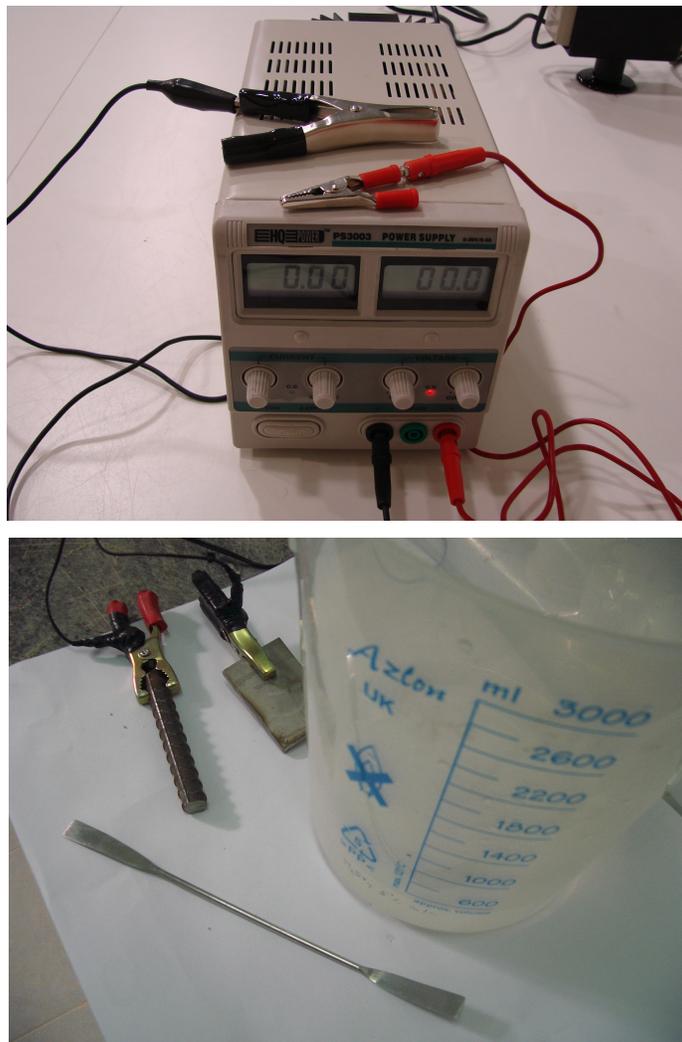


Fig. 2. Detalle de la fuente de alimentación y conexión de electrodos. La barra de acero va a la pinza roja (ánodo), el electrodo de acero va al cátodo.



El electrodo formado por la barra de acero corrugada es nuestro electrodo de trabajo, mientras que el electrodo de acero inoxidable actúa solo de soporte físico permitiendo el paso de corriente.

- Rellena el vaso de 600 mL con 400 mL de agua de red .
- Con la fuente de alimentación **apagada**, introduce ambos electrodos en la disolución no oxidante. Conecta después la fuente y ajusta el voltaje hasta 12 voltios.

NOTA: Evita el contacto de los terminales metálicos de las pinzas con la disolución. Para ello sumergir verticalmente los electrodos hasta la mitad aproximadamente.

- No muevas el vaso ni los electrodos durante la experiencia.
- Observa los electrodos tras 5 y 10 minutos. Inicialmente se podrán observar leves síntomas de oxidación en la barra de acero. De hecho, una parte de la probeta de acero corrugado se estará oxidando, lo que quedará patente por unas suaves ráfagas de color pardo en el líquido circundante a la barra. Estas sustancias son óxidos e hidróxidos de hierro insolubles en agua.
- En el electrodo de acero inoxidable debe apreciarse la formación de un gas transparente e inodoro. Se trata de hidrógeno, un gas altamente explosivo que en las condiciones de trabajo no resulta peligroso.

NOTA: el gas hidrógeno nunca debe ser calentado con mecheros, llamas u otras fuentes de calor. Se trata de una sustancia muy reactiva que explota en tales circunstancias.

- Pasados 10 minutos **apaga** la fuente. A continuación, extrae ambos electrodos subiendo las pinzas de sujeción de la barra. Coloca la barra



de acero sobre un trozo de papel y seca suavemente la superficie del mismo. Describe los cambios que hayan podido producirse (Anexo 1).

Preparación de la célula electrolítica B (ambiente salino).

Para la preparación del baño salino, usaremos el mismo recipiente de la experiencia anterior.

- En este caso, pesa previamente la barra de acero en la balanza y anota su masa con precisión de 0.0001 g.
- Enjuaga y seca con papel el recipiente de la experiencia anterior y rellénalo esta vez con 400 ml de la disolución de cloruro sódico al 4% preparada al efecto.
- Conecta los electrodos de la misma forma que en la experiencia anterior; la barra de acero a la pinza roja (ánodo) y la plancha de acero inoxidable a la pinza negra (cátodo).
- Con la fuente apagada, sumerge los electrodos en esta disolución con las mismas precauciones que en el caso anterior (con cuidado de que las pinzas no toquen el líquido).

NOTA: Esta celda es capaz de hacer circular mayor cantidad de corriente, no toques nunca los terminales (pinzas) ni trates de cortocircuitar el sistema.

- No muevas el vaso ni toques los electrodos durante la experiencia.
- Una vez sumergidos los electrodos, conecta la fuente ajustando el voltaje a 8 V. Observarás que la corriente habrá subido hasta casi 2 Amperios y que en el electrodo de acero (cátodo) burbujea una gran



cantidad de hidrógeno (no tóxico). Nunca respire ningún gas directamente, incluso cuando no sea tóxico.

- Observa la zona circundante de ambos electrodos transcurridos 2-3 minutos de iniciar la experiencia. Describe resumidamente los cambios producidos después de 5 y 10 minutos (Anexo 1).
- Transcurridos 10 minutos **apaga** la fuente de alimentación y, con la FUENTE APAGADA, extrae los electrodos. Seca muy bien con papel la barra de acero.
- Cuando la barra esté bien seca pésala de nuevo en la balanza y anota su masa. Razona las variaciones de masa obtenidas y todas sus conclusiones resumidamente en el Anexo 1.

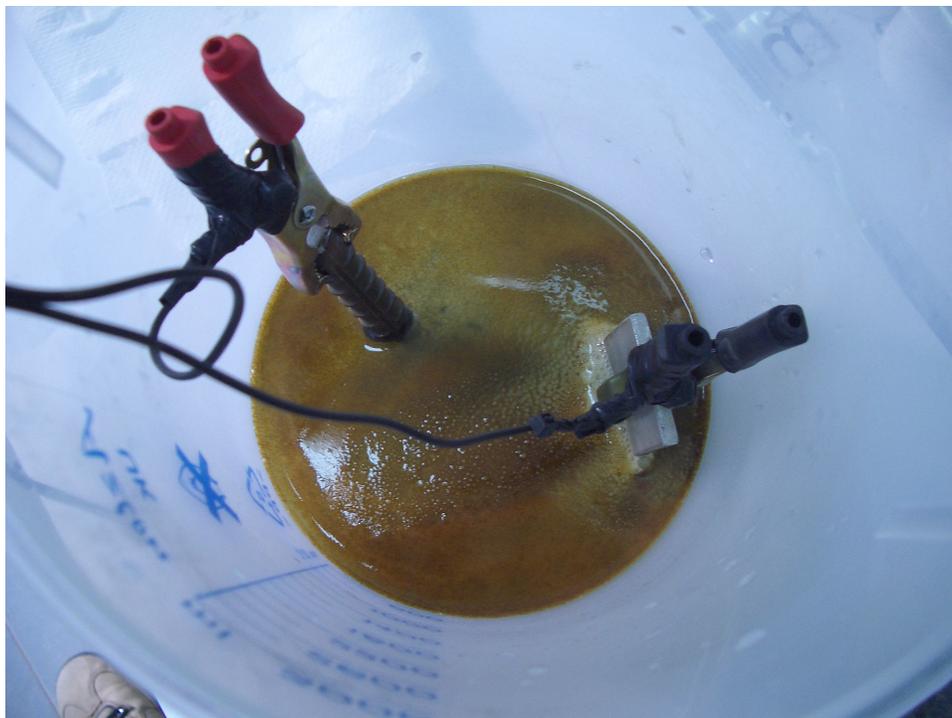
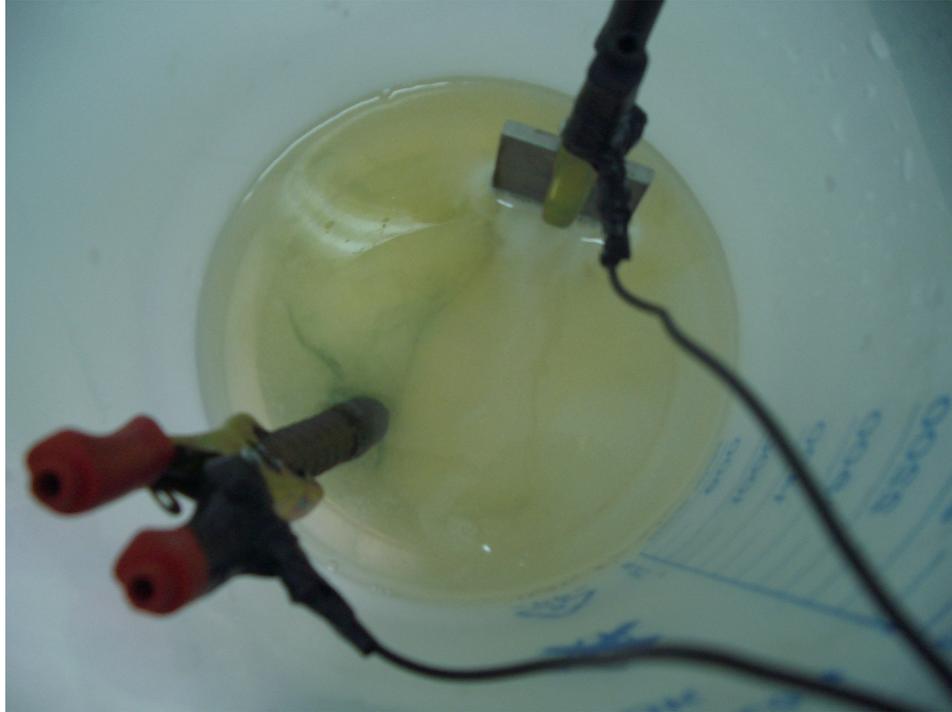


Fig. 3. Detalle de corrosión acelerada en ambiente salino tras 3 y 15 minutos (12V de CC).

Cuestiones.



1. A la vista de los resultados obtenidos y teniendo en cuenta el marco teórico de la práctica, marca las dos opciones correctas:

- a. Se necesita oxígeno para producir corrosión.
- b. El agua salada es lo más perjudicial para la armadura.
- c. Sería más perjudicial un agua salada rica en oxígeno.
- d. La corrosión es un proceso que depende exclusivamente de la presencia de cloruros y otras sales.

2. Ordena de mayor a menor la capacidad oxidativa (corrosiva) de los siguientes ambientes:

- a. Un sótano en la playa (húmedo y salino).
- b. Un ambiente salino, enterrado, húmedo y frío.
- c. Ambiente salino, aireado, húmedo y cálido.
- d. Ambiente de interior, seco y frío.

Respuesta:

3. Respecto a la puesta en obra de un hormigón armado, señala cuál o cuáles de las siguientes medidas serían aconsejables para frenar la oxidación de armaduras en un ambiente marino:

- a. Disminuir la relación agua-cemento en el hormigón.
- b. Usar superfluidificantes.
- c. Usar hormigones poco compactados (mezclas de arenas y gravas de baja compacidad).
- d. Reducir, de cualquier forma que esté a nuestro alcance, la absorción capilar del hormigón.



Anexo 1.

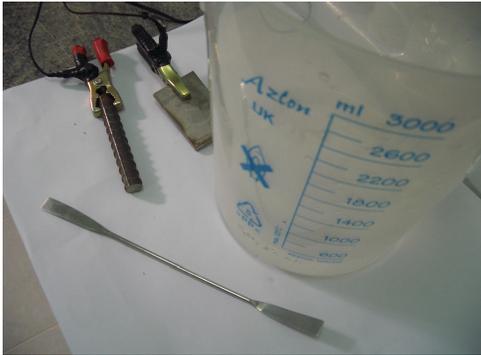
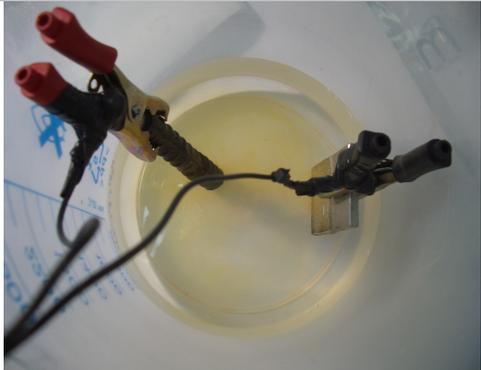
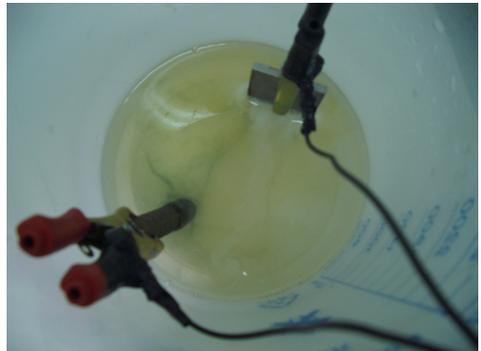
Resume en 5 líneas qué conclusiones sacas de la experiencia efectuada en la célula no salina.

Conclusiones:

Ídem para la experiencia efectuada en la célula salina (cloruros). En este caso razona también las variaciones de masa obtenidas.

Conclusiones:

Información complementaria.

Material	Propiedades
	<p>Electrodos. Son el soporte del proceso electroquímico. El electrodo positivo (pinza roja) es el ánodo, en él se produce la oxidación: $Fe \rightarrow Fe^{+2} + 2e^{-}$.</p> <p>En el electrodo negativo (pinza negra) es el cátodo, en él se produce la reducción de los protones procedentes del agua:</p> $2H^{+} + 2e^{-} \rightarrow H_2.$ <p>El hidrógeno que se desprende no es tóxico pero no debe ser directamente inhalado ni ponerse en contacto con llamas.</p>
	<p>Celda electroquímica A. Los electrodos de acero corrugado (ánodo) y acero inoxidable (cátodo) son parcialmente sumergidos en una disolución acuosa que puede contener electrolitos. La celda es alimentada eléctricamente por una fuente de 12V. Este tipo de dispositivo sirve para acelerar el proceso de corrosión (oxidación) que ocurre en las armaduras.</p>
	<p>Celda electroquímica B. La reacción electroquímica es más violenta y rápida que en la celda anterior (celda A). A los pocos minutos ya pueden observarse ráfagas de dos tonalidades (pardo y azulado) alrededor del ánodo. En el cátodo se puede apreciar la gran cantidad de hidrógeno liberado, muy superior a la observada en la celda electroquímica A. La presencia de cloruros acelera notablemente el proceso oxidativo del acero.</p>

Continuación.

Material	Propiedades
	<p>Celda electroquímica B. Pasados 15 minutos la oxidación está muy avanzada. El color de la disolución se vuelve pardo-rojizo debido a la gran cantidad de hierro oxidado procedente de la barra de acero corrugado. El cloruro ha actuado como catalizador del proceso corrosivo, de ahí la importancia de limitar el contenido en cloruros en materiales de cemento en contacto con armaduras.</p>
	<p>Electrodos antes y después de la oxidación.</p> <p>Barra superior: Aspecto de una barra de acero después de ser oxidada en un baño salino durante 15 minutos. Los restos de óxido son fácilmente distinguibles en toda la superficie de la barra.</p> <p>Barra inferior. Aspecto de la barra original.</p>
	<p>El problema de la corrosión.</p> <p>Los óxidos formados se acumulan alrededor de al armadura. En presencia de humedad estos compuestos se expanden aumentando su volumen original. Como resultado de esta dilatación de la armadura, se produce la fisuración del material cementoso. Este problema es especialmente grave en materiales con finalidad estructural. (Foto anecdótica).</p>



Prácticas de Materiales de Construcción II.
Arquitectura Técnica.
Profesor: Marcos Lanzón.



Información adicional (Opcional).

Puedes registrar aquí cualquier otra información que te parezca interesante (comentarios, fotografías, dificultades que encuentre...).

A large, solid gray rectangular area intended for students to provide additional information, comments, or photographs related to the practical class.

Valora esta clase práctica.

Valora objetivamente esta práctica. Considera sobre todo: claridad de conceptos, materiales usados, presentación, repercusión sobre tus conocimientos, originalidad, etc. Marca la opción con un círculo.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10