

**NORMA  
VENEZOLANA**

---

**COVENIN  
2533 - 88**

**CORRIENTES INDUCIDAS.  
DETERMINACIÓN DE  
DISCONTINUIDADES EN TUBOS  
FERROMAGNETICOS.  
MÉTODO ELECTROMAGNETICO.**



## TRAMITE

COMITE TECNICO CT 22:	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS
PRESIDENTE:	ING. LEOPOLDO FINOL
VICEPRESIDENTE:	ING. VICTOR MARTINEZ
SECRETARIO:	ING. CRUZ CARABALLO
SUBCOMITE TECNICO CT22/SC4:	CORRIENTES INDUCIDAS
COORDINADOR:	ING. CRUZ CARABALLO

## PARTICIPANTES

<u>ENTIDAD</u>	<u>REPRESENTANTE</u>
CONDUVEN, C.A.	GERMAN PRIETO EDUARDO GAROFALO
METALEX	HERBERT RAMIREZ
U.C.V. FACULTAD DE INGENIERIA	DEMIAN PEREIRA
C.V.G. SIDOR	VICTOR GRILLET
TUBO AUTO	ALIRIO BENITEZ

FECHA DE ENVIO A DISCUSION PUBLICA: 20-08-87

DURACION: 45 DIAS

FECHA DE APROBACION POR EL COMITE: 25-07-88

FECHA DE APROBACION POR LA COVENIN: 05-10-88

NORMA VENEZOLANA  
ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS  
CORRIENTES INDUCIDAS. DETERMINACION DE  
DISCONTINUIDADES EN TUBOS FERROMAGNETICOS.  
METODO ELECTROMAGNETICO

COVENIN  
2533-88

1 **NORMAS COVENIN A CONSULTAR**

COVENIN 2502-88 Corrientes Inducidas. Terminología.

2 **OBJETO Y CAMPO DE APLICACION**

2.1 Esta Norma Venezolana establece el método para detectar y localizar discontinuidades significativas, tales como: picaduras, huecos, grietas y variaciones dimensionales abruptas, en tubos ferromagnéticos con diámetro exterior de 6,35 a 406 mm (1/4 a 16 pulg), usando el método electromagnético de corrientes inducidas con bobina circundante o bobina de prueba (fija o rotativa).

2.2 Al inspeccionar tubos con costura se deberá realizar en la longitud total del cordón de soldadura.

2.3 Los tubos pueden ser inspeccionados en el acabado final o en el tratamiento térmico (recocido). La etapa del proceso en la cual ésta es realizada, puede ser acordada entre cliente-proveedor.

2.4 Discontinuidades tales como rayas o costura que sean continuas y uniformes a lo largo del tubo, puede que no sean detectadas con bobinas circundantes o bobinas de prueba diferenciales de autoreferencia.

3 **DEFINICIONES**

Los términos relativos a esta norma están definidos en la Norma Venezolana COVENIN 2502-88.

4 **PRINCIPIO**

Este método se basa en dos técnicas generales, la técnica de bobina circundante y la técnica de bobina de prueba (fija o rotativa) (ver Fig. 1).

4.1 Con la técnica de bobina circundante se ensaya la totalidad de la circunferencia del producto. Esta consta de una o más bobinas excitadoras y sensoras que encierran en círculo al producto tubular a ser ensayado, el cual se desplaza a través de la (s) bobina (s). La corriente alterna pasa a través de la bobina de excitación donde debido a su proximidad, induce corrientes que fluyen por el producto tubular. La bobina sensora detecta el cambio en el campo magnético relacionado con estas corrientes. La presencia de discontinuidades en el tubo alteraría el flujo normal de corrientes y este cambio es detectado por el sensor.

4.2 Con la técnica de bobina de prueba se ensayan tubos con costura en donde solamente la unión en la soldadura es ensayada. Esta consta de una bobina de prueba con uno o más sensores que están próximos a la superficie del producto tubular a ser examinado. Como el probador es generalmente pequeño y no circunda

el producto que está siendo examinado, se limita a examinar el área cubierta por el probador.

## 5 EQUIPOS E/O INSTRUMENTOS

### 5.1 SISTEMA DE PRUEBA CON CORRIENTES INDUCIDAS

Consta de una fuente de corriente alterna, un discriminador de fases, filtros y circuitos apropiados de procesamiento de señales.

### 5.2 BOBINA CIRCUNDANTE

Está constituida de una o más bobinas eléctricas que circundan el producto que está siendo ensayado.

### 5.3 BOBINA DE PRUEBA

Está constituida de una bobina excitante y un sensor.

### 5.4 PATRON DE REFERENCIA

5.4.1 El patrón de referencia se deberá preparar del mismo material, diámetro, espesor, acabado superficial y tratamiento térmico del tubo a ensayar, con una longitud mínima 2 veces la longitud del equipo y que permita el espaciado de discontinuidades artificiales. (Nota 1).

El patrón debe estar libre de discontinuidades u otras irregularidades, las cuales pueden causar interferencia en la calibración del equipo.

5.4.2 Los patrones deberán tener entallas mecanizadas longitudinales o transversales (Nota 2), tanto en la superficie externa como en la superficie interna (cuando el diámetro de la tubería lo permita) o un orificio taladrado tal como se indica en la Fig. 2. El diámetro de los orificios puede ser de 1,6 mm (1/16 pulg), 3,2 mm (1/8 pulg) o un porcentaje del espesor nominal de la tubería el cual debe estar entre el 20 y 50% (Ver Fig. 2).

La profundidad de las entalladuras longitudinales o transversales son generalmente especificada como un porcentaje del espesor nominal de la pared del tubo a ensayar el cual debe estar entre el 5 y 10%. El ancho de la entalla deberá ser el mínimo posible, pero no mayor de 1,0 mm (1/24 pulg).

**NOTA 1:** Al preparar el patrón de referencia para tubería soldada, las discontinuidades artificiales deben ser realizadas en el metal soldado y en el metal base, cuando se esperan que las lecturas sean diferentes y si ambos tienen que ser examinados. El equipo es entonces ajustado para obtener un valor óptimo de la relación señal/ruido.

**NOTA 2:** Las entallas longitudinales son normalmente usadas cuando se realiza el ensayo con Sistema de Probador Rotativo.

### 5.5 CALIBRACION DEL EQUIPO

5.5.1 Se selecciona la frecuencia del ensayo, configuración de la bobina de prueba, sistemas de saturación magnética, discriminación de fase y la velocidad de ensayo, según el material a inspeccionar (Nota 3).

**NOTA 3:** La frecuencia de inspección y el equipo, utilizado deben ser considerado cuando se determina la velocidad de inspección. Algunos equipos son efectivos solamente sobre un rango de velocidad de inspección y debe de estar dentro del rango.

5.5.2 Se ajusta el campo de fuerza del sistema magnético de saturación para obtener un nivel adecuado de magnetización caracterizado por una señal de amplitud máxima de un defecto en el tubo de acuerdo con 5.5.3 y 5.5.4. Este es el grado mínimo de magnetización requerido para una buena inspección del tipo y tamaño del tubo representado por el patrón de referencia.

5.5.3 Se ajusta la sensibilidad del sistema de corrientes inducidas (Nota 4) en forma tal, que sin la aplicación del campo de magnetización externo, la inspección de referencia resulte en ruido excesivo. Esta condición es caracterizada por alarmas repetitivas del equipo sobre toda la longitud del tubo.

**NOTA 4:** Como la densidad de corrientes inducidas disminuye, casi exponencialmente al aumentar la distancia de la superficie externa, la lectura de discontinuidades que están profundamente asentadas disminuye. La orientación de discontinuidad también afecta el sistema de lectura y debe ser considerada cuando se establece el ajuste de sensibilidad.

5.5.4 Se ajusta la corriente de magnetización o el campo magnético en bases a ensayos y error hasta el punto donde se obtengan reducciones adicionales de ruido a medida que se inspecciona toda la longitud del tubo (Nota 5).

**NOTA 5:** Algunas veces una falsa indicación puede ser ocasionada por un nivel inadecuado de saturación (Falsa saturación). Ver fig 3.

5.5.5 Se ajusta el equipo para obtener una óptima relación señal ruido, ajustando al nivel mínimo de sensibilidad requerida para detectar confiablemente las discontinuidades artificiales en el patrón de referencia. Esto se debe ejecutar bajo condiciones (tales como velocidades de prueba) idénticas con aquellas que van a ser utilizadas en los ensayos de producción de los productos tubulares, cuando el sistema está bajo la influencia de estas condiciones.

5.5.6 Se determina el centro eléctrico de la bobina circunferencial mediante movimientos longitudinales y movimiento de rotación en incremento de 90 grados, cuando se efectúe el punto 5.5.5, o como una operación separada. Se ajusta mecánicamente la posición del tubo dentro de la bobina para obtener respuestas casi iguales provenientes de discontinuidades artificiales independientemente de su localidad circunferencial.

5.5.6.1 Se determina que el centro eléctrico de la bobina de prueba sea normal a la superficie del material de manera tal que obteniéndose señales uniformes de la calibración de entallas u orificios sea independiente de su posición dentro del área de prueba.

Este ajuste típicamente se realiza cuando con una bobina de prueba se explora a lo largo de la línea en una zona soldada.

5.5.6.2 Se determina el centro eléctrico de la bobina de prueba rotativa, ajustando el equipo para obtener señales uniformes de la calibración de entallas u orificios mediante movimientos longitudinales y movimiento de rotación a 90, 180 y 270 Grados. Este ajuste normalmente se obtiene asegurando que la separación entre la bobina de prueba y la circunferencia de la tubería sea uniforme.

5.5.7 Se evalúa el efecto de borde (Nota 6), pasando el tubo dos veces a través del sistema, cada uno con entallas u orificios al comienzo y al final del tubo (ver Fig. 4). Cuando las entallas u orificios son colocados sobre el extremo frontal del tubo, entonces la región de efecto de borde y la región de examinación inadecuada, se extiende de la parte frontal del tubo hasta el punto donde el primero de los orificios o entallas son detectados con lectura uniforme. Cuando los orificios o entallas están sobre el último extremo pasando por el sistema, entonces la región de efecto de borde, se extiende desde el punto al cual el último orificio o entalla es detectado con lectura uniforme hasta el final del tubo. Se determina la extensión del efecto de borde usando un tubo de referencia que contiene una serie de perforaciones similares cerca de uno o de los dos extremos.

**NOTA 6:** Se determina que el alcance de la región de efecto de borde solamente una vez para cada diámetro especificado, calibre, velocidad, configuración de bobina y frecuencia de prueba y no necesita ser repetida para cada corrida o durante los chequeos periódicos de calibración.

## 6 PROCEDIMIENTO

6.1 Se selecciona la bobina apropiada en relación al diámetro del tubo, así como la posición del ensamble de la bobina con respecto al tubo a ser ensayado.

6.2 Se calibra el sistema al comienzo y al final del ensayo según el punto 5.5.

6.3 Se limpia la superficie del tubo de forma tal que quede libre de costras, grasas y exento de todo resalte, rugosidad, óxido u otro cuerpo que interfiera en los resultados.

6.4 Se coloca la frecuencia de prueba requerida por el ensayo y se ajusta el valor de corriente de saturación según el punto 5.5.2 tal que el campo magnético producido sea no sensible a las variaciones de las propiedades magnéticas del material.

6.5 Se pasan los tubos a ser ensayados a través de la bobina, con el equipo ajustado, de acuerdo al punto 5.5. Se realiza el movimiento del tubo, a través de la bobina, a una velocidad uniforme, y con un mínimo de vibración del tubo.

6.6 Se considera como un defecto todas las indicaciones observadas de discontinuidades que sean iguales o mayores que la más pequeña respuesta del patrón de referencia.

## 7 INFORME

El informe deberá contener como mínimo la siguiente información:

7.1 Ensayo realizado según la presente Norma Venezolana COVENIN.

7.2 Identificación del material.

7.3 Identificación del equipo de inspección y accesorios (bobinas).

7.4 Descripción de los detalles de la técnica de inspección incluyendo velocidad, de inspección, frecuencia y patrón utilizado.

7.5 Identificación y nivel del personal técnico que realizó la inspección y fecha de la misma.

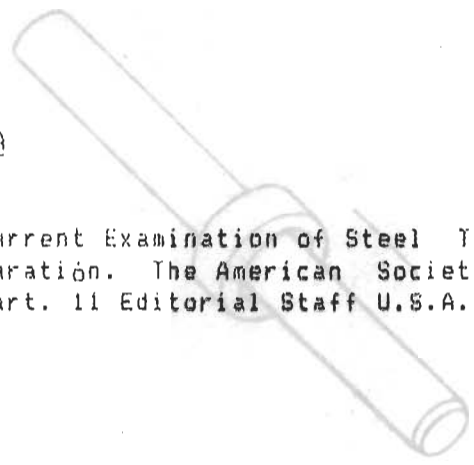
7.6 Resultados obtenidos de la inspección.

7.7 Observaciones.

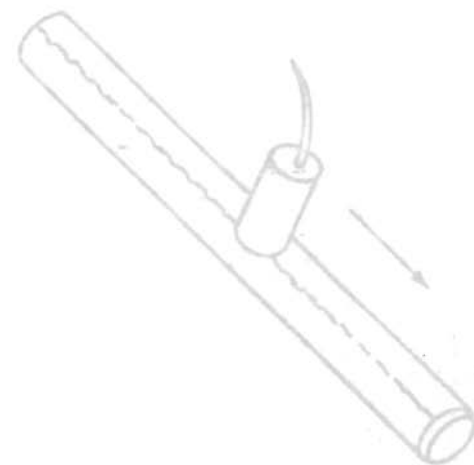
a. Bobina alrededor

### BIBLIOGRAFIA

ASTM E 309-83 Rec. Practice for Eddy. Current Examination of Steel Tubular Products Using Magnetic Saturation. The American Society for Testing and Materiales 1978 Part. 11 Editorial Staff U.S.A.



b. Bobina de prueba longitudinal del área soldada solamente.



c. Bobina de prueba a lo largo de un espiral.

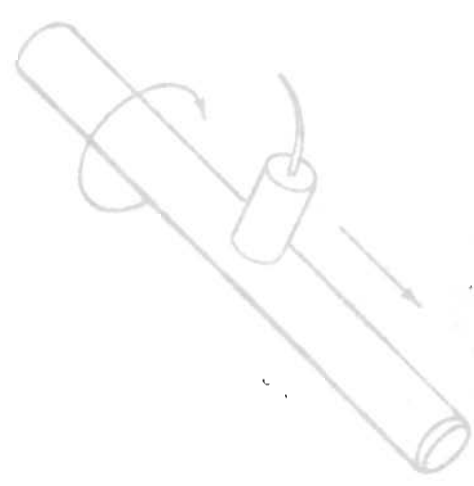


Fig. 1.- Técnicas de bobinas circundantes y probadora para  
pruebas electromagnéticas de productos tubulares.

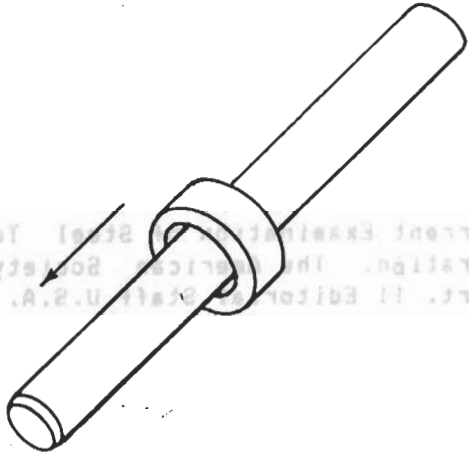
Resultados obtenidos de la inspección

Observaciones

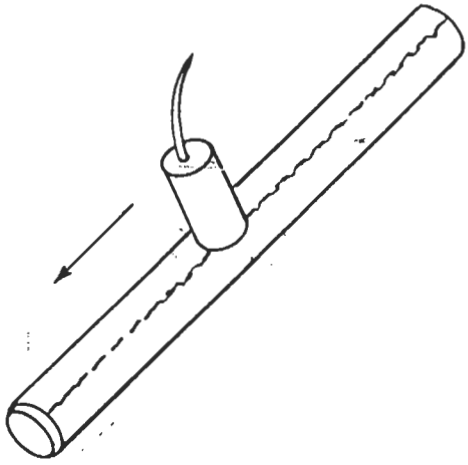
a. Bobina circundante

BIBLIOTECA

ASTM E 209-82 Rec. Practice for Eddy Current Examination of Steel Tubular  
Products Using Magnetic Saturation. The American Society for  
Testing and Materials 1978 Part. II Edition. Phila. U.S.A.



b. Bobina de prueba Búsqueda  
longitudinal del área soldada  
solamente.



c. Bobina de prueba  
Búsqueda a lo largo de  
un espiral.

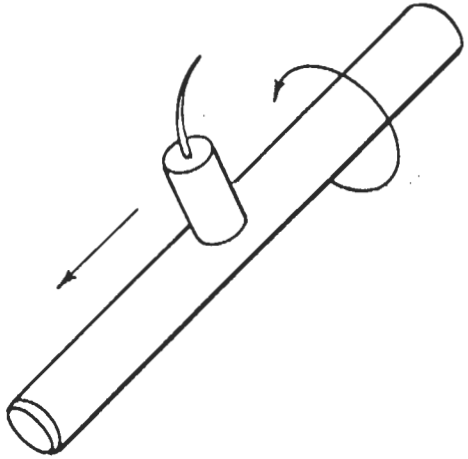


Fig. 2.- Varios tipos de discontinuidades artificiales.

- a. Hendidura longitudinal, interior, exterior o ambos.
- b. Hendidura transversal, interior, exterior o ambos.
- c. Agujero perforado (radialmente a través de una sola pared).

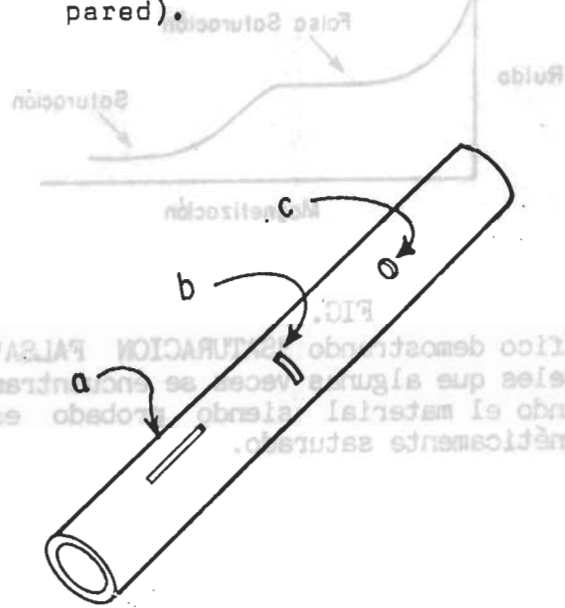


Gráfico demostrando "SATURACION FALSA" niveles que algunas veces se encuentran cuando el material siendo probado es magnéticamente saturado.

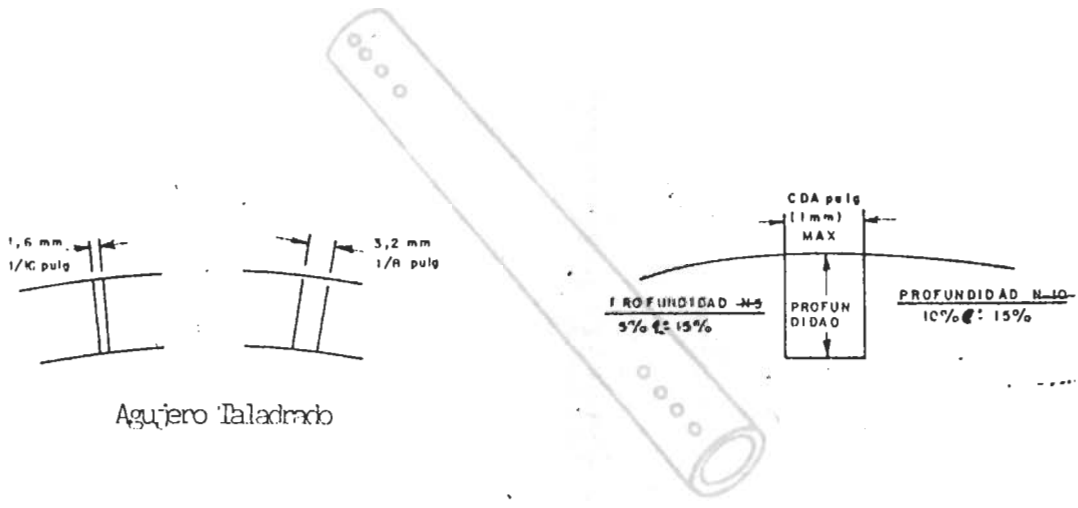


FIG. 4  
localización de discontinuidades artificiales (agujeros perforados) que pueden ser usados para determinar la magnitud de los resultados finales. La distancia típica desde el extremo del tubo y entre agujeros es 1.4 pulg (35 mm)

a. Hombros longitudinales, interior, exterior o ambos.  
b. Hombros transversales, interior, exterior o ambos.  
c. Agujero perforado (radialmente a través de una sola pared)

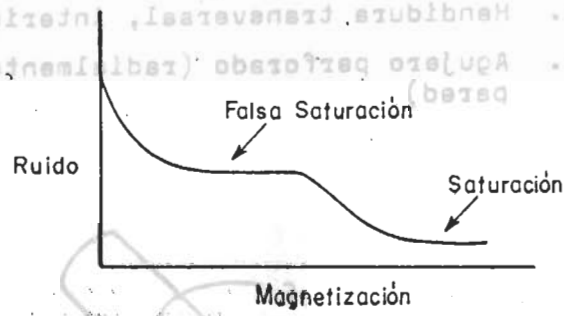


FIG. 3

Gráfico demostrando "SATURACION FALSA" niveles que algunas veces se encuentran cuando el material siendo probado es magnéticamente saturado.

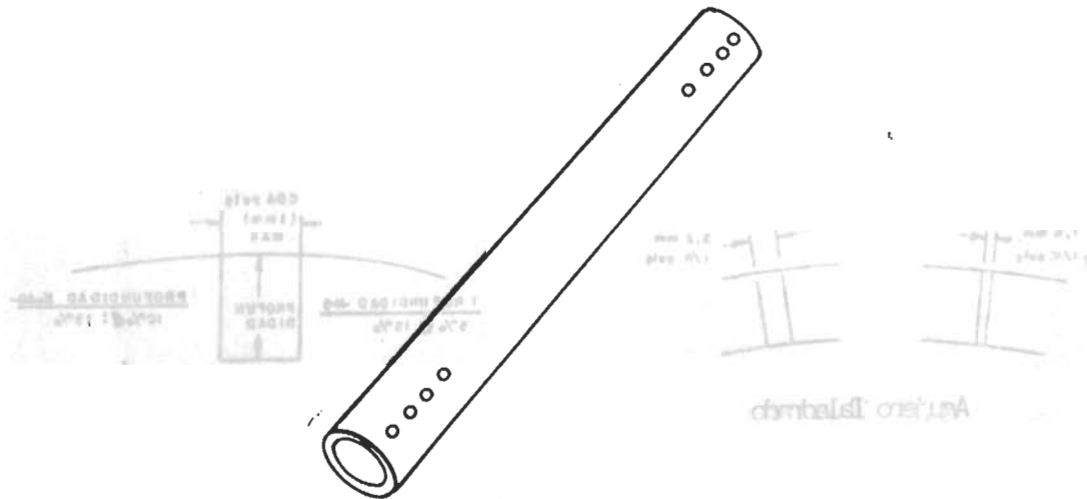


FIG. 4

Localización de discontinuidades artificiales (agujeros perforados) que pueden ser usados para determinar la magnitud de los resultados finales. La distancia típica desde el extremo del tubo y entre agujeros es 1.4 pulgada (6.35 mm)