

04.76.16

CNEA-NT 1/76

IRAM-CNEA

Febrero de 1976*

Esquema de Norma

LIQUIDOS PENETRANTES

Método de Ensayo

*Esquema preparado por el INEND para homologar de acuerdo al convenio IRAM-CNEA.

INTRODUCCION.

Dada la importancia que la normalización tiene en el proceso de desarrollo industrial de nuestro país la CNEA firmó oportunamente un convenio con el IRAM a fin de homologar un cuerpo de normas IRAM-CNEA que además de satisfacer las necesidades contractuales de la instalación de Centrales Nucleares facilite la promoción de una industria nacional productora de bienes de capital e insumos para el programa de construcción de dichas centrales.

El esquema de norma que aquí se somete a discusión forma parte del cuerpo de normas IRAM-CNEA en proceso de elaboración. Su redacción se ha basado en las normas ASTM, MIL y British Standards.

Como elemento nuevo no incluido en dichas normas figura la técnica con "líquidos penetrantes de base no oleosa". Se considera necesaria su incorporación por cuanto las mismas, formuladas en base a compuestos orgánicos miscibles con agua se encuentran en nuestro mercado y su utilización es conveniente cuando se trata de inspeccionar superficies rugosas de difícil limpieza o de componentes que deben pasar la prueba de impacto con oxígeno líquido. Referencias sobre este tipo de penetrantes se puede encontrar en la bibliografía (Shannon Luminous Materials Co. Bull. 651118).

L I Q U I D O S P E N E T R A N T E S .

Método de Ensayo

1.- Normas a consultar.

"Líquidos Penetrantes. Materiales para el ensayo".

"Líquidos Penetrantes. Instalaciones, equipos y accesorios"

(Los esquemas de normas mencionadas se encuentran en redacción debiendo tomarse como referencia las normas MIL-I-25135C (ASG) 1959 y Adendas y la norma ASTM E-165/65.

2.- Objeto de esta norma.

2.1.- Esta norma define y clasifica las técnicas de aplicación del ensayo por líquidos penetrantes para la detección de defectos superficiales y establece los requisitos que deben cumplir en la inspección de materiales.

2.2.- Esta norma se aplicará como referencia para verificar si un procedimiento indicado o requerido por un ente individual es aplicable y completo y en la redacción de especificaciones de ensayo con líquidos penetrantes que serán parte contractual entre fabricante y comprador.

3.- Definiciones.

3.1.- Emulsificante: agente químico que adicionado a un penetrante de base oleosa, lo modifica haciendolo removible de las superficies mediante lavado con agua.

3.2.- Fluorescencia: es la propiedad de emitir luz visible, durante la excitación con luz negra, que exhiben ciertos productos químicos llamados por ello "fluorescentes".

3.3.- Luz negra: radiación electromagnética correspondiente al rango de luz ultravioleta comprendido entre 3,200 y 4,000 Angstroms, que presenta un pico de intensidad en 3650A°.

3.4.- Penetrante: Líquido de base oleosa o no, que por sus características tiene la propiedad de penetrar fácilmente y ser retenido en discontinuidades superficiales o abiertas a la superficie.

3.5.- Penetrante coloreado: Líquido penetrante cuyo pigmento le comunica una intensa coloración, generalmente roja, al ser iluminado con luz blanca.

3.6.- Penetrante fluorescente: Líquido penetrante cuyo pigmento presenta la propiedad de fluorescencia.

3.7.- Penetrante preemulsificado: es un penetrante de base oleosa que contiene aditivos que permiten su remoción de la superficie mediante un lavado con agua.

3.8.- Penetrante post-emulsificable: es un penetrante de base oleosa que puede ser transformado en lavable con agua por la

incorporación de un emulsificante.

3.9.- Penetrante removible con solvente: penetrante de base oleosa únicamente removible con solventes orgánicos.

3.10.- Penetrante de base no oleosa: es un penetrante formulado en base a líquidos orgánicos, miscibles con agua.

3.11.- Revelador: material en polvo fino, seco ó en suspensión líquida que tiene la propiedad de absorber el penetrante del interior de los defectos, extrayendolo a la superficie donde se hace visible mediante luz blanca ó luz negra, según corresponda. El revelador sirve además de elemento de contraste en los procesos con penetrantes coloreados.

3.12.- Sensibilidad del penetrante: es la capacidad del penetrante, comprendida la técnica de aplicación y revelador, para detectar discontinuidades superficiales ó abiertas a la superficie proveyendo indicación visible a simple vista.

4.- Condiciones Generales.

4.1.- Campo de aplicación: El método de ensayo por líquidos penetrantes puede ser usado en la inspección de materiales metálicos no porosos ferrosos o no ferrosos y en materiales no metálicos no porosos tales como vídrios, plásticos y cerámicas sin afectar las partes ensayadas por acción química o mecánica.

Permite detectar y evaluar discontinuidades superficiales ó abiertas a la superficie tales como:

fisuras, grietas, oquedades, poros, solapados, laminaciones, desgarramientos, que se pueden presentar en los materiales como consecuencia de un proceso de fabricación (fusión, soldadura, tratamiento térmico, mecanizado etc.) o como consecuencia de su uso (fatiga, corrosión, erosión etc.).

4.2.- Temperatura del ensayo: No se considera aceptable la realización del ensayo a temperaturas inferiores a 15°C.

Se recomienda efectuar el ensayo entre 20 y 45°C. Salvo que se trate de un penetrante especialmente formulado para trabajar a mayor temperatura, condición que debe ser demostrada por el proveedor. La temperatura no debe exceder del límite indicado por el mismo.

4.3.- Condiciones de seguridad: Dado que el examen con líquidos penetrantes puede requerir el uso de materiales volátiles deben tomarse las precauciones necesarias.

Se deberá trabajar en habitaciones ventiladas o en condiciones de buena ventilación, lejos del calor y de hogares abiertos ó llamas. Se debe tener especial cuidado con la realización de trabajos de soldadura en las proximidades.

Los materiales y accesorios para el ensayo deben ser usados con cuidado y siempre de acuerdo con las instrucciones del proveedor. Es conveniente el uso de guantes y ropa apropiada.

Al usar luz negra debe cuidarse que la radiación nunca incida directamente o a través de superficies reflectantes, sobre la vista. En todo lo que sea aplicable se deberá seguir las estipulaciones de la ley

5.- Métodos de Ensayo.

5.1.- Descripción general del método: El método se basa en la propiedad de ciertos líquidos de penetrar y ser retenidos en fisuras, o aberturas estrechas.

Esta propiedad depende fundamentalmente de la tensión superficial, viscosidad, cohesión interfacial y estado de la superficie.

Esencialmente el método consiste en:

- preparar la superficie mediante adecuada limpieza
- aplicar el penetrante cubriendo totalmente el area a examinar
- dejar transcurrir el tiempo necesario para permitir su penetración
- remover el exceso de penetrante
- aplicar el revelador.

En razón del color o fluorescencia del penetrante se obtiene indicación de la presencia de los defectos al observar a simple vista, iluminando con luz blanca o luz negra según corresponda.

5.2.- Clasificación: El método de líquidos penetrantes puede ser aplicado de acuerdo a distintas técnicas o procesos que se adaptan al tipo de material a examinar, tipo de defectos a detectar, condiciones en que se debe realizar el ensayo y sensibilidad que se debe obtener.

A los efectos de la presente norma se los debe considerar agrupados de acuerdo a la siguiente clasificación:

Tipo A - Líquidos Penetrantes Fluorescentes.

Técnicas:

- A 1.- Preemulsificados
- A 2.- Post-emulsificables
- A 3.- Removibles con solvente
- A 4.- De base no oleosa.

Tipo B - Líquidos Penetrantes coloreados.

Técnicas:

- B 1.- Preemulsificados
- B 2.- Post-emulsificables
- B 3.- Removibles con solvente
- B 4.- De base no oleosa.

La técnica A.1 consta de:

- un penetrante fluorescente de base oleosa preemulsificado
- un revelador húmedo acuoso o no acuoso o seco.

La técnica A.2 consta de:

- un penetrante fluorescente de base oleosa
- un emulsificante
- un removedor acuoso
- un revelador húmedo no acuoso o seco.

La técnica A.3 consta de:

- un penetrante fluorescente de base oleosa
- un solvente
- un revelador húmedo no acuoso o seco.

La técnica A.4 consta de:

- un penetrante fluorescente de base no oleosa
- un revelador húmedo acuoso o seco.

La técnica B.1 consta de:

- un penetrante coloreado de base oleosa preemulsificado
- un revelador húmedo acuoso o no acuoso

La técnica B.2 consta de:

- un penetrante coloreado de base oleosa
- un emulsificante
- un removedor
- un revelador húmedo no acuoso

La técnica B.3 consta de:

- un penetrante coloreado de base oleosa
- un solvente
- un revelador húmedo no acuoso.

La técnica B.4 consta de:

- un penetrante coloreado de base no oleosa
- un revelador húmedo acuoso

Los materiales a emplear en cada una de las diferentes técnicas deberán cumplir con los requisitos establecidos en la norma IRAM "Líquidos Penetrantes; materiales para el ensayo". (En preparación).

5.3.- Preparación de las superficies a examinar: El éxito y la sensibilidad de cualquier inspección mediante líquidos penetrantes depende de una correcta preparación de las superficies a examinar. Todas las partes deben quedar perfectamente limpias y secas antes de iniciar el proceso de aplicación del penetrante.

Se debe entender por "limpio" que el material quede libre de herrumbre, escamado, óxidos, escorias, fundentes, grasa, aceites, pinturas, polvo y de cualquier otro elemento extraño al material que pueda interferir con la acción del penetrante.

Salvo en las condiciones que se describen más adelante no se debe incluir en la limpieza el uso de cepillos de acero, tela de esmeril, arenado o escarpado con herramientas ya que estos procedimientos producen deformación de la superficie y pueden cerrar u obstruir la entrada a los defectos que se busca detectar.

Para efectuar la limpieza se recomienda la aplicación de uno ó más de uno de los procedimientos que se describen a continuación:

5.3.1.- Limpieza con detergentes: los detergentes pueden ser alcalinos, ácidos o neutros pero no deben ser corrosivos con respecto al metal a limpiar. El tiempo de lavado oscila entre 10 y 15 min. a 70/90°C con una agitación moderada y usando concentraciones recomendadas por el proveedor (generalmente 45 a 60 grs/l). Las partes deben ser enérgicamente enjuagadas y perfectamente secadas antes de aplicar el penetrante.

5.3.2.- Solventes: Se pueden utilizar solventes libres de residuo sólido (se recomienda punto de inflamación por encima de 80°C) ya sea para limpieza manual de áreas localizadas mediante pulverizadores o aerosoles o bien por inmersión de las piezas en tanques con el solvente. Estos solventes son apropiados para remover aceites, grasas y productos pero difícilmente arrastran los sólidos que puedan estar retenidos en los defectos y no remueven el agua ni la humedad.

5.3.3.- Vapor desengrasante: es un método aceptable para la limpieza especialmente cuando se deben remover aceites pesados y grasas. Suciedades sólidas orgánicas son generalmente removidas por este método pero las contaminaciones inorgánicas son mejor removidas mediante soluciones de detergentes. El método se basa en la condensación de los vapores de un solvente orgánico (generalmente tricloroestileno) sobre la pieza formando una película que disuelve las contaminaciones y se escurre de la superficie arrastrándolas.

5.3.4.- Soluciones decapantes (alcalinas o ácidas): la remoción de capas de óxidos se puede conseguir por inmersión en solución de ácidos inhibidos o alcalis decapantes. La solución decapante no debe ser corrosiva para el metal que se está procesando.

Las soluciones ácidas decapantes son usadas con una dilución en 2 o 3 partes de agua. Los decapantes alcalinos son usados en concentraciones de 240 a 360 gr. por litro de agua a una temperatura de 90 a 100°C. Las piezas deben ser perfectamente enjuagadas y secadas antes de aplicar el penetrante. El decapante se debe usar de acuerdo a las instrucciones del proveedor.

5.3.5.- Remoción de pinturas: las capas de pintura pueden ser removidas por solventes de tipo apropiado o por acción desintegrante de removedores alcalinos en caliente. En ambos casos se debe conseguir la completa remoción de la pintura en toda la superficie expuesta. Los solventes pueden ser de alta viscosidad para aplicar mediante pulverizadores o pinceles o de baja viscosidad para usar en tanques por inmersión. En ambos casos se trabaja a temperatura ambiente.

Los removedores alcalinos son compuestos, en polvo, solubles en agua, para usar en temperaturas de 80 a 90°C, y con concentraciones de 60 a 120 gr. por litro.

Luego de la remoción de la pintura las piezas deben ser enjuagadas y secadas perfectamente.

5.3.6. Limpieza ultrasónica: La agitación ultrasónica puede ser usada en todos los procedimientos de limpieza descriptos para aumentar su efectividad y disminuir el tiempo de lavado.

5.3.7.- Soplado abrasivo (blasting): El soplado abrasivo con arena, granallas metálicas, pellets ligno-celulósico o alúmina, puede ser usado para remover residuos frágiles tales como carbón, escamado u óxidos. Sólo es permitido su uso cuando no aplasta los bordes de los defectos cerrandolos o no llena los huecos de los mismos. Siempre se debe usar abrasivo nuevo, si el aplastamiento producido es muy superficial puede ser eliminado mediante un ataque químico que vuelve a abrir los defectos por disolución de la capa deformada. No debe usarse en materiales con dureza menor que 40 RC. Se completará toda limpieza con abrasivos mediante un soplado con aire seco para remover partículas sueltas.

5.3.8.- Quemado con aire: En materiales cerámicos la limpieza se puede lograr mediante su calentamiento en un atmósfera oxidante y limpia. De esta manera se puede remover en forma muy efectiva humedad y suciedad orgánica liviana. Se puede usar la mayor temperatura que no produzca modificación alguna en el material. Generalmente no se excede de los 1000°C.

5.4.- Secado posterior a la limpieza. Luego de la limpieza es esencial que las partes sean energicamente secadas para evitar que queden vestigios de agua o solvente en los defectos.

El secado puede ser efectuado calentando las partes mediante lámparas infrarrojas, en hornos de secado o mediante el soplado con aire caliente.

Si el metal ha sido atacado químicamente para remover capas deformadas luego del lavado las piezas deben ser calentadas o no menos de 150°C durante una hora para eliminar hidrógeno. Tratan-

dose de acero debe calentarse durante 3 horas a 175°C.

5.5.- Aplicación del Penetrante. La aplicación del penetrante debe efectuarse una vez que las partes a inspeccionar estén perfectamente limpias, secas y dentro de la temperatura indicada en 4.2.

Cualquiera sea la técnica del ensayo la aplicación del penetrante se podrá hacer por alguno de los siguientes métodos:

Inmersión
Mediante pinceles
Mediante pulverización
Pulverizado electrostatico.

Para la inmersión se utilizarán tanques de tamaño apropiado para asegurar que las partes queden perfectamente sumergidas.

La inmersión se puede efectuar individualmente o usando cestos o contenedores perforados que contengan una cantidad de piezas. En este último caso se debe asegurar que el penetrante moje toda la superficie a examinar.

El uso de pinceles es recomendado cuando no se puede aplicar la inmersión y no se dispone de buenas condiciones de ventilación.

La aplicación del penetrante mediante pulverización es apropiada para grandes partes y en el examen de soldaduras pero sólo puede ser aplicado cuando se dispone de buena ventilación o se trabaja al aire libre.

La pulverización se puede efectuar mediante pistolas accionadas a aire comprimido de baja presión, pulverizadores manuales o mediante aerosoles. Cuando así se determine, no se podrán usar propelentes halogenados o con contenido de asufre que afecte el material a ensayar.

5.6.- Tiempo de penetración: Una vez cubierta completamente la superficie a examinar con el penetrante se debe dejar un tiempo mínimo indispensable para asegurar la penetración en las discontinuidades pero se debe controlar que durante ese tiempo el penetrante no se seque.

En caso de que el penetrante muestre indicación de que comienza a secarse antes de que haya transcurrido el tiempo de penetración, se puede volver a aplicar penetrante.

Los tiempos mínimos de penetración recomendados para distintos materiales, procesos de fabricación y técnicas de examen se dan en la Tabla I. Se podrán usar otros tiempos que los recomendados siempre que sean especificados por el fabricante del penetrante para asegurar el máximo de sensibilidad.

5.7.- Remoción del exceso de penetrante: Luego de transcurrido el tiempo de penetración adecuado se debe proceder a la remoción de la película de penetrante que se extiende en la superficie.

El proceso de remoción depende de la técnica empleada en el ensayo. Cuando se trata de penetrantes fluorescentes el lavado debe efectuarse bajo luz negra para poder observar cuando ha sido completado.

5.7.1.- Penetrantes lavables con agua. Técnicas A1 y B1. La remoción se efectúa con pulverizador trabajando a 2 Atm. de presión, manteniendo la temperatura del agua por debajo de los 40°C. El lavado debe suspenderse inmediatamente de eliminado el penetrante de la superficie y de las rayaduras o agujeros si los hubiera, para evitar remover el retenido en los defectos.

Las partes pequeñas pueden ser lavadas individualmente o en canastos, en instalaciones fijas.

Las partes muy grandes se pueden lavar usando pulverizadores de mano teniendo en cuenta que en el caso de penetrantes fluorescentes se debe comenzar de abajo hacia arriba para evitar que el penetrante emulsionado corra sobre el resto y produzca una película difícil de remover.

En caso de ensayarse zonas reducidas de una pieza grande o no disponerse de pulverizador adecuado se podrá efectuar la remoción con trapos mojados en agua, usando un trapo húmedo limpio para la pasada final.

5.7.2.- Penetrantes post-emulsificables. Técnicas A2 y B2.

La remoción debe hacerse en dos etapas; en la primera se debe aplicar el emulsificador en forma de película que recubra a la del penetrante. El emulsificador debe difundir en el penetrante de la superficie sin llegar al que se encuentra en los defectos.

El emulsificador debe aplicarse mediante pulverización muy suave o por inmersión evitando que se mezcle con el penetrante.

El tiempo requerido para la acción del emulsificador es crítico, particularmente para detectar defectos abiertos y poco profundos. Generalmente este tiempo puede variar entre 10 segundos y 5 minutos. El tiempo óptimo debe ser determinado experimentalmente sobre una pieza similar a las que se deben ensayar, tomando como referencia al tiempo indicado por el fabricante. Para discontinuidades abiertas y poco profundas el tiempo óptimo será el mínimo necesario para emulsificar el penetrante superficial.

Una vez transcurrido el tiempo de emulsificación se debe proceder inmediatamente al lavado mediante pulverización de agua de acuerdo a lo descripto en 5.8.

Para la etapa de lavado no se debe usar el procedimiento por arrastre mediante trapos húmedos.

En caso de no poder efectuar el lavado en forma rápida debe sumergirse la pieza en agua para detener la acción del emulsificador.

5.7.3.- Penetrantes removibles con solvente. Técnicas A3 y B3.

La remoción se efectúa usando el solvente provisto o indicado por el fabricante del penetrante.

Se efectuará una pulverización ligera con el solvente y luego se arrastra el penetrante mediante trapos o papeles limpios humedecidos en solvente. En el caso de superficies rectificadas o poco rugosas se debe omitir la pulverización con solvente.

5.7.4.- Penetrantes de base no oleosa. Técnicas A4 y B4.

Estos penetrantes son muy solubles en agua y generalmente de baja viscosidad por lo tanto deben extremarse los cuidados para evitar la remoción del retenido en los defectos.

El proceso de remoción se efectuará en formasimilar al indicado para los penetrantes lavables con agua (A1 y B1) pero reduciendo al mínimo indispensable la pulverización con agua. Se recomienda interrumpir el flujo de agua al ser removido el grueso del exceso de penetrante y finalizar la remoción usando trapos limpios apenas humedecidos.

Para este tipo de penetrantes el inspector podrá exigir un ensayo previo de las condiciones de lavado para asegurarse que el procedimiento usado no disminuye la sensibilidad del ensayo.

5.8.- Revelado. Luego de la remoción del penetrante se debe aplicar el revelador en forma de suspensión acuosa, suspensión no acuosa o seco, según corresponda a la técnica en uso.

El revelador acuoso consiste en una suspensión del polvo fino en agua a la que se ha agregado un agente humectante. Si se trata de revelador no acuoso el vehículo debe ser un solvente compatible con el penetrante empleado, usandose generalmente alcohol. La concentración recomendada es de 50 a 75 grs. por litro y debe ser controlada antes de su uso de acuerdo a la norma IRAM sobre Materiales de Ensayo, en preparación.

Si el revelador está constituido por polvo seco su densidad aparente debe ser menor que 250 gr/l.

5.8.1.- Revelado húmedo acuoso. Se podrá utilizar este tipo de revelado en las técnicas A1, B1, A4 y B4.

Para obtener alta sensibilidad el revelador húmedo debe ser aplicado mediante pulverización fina sobre las partes previamente secadas con aire caliente, antes que estas se enfríen a fin de acelerar la evaporación del agua del revelador.

Alternativamente el revelador húmedo puede ser aplicado por pulverización fina sobre la pieza húmeda, eliminando la etapa de secado posterior a la remoción del penetrante pero se debe cuidar que no se formen lagunas de revelador o que el mismo no chorree arrastrando el penetrante sobre la pieza. Esto se debe cuidar particularmente en el caso de usar las técnicas A4 y B4.

El secado del revelador puede ser acelerado mediante una corriente de aire seco o ligeramente calentado.

5.8.2.- Revelador húmedo no acuoso. Este procedimiento se puede aplicar en las técnicas A1, B1, A2, B2, A3, B3, A4 y B4.

El procedimiento de aplicación es similar al descripto para revelador húmedo acuoso salvo las siguientes indicaciones.

- Las piezas deben estar perfectamente secas.
- No se debe aplicar el revelador en piezas cuya temperatura excede los 45°C.
- Se debe prever ventilación o extracción de los vapores del solvente.

Se usa generalmente para inspección de zonas parciales y cuando las piezas no son calentadas en la etapa previa de secado.

5.8.3.- Revelador seco. Su utilización está restringida a los penetrantes fluorescentes y debe aplicarse sobre las piezas perfectamente secas.

Pueden ser aplicados por inmersión de las piezas en el polvo, volcando el polvo sobre las piezas y haciendo caer el exceso mediante un ligero golpeteo o soplandolo sobre las piezas con aire seco a baja presión. Pueden también usarse pistolas electrostáticas que evitan la dispersión del polvo y facilitan su adherencia a las piezas.

El revelado con polvo seco ofrece una mejor definición de los defectos.

5.9.- Observación de las indicaciones. El tiempo necesario para la observación de las indicaciones depende del tipo de revelador y de defecto. La formación de una indicación requiere un cierto tiempo. Este tiempo y las variaciones que sufre la forma de la indicación en su transcurso se deben utilizar para la interpretación, por lo tanto se recomienda:

- Iniciar la observación inmediatamente de secado el revelador.
- Repetir la observación luego de 10 o 20 minutos.

La observación debe hacerse en condiciones de iluminación compatibles con el tipo de penetrante usado. Con penetrantes coloreados se debe efectuar la observación bajo luz blanca natural o artificial asegurando una iluminación adecuada, de acuerdo a lo especificado en la norma IRAM "Líquidos Penetrantes, instalaciones, equipos y accesorios". (En preparación).

Para la observación de penetrantes fluorescentes se utilizarán lámparas de luz negra en recintos oscurecidos debiendo asegurarse una intensidad de luz negra de 900 LUX en la superficie a examinar,

medida de acuerdo con la norma IRAM "Líquidos Penetrantes, instalaciones, equipos y accesorios". Esta intensidad puede ser menor en caso de requerirse menor sensibilidad. El inspector debe someterse a un período de adaptación de por lo menos 5 minutos en oscuridad antes de comenzar el examen. Se recomienda no obstante un tiempo de adaptación de 15 a 20 minutos si se exige la máxima sensibilidad.

5.10.- Presentación de los resultados. El responsable de la ejecución del ensayo debe preparar un informe escrito en el cual debe constar:

- Cliente u orden por la cual se efectúa el ensayo.
- Número o código de identificación de la especificación del ensayo provista por el responsable del diseño y/o normas de referencia.
- Condiciones de recepción de la pieza, material de la misma y planos de referencia.
- Tipo de penetrante y técnica usada.
- Preparación de la pieza, tipo de limpieza y secado.
- Forma de aplicación y tiempo de retención del penetrante.
- Forma de remoción y secado.
- Condiciones de revelado.
- Condiciones y tiempo de observación.
- Resultado del ensayo.

Este informe deberá ser firmado por el responsable del ensayo y el operador con indicación de lugar y fecha. En el mismo informe, si corresponde, se debe dejar lugar para la intervención del Inspector autorizado por el cliente, o autoridad interviniente.

El original del informe se entregará al cliente o al inspector, debiendo el responsable del ensayo archivar copia del mismo por lo menos durante el tiempo que duren las garantías de uso de las piezas inspeccionadas.

Referencias:

MIL-I-6866

ASTM-E165