

EFFECTO DEL FLUJO CONTINUO EN LA CORROSIÓN DE ACERO AL CARBONO EN UN MEDIO CORROSIVO NACE 1D196 Y NACE TM 0177 EN PRESENCIA DE HIDROCARBURO

M. Márquez Casasola^a, L. D. López León^a, F. J. Olguín Coca^a, M. A. Veloz Rodríguez^b, L. G. Lizárraga Mendiola^a, M. del R. González Sandoval^a, Y. Rangel Martínez^a

^a Grupo Diseño y Construcción Sostenible, Área Académica de Ingeniería, UAEH, Mineral de la Reforma, Hidalgo

^b Área Académica de Ciencias de la Tierra y Materiales, UAEH, Mineral de la Reforma, Hidalgo
luis_lopez@uaeh.edu.mx

RESUMEN

En este trabajo se muestra el estudio electroquímico del efecto de un sistema de flujo continuo sobre el acero al carbono AISI 1018 en distintos medios corrosivos (NACE 1D196 y NACE TM0177). Se emplearon las técnicas electroquímicas; Curvas de Polarización e Impedancia Electroquímica, donde al realizar un análisis a través de curvas de polarización potenciodinámicas se observa un comportamiento similar al evaluar los distintos medios corrosivos e hidrocarburo, ya que en comparación al sistema en ausencia de hidrocarburo, se observa que la presencia de éste afecta tanto la parte anódica, como la catódica, mostrando incrementos en las corrientes y por lo tanto valores más altos de I_{corr} . Por otro lado, la técnica de Impedancia Electroquímica, muestra en el análisis de los valores R_p para los distintos sistemas en estudio, valores más bajos con la presencia de hidrocarburo para ambos medios sintéticos. Mostrando que la interacción de los agentes corrosivos de los diferentes medios con la superficie del acero se incrementa o se ve beneficiada con la presencia del hidrocarburo, obteniendo resultados similares a los reportados anteriormente para sistemas sin flujo continuo y con la presencia de hidrocarburo.

1. INTRODUCCIÓN

El control de la corrosión es un elemento sobresaliente en la preservación de la integridad de sistemas industriales en el mundo, es evidente que en las instalaciones de la industria petrolera donde se tienen equipos susceptibles al fenómeno de la corrosión las pérdidas económicas son muy elevadas, además de la disminución en la producción, paros de planta, implementación de personal para el control de la corrosión, etc. Por ello, si el fenómeno no es controlado, puede derivar en pérdidas económicas, humanas y sociales muy importantes. Por lo tanto, surge la necesidad de investigar la resistencia a la corrosión de materiales metálicos que se encuentran en la industria petrolera donde se busca darle mayor vida útil de los equipos utilizados y optimizar la operación de las plantas de proceso, por otra parte debido a la gran cantidad de ambientes corrosivos y materiales en contacto además del escaso conocimiento de los mecanismos de corrosión en la industria del petróleo, resulta importante hacer un estudio sistemático que permita asentar diferencias mecanísticas, tanto en el medio corrosivo, como en presencia de hidrocarburo. Uno de los métodos utilizados para la evaluación de materiales metálicos en la industria petrolera es el NACE TM 0177 [1]. En este trabajo se hace el estudio de la conducta del acero al carbono AISI 1018 en una solución amortiguada de ácido acético y cloruros (similar a la

utilizada en el método NACE TM 0177) sin y con hidrocarburo. Por otro lado, el uso de ambientes corrosivos para evaluaciones en laboratorio sobre inhibidores de corrosión se centra principalmente en el que se propone en el documento NACE 1D196 [2], a partir de la cual se puede establecer si un inhibidor será o no efectivo en el ambiente industrial. Además, la presencia de hidrocarburo en los ambientes industriales también es un factor determinante ya que puede modificar el efecto de los inhibidores de corrosión provocando resultados no deseados [3]. Es por ello que es importante evaluar al sistema controlado de flujo continuo en ausencia y presencia de hidrocarburo con el fin de establecer el efecto de la velocidad de flujo sobre el mecanismo de corrosión y la velocidad de corrosión de los distintos sistemas; y con ello establecer posibles similitudes con sistemas reales aportando conocimiento en el área de investigación de la corrosión en la industria petrolera.

2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Para las técnicas electroquímicas se realizó un arreglo experimental (Figura 1) y el diseño de una celda de flujo continuo de tres electrodos (Figura 2), con un electrodo de Calomel como referencia y una barra de grafito como contra electrodo. Como electrodos de trabajo, se utilizaron barras de acero al carbono AISI 1018, acoplados al cuerpo de la celda de Nylamid. Antes de cada experimento, la superficie a exponer se desbastó con lija de SiC grado 280. Las mediciones se llevaron a cabo por medio de un Potenciostato-Galvanostato Autolab Mod. PGSTAT30.

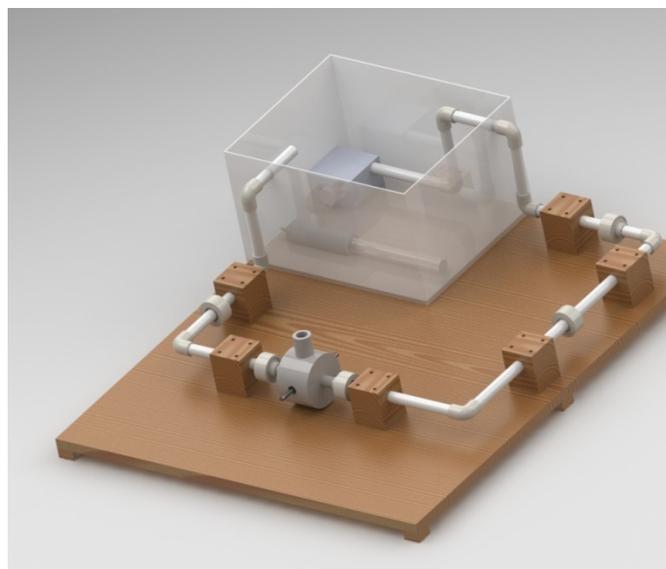


Figura 1. Arreglo experimental utilizado en las técnicas electroquímicas

El ambiente corrosivo, semejante al que se usa en el método NACE TM 0177, tiene la siguiente composición: 0.04 M $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{NaCOOCH}_3$, $\text{pH} = 3.5$; 0.52 M de NaCl y el ambiente corrosivo NACE 1D196, tiene la siguiente composición: 0.03M de CaCl_2 dihidratado, 0.01 M de MgCl_2 hexahidratado y 1.82 M de NaCl, saturado con CO_2 , ambos medios corrosivos en ausencia y en presencia de hidrocarburo (20%v). Para las técnicas electroquímicas se utilizaron los siguientes parámetros experimentales (Tabla 1).

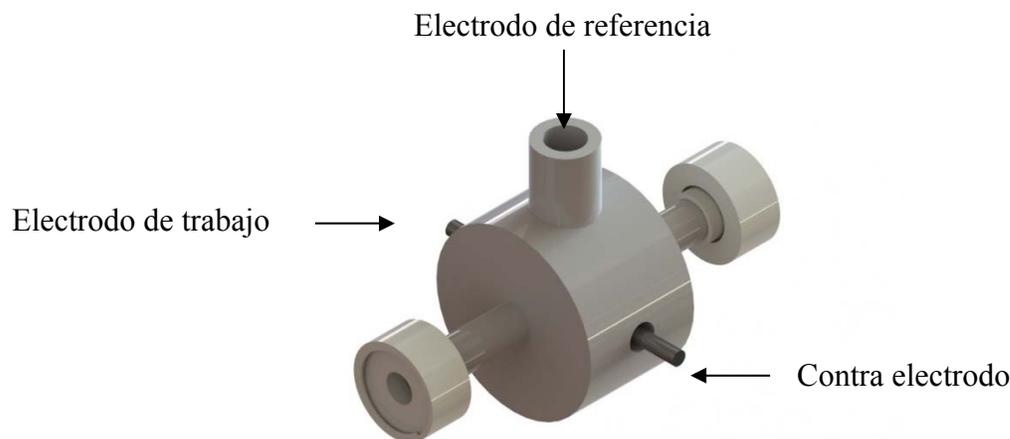


Figura 2. Celda electroquímica de flujo continuo

Tabla 1. Parámetros experimentales utilizados en las técnicas electroquímicas

Curvas de polarización	Impedancia Electroquímica
Velocidad de barrido 0.1 mV/s	Amplitud de 10mV
Intervalo de potenciales de $E_{corr} \pm 300$ mV	Intervalo de frecuencias de 0.01 Hz a 10,000 Hz

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Curvas de polarización (Medio Tipo NACE TM 0177)

La figura 3 muestra las curvas de polarización potenciodinámicas para el sistema en estudio, en función de la ausencia y presencia del hidrocarburo. Para la solución con hidrocarburo, se observa que la presencia de éste afecta tanto la parte anódica como la catódica, mostrando mayor efecto en la parte de oxidación ya que las corrientes obtenidas son mayores en comparación al sistema sin hidrocarburo. El potencial de corrosión que presentan en el sistema es de -0.57 ± 0.01 V vs Hg/HgCl(s)/KCl(sat) (SCE).

3.2 Curvas de Polarización (Medio NACE 1D196)

La figura 4 muestra las curvas de polarización potenciodinámicas para el sistema NACE 1D196, en función de la ausencia y presencia del hidrocarburo. La presencia del hidrocarburo modifica el proceso al igual que para el sistema NACE TM0177, ya que éste afecta tanto la parte anódica como la catódica. Esto indica que la interacción del hidrocarburo con los diferentes agentes corrosivos modifica el proceso de corrosión. El potencial de corrosión que presentan en el sistema es de -0.61 ± 0.01 V vs Hg/HgCl(s)/KCl(sat) (SCE).

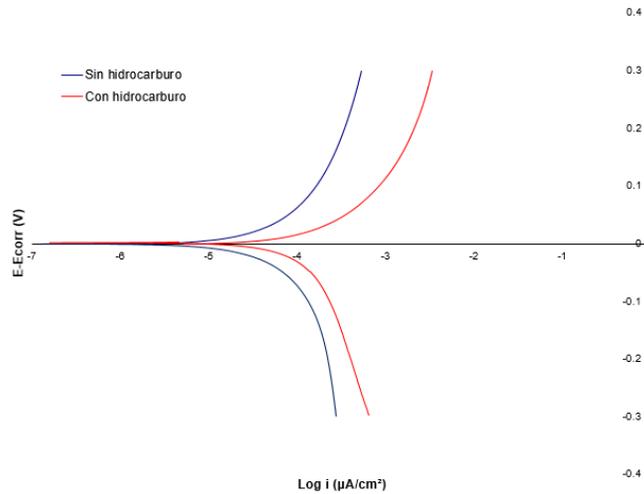


Figura 3. Curvas de polarización potenciodinámicas para el sistema NACE TM0177 con presencia y ausencia de hidrocarburo

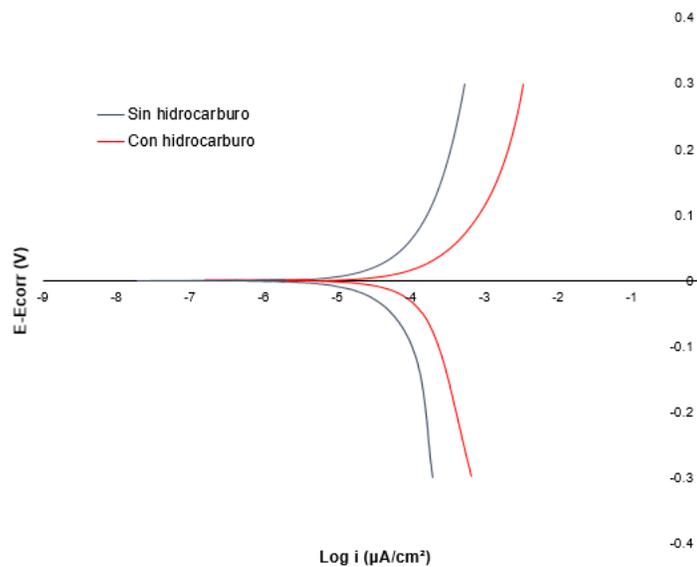


Figura 4. Curvas de polarización potenciodinámicas para el sistema NACE 1D196 con presencia y ausencia de hidrocarburo

3.3 Parámetros de corrosión obtenidos para las curvas de polarización potenciodinámicas

En la Tabla 2, se observan los parámetros de corrosión obtenidos para los diferentes sistemas. El análisis de los valores de I_{corr} (densidad de corriente), muestra que la presencia de hidrocarburo aumenta significativamente la I_{corr} y por lo tanto la velocidad de corrosión en comparación a los sistemas sin hidrocarburo. Lo anterior es importante ya que la presencia del hidrocarburo hace que la interacción de los agentes corrosivos con el metal se vea favorecida en la superficie metálica.

Tabla 2. Parámetros de corrosión obtenidos para los diferentes sistemas

Solución	Icorr (A/cm ²)
NACE TM0177 sin hidrocarburo	1.02 E-04
NACE TM0177 con hidrocarburo	7.56 E-03
NACE 1D196 sin hidrocarburo	1.92 E-04
NACE 1D196 con hidrocarburo	9.3 E-03

3.4 Espectroscopía de Impedancia electroquímica

La figura 5 muestra diagramas de Nyquist de la técnica de espectroscopia de Impedancia Electroquímica (EIS, por sus siglas en inglés) los cuales indican que la superficie del acero se modifica por la presencia del hidrocarburo ya que se exhibe un espectro diferente y muestra un bucle inductivo a bajas frecuencias comparado con el sistema en ausencia de hidrocarburo, que se ha atribuido a que las especies corrosivas son adsorbidas principalmente [4].

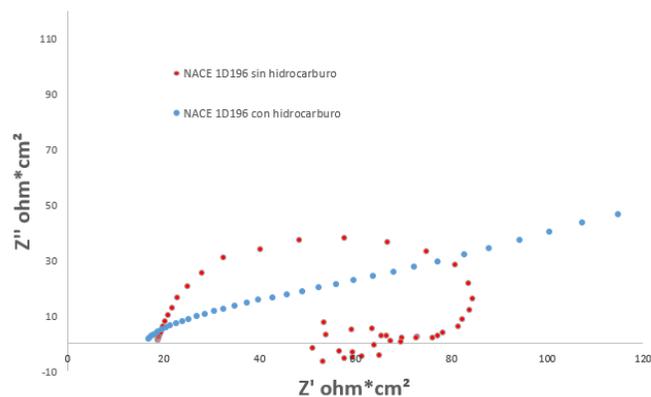


Figura 5. Diagramas de Nyquist para el sistema sin hidrocarburo y en presencia de éste, para el sistema de acero al carbono en una solución NACE 1D196

CONCLUSIONES

El análisis de los valores de Icorr, mostró que la presencia de hidrocarburo aumenta significativamente la densidad de corriente y por lo tanto la velocidad de corrosión en comparación a los sistemas sin hidrocarburo. La presencia del hidrocarburo modifica el proceso de corrosión y hace que la adsorción específica de los agentes corrosivos para las distintas soluciones sea modificada por el hidrocarburo favoreciendo su llegada a la superficie metálica.

BIBLIOGRAFÍA

1. Método Estándar NACE TM 0177 “Laboratory Testing of Metals for resistance to specific forms of environmental cracking in H₂S”, National Association of Corrosion Engineers, NACE, 1996.
2. Método Estándar NACE ID196 “Laboratory Test Methods for Evaluating Oilfield Corrosion Inhibitors”, National Association of Corrosion Engineers, NACE, 1996.
3. M.G. Hosseine, M. Ehteshamzadeh, T. Shahrabi, Electorchim. Acta, 25, 2007, pp.3680.
4. M. M. Singh, A. Gupta, Corrosion, 56, 2000, pp. 371.