

Equipo para el estudio de la integridad en cables de acero (WRI)

Autor: Tec. Iván L. Knuttzen

Co Autor: Ing. Jorge Alberto Amsler

CAEFE S.A.

Rioja 4855, Rosario (Santa Fe), Argentina

0341 - 5145669

iknuttzen@caefendt.com.ar

Resumen

Se ve en las experiencias descriptas en el presente trabajo, la variedad de aplicaciones de este método de Ensayo No Destructivo.

La pérdida del campo magnético es altamente sensible a la variación de las condiciones físicas del material ferromagnético con que se construyen los cables de acero. Este efecto se ha podido observar en la respuesta a las alteraciones simuladas a los cables de calibración.

Tanto en los cables aéreos, como el caso de puentes colgantes, antorchas, funiculares, montacargas, cubilotes, como el caso de cables protectores de sistemas de comandos en atmósfera agresiva o en el fondo del mar, es posible evaluar su integridad mediante este método de END.

La descripción de un climber telecomandado, desarrollado por la empresa Caefe, para aumentar la capacidad de arribo del equipo de WRI, a grandes alturas y en posiciones angulares agudas o en ángulo recto, ha ampliado la capacidad de detección y evaluación mediante este método.

Las experiencias prácticas en gasoductos, plantas químicas, petroquímicas, fundiciones de acero y explotación petrolera off shore descriptas en el presente trabajo, son un ejemplo de la variedad de aplicaciones y alcance de este método de END, en plena expansión.

1. Introducción

1.1 Métodos de inspección:

Dos métodos electromagnéticos (EM), diferentes y distintivos, han evolucionado para la detección y medición de defectos de cables de acero.

-Disminución de la sección transversal del cable (LMA), la cual mide la pérdida del área metálica de sección transversal, causada por corrosión interna o externa (debido a

condiciones ambientales o falta de lubricación) y desgaste (debido a la fricción con superficies o elementos externos, mellado, altas presiones y/o lubricación pobre).

-Fallas localizadas (LF), el cual detecta una amplia variedad de discontinuidades internas y externas, tales como roturas de alambres, melladuras, cocas, deformaciones o picaduras de corrosión. Los alambres rotos usualmente son causados por fatiga, mellado entre hebras y fragilidad martensítica.

Los equipos de medición EM, como el que utilizamos, modernos, de funcionamiento dual, permiten inspecciones simultáneas LMA y LF.

2. Funcionamiento del instrumental

El cabezal magnético puede ser utilizado de dos maneras, puede quedar estático y desplazarse el cable a ensayar por el interior del mismo o también puede utilizarse un dispositivo de impulsión. Este último permite desplazar el equipo a lo largo de un cable sin importar la posición del mismo, disminuyendo notoriamente los riesgos del operador al no tener que montar dispositivos de elevación adicionales.

El principio de funcionamiento ya fue desarrollado en el trabajo presentado en la edición anterior del CORENDE 2009.

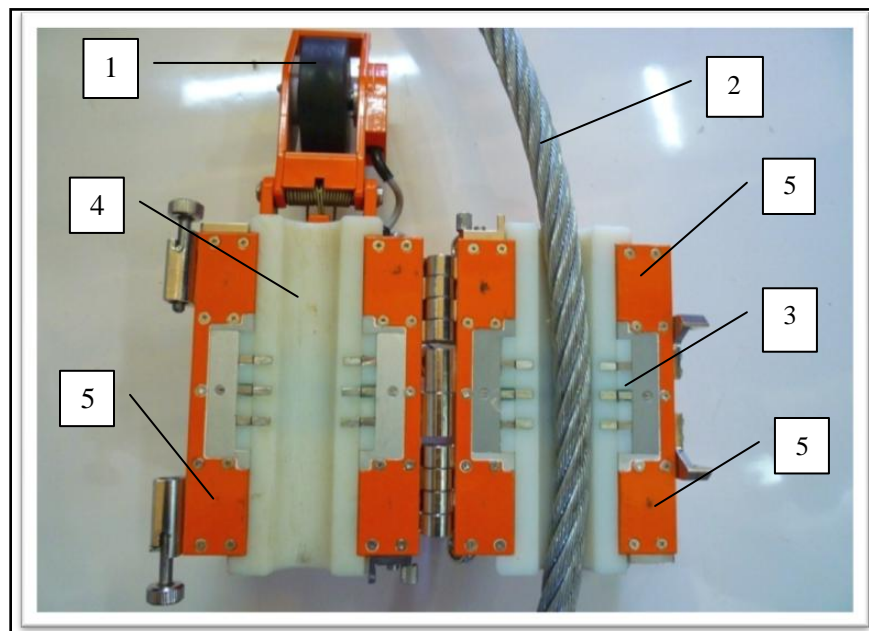


Fig. 1 - Cabezal magnético MH-20-40

1 - Sensor de velocidad. **2** – Cable ensayado. **3** – Sensores LF y LMA.

4 – Patin adaptador. **5** – Imanes permanentes

3. Dispositivo escalador de cables (Climber)

En distintas experiencias surgía el mismo interrogante: cómo lograr recorrer toda la longitud de un cable de acero ubicado a gran altura y muchas veces inaccesible, como ocurre en los tensores de antorchas de venteo, puentes colgantes y lugares donde no es posible transportar el equipo de inspección.

Fue por este motivo que surgió la necesidad de diseñar y construir un equipo auxiliar impulsor que facilite el desplazamiento del MH a lo largo del cable a inspeccionar.



Fig. 2 – Dispositivo de elevación para equipo de inspección de cables

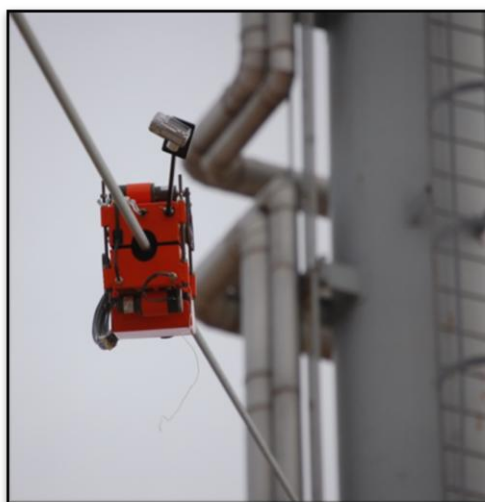


Fig. 3 – Aplicación en cables de antorcha

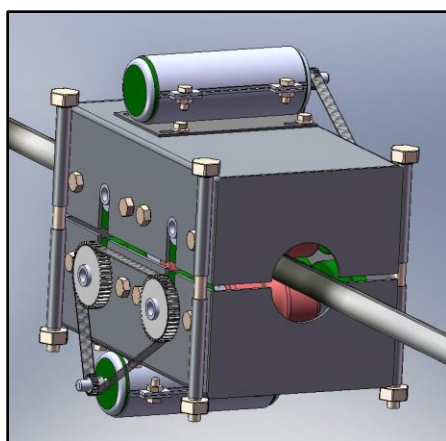


Fig. 4 – Imagen 3D Climber

3.1 Características:

- ✓ Comando inalámbrico mediante Radio control
- ✓ Es posible comandarlo hasta una distancia de 100 metros
- ✓ Su adaptabilidad permite desplazarlo en cables de 14 a 48 mm de diámetro
- ✓ Se alimenta con una batería 12 V DC y posee una autonomía de trabajo de 6 hs
- ✓ Velocidad de desplazamiento: 0,05 m/s
- ✓ Mediante una videocámara digital se registra la inspección visual del cable
- ✓ Puede desplazarse en cables verticales

4. Experiencias

4.1 Puente colgante (Salta)

Estudio de integridad en cables de acero por Spot, de los tensores de acero que conforman el puente colgante del cruce aéreo en la ciudad de Tartagal. Dicho cruce soporta los gasoductos troncal y loop (ambos de 24") y el poliducto Refinor (12").



Fig. 5 – Inspección de un cable vertical utilizando el Climber

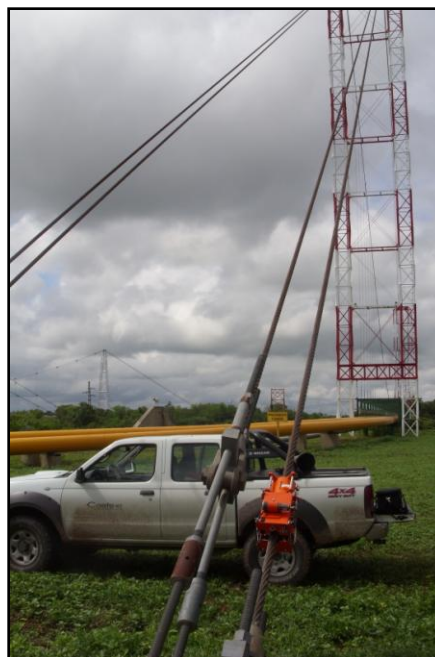


Fig. 6 – Control sobre las catenarias principales. Diám. de cable: 48 mm

4.2 Tensores de antorcha (Flare) planta petrolera – Venezuela

Se realizó la inspección en los tensores que sostienen dos de los flares pertenecientes a una petrolera en la ciudad de Barcelona, Venezuela. En el caso específico de la integridad de un flare los tensores cumplen un rol fundamental, ya que si alguno llega a cortarse, el posible colapso del flare ocasionaría un daño en el personal, ambiental y económico, con el corte de producción que lo involucra. Es por eso que deben realizarse controles específicos y periódicos para determinar el estado de los cables, ya que en la mayoría de los casos nunca fueron inspeccionados desde su montaje.



Fig. 7 – Flare de petrolera PDVSA



Fig. 8 – Cabezal Magnético sobre tensor de flare

4.3 Tensores de chimenea en planta química – Rosario (Sta Fé-Argentina)

Inspección realizada en los tensores de una planta química, donde se fabrica ácido sulfúrico. En este caso particular, además de los factores que disminuyen usualmente la vida útil de los tensores de flares y/o chimeneas de venteo, existe otro agente erosivo como lo son los vapores corrosivos que se generan en este tipo de plantas.



Fig. 9 – Chimenea de planta química



Fig. 10 – Cabezal en plena inspección

4.4 Prueba de laboratorio en cable submarino de transporte de datos

La prueba consistió en evaluar la composición de un cable especial y calibrar el equipo para la posterior inspección. Dicho cable forma parte de un equipamiento submarino que se utiliza para la seguimiento y escaneo de anclajes en las plataformas petroleras off-shore.

La experiencia consistió en evaluar el tramo de cable (long. 1m) tal como fue entregado y luego repetir la inspección luego de haber cortado alambres para observar las variaciones en los diagramas de LF y LMA.

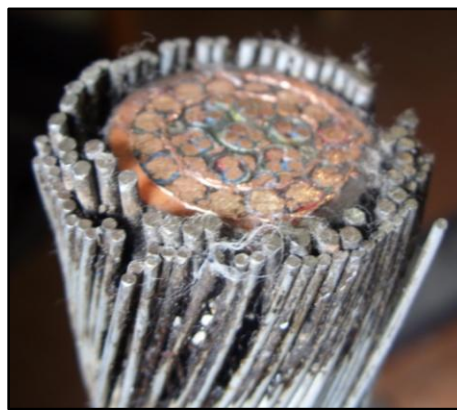


Fig. 11 – Detalle del cable de datos

En la fig. 11 se observa la conformación del cable, el mismo posee en su interior los cables que transportan los datos y comandan el robot submarino. En su exterior se observan 2 capas de alambres de acero de distintos diámetros, esta capa de alambres de acero cumple la función de brindarle protección a los cables de comando y la resistencia necesaria para soportar el peso del equipamiento que se sumerge en el mar. De esta misma capa se cortaron alambres en 3 zonas distintas.

El primer corte, de 3 alambres, se realizó a 350mm del extremo, siendo el mismo de 80 mm de longitud (en la figura 12, el punto A). Un alambre se cortó en la capa interna del cable (punto C), este alambre tiene un diámetro mayor al de los de la capa externa, por lo que se ve un aumento en la magnitud del defecto con respecto a la indicación (B), que representa el corte de un alambre exterior (de menor diámetro).

Es decir que puede detectarse como mínimo hasta el corte de un alambre. Así mismo cualquier tipo de abrasión, corrosión y/o fatiga. Los diagramas de color rojo pertenecen al cable en condiciones normales, en azul los diagramas una vez realizados los defectos.

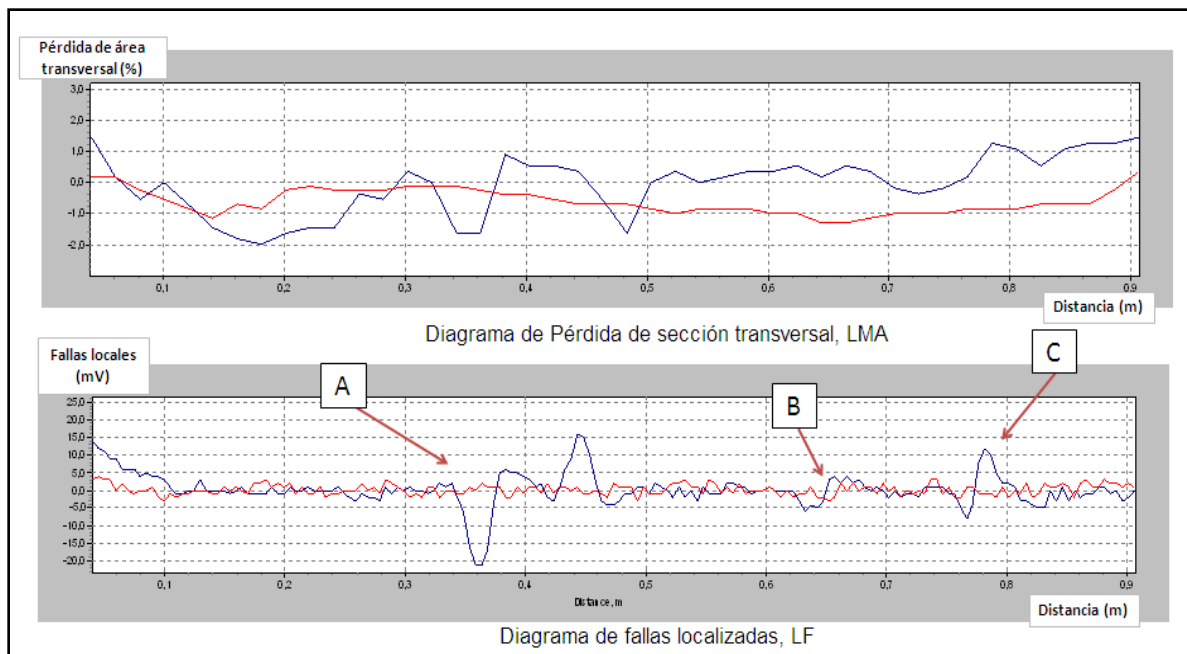


Fig. 12 – Diagramas LMA y LF. Cable submarino

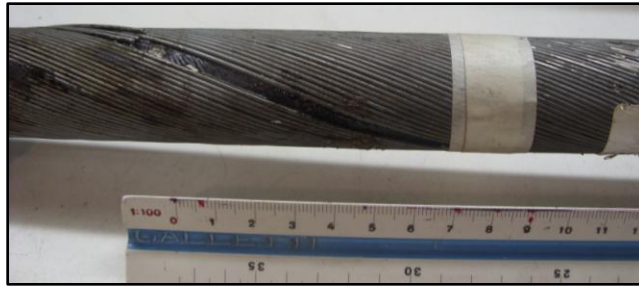


Fig. 13 – Sección con 3 alambres cortados

4.6. Cable patrón

En la figura 14 se muestra un cable a inspeccionar que previamente, un tramo del mismo, se procedió a calibrar con defectos típicos, tales como corrosión, cortes de alambres, abrasión, sobrecalentamiento, deformaciones.

- ✓ Diámetro: 19 mm
- ✓ Longitud: 6 mts
- ✓ Cable: 6x19
- ✓ Alma: Cáñamo



Fig. 14 – Detalle del cable patrón

4.6.1. Descripción de referencias:

1. Coca (deformación)
2. Inclusión de alambre \varnothing 1,5 mm – long. 50 mm
3. Corrosión
4. 3 Alambres cortados
5. Deflagración – long: 150 mm
6. Desgaste – long. 200 mm
7. 1 alambre cortado

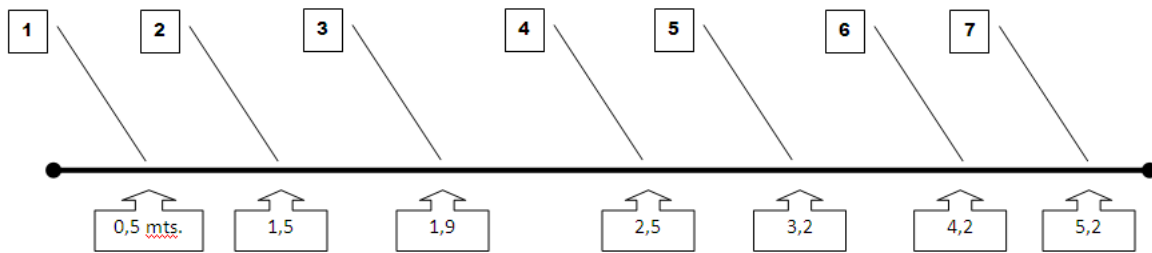


Fig. 15 – Esquema de los defectos

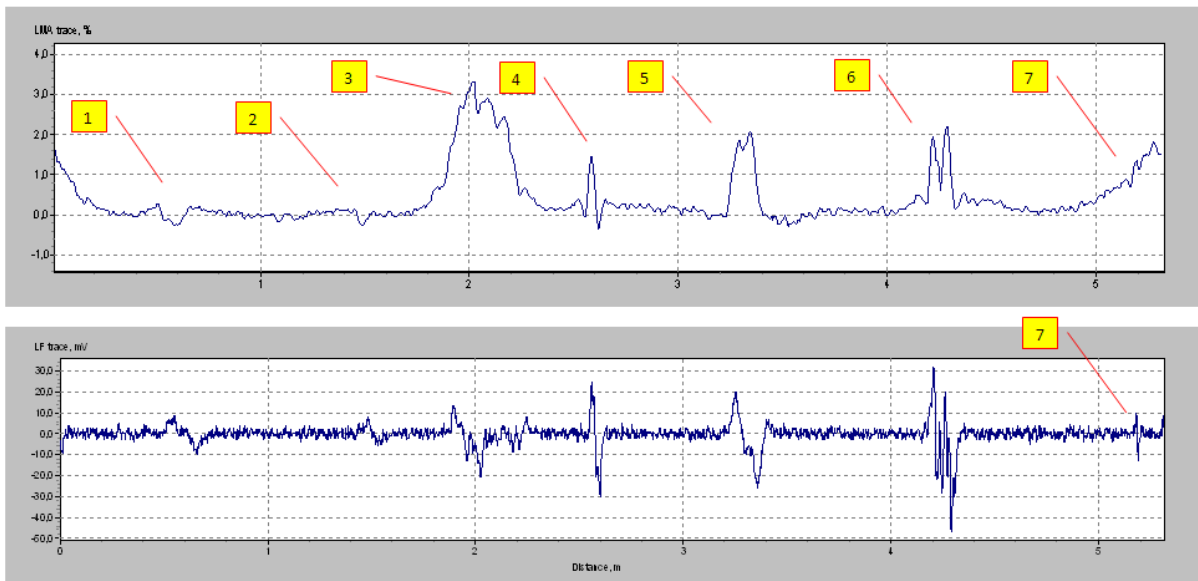


Fig. 16 – Digramas LMA y LF. Cable patrón

4.7 Puentes grúa

Los cables de acero de las grúas son normalmente sometidos a duras condiciones, por acción del rozamiento, abrasión, medio ambiente, humedad, vapores corrosivos, fatiga.

Además de los estudios periódicos que se hacen en los puentes grúa, como el caso del control no destructivo en reductores, testera, ganchos de izaje y discos de frenos, es fundamental la inspección de los cables y eslingas. Con la incorporación de este método WRI, se puede completar el estudio de Integridad de puentes grúa, aportando datos que predicen los reemplazos con el consecuente ahorro económico y prevención de accidentes.

4.7.1 Influencia de la temperatura

Este es el caso de grúas que mueven las cucharas con acero fundido de los hornos, mediante cables de acero. Los cables de acero son sometidos al calor, variando de acuerdo a la distancia de las zonas calientes o del fuego. Esto obliga a inspecciones periódicas de dichos cables mediante Ensayos No Destructivos.

Debido a la influencia térmica se origina deformación dando lugar también a rajaduras, aparecen alambres cortados en los torones de los cables de manera que la resistencia del cable disminuye. El calor se irradia a los cables metálicos generando un ciclo térmico, llegando a producir deformaciones plásticas y cambios en su estructura metálica aumentando la posibilidad de ruptura.

Mediante la inspección magnética, se puede evaluar el deterioro de los cables y calcular su pérdida de tiempo útil. La figura 14 indica como el software permite superponer los registros digitales de las distintas inspecciones de un mismo cable. Esto permite poder evaluar la evolución o no de los defectos.



Fig. 17 – Cuchara de acero fundido

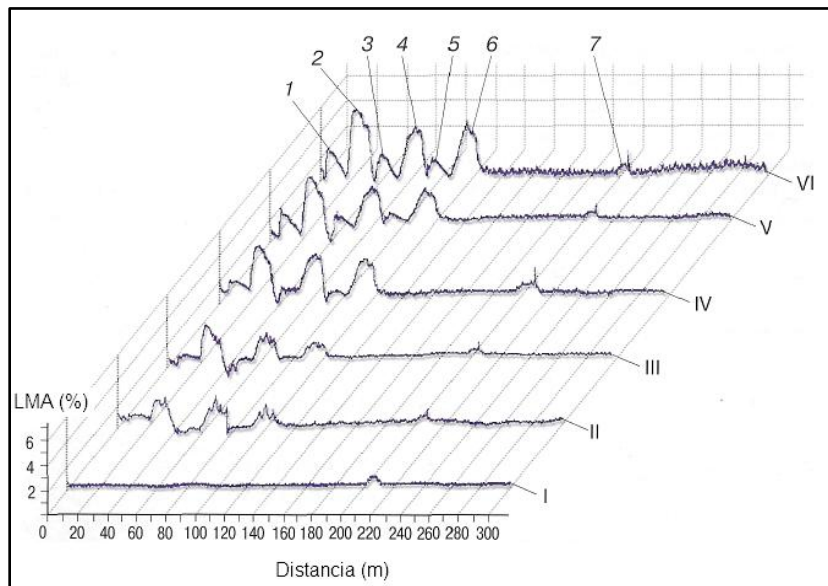


Fig. 18 – Diagrama LMA. Evolución de los defectos. Diagramas correspondientes a un cable de una cuchara de acero

5. Conclusión

La medición de la pérdida del campo magnético producido en un elemento ferromagnético, nos provee información sobre el estado de dicho elemento.

Si se trata de un cable de acero, que hoy en día cumple cada vez con mayor y variadas funciones de resistencia y transporte, esta información es muy valiosa.

Con el avance de la microelectrónica y la computación, es posible recolectar y almacenar los datos al mismo tiempo que el equipo se desplaza por el cable. La calibración del cable a medir, en el que se le graban defectos típicos, permite una evaluación y registro preciso de esas discontinuidades detectadas.

Experiencias concretas en campo, ayudadas por el desarrollo de un climber que traslada al detector, muestran la variedad y sencillez de aplicación de este método de Ensayo No Destructivo.

Con la incorporación del método WRI descrito en el presente trabajo, se completa el estudio de integridad de sistemas de izaje, sustentación de estructuras y traslado de personas, cuyos cables están expuestos a duras cargas dinámicas y efectos ambientales.

6. Referencia:

1. Metodica de descifrado de diagramas; Intron, www.intron.ru; emelgar@intron.ru
2. Magnetic method for testing tower crane rope terminations; Intron, www.intron.ru;
3. CAEFE SA. Desarrollo y construcción de Climber para cabezal magnetico.