

# TR-OPE-PR-02-IT-02

## INSTRUCCIÓN TÉCNICA PARA

## VERIFICACIÓN DE

## FUNCIONAMIENTO DE

## EQUIPOS DE MAGNETIZACIÓN

Fecha de emisión: 19-Mayo-2025

Elaboró: Ing. Jorge Álvarez Rivera

Puesto: Gte. de Operaciones

Firma:

Aprobó: Ing. Juan M. Rangel Rodríguez

Puesto: Nivel III ASNT 210716

Firma:



Revisó: Ing. Otoniel Arévalo Hernández

Puesto: Director General

Firma:

## 1.0 OBJETIVO.

- 1.1 Describir el procedimiento para realizar la verificación de bobinas y yugos electromagnéticos utilizados para la inspección con partículas magnéticas.
- 1.2 Verificar el funcionamiento de los equipos utilizados para inducir flujo magnético en componentes a examinar por el método de inspección por partículas magnéticas.

## 2.0 ALCANCE.

- 2.1 Esta instrucción describe el equipo necesario y los pasos a seguir para verificar la capacidad de magnetización de los equipos utilizados para la inspección por partículas magnéticas.
- 2.2 Este procedimiento es aplicable para verificar la capacidad de magnetización de:
  - a) Bobinas electromagnéticas de Corriente Alterna y Corriente Directa.
  - b) Yugos electromagnéticos de Corriente Alterna y Corriente Directa.
- 2.3 Los equipos mencionados en 2.2 no son instrumentos de medición sujetos a calibración, son equipos diseñados para proporcionar una densidad de flujo magnético sobre el área a inspeccionar, por lo tanto, deben ser verificados de forma cualitativa usando patrones de referencia e indicadores de campo magnético aprobados, como se establece en esta instrucción.

## 3.0 DEFINICIONES.

- 3.1 Amperes vuelta: el producto del número de vueltas de una bobina y la corriente en amperes que fluyen a través de la bobina.
- 3.2 Área de interés: Es la zona específica del objeto que será evaluado.
- 3.3 Campo magnético residual: el campo magnético que permanece en un material ferromagnético después de que la fuerza magnetizadora ha sido removida.

- 
- 3.4 Campo magnético: es una región del espacio en la que una carga eléctrica en movimiento, o un material magnético, experimenta una fuerza magnética. La unidad de medida del campo magnético en el Sistema Internacional de Unidades es el tesla (T). Otra unidad comúnmente utilizada es el gauss (G), donde  $1\text{ T} = 10,000\text{ G}$ .
  - 3.5 Corriente magnetizadora: el flujo de corriente alterna o directa usada para generar o inducir magnetismo dentro de la parte a ser examinada.
  - 3.6 Desmagnetización: Reducción del magnetismo residual a un nivel aceptable acorde con las especificaciones del cliente.
  - 3.7 Estándar de referencia: un material u objeto para el cual sus propiedades relevantes y sus características físicas son conocidas y medibles, usado para comparar o estandarizar un equipo o instrumento usado en pruebas no destructivas.
  - 3.8 Factor de llenado: en partículas magnéticas, es la razón del área de la sección transversal de la parte a ser examinada y el área de la sección transversal del interior de la bobina.
  - 3.9 Fuga de campo magnético: es la distorsión que sufren las líneas de flujo magnético cuando interceptan un cambio de permeabilidad.
  - 3.10 Gausímetro: un dispositivo que mide la densidad de flujo o inducción magnética (una cantidad directamente relacionada con la intensidad de campo o fuerza magnéticos); también conocido como medidor gauss o tesla.
  - 3.11 Indicación: Es la respuesta o evidencia que se obtiene de la aplicación de un método de ensayo no destructivo.
  - 3.12 Indicadores de campo magnético: Laminilla en forma de tiras flexibles bimetálicas, con discontinuidades artificiales, usadas para verificar la intensidad y/o dirección del flujo magnético sobre el área de interés.

- 3.13 Intensidad de campo magnético: la medida de la intensidad de campo magnético en un punto, expresada en oersted o en amperes por metro.
- 3.14 Magnetización con bobina: es una técnica de magnetización en la cual la pieza es enrollada por un cable o solenoide prefabricado que conduce corriente eléctrica con el propósito de inducir un flujo magnético longitudinal en la pieza.
- 3.15 Partículas magnéticas (Magnetic Test - MT): Es un método de Ensayo No Destructivo que sirve para la localización de discontinuidades superficiales y sub-superficiales en materiales ferromagnéticos. Su aplicación requiere que una parte o el total del componente a inspeccionar se encuentre magnetizado, las discontinuidades que sean transversales a la dirección del flujo magnético aplicado causarán una "fuga de campo" y al aplicar un polvo o suspensión ferro magnética (medio de inspección) sobre el área magnetizada las fugas de campo atraerán el medio de inspección revelando así la localización y tamaño de las discontinuidades presentes en el material.
- 3.16 Permeabilidad: la razón de la densidad de flujo producida por la fuerza magnetizadora (la facilidad con la que un material puede ser magnetizado).
- 3.17 Solenoide: un conductor eléctrico en forma de una bobina.

#### 4.0 DOCUMENTOS DE REFERENCIA.

ASTM E3024/E3024M-22	Standard Practice for Magnetic Particle Testing for General Industry
ASTM E709-21	Standard Guide for Magnetic Particle Testing
Standard DS-1 Volumen 3, 5ta. Ed.	Drilling Stem Inspection

## 5.0 RESPONSABILIDADES.

- 5.1 Es responsabilidad de la Gerencia Operaciones la autorización de este procedimiento, la disposición de los equipos y materiales necesarios y de personal certificado.
- 5.2 Es responsabilidad de los coordinadores de TRUESPECT el observar la adecuada y correcta aplicación de esta instrucción técnica.
- 5.3 Es responsabilidad del técnico aplicar correcta y adecuadamente de esta instrucción técnica.
- 5.4 El Nivel III ASNT es responsable de la Revisión de esta instrucción técnica.
- 5.5 Es responsabilidad del cliente mantener un registro actualizado de las uniones inspeccionadas, así como de las reparaciones, y verificar los resultados de la inspección.

## 6.0 DESARROLLO/INSTRUCCIONES/LINEAMIENTOS

### 6.1 Equipo requerido

- 6.1.1 Multi amperímetro con certificado de calibración vigente (dentro de un año de la fecha de calibración).
- 6.1.2 Medidor gauss con certificado de calibración vigente (dentro de un año de la fecha de calibración).
- 6.1.3 Indicador de campo magnético de tira flexible (laina).
- 6.1.4 Estándar de referencia con identificación: una pieza tubular de acero 4140 o 4145 con diámetro externo de 4”, diámetro interno de 2” y longitud de 12” aproximadamente.
- 6.1.5 Partículas magnéticas húmedas fluorescentes.
- 6.1.6 Lámpara de luz negra (UV-A) de 365 nm con intensidad mínima de 1000  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ .
- 6.1.7 Barras de 10 libras con peso certificado (dentro de un año de vigencia).
- 6.1.8 Herramienta manual: pinzas y desarmadores.
- 6.1.9 Trapo para limpieza.

. Este documento pertenece a Truespect S.A. de C.V. Su reproducción solo procede con la autorización escrita del Gerente de QHSE.

6.1.10 Alcohol o un solvente ligero para realizar limpieza.

## 6.2 Verificación de bobinas

6.2.1 Realice limpieza general de la bobina a verificar, utilice trapo y un solvente apropiado.

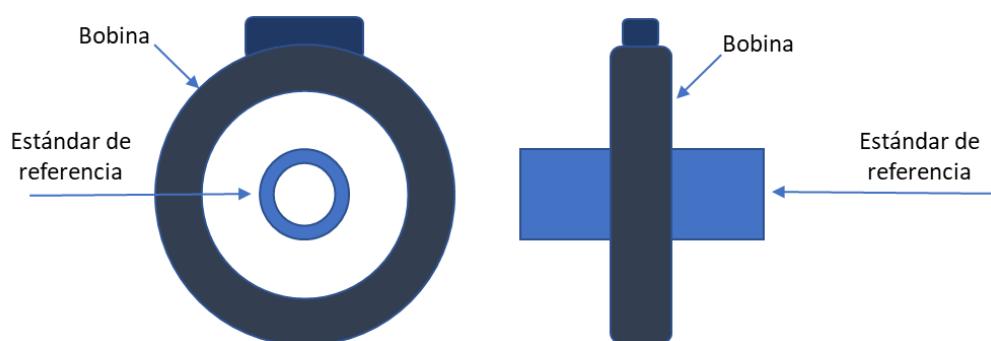
6.2.2 Revise y registre el número de serie de la bobina y de los instrumentos que utilizará para el proceso de verificación de la bobina.

6.2.3 Revise visualmente la integridad de la bobina, repare o reemplace cables dañados.

6.2.4 Verificación de bobina de Corriente Directa, etapa 1 de 2:

a) Utilice un medidor gauss para determinar el campo magnético residual del estándar de referencia, si este se encuentra magnetizado deberá realizar desmagnetización utilizando una bobina de corriente alterna. El campo residual del estándar de referencia no debe ser mayor a 5 gauss.

b) Coloque el estándar de referencia en el interior de la bobina a verificar, de manera que el estándar de referencia quede centrado en el diámetro interno de la bobina, el centro de la longitud del estándar de referencia debe estar al centro del ancho interno de la bobina, utilice soportes de materiales no magnéticos para centrar el estándar de referencia en la bobina:



- c) Conecte la bobina a la corriente y coloque el indicador de campo magnético sobre el diámetro interno del estándar de referencia, una distancia aproximada de 3" del borde. Energice la bobina mediante dos disparos de 0.5 segundos de duración (aproximadamente). Posteriormente aplique partículas magnéticas sobre el indicador de campo magnético e inspeccione con luz negra (previa medición de la intensidad de luz negra). Se deben observar de forma definida las 3 indicaciones del campo magnético.
- d) Repita los pasos a), b) y c) desde el borde opuesto del estándar de referencia.
- e) Tome una fotografía de las indicaciones del indicador de campo magnético colocado en cada extremo del estándar de referencia.
- f) Realice limpieza y desmagnetización del estándar de referencia.

#### 6.2.5 Verificación de bobina de Corriente Directa, etapa 2 de 2:

- a) Realice los siguientes pasos con la debida precaución para no dañar cables o componentes delicados de la bobina.
- b) Desconecte la bobina y retire la cubierta superior de la bobina para exponer los cables conectados al rectificador y al interruptor de la bobina, realice limpieza con una brocha limpia y seca para remover polvo.
- c) Localice los cables que entran hacia la bobina y con el amperímetro de gancho seleccionado en un rango bajo mida el amperaje (DC) en cada uno de los cables.
- d) Realice una serie de 10 mediciones en cada uno de los cables (entrada y salida) activando brevemente la bobina, registre las mediciones en el formato correspondiente.

#### 6.2.6 Criterios de aceptación:

- a) Durante la etapa 1 se deben observar de manera definida las 3 indicaciones del indicador de campo magnético.
- b) Durante la etapa 2 el valor de amperaje mínimo medido debe ser como se indica a continuación:

$$I = \frac{(1200)(OD)}{N}$$

I = amperaje mínimo de la bobina

1200 = constante empírica por DS-1, Vol. 3 (3.15)

OD = diámetro externo de la pieza a examinar

N= Número de vueltas de la bobina

#### 6.2.7 Verificación de bobina de Corriente Alterna

- a) Realice los siguientes pasos con la debida precaución para no dañar cables o componentes delicados de la bobina.
- b) Revise y registre el número de serie de la bobina y de los instrumentos que utilizará para el proceso de verificación de la bobina.
- c) Revise visualmente la integridad de la bobina, repare o reemplace cables dañados.
- d) Introduzca en la bobina el estándar de referencia, este debe estar previamente desmagnetizado.
- e) Coloque el indicador de campo magnético tipo lana sobre el diámetro externo del estándar de referencia, active la bobina y aplique partículas magnéticas.
- f) Inspeccione con luz negra, se deben observar claramente las indicaciones de referencia del indicador de campo magnético tipo lana. Si no se observan las indicaciones revise cables, contactos y repita la prueba.

- g) Las bobinas que no cumplan con el requisito deben ser enviadas a un proveedor autorizado para su reparación.

### 6.3 Verificación de yugos electromagnéticos

- 6.3.1 Revise y registre el número de serie del yugo y de los instrumentos que utilizará para el proceso de verificación.
- 6.3.2 Revise visualmente la integridad del yugo, repare o reemplace cables dañados. Realice limpieza general del yugo, utilice trapo y un solvente apropiado.
- 6.3.3 Coloque los polos del yugo de forma perpendicular con respecto a la agarradera del yugo, coloque los polos sobre la barra de prueba, active la barra y levántela junto con el yugo.
- 6.3.4 El yugo debe levantar la barra de prueba por espacio de 5 segundos. Los yugos que no cumplen este requisito deben ser reparados o reemplazados.
- 6.3.5 Los yugos de corriente alterna deben levantar un peso de 10 libras (4.5 kg) con separación entre polos de 2" a 4" (50 a 100mm).
- 6.3.6 Los yugos de corriente directa deben levantar un peso de 30 libras (13.5 kg) con separación entre polos de 2" a 4" (50 a 100 mm) o 50 libras (22.5 kg) con separación entre polos de 4" a 6" (100 a 150 mm).

### 7.0 REGISTROS.

TR-OPE-PR-02-FOR-006	Registro de Verificación de Yugo Electromagnético
TR-OPE-PR-02-FOR-007	Registro de Verificación de Bobina Electromagnética

## 8.0 REVISION Y CAMBIOS

**\*Este documento debe ser revisado:**

Anualmente	
Cada tres años	✓
Cada dos años	
Cada Junta de Revisión de Gerencia	
Otro Caso	

**\*Puede requerir una revisión antes si existiera una actualización de la norma de referencia**

### Historial de Cambios.

Fecha	Revisión	Descripción de la Revisión	Elaboró	Autorizó
21/07/2017	00	Edición Inicial	Ing. Jorge Álvarez Rivera	Ing. Otoniel Arevalo H.
27/12/2019	01	Implementación del SGI	Ing. Jorge Álvarez Rivera	Ing. Otoniel Arevalo H
19/05/2022	02	Se elimina norma de referencia ASTM E1444, esta norma no aplica, ya que aplica para industria aeroespacial. Se revisa conforme normas de referencia vigentes a la fecha.	Juan M Rangel Rodríguez	Ing. Otoniel Arevalo H
19/05/2025	03	Se realiza revisión general del documento. Se elimina lo referente a caja de disparo. Se elimina el registro TR-OPE-PR-02-FOR-008.	Juan M Rangel Rodríguez	Ing. Otoniel Arevalo H