

ANÁLISIS EXPERIMENTAL DE FLEXIÓN DE VIGAS EN ESPECÍMENES DE ACERO A36 FRAGILIZADOS POR HIDRÓGENO

PROBLEMA

El sector naval en Ecuador depende principalmente de combustibles fósiles, lo que genera altos costos económicos y un impacto ambiental significativo. Aunque el hidrógeno surge como una alternativa energética limpia, su uso enfrenta limitaciones técnicas debido a la posible fragilización por hidrógeno en aceros estructurales como el ASTM A36, ampliamente utilizado en tuberías navales.

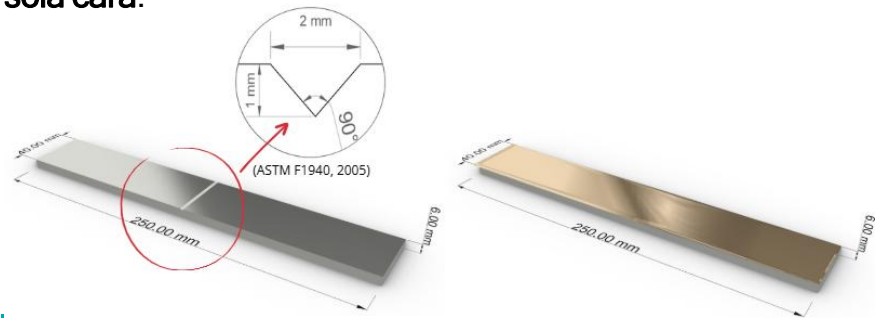
OBJETIVO GENERAL

Analizar los efectos de la fragilización por hidrógeno en especímenes de acero ASTM A36 mediante ensayos experimentales por flexión en cuatro puntos, para aportar criterios que mejoren la seguridad y eficiencia en el uso de este combustible alternativo en el sector naval.

PROPUESTA

La fragilización por hidrógeno en acero ASTM A36 mediante carga catódica por electrólisis en solución ácida, exponiendo especímenes a 0, 18, 27 y 36 horas, con el fin de simular condiciones de servicio asociadas al transporte de hidrógeno en tuberías navales. Mediante ensayos mecánicos de flexión de cuatro puntos y análisis microestructural para estudiar el comportamiento del material.

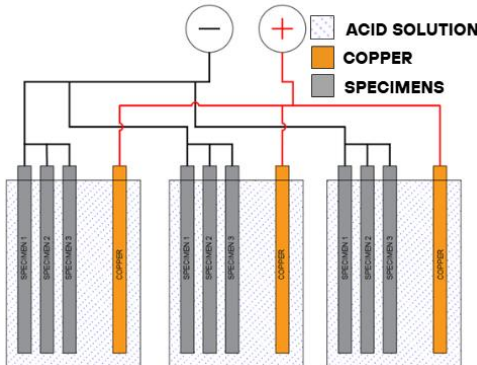
Se fabricaron 3 especímenes por tiempo de exposición, 12 especímenes con fractura preexistente en forma de **muesca en V**, conforme a la norma ASTM F1940, y 12 especímenes sin fractura preexistente. Los 24 especímenes serán recubiertos con un sistema formulado a base de resina epóxica fenólica, con el fin de simular la degradación en una sola cara.



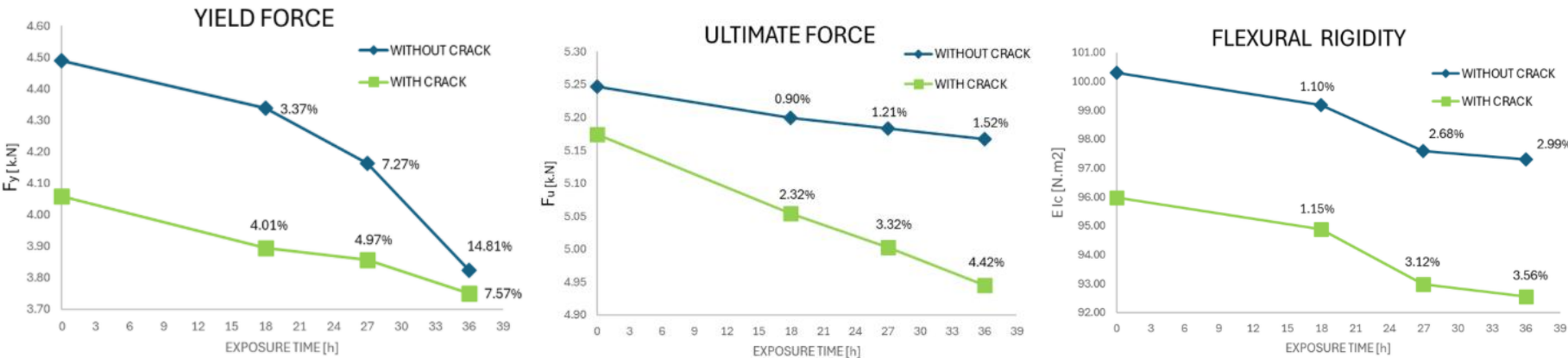
METODOLOGÍA



La fragilización por hidrógeno se realizó en conexión paralela, utilizando HCl como solución electrolítica, con 4.57 A y 1.6 V.



RESULTADOS



Los ensayos de flexión permitieron evaluar las propiedades mecánicas de los especímenes expuestos a 0, 18, 27 y 36 horas. Los gráficos presentados muestran la comparativa entre especímenes con y sin fractura preexistentes con un análisis porcentual entre los diferentes tiempo de exposición, donde se puede evidenciar la reducción de las propiedades mecánicas del acero ASTM A36.

La fuerza permisible obtenida se evidencia un decremento evidente y la fuerza ultima aplicada tiene un decremento leve siendo este la máxima fuerza aplicada. La rigidez flexional es el modulo de Young por la inercia, ayudando a evidenciar la disminución de la rigidez sin tomar en cuenta la inercia en sección media del espécimen recordando que 12 especímenes con muesca su inercia no es constante. En el tiempo 0 horas de las propiedades existe una diferencia o salto evidenciando la presencia de la muesca.



CONCLUSIONES

- La carga catódica por electrólisis en HCl indujo eficazmente la fragilización por hidrógeno en el acero ASTM A36.
- Los ensayos de flexión a cuatro puntos evidenciaron una reducción de las propiedades mecánicas bajo la acción del hidrógeno.
- Se observó una disminución aproximada del 3 % en especímenes sin grieta y del 7 % en especímenes con grieta, atribuida a la fragilización y a la concentración de esfuerzos.
- El análisis SEM confirmó la presencia de microgrietas y descohesión interfacial asociadas al hidrógeno.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda evaluar distintos recubrimientos de tuberías, como el galvanizado, para analizar su comportamiento frente a la hidrogenización.
- El espesor del material y el tiempo de exposición al hidrógeno son parámetros críticos para lograr una fragilización efectiva.
- Para reproducir el experimento, se aconseja utilizar una fuente de poder de mayor capacidad que garantice estabilidad operativa.
- La renovación periódica del electrolito mejora la eficiencia y la continuidad del proceso de generación de hidrógeno.