

Simulación Tridimensional de Sistema de Protección Catódica en Tanques Atmosféricos de Almacenamiento de Agua de Producción mediante Análisis por Elementos Finitos (FEA)

P. A. Aramendi¹, G. Dasso², M. G. Tissera³,

¹ Ingeniero en Materiales, Analista en Icorr Ingeniería S.A.

² Ingeniero en Materiales, Analista en Icorr Ingeniería S.A.

³ Ingeniero en Materiales, Director en Icorr Ingeniería S.A.

*E-mail: info@icorr.com.ar

1. INTRODUCCION

Los tanques de almacenamiento que participan en las etapas de separación primaria se encuentran expuestos a fluidos corrosivos. El agua de producción posee características que promueven velocidades de corrosión moderadas a elevadas del acero al carbono. Ésta posee contenidos de sales disueltas elevados lo que confiere una elevada conductividad o baja resistividad generalmente relacionado a mayores velocidades de corrosión. Además, la presencia de H₂S y CO₂ en fluidos de producción de pozos elevan la corrosividad del fluido.

La combinación de un recubrimiento interno protector y protección catódica es la metodología más utilizada para tanques que trabajan con agua de producción.

2. OBJETIVO

El propósito del estudio es validar mediante el modelado por elementos finitos el sistema de protección catódica empleado en dos tanques de almacenamiento de agua de producción. La verificación se desarrolla de acuerdo a los lineamientos establecidos en la normativa NACE RP0575 de Sistemas de Protección Catódica Interna en Recipientes de Tratamiento de Hidrocarburos.

3. DESARROLLO

3.1. Método tradicional de cálculo

La validación del sistema de protección catódica se lleva a cabo en dos tanques atmosféricos de 320 m³ protegidos con ánodos de sacrificio, empleando un software comercial. Por cuestiones operativas los tanques cuentan con un serpentín de tubos de acero al carbono ubicados a diferentes alturas.

Los parámetros de verificación del sistema de protección actual incluyen las características del fluido almacenado en los tanques (Resistividad, pH, temperatura) y las características constructivas de los tanques (tipo de revestimiento, cantidad y tipo de ánodos de sacrificio, etc.). Dadas las variaciones determinadas en los registros históricos se utilizó una resistividad de fluido variable.

El revestimiento consiste en un esquema epoxídico de aproximadamente 300 µm de espesor aplicado en la totalidad de las superficies expuestas, a excepción del serpentín de hot oil que fue considerado como acero desnudo.

Se realizó la verificación del actual sistema de protección mediante los lineamientos de la normativa vigente:

Conforme a las propiedades del fluido de trabajo, a la temperatura y al régimen de operación de los tanques actualmente en

servicio, se llevó a cabo el dimensionamiento considerando una corriente requerida variable entre un mínimo de $0,01 \text{ A/m}^2$ y un máximo de $0,1 \text{ A/m}^2$, la que fue compensada por temperatura. Se aplica un factor de daño del revestimiento variable con el tiempo que permita anticipar el requerimiento de corriente a lo largo de la vida útil del mismo.

$$F_c = 0,01 + 0,005 \cdot t$$

De acuerdo a los requerimientos de masa, la protección requerida para una vida útil de 10 años se logra con 16 ánodos. Sin embargo, el cálculo de requerimiento de corriente entregada por los ánodos requiere un total de 19 ánodos para lograr un output adecuado.

La selección actual de 20 ánodos resulta adecuada para proteger los tanques en estudio.

3.2. Análisis de distribución de corriente

Dado que el actual método de cálculo de cantidad de ánodos solo contempla de manera teórica el número necesario para lograr un determinado nivel de protección sin responder la interrogante de cómo debe ser la distribución óptima para cumplirlo, se procedió a simular la distribución de corriente y el potencial mediante el análisis por elementos finitos (FEA) empleando modelos tridimensionales (3D). Los modelos incluyen las geometrías del tanque, ánodos, serpentín, columna y distribuidor.

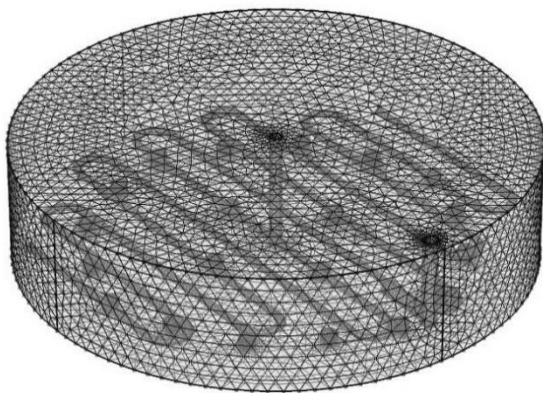


Figura 1. Modelo y grilla utilizada.

4. RESULTADOS

El modelado 3D de la protección catódica actual muestra el efecto que produce en la protección del tanque la presencia del serpentín

de hot oil situado a alturas de 0,5 (a) y 1,5 (b) metros. Para el caso (a) se puede observar que la presencia del serpentín consume un gran porcentaje de la corriente drenada por los ánodos. En el caso (b), donde la altura del serpentín es mayor este efecto es mucho menor.

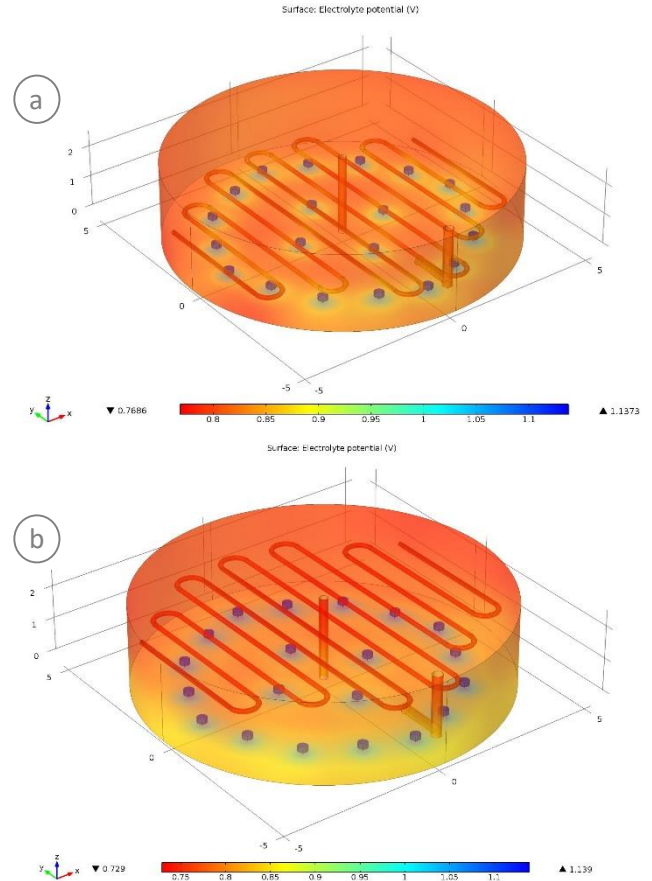


Figura 2. Distribución de potenciales 3D. Altura de serpentín respecto al piso: (a) 0,5 m (b) 1,5 m.

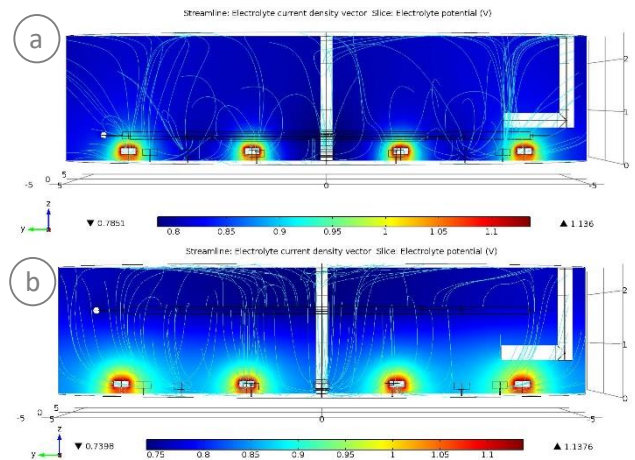


Figura 3. Distribución de corriente 2D. Altura de serpentín respecto al piso: (a) 0,5 m (b) 1,5 m.

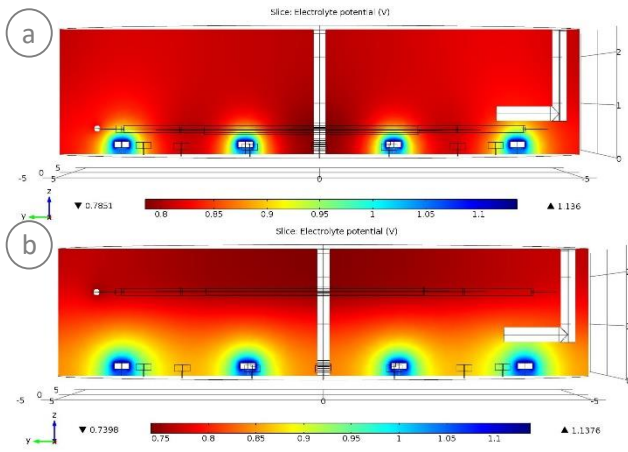


Figura 4. Distribución de potenciales 2D. Altura de serpentín respecto al piso: (a) 0,5 m (b) 1,5 m.

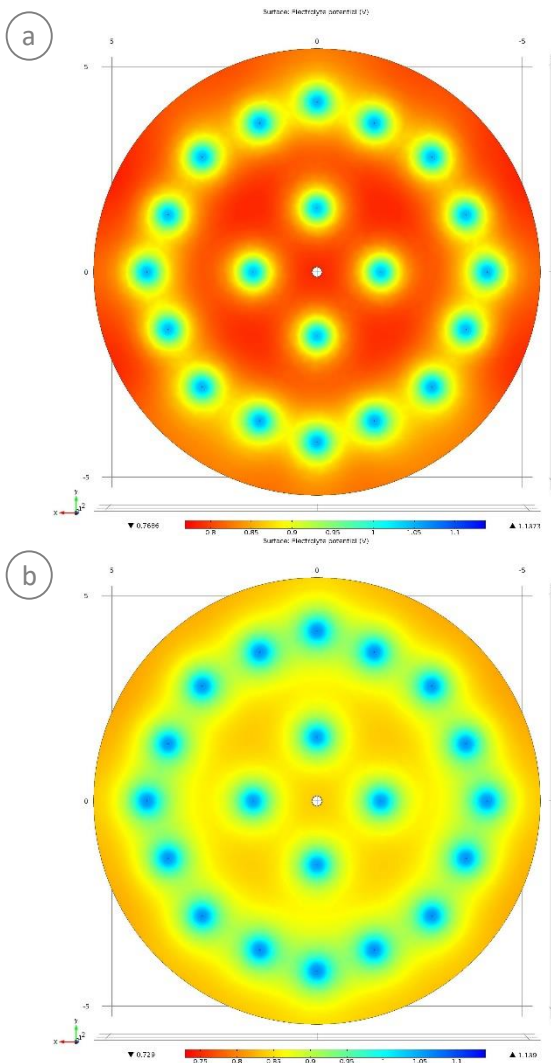


Figura 5. Distribución de potenciales 2D. Altura de serpentín respecto al piso: (a) 0,5 m (b) 1,5 m.

Si bien el cálculo de ánodos indica que la cantidad es suficiente, el modelado muestra que para el caso (a) es posible que la distribución de corriente no sea correcta, quedando zonas de la envolvente y del piso con menor grado de protección.

Por el contrario, el serpentín de hot oil para el caso (a) se encuentra en valores de potencial de protección, mientras que en el caso (b) se encuentra por debajo del mismo.

5. CONCLUSION

Mediante el estudio del sistema de protección catódica instalado actualmente en los tanques se logró determinar la distribución de corrientes y los posibles niveles de protección. Se concluyó que el simple cálculo de la cantidad de ánodos para proteger la estructura entera del tanque no es suficiente para conseguir la adecuada protección según los potenciales mínimos requeridos. Las geometrías tridimensionales de los componentes involucrados juegan un papel muy importante al momento de instalar los ánodos en el tanque. La posibilidad de simular diversos esquemas de disposición permite conseguir resultados óptimos cuando de proteger la estructura se trata.

Adicionalmente, realizar el estudio durante la etapa de diseño del tanque impacta en una mejora sustancial permitiendo alcanzar mayores rendimientos de los ánodos de sacrificio y eventualmente conservar la integridad de la estructura.