

prueba  
vibroacústica de  
recubrimiento  
externo de  
tubería

## Evaluación del desempeño mecánico de sistemas de recubrimientos externos aplicados en tubería industrial a través de la implementación de vibraciones acústicas en condiciones de laboratorio

Uno de los mecanismos para mitigar los procesos de corrosión externa en tuberías industriales es la aplicación de un sistema de recubrimientos constituidos por materiales plásticos. Una vez finaliza el proceso de aplicación del recubrimiento, ya sea en condiciones de fábrica y/o campo, es necesario realizar un control de calidad del proceso, donde el objetivo es evaluar la adherencia del sistema de recubrimientos sobre el sustrato metálico. Usualmente, la calidad de la adhesión del recubrimiento se cuantifica a través de pruebas recomendadas por la industria, entre las cuales destacan: el ensayo "Pull Off" y el ensayo "Peel". No obstante, la realización de los ensayos inducen un daño en el recubrimiento requiriendo de su respectiva reparación.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente y considerando la necesidad de desarrollar tecnologías más eficientes en esta área específica de la industria, la Corporación para la Investigación de la Corrosión (C.I.C.) ha direccionado sus esfuerzos en el estudio de las vibraciones acústicas como un método alternativo para evaluar la calidad de la adhesión de un sistema de recubrimientos aplicado en fábrica o en campo. Esta nueva alternativa se caracteriza por ser un método no destructivo, no requiriendo realizar reparaciones en el revestimiento luego de realizar la prueba, lo cual le confiere una ventaja sobre los métodos convencionales.

Para abordar la problemática expuesta anteriormente de manera eficiente usando vibraciones acústicas, se ha planteado un proyecto de investigación aplicativo soportado bajo dos enfoques de análisis, las cuales se describen a continuación:

**Primer Enfoque, PARTE I:** Este enfoque está dirigido a identificar experimentalmente con un método vibroacústico áreas de "insuficiente" adhesión entre el recubrimiento y la superficie del tubo. Para que el método tenga la capacidad de distinguir entre una "buena" y una "insuficiente" adhesión del recubrimiento es necesario determinar criterios acústicos correlacionando los respectivos espectros de frecuencias con las adhesiones medidas a través de los métodos tradicionales, teniendo en cuenta los parámetros, material, tipo y geometría del tubo y del recubrimiento.

**Segundo Enfoque, PARTE II (en desarrollo):** El objetivo de este enfoque es desarrollar un método dinámico que permita valorar experimentalmente una "buena" adhesión entre el recubrimiento y el metal del tubo. Este enfoque será descrito detalladamente en el siguiente número.

Con el desarrollo de este proyecto, la C.I.C. tendrá la posibilidad de proveer a la industria un servicio de alta eficiencia para la evaluación de la adherencia de un sistema de recubrimientos en la fase de control de calidad del proceso de aplicación sobre tuberías industriales.



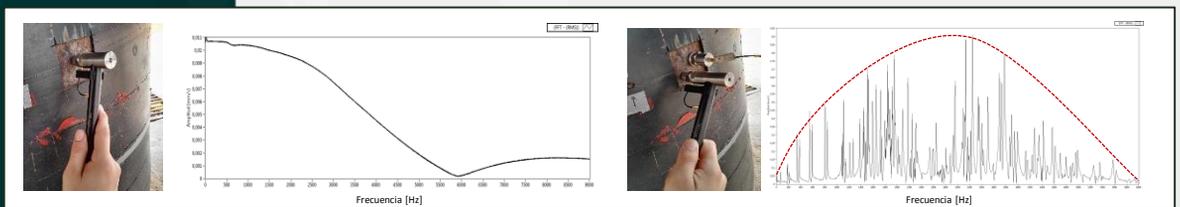
**Fecha Publicación:**  
31/05/2016  
**Elaborado por:**  
Dr. Jens Jensen  
Línea Tecnológica  
Análisis Dinámico

**Parte I: Identificación vibroacústica de áreas con “insuficiente” adhesión entre el recubrimiento y el sustrato metálico.** La determinación vibro acústica de la adhesión del recubrimiento sobre el sustrato metálico se inicia con una excitación mecánica del recubrimiento por un pulso mecánico, el cual genera un sonido característico que se puede discretizar de dos formas:

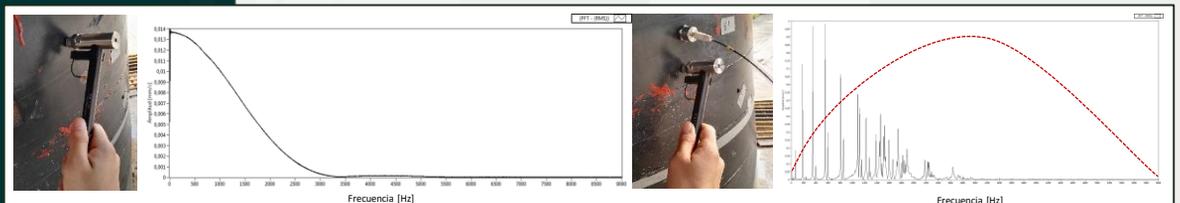
- Un sonido con un tono “metálico” o de altas frecuencias asociado a una “buena” adhesión del recubrimiento sobre la superficie del tubo.
- Un sonido con un tono “plástico” o de bajas frecuencias asociado a una “mala” adhesión del recubrimiento sobre la superficie del tubo.

Con base en estas observaciones físicas se desarrolló una técnica de medición, la cual consta de un procedimiento sencillo de medición y análisis.

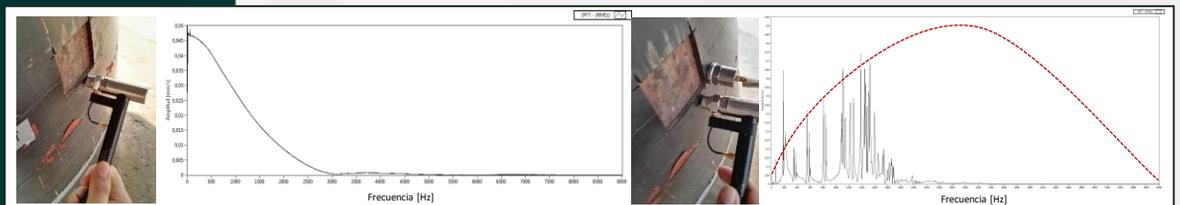
En las Figuras 1a, 1b y 1c, se muestran los resultados de la implementación de ensayos vibro acústicos sobre tres zonas con diferentes características. Allí se muestra la excitación mecánica en la zona de impacto y la respuesta oscilatoria con sus respectivos espectros de frecuencia. En las Figuras se observa que los espectros de frecuencia de las respuestas oscilatorias son diferentes según las características de las zonas excitadas mecánicamente, permitiendo afirmar que existe la posibilidad de establecer patrones o criterios para determinar la calidad de la adhesión del recubrimiento considerando variables adicionales de interés, tales como: tipo del material y geometría de la tubería o de recubrimiento.



**Fig. 1 a):** (Izq.) Excitación mecánica de un tubo de acero sin recubrimiento y el respectivo espectro de la respuesta (\*) (Der.)



**Fig. 1 b):** (Izq.) Excitación de un tubo de acero con recubrimiento sin defecto (Buena Adhesión) y el respectivo espectro de la respuesta (\*) (Der.)



**Fig. 1 c):** (Izq.) Excitación de un tubo de acero con recubrimiento defectuoso (Insuficiente adhesión) y el respectivo espectro de la respuesta (\*) (Der.). (\*) la envolvente del espectro (curva en rojo) de la respuesta representa la banda de frecuencias y sus intensidades.

Según los resultados preliminares obtenidos, el método acústico planteado se visualiza como una alternativa viable y eficiente para la determinación de la calidad de la adhesión de un recubrimiento sobre un tubo metálico. Según estos resultados positivos, la CIC está desarrollando un prototipo de un equipo para la medición y el análisis vibro acústico que permita realizar el proceso operativo de manera eficiente y confiable.