

ESTUDIO DE CORROSIÓN EN CONCRETO REFORZADO CON JAL COMO ADITIVO MINERAL

V. Volpi-León¹, L. D. López-Léon^{1,*}, A. L. López-León², I. E. Castañeda-Robles¹,
F. J. Olguín-Coca¹

¹Área Académica de Ingeniería, UAEH, Carr. Pachuca- Tulancingo Km 4.5, Colonia Carboneras,
Mineral de la Reforma, Hidalgo. C.P. 42184, México.
luis_lopez@uaeh.edu.mx

²Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Avenida del Charro 450 Norte, Colonia Partido Romero,
Cd. Juárez, Chihuahua. C.P. 32310, México.

*Autor de correspondencia: luis_lopez@uaeh.edu.mx

RESUMEN

En este trabajo de investigación se estudia una alternativa de reutilización de materiales de desecho industrial en concreto reforzado buscando determinar parámetros experimentales de resistencia a la corrosión de los distintos sistemas de concreto, en comparación a un concreto reforzado convencional. El uso de la técnica de espectroscopia de impedancia electroquímica muestra que la interacción del jal como cementante no modifica el proceso de corrosión, pues se observa que el uso de residuo minero hasta un 10% no favorece la llegada de los agentes corrosivos a la superficie de la varilla de refuerzo en el concreto comparado a un sistema convencional. Los valores de R_p son muy similares para los distintos sistemas. La interacción de cloruros con el metal se ve aumentada al usar 15% en la dosificación de jal como cementante, modificando considerablemente la velocidad de corrosión del sistema. El concreto elaborado con jal como cementante tiene un comportamiento electroquímico y mecánico muy similar a un concreto convencional hasta una dosificación de 10%.

Palabras Clave: Corrosión, concreto, jal, impedancia electroquímica.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la preocupación por la conservación del medio ambiente ha incrementado bastante, uno de los objetivos principales se ha centrado en la mitigación de los impactos negativos que provocan los desechos industriales en el ambiente [1,2]. Las estrategias planteadas incluyen la reutilización de estos desechos de una manera eficiente.

En Pachuca, Hidalgo, la minería ha generado a través de casi 500 años acumulaciones de jales (residuo minero) que sobrepasan los 100 millones de toneladas en toda la ciudad. Años atrás no existía ninguna normatividad para su manejo y deposición, fue hasta el año 2004, cuando se aprobó la NOM-141-SEMARNAT-2003, en la cual se regularon los procedimientos y se dio mayor importancia al impacto ambiental que los desechos generaban.

Actualmente, los residuos mineros de la ciudad no tienen ningún uso, por el contrario, el abandono y desentendimiento de los mismos los ha convertido en parte del paisaje natural. Sin embargo, sus características físicas y químicas no son favorables para el ambiente ni para la salud de los pobladores. El tamaño de las partículas al ser tan fino impregna el aire y produce grandes remolinos de tierra. Aunado a ello, las necesidades de infraestructura y equipamiento de una sociedad en crecimiento requieren de mayores espacios, mismos que ahora ocupan estas presas de jal [3,4].

Debido a lo anterior, la necesidad de aprovechar este recurso tan abundante y al mismo tiempo mitigar su impacto negativo en el ambiente, ha dado apertura a nuevas soluciones. La implementación de jal en la industria de la construcción, específicamente en el concreto armado para elementos estructurales de baja resistencia respondería a un uso eficiente del recurso con grandes ventajas para la sociedad.

La industria de la construcción en México y en el mundo se ha apoyado por muchas generaciones en la utilización de concreto armado como elemento fundamental de las estructuras. Los costos de construcción son relativamente bajos y sus características han asegurado larga vida a las edificaciones. Sin embargo, se ha dejado de lado el mantenimiento de las estructuras.

Uno de los fenómenos que puede dañar gravemente la vida útil de los inmuebles, así como las características funcionales del concreto tales como adherencia y resistencia mecánica, además de inducir la formación de agrietamientos y desprendimientos de trozos de concreto comprometiendo la integridad estructural es el efecto de la corrosión. Por ello, el análisis de los efectos de corrosión en las estructuras es de vital importancia pues genera pérdidas millonarias en todo el mundo [5,6].

2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Diseño del espécimen

Se elaboraron especímenes de concreto reforzado (ver figura 1), cuyas dimensiones tienen la finalidad de garantizar el mismo espesor de recubrimiento para todo el acero de refuerzo (especímenes de 15*15 cm), y para tener facilidad de manejo al colocarlos en la cimbra, para su curado y monitoreo

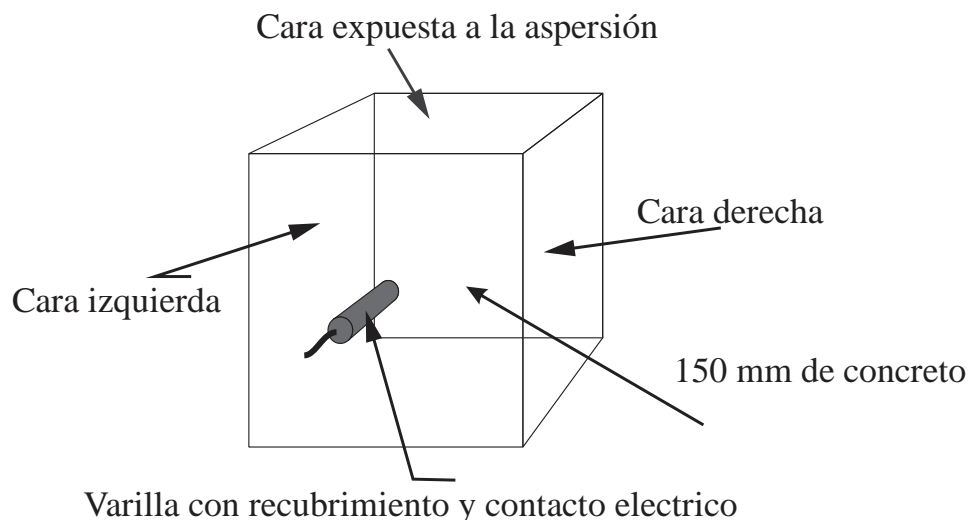


Figura 1. Especímenes de concreto.

Arreglo experimental

Para las técnicas electroquímicas se usó una celda típica de tres electrodos, con un electrodo de cobre-sulfato de cobre como referencia y una barra de grafito como contra electrodo [7], (ver figura 2).

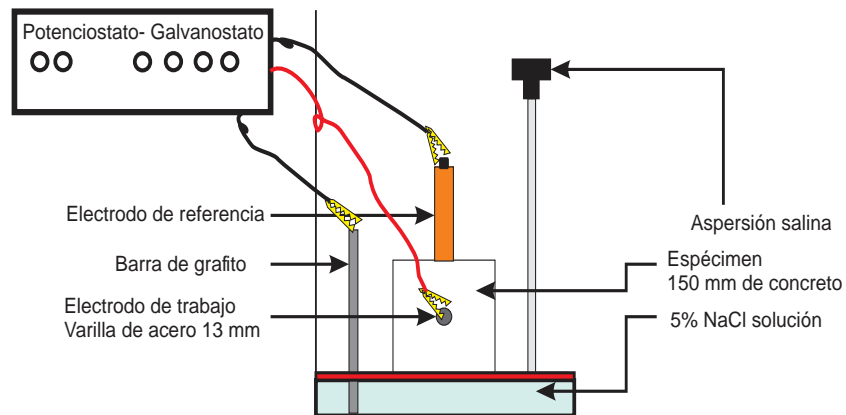


Figura 2. Esquema representativo para la conexión de la celda para monitoreo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Potenciales de media celda

La figura 3 muestra los resultados de potenciales de media celda para el sistema con la cara directamente expuesta a la aspersión salina al evaluar las distintas dosificaciones de jal como cementante, en función del tiempo de exposición en la cámara de aspersión salina (28 días). Los sistemas muestran un comportamiento similar en comparación al espécimen con 0% de jal, a los 10 días de exposición dentro de la cámara de aspersión los potenciales muestran un comportamiento lineal, (potenciales de 700 ± 30 mv) no mostrando un cambio significativo en los potenciales. Por lo que la resistencia a la corrosión es muy similar a la de un concreto convencional en las dosificaciones estudiadas.

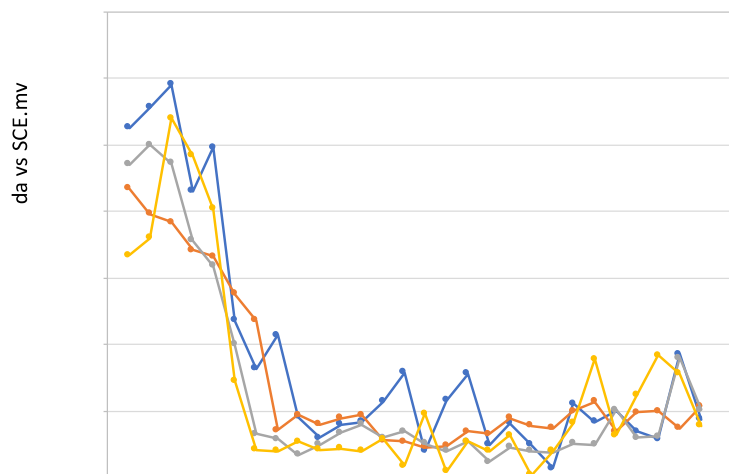


Figura 3. Potenciales de media celda para la cara directamente expuesta del espécimen.

Impedancia electroquímica

La figura 4 muestra los diagramas de Nyquist, como resultado de las mediciones de espectroscopia de impedancia electroquímica para los sistemas en estudio, en función del tiempo de exposición en un medio corrosivo (28 días). En el gráfico se muestran semicírculos abiertos con una ligera tendencia lineal a bajas frecuencias. Esto se puede atribuir principalmente a la transferencia de carga y

posteriormente a la difusión de especies corrosivas en la superficie. Se observa una disminución en los valores reales e imaginarios de impedancia al incrementar el porcentaje de jal como cementante al 15%, ya que para los sistemas con 5% a 10% de jal no muestran un cambio significativo en comparación al concreto convencional (0% jal).

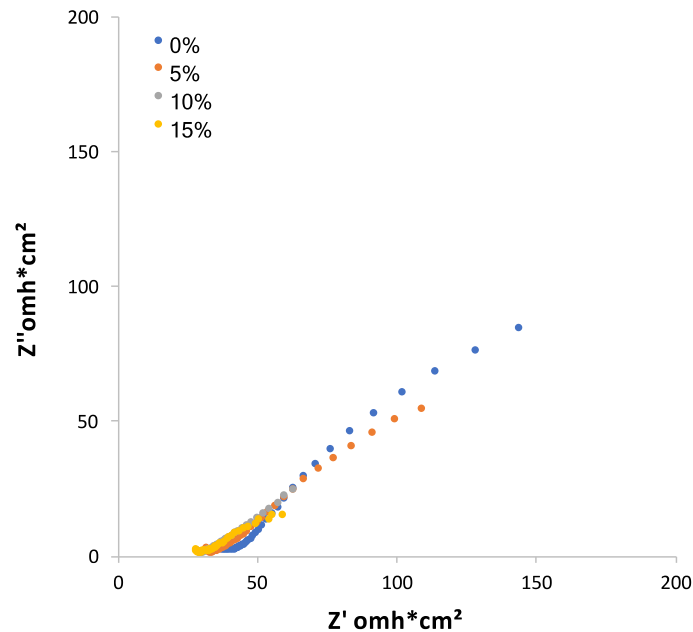


Figura 4. Diagramas de Nyquist para el sistema concreto-acero al carbono AISI 1018.

4. CONCLUSIONES

Los resultados de potenciales de media celda no muestran un cambio significativo en comparación al de un concreto convencional hasta el 10% de dosificación de residuo de mina en el concreto.

El uso de la técnica de espectroscopia de impedancia electroquímica muestra que la interacción del jal como cementante no modifica el proceso de corrosión, ya que se observa que el uso de residuo minero hasta un 10%, no favorece la llegada de los agentes corrosivos a la superficie de la varilla de refuerzo en el concreto, comparado a un sistema convencional. Los valores de R_p mostrados son muy similares para los distintos sistemas.

La interacción de cloruros con el metal se ve aumentada al usar 15% en la dosificación de jal como cementante, modificando considerablemente la velocidad de corrosión del sistema.

El estudio corrosivo empleando jal como cementante en la elaboración de concreto muestra que los parámetros de corrosión no sufren un cambio significativo, comparados con un concreto convencional.

Hasta una dosificación de 10% de jal como cementante en los sistemas de concreto tiene un comportamiento similar sin afectar sus propiedades de resistencia a la corrosión comparado con un concreto en ausencia de este aditivo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores externan su gratitud al PRODEP por el apoyo financiero otorgado para el desarrollo de esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] E. Remon, J. Bouchardon and O. Faure: Environmental Pollution, 2005, vol. 137, pp. 316–323.
- [2] B. Pradhan: Construction and Building Materials, 2014, vol. 72, pp. 398- 411.
- [3] L. Zongjin: Advanced Concrete Technology, 2nd ed., John Wiley&Sons., New Jersey, USA, 2011, pp. 79-81.
- [4] ACI Committee, Protection of Metals in Concrete Against Corrosion, 1st ed., ACI Manual of Concrete., New York, USA, 2010, pp. 222.
- [5] H. Akita, T. Fujiwara and Y. Ozaka: Mag. Concr. Res., 1997, vol. 49, pp. 129–137.
- [6] K.Y. Ann and H.W. Song: Corros. Sci., 2007, vol. 49, pp. 4113–4133.
- [7] ASTM B117-16, Standard Practice for Operating Salt Spray Apparatus, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2016, pp. 1-14.