

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS: PARTÍCULAS MAGNÉTICAS

1. DEFINICIÓN Y FUNDAMENTOS DEL ENSAYO.....	2
2. TÉCNICA DE INSPECCIÓN. PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO CON PARTÍCULAS MAGNÉTICAS.	3
2.1. Preparación de la superficie de la pieza a ensayar.	3
2.2 Magnetización de la pieza	4
2.3. Aplicación de las partículas magnéticas.....	6
2.4. Inspección para interpretación y evaluación de las indicaciones.	7
2.5. Desmagnetización	7
3. VENTAJAS Y LIMITACIONES DEL ENSAYO CON PARTÍCULAS MAGNÉTICAS.....	8

1. DEFINICIÓN Y FUNDAMENTOS DEL ENSAYO.

La técnica de ensayo por partículas magnéticas es un procedimiento utilizado en la detección de defectos superficiales o subsuperficiales, basado en la acumulación de partículas de material ferromagnético, debido a los campos de fuga que dichas discontinuidades producen en los materiales previamente magnetizados. Es por ello que sólo pueden examinarse materiales de alta permeabilidad magnética (ferromagnéticos), aceros en general, no siendo aplicable a aluminio, cobre, zinc o aceros inoxidables austeníticos.

Un imán permanente es un objeto que tiene la propiedad de retener durante un largo período de tiempo un campo magnético aplicado sobre él, después de que éste haya cesado. Si se acerca uno de los polos de un imán a los dos polos de otro imán notaremos que uno de estos es atraído y que el otro es repelido. Sucede por tanto, que entre los polos de los imanes se ejercen fuerzas parecidas a las que actúan entre las cargas eléctricas. A tales fuerzas las denominamos fuerzas magnéticas. Un campo magnético es el espacio en el que existen fuerzas magnéticas. El campo magnético se manifiesta por la fuerza que ejerce sobre una carga eléctrica móvil o sobre un polo magnético que se encuentren en el mismo. La fuerza que ejerce el campo magnético se denomina inducción magnética o densidad de flujo. Las líneas de fuerza de un campo magnético son los lugares geométricos de todos los puntos que tienen la misma inducción magnética. Dichas líneas son continuas y cerradas, parten del polo norte y entran en el polo sur, nunca se cruzan y su densidad disminuye al aumentar la distancia entre los polos.

Las líneas de fuerza pueden observarse si cogemos limaduras de hierro finamente divididas y las colocamos encima de una hoja de papel, debajo del cual se ha colocado un imán. Las limaduras se disponen formando el dibujo de la figura 1 permitiendo la visualización de las líneas de fuerza de un imán. La figura 2 muestra las líneas de fuerza en un imán de herradura y un imán circular abierto.

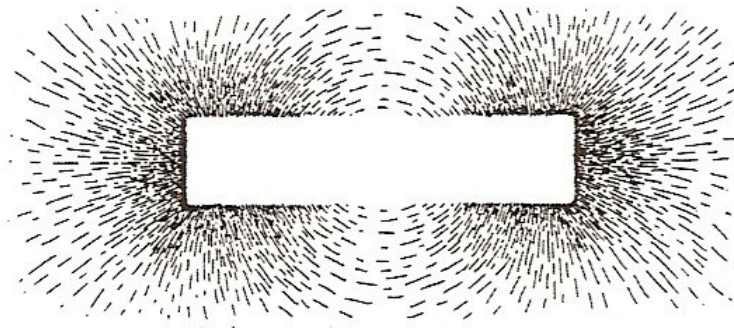


Figura 1: visualización de las líneas de fuerza de un imán

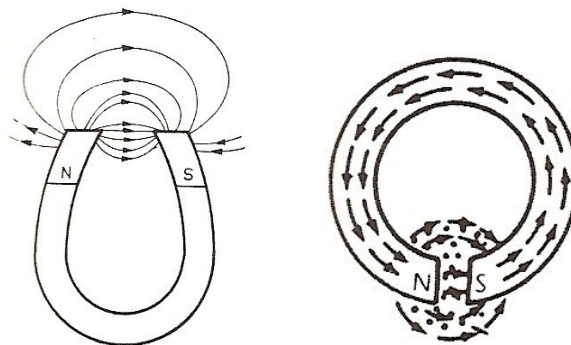


Figura 2: líneas de fuerza en un imán de herradura y un imán circular abierto

Supongamos que el imán tiene una grieta en la superficie exterior. La grieta interrumpe el flujo uniforme de las líneas de fuerza, algunas de las cuales se verán forzadas a salir del imán, creando un polo norte y un polo sur. Las líneas de fuerza, que se ven forzadas a salir del imán como resultado de una grieta se conocen como fugas de flujo. Por lo tanto, si se espolvorean partículas magnéticas sobre el citado imán, estas serían atraídas por los polos creados por la grieta, dándonos una indicación, por el amontonamiento de partículas en la zona del defecto.

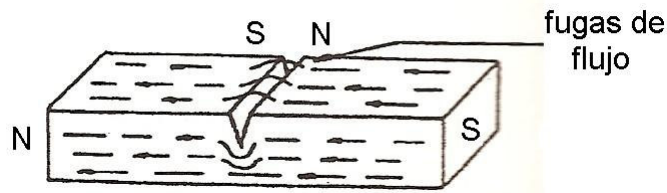


Figura 3: Fugas de flujo magnético originadas por una discontinuidad en un imán longitudinal.

La distorsión que producen las discontinuidades en las líneas de flujo, que producen las indicaciones, dependerán de factores como la profundidad y anchura de la discontinuidad, que sea superficial o subsuperficial y para éstas la profundidad a la que se halle, y de la orientación de la discontinuidad con relación a la dirección de flujo magnético (la máxima distorsión se produce para defectos perpendiculares a las líneas de fuerza).

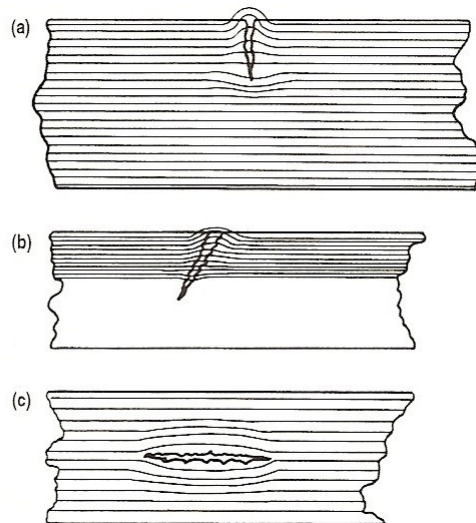


Figura 4: flujo de campos de fuga producidos por diferentes orientaciones de una discontinuidad.

2. TÉCNICA DE INSPECCIÓN. PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO CON PARTÍCULAS MAGNÉTICAS.

Las operaciones básicas a realizar secuencialmente son:

- Preparación de la superficie de la pieza a ensayar.
- Magnetización de la pieza.
- Aplicación de las partículas magnéticas.
- Observación, interpretación y registro de las indicaciones.
- Limpieza final.
- Desmagnetización de la pieza.

2.1. Preparación de la superficie de la pieza a ensayar.

La superficie de las piezas a examinar deberá estar libre de cascarilla, aceite, suciedad, restos de pinturas o recubrimientos, o cualquier otra materia que pueda afectar la sensibilidad del ensayo. La sensibilidad del método dependerá de la capacidad de movimiento de las partículas magnéticas sobre la superficie de la pieza a ensayar en respuesta a los campos de fuga creados por las discontinuidades.

2.2. Magnetización de la pieza.

Como se ha indicado anteriormente el ensayo consiste en magnetizar la pieza objeto de ensayo y evidenciar la presencia de líneas de fuga de flujo magnético. Aunque la magnetización puede llevarse a cabo usando imanes permanentes, dado que la intensidad de campo suele ser baja y además constante, suelen emplearse campos magnéticos inducidos por corrientes eléctricas. La corriente eléctrica aplicada puede ser continua, alterna o rectificada. El campo magnético generado por una corriente es tanto más profundo cuanto menor es la frecuencia de la corriente, por lo que con corriente continua pueden detectarse defectos a mayor profundidad (del orden de 6 mm) que con corriente alterna. La corriente alterna, generalmente la suministrada por la red a 50 hercios, se utiliza para defectos superficiales o de pequeña profundidad. En este caso la alternancia de campos invierte la polaridad sometiendo a las partículas magnéticas a una agitación que facilita su desplazamiento y, en consecuencia su atracción por los campos de fuga. También pueden usarse corrientes rectificadas con las que se consigue con la alternancia de intensidad el efecto beneficioso de la alterna, por producir agitación en las partículas magnéticas, mientras que el sentido único de polaridad permite tener una buena penetración al igual que con corriente continua.

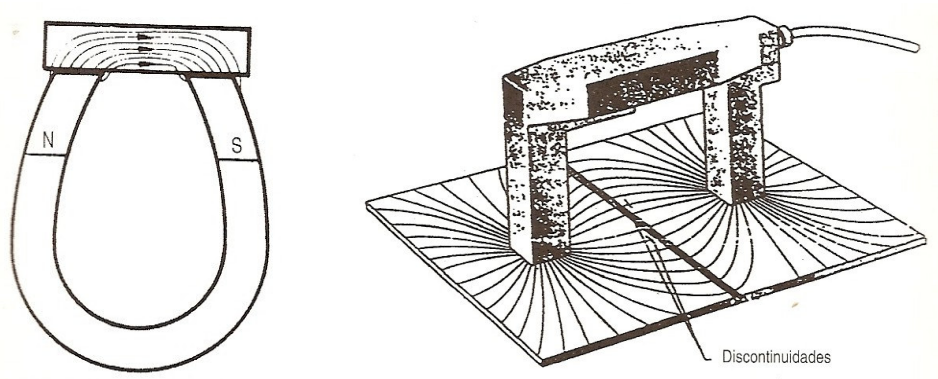


Figura 5: Magnetización con imán permanente o con yugo.

Como ya se ha comentado la orientación de las discontinuidades con relación a las líneas de flujo magnético tiene mucha influencia porque de ello depende el que se produzca fuga de flujo magnético. En función de la orientación esperada de las discontinuidades que se pretendan detectar a través del ensayo, se deberá escoger una dirección de magnetización adecuada, con objeto de que la orientación de la discontinuidad forme un ángulo comprendido entre 45° y 90° con relación a la dirección de las líneas de flujo magnético. Se decidirá pues, si la pieza debe ser imantada mediante campos longitudinales o circulares.

La magnetización longitudinal, puede conseguirse colocando la pieza entre los polos de un imán permanente o de un electroimán (figura 5), o bien, en el interior de un solenoide (figura 6). Se emplean para detectar discontinuidades cuya orientación longitudinal es perpendicular a las líneas de fuerza.

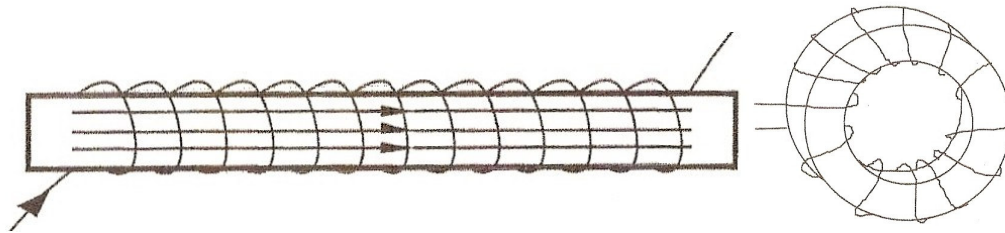
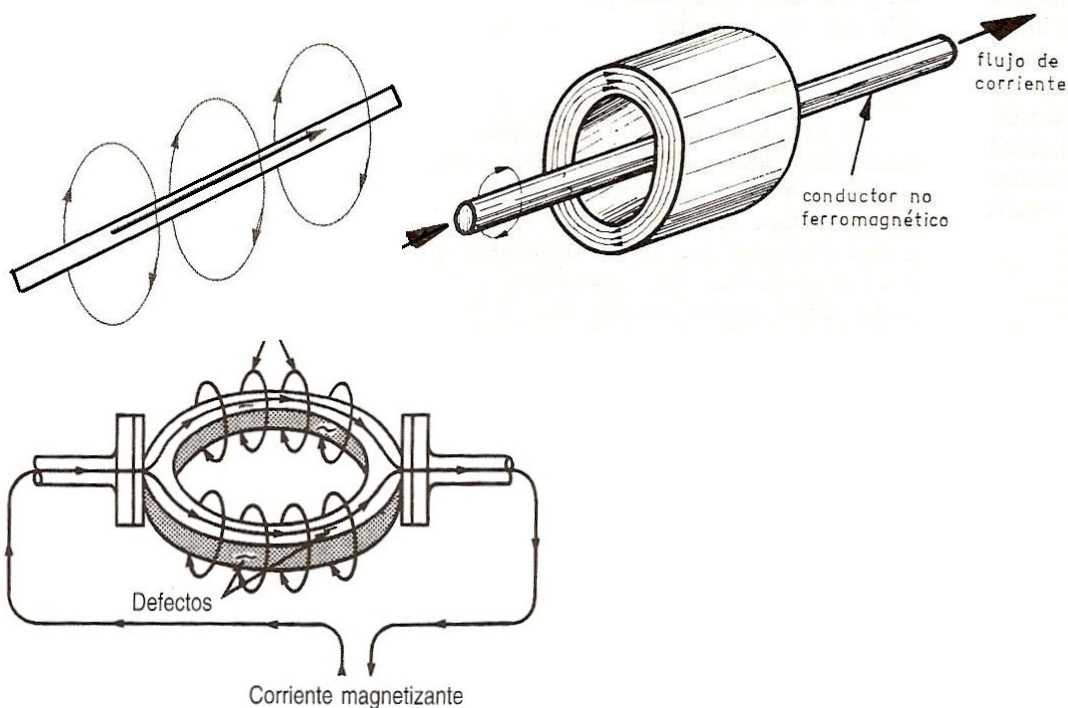


Figura 6. Campo magnético inducido por un solenoide.

La magnetización circular se consigue haciendo pasar a través de las piezas macizas una corriente de gran intensidad, o si son huecas haciendo pasar por su interior un conductor por el que circula la corriente. En ambos casos se originan en las piezas campos magnéticos con trayectorias circulares que rodean a la corriente. Es apropiado cuando la orientación de las discontinuidades es paralela a la dirección de la corriente.

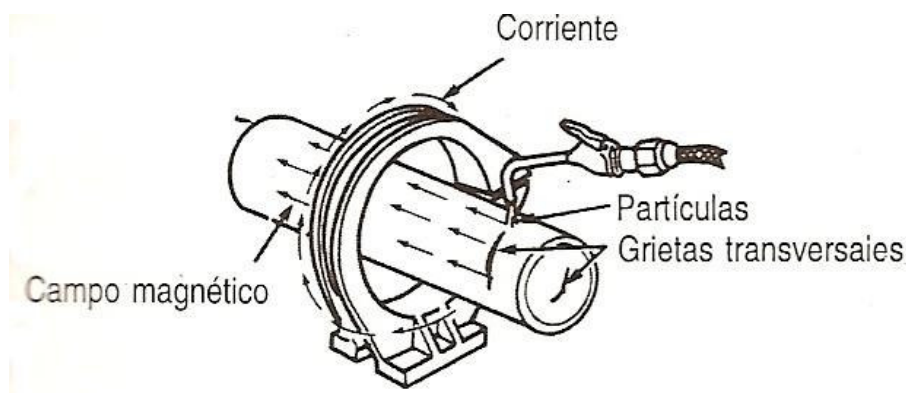


Como se ha indicado anteriormente, el ensayo de partículas magnéticas consiste en magnetizar la pieza objeto de examen y evidenciar la presencia de líneas de fuga de flujo magnético. Para ello se deberá disponer de un equipo de magnetización y de un medio capaz de detectar e indicar la presencia de las citadas líneas de fuga (partículas magnéticas). En función de cuando se genera la magnetización de la pieza a ensayar y de cuando se aplican las partículas magnéticas, se hablará de dos métodos de examen: el continuo y el residual. En el método continuo la magnetización y la aplicación de las partículas magnéticas se lleva a cabo simultáneamente, es decir, el campo magnético se mantiene mientras se aplican las partículas. Es más sensible que el método residual e insustituible cuando se ensayan materiales ferromagnéticos de baja magnetización residual o remanente (por ejemplo, para aceros de bajo contenido en carbono). En el método residual, la aplicación de las partículas magnéticas tiene lugar después de la magnetización de la pieza. Por tanto, sólo será aplicable a materiales ferromagnéticos con alta magnetización residual o remanente y permitirá, en general, detectar exclusivamente discontinuidades superficiales.

2.3. Aplicación de las partículas magnéticas.

Las partículas magnéticas pueden aplicarse en seco o por vía húmeda, mediante suspensión en líquido, disolventes o agua.

La aplicación de las partículas magnéticas secas se lleva a cabo mediante sopladores mecánicos o manuales, debiéndose producir una dispersión uniforme de las mismas en el aire. Estas partículas mientras están en el aire, dispuestas en forma de nube, tenderán a dirigirse hacia los campos de fuga magnéticos.



Actuando en vía húmeda, las partículas se encuentran en suspensión en un líquido, primero se moja la superficie y mientras está escurriendo se conecta la magnetización durante un corto período de tiempo, hasta que el líquido deja de escurrir. La vía húmeda aporta mejores resultados que la seca en superficies lisas situadas horizontalmente, mientras que la seca se utiliza en las demás posiciones y con piezas rugosas, como pueden ser soldaduras o piezas de fundición.

Las partículas empleadas suelen ser limaduras u óxidos de hierro, finamente divididas cuyos tamaños oscilan entre 1 y 100 micras. Las partículas pequeñas son fácilmente atraídas con campos magnéticos débiles pero pueden quedarse adheridas por fricción en la superficie, lo contrario ocurriría con las de mayor tamaño, por lo que en la práctica se suelen utilizar mezclas para conseguir una buena movilidad a la vez que buena sensibilidad. Por su forma, pueden ser redondeadas o alargadas, éstas últimas se orientan mejor con las líneas de flujo pero se desplazan con mayor dificultad, por lo que suelen

emplearse mezclas de ambos tipos. Para mejorar el contraste con la superficie a examinar y facilitar su visualización se emplean partículas coloreadas, negro, rojo y verde son los colores más usuales o bien se impregnan con pigmentos fluorescentes con lo que la inspección se realiza con luz ultravioleta.

2.4. Observación, interpretación y registro de las indicaciones.

En la fase de inspección para la observación de las indicaciones, que son los resultados que se obtienen del ensayo, sólo se requiere una buena iluminación con la luz natural o blanca o luz ultravioleta dependiendo del tipo de partículas empleadas. También en esta fase las indicaciones hay que interpretarlas, es decir, establecer la causa que la originó (por ejemplo, puede ser una grieta, un poro, falta de unión, etc.). La observación de la forma de las indicaciones junto con la experiencia y conocimientos del operador es lo que permite hacer dicha interpretación.

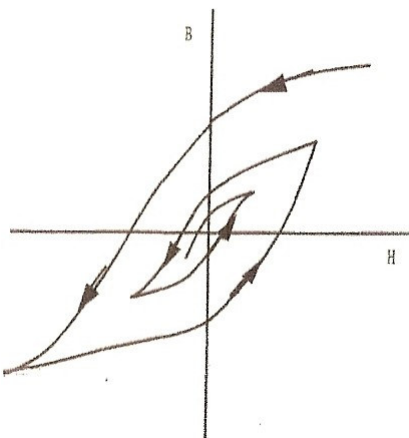
Los defectos superficiales suelen producir indicaciones definidas muy nítidas en el caso de grietas (grietas de temple, grietas de fatiga, grietas de rectificado), las discontinuidades esféricas tipo poros o las subsuperficiales dan indicaciones no obstante poco definidas.

2.5. Desmagnetización.

Tras la inspección se procedería a limpieza de la pieza y su desmagnetización como último paso del procedimiento. Es importante la desmagnetización porque la atracción de virutas metálicas podría ocasionar daños en el funcionamiento de la pieza. Puede realizarse mediante:

Desmagnetización por corriente alterna, colocando la pieza en el interior de una bobina por la que circula corriente alterna y se va alejando lentamente la pieza hasta que a unos 2 metros se puede considerar anulado el campo.

Desmagnetización por corriente continua, la pieza se somete a un campo continuo que se va reduciendo en amplitud, en cada escalón se invierte su sentido.



3. VENTAJAS Y LIMITACIONES DEL ENSAYO CON PARTÍCULAS MAGNÉTICAS.

Este método tiene las siguientes ventajas:

- Generalmente es un método más rápido y económico.
- Requiere de un menor grado de limpieza, con respecto a la inspección por líquidos penetrantes.
- Puede revelar discontinuidades que no afloran a la superficie.

Limitaciones:

- Son aplicables sólo en materiales ferromagnéticos.
- No tienen gran capacidad de penetración.
- El manejo del equipo en campo puede ser caro y lento.
- Generalmente requieren del empleo de energía eléctrica.
- Sólo detectan discontinuidades perpendiculares al campo.