

# ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS - CALIFICACIÓN DE PERSONAL. CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN PRÁCTICA EN EL MÉTODO DE PARTICULAS MAGNETIZABLES – NIVEL 1.

**Ing. Alfredo Naucevich – Ing. Juan J. Zampini - Sr. William S. Crease.**

Unidad Técnica de Ensayos No Destructivos – Centro de Investigación y Desarrollo en Mecánica (CEMEC)  
Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI)  
Parque Tecnológico Miguelete – Av. Gral Paz e/Albarellos y Av. De los Constituyentes – C.C. 157 – C.P.1650  
San Martín, Pcia de Buenos Aires – Republica Argentina  
Tel. (54-11) 4754 – 4141/ 5 / 4754 – 5151/55 int. 6462 – Tel/Fax. (54 / 11) 4752 – 0818 e-mail: end@inti.gov.ar

La Calificación y Certificación de Personal que desarrolla actividades de Ensayos No Destructivos se realiza en la Republica Argentina siguiendo las recomendaciones establecidas en Normas Internacionales y a través de Entidades de Calificación aprobadas y auditadas por el Organismo Argentino de Certificación, siendo su parte principal, el examen teórico - práctico.

El presente trabajo tiene como propósito, aportar criterios que tiendan a uniformizar, en las diferentes Entidades de Calificación, la evaluación práctica de operadores en el método de Partículas Magnetizables Nivel 1 (uno), siguiendo los requisitos establecidos en la norma IRAM ISO 9712 y adoptando como base los programas de IAEA TECDOC 628/S, edición 1991, como así también que los criterios sean aplicables a todos los sectores industriales.

Frecuentemente no se aplican correctamente los principios del método, debido a falta de conocimiento, instrucciones incompletas, falta de medios e inclusive falta de responsabilidad.

Las experiencias que se manifiestan corresponden a los entrenamientos y evaluaciones de personal, como así también la relacionada a la acreditación de Laboratorios del INTI.

The personnel qualification and certification in NDT is performed in Argentina under International Standards Requirements in Qualification Bodies approved and assessed by the Argentinean Certification Organization.

The aim of this paper is to establish criteria to standardize the practical test in Magnetic Particle Testing, level 1 (one), for the different Qualification Bodies, following requirements from IRAM ISO 9712 Standard, the TECDOC 628/S Schedule and general criterias for industrial activities.

Frequently, principles of the method are not correctly applied due to unknodledge, incomplete instructions, lack of means and even irresponsibility.

Our experience is based on the training and evaluation of personnel and in the accreditation of INTI'S Laboratories.

## I. INTRODUCCION

Con la implementación de la Norma ISO 9712 a partir del año 1993 se tiende a unificar internacionalmente los criterios de Calificación y Certificación de Personal en Ensayos No Destructivos, produciéndose cambios y adaptaciones de los diferentes sistemas hasta ese momento utilizados, por ejemplo ASNT crea el Sistema de Calificación Central.

En nuestro país dió origen a la Norma IRAM CNEA Y 9712 (ISO 9712), creándose el Organismo Argentino de Certificación (OAC) en cuyo reglamento se establece como objetivo administrar la actividad de certificación.

Esto incluye todos los procedimientos necesarios para demostrar la calificación de una persona que realiza actividades en los métodos de END y que conducen a un testimonio Escrito sobre su calificación, con la asistencia de Entidades Calificadoras debidamente autorizadas. Actualmente está a discusión publica la Norma IRAM ISO 9712: 1999.

El INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial), a través de uno de sus Centros, el CEMEC (Centro de Investigación y Desarrollo en Mecánica), es una de las Entidades de Calificación autorizada y realiza esta actividad desde 1983, cuando se implementó la Norma Nacional IRAM CNEA Y 500 1003.

El presente trabajo tiene como propósito, aportar criterios que tiendan a uniformizar, en las diferentes Entidades de Calificación, la evaluación práctica de operadores en el Método de Partículas Magnetizables - Nivel 1 (uno), siguiendo los requisitos establecidos en la norma IRAM ISO 9712 y adoptando como base los programas de IAEA TECDOC 628/S, edición 1991.

La Norma anteriormente mencionada, establece en el punto 5 que una persona certificada en el Nivel 1 está calificada para efectuar tareas de END de acuerdo a Instrucciones Escritas y bajo Supervisión de Nivel 2 o Nivel 3.

Debe ser capaz de:

- a) preparar los equipos – b) realizar los ensayos – c) registrar y clasificar los resultados de acuerdo con un criterio documentado – d) informar los resultados.

Se define como Instrucción Escrita, al documento preparado por un Nivel 2 o Nivel 3, que describe los pasos precisos a seguir en el ensayo basados en un Procedimiento, Código, Norma o Especificación de END.

Por lo tanto, es necesario respetar y aplicar correctamente la Instrucción Escrita, para lograr el objetivo establecido en el Procedimiento, con el Método y la Técnica seleccionada.

A tal efecto, el criterio básico para el examen práctico de calificación de personal en END en el Nivel 1, será que el personal esté en condiciones de interpretar Instrucciones Escritas y llevarlas a la práctica.

Ahora bien, sabemos que en la industria podemos encontrarnos con componentes de materiales, geometrías, procesos de fabricación y condiciones de servicio diferentes, y que además los Métodos de END se pueden aplicar de distintas maneras, aún sobre un mismo componente, por lo tanto se puede afirmar que existirán Procedimientos y en consecuencia Instrucciones Escritas diferentes, para resolver los casos que se presenten.

Pero por otra parte, también se puede pensar en los **Denominadores Comunes de END**, y definirlos como aquellos criterios generales aplicables a los Métodos de END, que debemos considerar para orientar la calificación.

Se puede decir que un Denominador Común muy importante, es que la aplicación de cualquier Método de END, se debe realizar de acuerdo a un Procedimiento Escrito de Ensayo y que éstos, se elaboran siguiendo criterios generales, por lo tanto los procedimientos también contendrán Denominadores Comunes como pueden ser la calificación del personal involucrado en el ensayo, la preparación de la superficie del componente para el ensayo, la consideración del concepto señal-ruido para la interpretación y evaluación de las discontinuidades, la utilización de patrones de referencia, etc.

Por lo tanto, se puede pensar que hay un Denominador Común para la preparación de Instrucciones Escritas que permitan implementar la mayoría de los Procedimientos Escritos, en este caso del Método de Partículas Magnetizables.

## II. MODELO DE INSTRUCCIÓN ESCRITA

En función de nuestra experiencia, proponemos un modelo de Instrucción Escrita, al documento que contenga la siguiente información

- Componente a inspeccionar
- Preparación de la superficie del componente
- Método de magnetización
- Modo de aplicación de las partículas
- Tipo de partículas
- Condiciones de iluminación sobre el área de inspección
- Equipo a utilizar para la magnetización
- Tipos de corriente de magnetización
- Técnicas de magnetización
- Registro de las indicaciones
- Desmagnetización final
- Limpieza final
- Instrumentos de control

**Nota.** De acuerdo a lo establecido por Norma y en función de los niveles de competencia, no se debe incluir en una Instrucción Escrita los criterios de aceptación-rechazo, debido a que la interpretación y evaluación de indicaciones no es función del Nivel 1.

De aquí en adelante, nos referimos a modelos de Instrucciones Escritas que se pueden utilizar en el Examen Práctico de Calificación y que no deberían diferir mucho de las aplicadas en los ensayos.

## III. EXAMEN PRACTICO DE CALIFICACIÓN.

### - Componente a inspeccionar

Se refiere fundamentalmente a la identificación del componente a inspeccionar.

### - Preparación de la superficie del componente.

Se especifica su condición superficial y los métodos de preparación y limpieza.

Previo a la preparación de la superficie del componente, en determinadas situaciones es necesario desmagnetizar antes del ensayo, cuando por operaciones previas se provoquen un magnetismo residual que pueda interferir en el ensayo. Los criterios de desmagnetización se establecen en el procedimiento respectivo.

Todas las superficies a inspeccionar deben estar limpias y secas, libres de aceites, grasas, pinturas, productos de corrosión, óxidos, cascarillas u otra condición que pueda disminuir la eficiencia del ensayo.

La elección del método de limpieza adecuado se basa en factores tales como, el contaminante a remover, el efecto del método de limpieza sobre la pieza, la geometría y tamaño de la pieza y otros requerimientos de limpieza específicos.

### - Modo de Magnetización

Los modos de magnetización que se pueden utilizar son:

- o Magnetización continua
- o Magnetización residual

A menos que se indique lo contrario, siempre se deberá utilizar el modo de magnetización continua.

### - Modo de aplicación de las Partículas

- a- Vía Húmeda
- b- Vía Seca

### - Tipo de Partículas Magnetizables

- a- Visibles
- b- Fluorescentes

Se pueden utilizar partículas magnetizables disponibles como:

- Concentrados de polvos fluorescentes y no fluorescentes (visibles) preparados o para preparar suspensiones en agua o destilados livianos de petróleo.
- Polvos secos fluorescentes y no fluorescentes (visibles) listos para usar.

La concentración de las partículas por vía húmeda se deberá controlar diariamente.

Los vehículos de la suspensión para el método húmedo serán de un destilado de petróleo liviano (por ejemplo kerosén), o agua acondicionada convenientemente. Los vehículos de la suspensión tendrán un punto de inflamación igual o mayor a 60 ° C.

La concentración y la contaminación se deberán controlar al comenzar el ensayo, cada ocho (8) horas de trabajo o cuando se ajuste o cambie el baño.

#### **- Condiciones de iluminación sobre el área de inspección.**

La inspección con luz visible, se puede realizar con luz natural o artificial. La intensidad de luz sobre la superficie del componente no debe ser menor a 1000 lx (100 pc.)

En la inspección con luz fluorescente, la luz visible del ambiente donde se realiza la observación, no debe exceder los 20 lx. La intensidad de luz negra mínima sobre la superficie del componente, debe ser de 1000  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ .

El equipo de luz negra y blanca se deben controlar diariamente, respecto de la intensidad incidente sobre la superficie de la pieza.

#### **- Equipamiento de magnetización**

La selección de un tipo específico de equipo depende de la aplicación requerida, el tipo y magnitud de la corriente de magnetización necesaria y el nivel de productividad.

Los equipos empleados se deben mantener correctamente y calibrar periódicamente cada año o cuando se sospecha que el funcionamiento es incorrecto.

A menos que se especifique lo contrario, nunca se deberá utilizar imanes permanentes.

#### **- Tipos de corrientes para magnetizar**

Se pueden utilizar los siguientes tipos de corriente:

- Corriente alterna trifásica rectificada totalmente
- Corriente alterna monofásica rectificada totalmente
- Corriente alterna monofásica rectificada media onda
- Corriente alterna
- 

#### **- Magnetización de los componentes**

Para la magnetización de los componentes se podrán utilizar las técnicas de magnetización directa o de magnetización indirecta.

Los componentes se deberán magnetizar por lo menos en dos (2) direcciones perpendiculares entre sí. Se podrán utilizar dos (2) campos magnéticos circulares, uno (1) circular y uno (1) longitudinal o dos (2) campos magnéticos longitudinales.

El campo magnético aplicado debe tener la fuerza necesaria para producir indicaciones satisfactorias, pero no debe ser tan grande como para que provoque el enmascaramiento de indicaciones relevantes, debido a la acumulación irrelevante de partículas magnetizables. El control de la fuerza adecuada del campo magnético se puede llevar a cabo por uno o la combinación de tres métodos:

- Ensayando piezas que tienen defectos artificiales o conocidos de tipo, tamaño y ubicación especificada en los requisitos de aceptación.

- Utilizando un medidor de campo (gausímetro) por efecto Hall, capaz de medir los valores pico del campo tangencial.
- Utilizando las fórmulas dadas en las normas respectivas.

Cuando se utiliza un medidor de campo por efecto Hall, la fuerza del campo tangencial, medida sobre la superficie de la pieza, y cuyos valores pico obtenidos están dentro de un rango de 30 a 60 Gauss (2,4 a 4,8 KA/m), se consideran que los mismos son normalmente adecuados para la inspección por partículas magnetizables. Es importante asegurar que las fuerzas del campo estén presentes dentro de ese rango en todas las áreas de la pieza a inspeccionar.

La dirección del campo magnético es importante controlar en todos tipos de piezas y específicamente en piezas de geometría irregular.

Generalmente se puede utilizar el indicador de campo del Código ASME o Berthold que se colocan sobre la superficie a ensayar.

#### **- Registro de las indicaciones.**

El lugar donde se realiza la inspección, debe estar limpio, libre de residuos, o de cualquier otro elemento que pueda perjudicar el ensayo.

Cuando se utilicen partículas magnetizables fluorescentes, el personal se debe adaptar a la iluminación en el área de inspección durante por lo menos 3 minutos.

Las indicaciones del ensayo se deben marcar sobre el componente y registrar la cantidad, ubicación y dirección por medio de un sistema de identificación y rastreabilidad adecuado.

Para el registro, se pueden utilizar: croquis, cinta adhesiva transparente, fotografías o resina monocomponente elastoplástica.

#### **- Desmagnetización final**

Cuando sea necesario se desmagnetizará utilizando corriente alterna o continua. Después de la desmagnetización, utilizando un medidor de campo, no se deben detectar campos con valor absoluto superior a 3 Gauss (240 A/m) en cualquier lugar de la pieza.

#### **- Limpieza final.**

Después de la inspección se deben limpiar y secar las piezas de acuerdo a criterios establecidos en el respectivo procedimiento de ensayo.

#### **- Instrumentación.**

Se indicarán los instrumentos de control utilizados en esta Instrucción Escrita, pudiendo ser:

- Medidor de campo magnético.
- Medidor de intensidad de Luz negra (UV).
- Indicador de dirección de campo (ASME o Berthold).
- Tubo centrífuga ASTM.
- Luxómetro.
- Indicador de campo residual.

#### IV. CONCLUSIONES.

El Ensayo mediante Partículas Magnetizables es uno de los métodos complementarios con Líquidos Penetrantes en la detección de discontinuidades superficiales, siendo una metodología relativamente simple, pero a veces la preparación y entrenamiento del personal que conducen dichos ensayos, no son los adecuados para cumplir la función específica indicada por la norma de calificación de personal - IRAM ISO 9712.

Aquí podemos mencionar algunas situaciones que normalmente ocurre cuando los operadores ejecutan los ensayos. Nuestra experiencia coincide con la obtenida de publicaciones<sup>(1)</sup>, en auditorías efectuadas en otros países. A modo de resumen se puede citar que:

- En muchos casos no se controla la concentración de las partículas.
- Algunos operadores no tienen controlados los niveles de iluminación, ya sea la luz negra (UV) o luz blanca, ni tampoco poseen instrumentos de control certificados.
- No utilizan el indicador de dirección de campo.
- Desconocen el amperaje de salida del equipo utilizado.
- Existe escasa información acerca de la utilización de procedimientos e Instrucción Escrita para la ejecución de ensayos.

Estas y otras cuestiones son un factor común en el empleo de los ensayos no destructivos, citando en este caso el método de Partículas magnetizables.

Las observaciones que se detectan en el uso del método de Partículas Magnetizables, a través de los operadores durante los ensayos y/o exámenes de calificación permiten hacer un análisis y dar conclusiones a este tipo de problema, a fin de un mejoramiento continuo.

Las siguientes áreas básicas, si son dirigidas apropiadamente, pueden esperarse resultados satisfactorios de los ensayos y las mismas son:

- Mantenimiento apropiado del equipamiento y su calibración con instrumentos certificados.
- Entrenamiento de personal con un entendimiento de las bases del método y sus alcances.
- Control de la concentración de las partículas.
- Adecuada iluminación, sea luz blanca o luz negra.
- Manejo adecuado del indicador de dirección de campo.

- Conocimiento preciso de la Instrucción Escrita.
- Control de la carga portante de los yugos electromagnéticos.

En los últimos años se ha incorporado a especificaciones, normas y códigos nuevos controles, tales como el medidor de Gauss para medición de campo magnético y los indicadores de calidad cuantitativos para el control de la intensidad del campo y en la aplicación de la dirección del campo.

Esto ha permitido que a través de medios efectivos el inspector pueda controlar los procesos de ensayos llevados a cabo y ayudar al operador para la utilización de una adecuada técnica.

El entrenamiento de acuerdo a programas aprobados según normas vigentes, como así también la implementación de prácticas con equipamientos adecuados permitirá mejorar la calidad de operadores formados para satisfacer las necesidades de la industria nacional.

Creemos que es necesario y diríamos que hasta imprescindible, que dichos entrenamientos a través de cursos combinen la teoría con la práctica, hasta pensar que se debe dar más prioridad a la práctica desde el punto de vista de la carga horaria que a la teórica.

Si establecemos esta prioridad y se dispone de medios necesarios para realizar las prácticas en laboratorios convenientemente instalados con equipos pilotos, en los que se pueda operar en condiciones similares a la escala industrial, el operador, después de utilizar sus manos en realizar la práctica y comprobar con sus ojos los resultados obtenidos, estará capacitado para reconocer sus errores y, lo que es más importante, estará mucho más capacitado para estudiar y comprender la teoría, interpretar las instrucciones escritas, especificaciones de operación y responsabilidades de trabajo que realiza.

#### V. MODELO DE INSTRUCCIÓN ESCRITA.

##### Referencias

1- Kleven ,S.- Piecko,E.J. and Hughes,T. Materials Evaluation, January (1997) pp.23-24.

2- Nondestructive testing Handbook- volume: 6 – Magnetic Particle Testing – Introduction to magnetic particle specifications – pp424-438.

#### V. Modelo de Instrucción Escrita.

**A)Componente a inspeccionar:** .....

**B) Preparación de la superficie del componente:**

Condiciones de la superficie:.....

Limpieza: ( ) ( ) ( ) ( ) ( )

( 1 ) Solvente ( 2 ) Detergente ( 3 ) Mecánica ( 4 ) Removedor pintura ( 5 ) Otros

Secado: ( ) ( ) ( )

( 1 ) Evaporación ( 2 ) Circulación de aire ( 3 ) Horno de secado



**K) Registro de las Indicaciones:** ( ) ( ) ( ) ( )

Se anotarán todas las indicaciones y la interpretación de las mismas quedará a cargo del personal de Nivel 2 o Nivel 3.

( 1 ) Bosquejo y descripción escrita

( 2 ) Fotografía

( 3 ) Cinta adhesiva transparente

( 4 ) Película Removible

**L) Desmagnetización Final:**

Equipo: ( ) ( ) ( )

( 1 ) Estacionario

( 2 ) Portátil

( 3 ) Imán Permanente

Marca:.....Modelo.....Identificación.....

Instrumentos de Control: ( ) ( )

( 1 ) Indicador de Campo Magnético Residual: Marca:.....Modelo:.....

( 2 ) Medidor de Intensidad de Campo Magnético: Marca:.....Modelo:.....

**M) Limpieza Final:** ( ) ( ) ( )

( 1 ) Solventes

( 2 ) Detergentes

( 3 ) Mecánica

**VI. AGRADECIMIENTOS.**

Al Ing. Jorge E. Schneebeli y Sr. Sergio Canaves por su valiosa colaboración.