

PRESENTADO POR:

YESSICA OCHOA, JORGE CORTES V,

LUIS PACHECO Y RAMIRO MAZA

INSTRUCTOR: JOSE LUIS VEGA LIZCANO

PROCEDIMIENTO DE TINTAS PENETRANTES



PROCEDIMIENTO PARA LA INSPECCION POR TINTAS PENETRANTES (PT).

INTRODUCCION

Una buena soldadura o un excelente material, no solo se puede calificar por lo que nuestros ojos alcancen a divisar; en muchas ocasiones necesitamos que otra herramienta nos ayude a visualizar lo que a simple vista detectamos, por ello debemos recurrir a la ayuda de los ensayos no destructivos. Por ello es importante resaltar que las uniones realizadas en campo, sean evaluadas continuamente por las técnicas no destructivas mencionadas anteriormente, por lo que pudiera resultar un trabajo redundante, lo cual es un error debido a que nunca dejará de ser de vital importancia el seguimiento o aseguramiento de la calidad de los trabajos realizados en obra, con ello se garantiza la integridad de los componentes estructurales que tienen o tendrán aplicación en algún proyecto de construcción o mantenimiento.

Con la aplicación de ensayos por TINTAS PENETRANTES, “mediante este instructivo” (procedimiento) esperamos llegar a identificar aquellas discontinuidades que a simple vista no logramos ubicar, establecer lo que con nuestro conocimiento puede establecerse como aceptable o no aceptable y dar un criterio al respecto.

No es nuestro objetivo, ni tenemos la capacidad para ello y determinar que este procedimiento contenga todas las instrucciones que seguramente un especialista en el tema establezca; pero al menos servirnos de guía para que podamos realizar el ensayo en nuestro proceso de aprendizaje, y con ello entregar una probeta con el máximo posible de discontinuidades ubicadas.

1. ALCANCE:

Este procedimiento fija las condiciones exigibles en la realización de Ensayos No Destructivos por medio de Líquidos Penetrantes y el cubrimiento de prueba estándar para el ensayo por líquidos penetrantes visibles tipo II, Método C con sensibilidad 1 bajo para tintas penetrantes, forma e para el revelador y solvente no halogenado para el removedor.

Este método de prueba cubre los procedimientos para el examen penetrante de materiales, para detectar discontinuidades abiertas a la superficie como grietas, costuras, vueltas, frío de materiales metálicos no porosos, ferrosos y no ferrosos.

2. OBJETIVO GENERAL

El objetivo de esta práctica es fijar y conocer las condiciones técnicas de ensayo de líquidos penetrantes, ejecutando y observando la detección de discontinuidades abiertas a la superficie en materiales no porosos, y en los que su superficie no presente excesiva rugosidad, o uniones metálicas soldadas.

3. JUSTIFICACION

Los elementos de soldadura y sus uniones hacen parte fundamental de la fabricación de máquinas, equipos, estructuras y herramientas; por ello mismo; la elaboración de procedimientos de calidad es fundamental para los procesos de armado y funcionamiento final, de ahí la importancia implementar controles que aseguren y minimicen la probabilidad de falla por efecto y causa de los depósitos de soldadura aplicados en una labor determinada, independiente del grado de responsabilidad y criticidad que tenga el elemento inspeccionado.

4. NORMAS DE REFERENCIA

Código ASME Sección V, Artículos 6 y 24

ANSI / ASTM E-165 Stándar Test Method por liquid penetrant

ASTM 1417 1999 Stándar Practice for liquid penetrant Examination

ASNT SNT-TC-1A - Recommended Practice for Personal Qualification and Certification in Non-destructive Testing

5. CONDICIONES GENERALES DEL ENSAYO:

La prueba por líquidos penetrantes es una técnica empleada para la detección de defectos superficiales tales como porosidad, roturas, pliegues y grietas que se presentan en cualquier tipo de superficie en este caso particular cordón de soldadura.

Para la efectividad de este ensayo debemos cumplir unas condiciones establecidos en la normatividad Las tareas y responsabilidades del personal de inspección deben estar de acuerdo con los estándares ASTM E 1417, ASTM E 165 y otros contenidos en SNT-TC-1A y ANSI/ASNT CP-189

5.1. CONDICIONES DEL INSPECTOR

El personal que está involucrado en la inspección debe tener todas las condiciones físicas necesarias para tal labor y deben ser soportadas por personal que tenga las competencias para emitir los certificados que se listan a continuación:

- Examen de agudeza visual cercana natural o corregida con capacidad de leer letras del tamaño J-1 según el estándar de prueba JAEGER o equivalente.
- Examen de capacidad de diferenciar colores con el estándar de prueba ISHIHARA
- Condiciones de movilidad efectiva motriz, utilizar mano izquierda y derecha.
- Condiciones para trabajo en altura y/o en espacios confinados cuando sea necesario.
- Capacidad de leer y escribir textos en el idioma español.
- El inspector debe estar calificado bajo norma SNT-TC-1A

5.2. CONDICIONES AMBIENTALES

Las condiciones ambientales para realizar el ensayo deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Debe realizarse en ambientes libres de impurezas.
- Para este caso de líquidos visibles la iluminación es de mínimo 100 lux
- Ausencia total de precipitaciones de cualquier elemento sólido particulado o fluido líquido o gaseoso.
- El lugar debe estar ventilado, debe ser no inflamable y por tanto se deben alejar de las fuentes de ignición.
- La temperatura del ensayo en el lugar asignado debe estar en un rango entre 10°C a 38°C.

5.3. HERRAMIENTAS, EQUIPOS, MATERIALES, EPP Y CONSUMIBLES A UTILIZAR

- ❖ Pieza metálica con junta soldada.
- ❖ Kit de ensayo no destructivo tintas penetrantes CANTESCO (Limpiador, penetrante, revelador).
- ❖ Guantes de látex y tapabocas.
- ❖ Rollo de papel o Wipe

6. CONCEPTOS BASICOS DE LA APLICACION POR LIQUIDOS PENETRANTES

El Procedimiento de Inspección con Tintas Penetrantes Visibles se utiliza principalmente para controlar la calidad de Soldaduras en uniones metálicas.

Al aplicar este tipo de pruebas es importante que logremos identificar principalmente de forma cuantitativa, el valor de ciertas propiedades que poseen los materiales como lo pueden ser: dureza, tenacidad, resistencia mecánica, elasticidad, etc. No es lo mismo aplicar un Ensayo No Destructivo sobre una pieza de acero al carbono que una en fundición de aluminio o de bronce.

Para la inspección con el ensayo no destructivo de Tintas Penetrantes, es necesario un procedimiento escrito, puede haber un procedimiento principal o un procedimiento específico para cada aplicación según lo que estudio en normas como (ASTM E-1417, 1999) y ASTM E 1417, ASTM E 165.

El procedimiento escrito tiene que incluir las variables esenciales, ya estudiadas en el Código ASME V artículo 6, T-621.1. (ASME V Boiler and Pressure Vessel Code, 2010).

6.1. CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DEL LIQUIDO PENETRANTE

El criterio de selección del método se hará de acuerdo a los requerimientos establecidos por la norma aplicada y basado en el criterio, experiencias previas y la condición del equipo a ser inspeccionado según tablas anexas que al investigar nos ayudan a determinar la selección del líquido penetrante.

| PENETRANTE SOLVENTE REMOVEDOR | |
|--|---|
| VENTAJAS | LIMITACIONES |
| No es necesaria la luz negra para su observación. | Solo removible con solvente |
| Removedor de solvente no halogenado | Requiere de una buena limpieza |
| Secado rápido | Solo se puede aplicar en defectos superficiales |
| Mínimo contenido de residuos | |
| Ideal para usar donde no se desean o se prohíben los solventes con cloro | Puede haber una selección errada |
| Adecuado para usar en bajas temperaturas | Suele ser inflamable |
| Puede emplearse en piezas en las que no está permitido el uso de agua para su lavado | Es muy sensible para pequeñas discontinuidades. |

7. APLICACIÓN PRACTICA DEL METODO DE LÍQUIDOS PENETRANTES

Después de haber estudiado los factores principales que intervienen en la Inspección con Tintas Penetrantes y de analizar las restricciones o aspectos relevantes o muy importantes tener en cuenta a la hora de realizar este tipo de ensayo no destructivo; vamos a centrarnos en la práctica que iríamos a desarrollar.

Para el desarrollo de la actividad a realizar se ha escogido el siguiente proceso que se especifica en la siguiente tabla de clasificación de procesos y materiales para ensayos de tintas penetrantes.

| TINTA PENETRANTE | | |
|---------------------------|---------|--|
| TIPO | II | Tinta penetrante visible |
| METODO | C | Solvente removedor |
| SENSIBILIDAD | NIVEL 1 | Baja |
| REVELADOR | | |
| FORMA | E | No acuoso para tintas penetrantes visibles Tipo II |
| SOLVENTE REMOVEDOR | | |
| CLASE | 2 | NO HALOGENADO |

El método de líquidos penetrantes es confiable cuando las partes a ser examinadas se encuentran limpias y libres de cualquier contaminante, materiales extraños, tanto en la superficie como en el interior de las discontinuidades, dado que estas al ser presentes en el material reducen el tamaño de las mismas o en el peor de los casos las bloquean.

7.1. PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

Antes de iniciar el proceso de inspección el inspector debe realizar las siguientes actividades previas:

- Colocarse los elementos de protección personal (guantes de látex y tapabocas).
- Observar el estado inicial de la pieza.

Luego de tener en cuenta los puntos anteriores se deben garantizar los siguientes aspectos:

Como se dijo con anterioridad, todas las superficies para examinar deben estar limpio, seco y libre de suciedad, aceite, grasa, pintura y otros revestimientos, productos de corrosión, incrustaciones, metal manchado, fundente de soldadura, residuos químicos o cualquier otro material que pueda evitar que el penetrante entre a las discontinuidades, y suprimen el rendimiento del tinte o produzcan una aceptable antecedente.

De acuerdo con el estado de la pieza a examinar seleccionamos el procedimiento a seguir para los cuales describimos en las siguientes opciones:

Opción 1: Si la pieza a inspeccionar solo presenta algunas suciedades como grasa, aceites y otros productos de la corrosión; se puede iniciar con un **Limpiador base solvente (Solvent Wash)** aplicando el **spray (CLEANER)** después de agitarlo suavemente, seguimos con el cepillo de cerdas metálicas, se gira o desliza sobre la superficie y con un papel especial o wipe (material seco, limpio y sin pelusa) se retira los residuos de suciedades.

Opción 2: Cuando la superficie a inspeccionar presenta otros tipos de residuos, como alta o media concentración de corrosión, incrustaciones de metal o residuos del fundente; se debe realizar una limpieza **Mecánica (Mechanical)**; la cual se realiza mediante desbaste (disco abrasivo de pulir o grata con disco de cerdas metálicas). Pero tenga en cuenta que esto no es aplicable para metales o materiales aluminio, cobre, u otros metales blandos, porque el cepillo puede generar falsas discontinuidades.

Después del cepillado, puede aplicar **spray (CLEANER)** después de agitarlo suavemente, seguimos con el cepillo de cerdas metálicas, se gira o desliza sobre la superficie y con un papel especial o wipe (material seco, limpio y sin pelusa) se retira los residuos de suciedades.

Se debe tener mucho cuidado con el rectificado y el mecanizado en las operaciones para evitar enmascarar discontinuidades

Opción 3: La **Limpieza (Alkaline)** que utiliza hidróxido de sodio en solución es una opción que utilizaríamos para retirar contaminantes grasos, aceites, cascarilla, material para pulir grasas y depósitos de carbón y además es muy útil para retirar superficies con residuos óxidos, pero esta opción es algo más costosa y se utiliza para casos específicos pero teniendo presente que para aleaciones a base de Níquel, Titanio y acero inoxidable austeníticos no está permitido el uso de agentes químicos alcalinos mayores al 1%.

7.1.1. Secado después de la Pre-limpieza (DRY)

El secado después de la pre-limpieza es fundamental; ya que la superficie de la pieza debe estar completamente seca después de la pre-limpieza, dado que cualquier residuo líquido dificultará la entrada del penetrante.

Es importante tener en cuenta que residuos de procesos de limpieza como fuertes álcalis, soluciones de decapado y cromatos, en particular, pueden adversamente reaccionar con el penetrante y reducen su sensibilidad y rendimiento.



El secado se puede lograr mediante aire caliente forzado (secador) cuando se realiza el ensayo en ambientes de temperatura de clima frío o exponiéndolas a temperatura ambiente (para el caso de estos climas cálidos de la costa).

El tiempo de espera del secado es casi que inmediato y depende básicamente de las condiciones del clima, pero básicamente es de 1 minuto.

7.2. APLICACIÓN DEL PENETRANTE (Penetrant Application)

Una vez que la pieza se ha limpiado y secado y se encuentra dentro del rango de temperatura especificado en el párrafo anterior; se aplica el penetrante a la superficie a examinar, de modo que toda la pieza o área a examinar quede completamente cubierta con el penetrante.

La Tinta Penetrante del Tipo II (Visible), será aplicada mediante un spray provisto por el fabricante



(PENETRANT) y se lo hará sobre la superficie a examinar, formando una fina capa en forma continua y uniforme, desde una distancia **mínima de 30 cm** entre el spray y la superficie a ser ensayada **e inclinando al spray ligeramente** con un ángulo ascendente (positivo); esto es para asegurar que los sólidos, líquidos y gases contenidos dentro del recipiente salgan en las cantidades que fueron previstas por el fabricante, solo así se logrará usar el 100% del contenido

Luego de aplicar el penetrante **cuente hasta cinco** para revisar que la pieza se ha secado, si ello no ocurre deberá repetir todo el procedimiento.

Las temperaturas del componente, del penetrante y del ambiente deben estar en el rango de 40 a 125 ° F (4 a 52 ° C).

7.2.1. Tiempo de permanencia del penetrante (Dwell time)

Para los tiempos de permanencia del penetrante, la recomendación habitual es que utilicemos lo establecido en la tabla 2 de la norma ASTM E165 o los tiempos que maneja el fabricante "CANTESCO".

El tiempo se cuenta desde el momento en que se aplica el penetrante y se deja secar la pieza entre 5 – 10 minutos dependiendo del tipo de material a inspeccionar según se especifica en la siguiente tabla.

TABLE 2 Recommended Minimum Dwell Times

| Material | Form | Type of Discontinuity | Dwell Times ^A (minutes) | |
|--|---|--|------------------------------------|------------------------|
| | | | Penetrant ^B | Developer ^C |
| Aluminum, magnesium, steel, brass and bronze, titanium and high-temperature alloys | castings and welds | cold shuts, porosity, lack of fusion, cracks (all forms) | 5 | 10 |
| | wrought materials—extrusions, forgings, plate | laps, cracks (all forms) | 10 | 10 |
| Carbide-tipped tools | | lack of fusion, porosity, cracks | 5 | 10 |
| Plastic | all forms | cracks | 5 | 10 |
| Glass | all forms | cracks | 5 | 10 |
| Ceramic | all forms | cracks, porosity | 5 | 10 |

^A For temperature range from 50 to 100°F (10 to 38°C) for fluorescent penetrants and 50 to 125°F (10 to 52°C) for visible penetrant.

^B Maximum penetrant dwell time in accordance with 8.5.2.

Si la temperatura en la superficie a ensayar supera los 35°C es conveniente considerar un tiempo menor de permanencia de la Tinta, o hacer el trabajo en un horario en que la temperatura sea menor. En ese caso, se recomienda considerar un tiempo máximo de permanencia menor a 10 minutos, porque la Tinta se seca fácilmente.

Cuando se utilizan materiales penetrantes en aceros inoxidables austeníticos, titanio, níquel u otras aleaciones de alta temperatura, la necesidad de restringir o evitar impurezas como azufre y halógenos, deben tenerse en muy cuenta cuando estos son metales alcalinos, dado que estas impurezas pueden causar fragilización o corrosión, particularmente a temperaturas elevadas.

7.2.2. Remover el exceso de tinta penetrante de la superficie

La técnica para remover el exceso de Tinta Penetrante es un paso muy importante dentro del proceso de examinación de las soldaduras.

Los penetrantes removibles con solvente están diseñados de manera que el exceso de penetrante de la superficie debe secarse el paso es el siguiente:

Por evaporación, o con un paño o toalla seca y sin pelusa, se retiran las trazas restantes, deben eliminarse suavemente con el removedor de solvente, lo que se hace aplicando en un paño el removedor y aplicándolo en un solo sentido sobre la superficie a examinar.

Si el paso de limpieza no es efectivo, como se evidencia por dificultad para eliminar el exceso de penetrante, seque la pieza y repita la pre-limpieza.

Recuerde que para minimizar la eliminación del penetrante de las discontinuidades, se debe tener cuidado de evitar el uso de exceso de solvente. Está prohibido lavar la superficie con disolvente para eliminar el exceso de penetrante.

El tiempo mínimo para remover la Tinta es de un (1) minuto.

7.3. APLICACIÓN DEL REVELADOR (Developer)

Los componentes deben estar secos antes de aplicar el revelador.

El revelador seco se debe aplicar de tal manera que entre en contacto con todas las superficies a inspeccionar.

Se aplica cuando la pieza inspeccionada, se encuentre completamente seca después de la remoción del exceso de Tinta Penetrante; sin que el tiempo de **secado supere un minuto**.



El proceso consiste en aplicar un tercer líquido blanco llamado revelador o fijador (**DEVELOPER**) CANTESCO, con gran capacidad de absorción. Este líquido absorbe el penetrante que no ha quedado en las discontinuidades, quedando manchados de color rojo solo los lugares donde existen defectos. De este modo, a simple vista, ya se puede realizar la inspección.

El revelador se aplicará sobre toda la superficie para formar una capa blanca uniforme que proporcione un contraste de color adecuado para las indicaciones de los penetrantes, **para proceder a aplicarlo debe agitarlo suavemente hasta lograr que el balín metálico que contiene empiece a sonar**.

La uniformidad y el espesor del recubrimiento revelador es importante para ambos tipos de sistemas penetrantes.

El Revelador será aplicado sobre toda la superficie de manera uniforme y a una distancia mínima entre el spray y la superficie inspeccionada de 30 cm. El revestimiento blanco que provee el Revelador es básico para generar contraste y poder observar las indicaciones de la Tinta Penetrante de color rojo.

Hacer un depósito uniforme sobre la superficie; si se coloca muy poco revelador puede que no se muestren las discontinuidades y un exceso, puede enmascarar defectos de fabricación. Por tanto, se debe aplicar una película fina, lo cual es fundamental para la interpretación final.

Lo más importante de los Reveladores no acuosos es agitar el contenido del spray frecuentemente, para lograr que las partículas sólidas queden suspendidas uniformemente en el líquido; eso se comprueba con el color que tiene el Revelador, debe ser de color blanco tiza y se tiene que apreciar una mezcla pareja entre sólidos, líquidos y gases tal como se nos señaló en la norma (ASTM E-1417, 1999).

El exceso de revelador seco puede eliminarse después del tiempo de revelado mediante un ligero golpecito o una ligera descarga de aire que no exceda los 5 psi.

7.3.1. Tiempo de revelado

El tiempo de revelado, comienza inmediatamente después que la capa del Revelador en la superficie inspeccionada este completamente seca; para el caso de del Revelador CANTESCO en spray, la evaporación es muy rápida por evaporación y el secado es instantáneo. (ASME V)

En la siguiente tabla se puede observar que el tiempo de revelado es de 10 minutos en todos los casos de materiales.

TABLE 2 Recommended Minimum Dwell Times

| Material | Form | Type of Discontinuity | Dwell Times ^A (minutes) | |
|--|---|--|------------------------------------|------------------------|
| | | | Penetrant ^B | Developer ^C |
| Aluminum, magnesium, steel, brass and bronze, titanium and high-temperature alloys | castings and welds | cold shuts, porosity, lack of fusion, cracks (all forms) | 5 | 10 |
| | wrought materials—extrusions, forgings, plate | laps, cracks (all forms) | 10 | 10 |
| Carbide-tipped tools | | lack of fusion, porosity, cracks | 5 | 10 |
| Plastic | all forms | cracks | 5 | 10 |
| Glass | all forms | cracks | 5 | 10 |
| Ceramic | all forms | cracks, porosity | 5 | 10 |

^A For temperature range from 50 to 100°F (10 to 38°C) for fluorescent penetrants and 50 to 125°F (10 to 52°C) for visible penetrant.

^B Maximum penetrant dwell time in accordance with 8.5.2.

Advertencia: acerca de los vapores producto del proceso; El empaque del revelador puede ser peligroso. Debe proporcionarse una ventilación adecuada en todos los casos, pero especialmente cuando la superficie a examinar se encuentra dentro de un recinto cerrado, como un tambor o recipiente de proceso o un pequeño tanque de almacenamiento.

7.3.2. Tiempo para que aparezca la indicación

Este es Inversamente proporcional al volumen de la discontinuidad. Las discontinuidades grandes aparecen rápidamente mientras que habrá que dejar actuar el revelador un cierto tiempo para que vayan apareciendo las más pequeñas.

La superficie examinada deber ser observada de cerca durante la aplicación del revelador para monitorear el comportamiento de indicaciones que tienden a sangrar profusamente.

La interpretación final debe ser hecha después que el penetrante ha sangrado 7 a 30 minutos.

7.4. INSPECCION

Una vez aplicado las tintas; si el proceso se hace de manera efectiva deben revelarse las discontinuidades. Si la tinta aparece en exceso sobre el revelador, es difícil establecer el tipo de discontinuidad, por ello, es conveniente en todos los casos, observar las superficies de los depósitos de soldadura en busca de discontinuidades, desde el mismo momento de la aplicación del revelador.

Para la interpretación de los resultados, se puede utilizar luz artificial o luz natural, se deben analizar los resultados a plena luz del día o en caso contrario, se debe proveer una linterna de luz blanca o amarilla en buenas condiciones de funcionamiento

Existen una serie de indicaciones que de acuerdo con sus características nos determinan los siguientes tipos:

Indicaciones alargadas (linear indications):



En general se clasifican como indicaciones alargadas a todas aquellas indicaciones cuya longitud L es mayor a 3 veces su ancho A : ($L > 3A$).

Indicaciones redondeadas (rounded indications): En general se clasifican como indicaciones redondeadas a todas aquellas indicaciones cuya longitud L es menor o igual a 3 veces su ancho A : ($L \leq 3A$).



Indicaciones alineadas (radiografía): Tres o más indicaciones alineadas aproximadamente paralelas al eje de la soldadura, espaciadas lo suficientemente cerca entre ellas como para ser considerada discontinuidad única e intermitente

7.4.1. Evaluación

Para la interpretación de los resultados, se puede utilizar luz artificial o luz natural, se deben analizar los resultados a plena luz del día o en caso contrario, se debe proveer una linterna de luz blanca o amarilla en buenas condiciones de funcionamiento.

La calificación de los procedimientos utilizando tiempos o condiciones diferentes de los especificados o para los nuevos materiales se pueden realizar mediante cualquiera de los métodos y debe ser acordado por las partes contratantes.

Una pieza de prueba que contiene una o más discontinuidades de las más pequeños pero relevantes se suman y se determina si es o no aceptable. La probeta puede contener discontinuidades reales o simuladas, siempre que muestre las características de las discontinuidades encontradas en el examen del producto.

7.4.2. Criterios de aceptación / rechazo

Las indicaciones que sean relevantes deben ser evaluadas en función de los criterios de aceptación o rechazo que fije la norma bajo la cual se calificaran los defectos encontrados indicados en la actividad a desarrollar.

Para evaluar las indicaciones, se utilizarán los siguientes Criterios de Aceptación / Rechazo:

Los criterios de aceptación/rechazo, están establecidos en las normas de referencia:

- ❖ Para tanques, API 650 envía a ASME Sección VIII Apéndice 8.
- ❖ Para tuberías de Proceso, ASME B31.3 Tabla 341.3.2 (tubería para operar a baja o Sch40 y mediana presión o Sch80).
- ❖ Para estructuras metálicas soldadas, AWS D1.1 Sección 6, parte C, Tabla 6.1

Para las inspecciones con Tinta Penetrante Visible (Tipo II), se debe interpretar todas las indicaciones.

Las piezas que no tienen indicaciones o que tienen indicaciones no relevantes, son aprobadas. Las piezas que tienen indicaciones relevantes pero que pueden aceptarse de acuerdo con los criterios de aceptación/rechazo, también son aprobadas.

Cuando existen indicaciones relevantes y existe la duda del inspector, se tiene que limpiar el revelador y volver a colocar nuevamente el revelador y el tiempo.

7.5. LIMPIEZA FINAL

La limpieza final deberá llevarse a cabo debido a que los productos usados en el ensayo pueden interferir con los procesos siguientes o tener un efecto nocivo para las piezas en servicio.

Los productos utilizados en el proceso con líquidos penetrantes pueden reaccionar con los materiales de la pieza en servicio y producir corrosión. Cualquiera de los métodos usados en la limpieza previa puede ser empleado en la limpieza final

Para el proceso de limpieza se utiliza nuevamente paños y un limpiador base solvente que se aplica sobre el paño, retirando todo el excedente de tinta que se ha aplicado sobre la pieza, dejando lo más limpia posible para evitar como se señaló problemas futuros en la pieza inspeccionada.

8. CONCLUSIONES

- ❖ Es un ensayo no destructivo que permite ensayar toda la superficie de la pieza, no importando su tamaño.
- ❖ No necesita equipos complejos o caros. En general, es un ensayo económico, de poco coste.
- ❖ Puede realizarse de forma automatizada o manual, donde no hay suministro de electricidad o agua y se puede aplicar a una amplia gama de materiales.
- ❖ Sólo detecta discontinuidades abiertas a la superficie y no puede detectar discontinuidades subsuperficiales.
- ❖ No se puede aplicar a materiales porosos y las superficies a ensayar tienen que estar completamente limpias (sin pinturas ni recubrimientos).