


<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> ANEXO 1 Especificaciones Técnicas de Ensayos No Destructivos Documento al que pertenece: <i>ITM.002 "Ensayos No Destructivos - END"</i> </div> </div>		
Revisión 2	Vigente desde: 12.08.2025	Página: 1/ 10

I. Inspección Visual:

La inspección visual se debe realizar antes de cada operación, verificando que el elemento no presente ninguna deformidad por impacto o por haber sido sometido a condiciones severas como factores climáticos (humedad, erosión). Con la inspección visual se pueden detectar potencialmente:

- Fallas superficiales externas o internas
 - Porosidades
 - Corrosión
 - Desalineamiento
 - Daños mecánicos
- a. **Localización:** Cubre tanto la inspección externa (accesos, zonas de unión, salidas, conexiones y estructuras de soporte) como la evaluación de zonas críticas (soldaduras, corrosiones y señales de desgaste) en equipos asociados.
- b. **Requisitos y equipos:**
- Iluminación natural o sistema de iluminación (portátil o fijo) que cumplan normativas para asegurar la visibilidad de las superficies.
 - Cámara o dispositivo para captar imágenes, dron o
 - dispositivo de registro (móvil),
 - Equipo de protección personal adecuado.
- c. **Calificación del personal:** Se requiere un inspector certificado como mínimo Nivel I (para inspecciones básicas) pudiendo requerir mayor grado de especialidad de acuerdo a la criticidad de la zona o riesgos identificados en el análisis de riesgo previo.
- d. **Procedimiento:**

Antes de realizar la Inspección Visual se requiere conocer el historial, informes de mantenimiento y datos técnicos del ducto, verificar el estado actual de la infraestructura.

Verificación de dispositivos de registro y cualquier equipo auxiliar de acuerdo a normativas y verificar el uso adecuado del EPP.

Las Inspecciones visuales en YPFB TRANSPORTE S.A., acompañan la ejecución de los END, por tanto, se registran en los formularios correspondientes al END.

Ejecución de la inspección visual:


Recorrido y Observación directa: Realizar un recorrido a lo largo del ducto asegurando la observación minuciosa de superficies, uniones, soldaduras, zonas de corrosión, fugas y cualquier anomalía. Registrar los hallazgos en el formulario correspondiente, para posterior revisión y validación.

II. Medición Ultrasónica de Espesores:

a. Localización de medición de espesores.

Para efectuar la medición de espesores se deberá utilizar la técnica de ultrasonido, tanto en puntos de la línea regular como en sitios donde el desgaste de pared puede ser importante, tal es el caso de:

- a) Puntos de inyección de inhibidores de corrosión.
- c) Pasos aéreos.
- d) Interfaces aire-tierra.
- e) Accesorios y conexiones.
- f) Tramos de cambio de dirección.
- g) Puntos de apoyo de la tubería.
- h) Sitios requeridos de acuerdo al criterio del diseñador.

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;"> ANEXO 1 Especificaciones Técnicas de Ensayos No Destructivos Documento al que pertenece: ITM.002 "Ensayos No Destructivos - END" </div> </div>		
Revisión 2	Vigente desde: 12.08.2025	Página: 2/ 10

Cuando se trate de tramos rectos de línea regular enterrado o superficial, se deben definir las Localizaciones de Medición de Espesores (LME) para el trayecto. Esta selección de las LME debe considerar el potencial de desgaste del espesor en puntos críticos ante cualquier efecto (incluido la corrosión), y la consecuencia de falla de la tubería a inspeccionar.

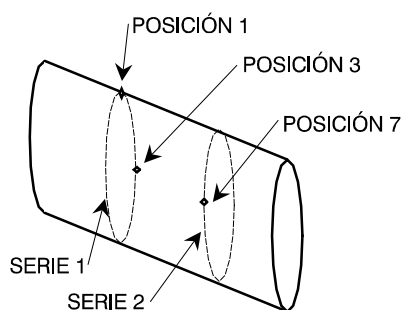
Cuando se trate de tramos enterrados se deben realizar las excavaciones correspondientes y limpiar la zona próxima a la tubería para efectuar la medición, una vez efectuada ésta, se debe restituir el recubrimiento en caso de que haya sido retirado, rellenar y dejar en las mismas condiciones el área donde se efectuó.

b. Medición de Espesores en ductos fuera de las Estaciones

El control del espesor de las tuberías fuera de las estaciones se debe ejecutar en los siguientes casos:


- Previo a las instalaciones de camisas a lo largo del trazo de la soldadura circunferencial.
- Previo a la instalación de tejos a lo largo de toda la soldadura.
- Previo a la aplicación o mantenimiento de revestimientos al ducto.
- Previo a la conexión de cables de protección catódica con soldadura exotérmica (cadweld).
- En lugares donde se sospeche de pérdidas de espesor de pared.

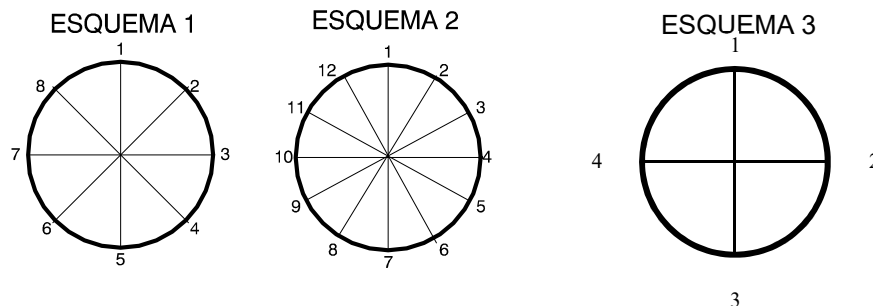
Los lugares donde se realicen mediciones se identifican con un **número de serie** y un **número de posición**. Las distintas **posiciones** se ubican en forma perimetral sobre la cañería a medir formando una **serie**. En una cañería, por ejemplo, se ubican según el siguiente croquis:



Se realiza una primera serie de mediciones a 5 cm de algún origen (soldadura, brida, codo, etc.) tomados en el sentido de dirección del flujo. Si no existe dicho origen se marca algún número o señal que se especifica en el informe de la inspección. Se realizan series sucesivas a distancias fijas e iguales en función del diámetro del caño de acuerdo a lo indicado en el cuadro 2. Si por alguna razón se considera variarlas, se especifica en el informe de la inspección. Las series se numeran en forma correlativa, según el sentido de dirección del flujo. La numeración de las posiciones se realiza de acuerdo con los esquemas 1 y 2 en el sentido horario y colocándose frente al sentido de dirección del flujo.

En cañerías horizontales o inclinadas, la posición 1 está situada en el medio superior de los mismos. En cañería vertical se considera posición 1 a la ubicada en la parte de la cañería unida a aquella que permita mantener la continuidad de la línea, con la correspondiente posición 1 de la cañería horizontal o inclinado inmediato anterior, en sentido de circulación del fluido.

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: left;">  </div> <div style="text-align: center;"> ANEXO 1 Especificaciones Técnicas de Ensayos No Destructivos Documento al que pertenece: <i>ITM.002 "Ensayos No Destructivos - END"</i> </div> </div>		
Revisión 2	Vigente desde: 12.08.2025	Página: 3/ 10



CUADRO 1: Posiciones y Distancias entre series para la medición de espesores.

DIÁMETRO (PULG.)	DIÁM. EXT. (cm)	PERIM. APROX. (cm)	ESQUEMA DE POSICIONES	DIST. ENTR. SERIES (cm)
<4 ½			3	
4 ½	11,4	36	1	70
6 5/8	16,8	53	1	70
8 5/8	21,9	69	1	70
10 ¾	27,3	86	1	100
12 ¾	32,4	102	1	100
16	40,6	128	2	150
20	50,8	160	2	200
24	60,9	192	2	200
36	76,2	240	2	200

Espesor mínimo requerido

La tubería de acero al carbono debe tener un espesor mínimo de pared requerido para soportar los esfuerzos producidos por presión interna.

Para t , el **espesor nominal** para una presión de diseño dada, será determinado por la siguiente expresión:

$$t = \frac{P_i * D}{2 * SMYS * f_{cp}}$$

Dónde:

t = Espesor de pared de acero de la tubería, en mm (pulg.).


P_i = Presión interna de diseño, en kPa (lb/pulg²).

La presión de diseño será tomada para el sistema gasoductos del procedimiento *PO.006 Operación del Sistema de Transporte de Gas Natural por Ductos*, para el sistema de oleoductos del procedimiento *PO.039 Operación del Sistema de Transporte de Hidrocarburos Líquidos por Ductos*.

D = Diámetro exterior nominal de la tubería, en mm (pulg.).

$SMYS$ = Esfuerzo de fluencia Mínimo Especificado (Specified Minimum Yield Strength), en kPa (lb/ pulg²).

f_{cp} = Factor de capacidad permisible por presión interna de diseño.

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> ANEXO 1 Especificaciones Técnicas de Ensayos No Destructivos Documento al que pertenece: ITM.002 “Ensayos No Destructivos - END” </div> </div>		
Revisión 2	Vigente desde: 12.08.2025	Página: 4/ 10

El factor de capacidad permisible (f_{cp}) se determina como sigue:

$$f_{cp} = f_{DIS} * f_{TEMP} * f_{JL}$$

Dónde:

f_{DIS} = Factor de diseño por clase de localización que depende del tipo de fluido transportado, de acuerdo al cuadro 2 para Gas y 0.72 para Líquido.

f_{TEMP} = Factor de diseño por temperatura, (Cuadro 4).

f_{JL} = Factor de junta longitudinal, (Cuadro 5).

Cuadro 2: Factor de diseño por clase de localización (f_{DIS}) para ductos que transportan gas

Clasificación por clase de localización	Factor de diseño (F_{DIS})
Clase 1	0.72
Clase 2	0.60
Clase 3	0.50
Clase 4	0.40

Fuente: ASME B 31.8

c. Clasificación por clase de localización para Gas

El área unitaria debe ser la base para determinar la clasificación por clase de localización en ductos que transportan gas, la cual comprende una zona de 1600 m. (1 milla) de longitud en la ruta de la tubería con un ancho de 400 m (1/4 milla), 200 m a cada lado del eje de la tubería. La clasificación se debe determinar de acuerdo con el número de construcciones localizadas en esta área unitaria. Para propósito de esta norma, cada vivienda o sección de una construcción destinada para fines de ocupación humana o habitacional se considera como una construcción por separado.


Clase de localización 1. Corresponde con la tubería que en su área unitaria se tienen 10 o menos construcciones destinadas a ocupación humana.

Clase de localización 2. Corresponde a aquella tubería que en su área unitaria se tienen más de 10 pero menos de 46 construcciones destinadas a ocupación humana.

Los ductos que cumplan con las Clases 1 o 2, pero que dentro de su área unitaria se encuentren al menos un sitio de reunión o concentración pública de más de 20 personas, tales como iglesias, escuelas, salas de espectáculos, cuarteles, hospitales o áreas de recreación, se deben considerar dentro de los requerimientos de la Clase de Localización 3.

Clase de localización 3: Es la tubería que cumple con una de las siguientes condiciones:

- Cuando en su área unitaria se tengan 46 o más construcciones destinadas a ocupación humana.
- Cuando exista una o más construcciones a menos de 90 m (0,056 millas) del eje de la tubería y se encuentre (n) ocupada(s) por 20 o más personas por lo menos 5 días a la semana durante 10 semanas al año.
- Cuando exista un área al aire libre bien definida a menos de 100 m (0,062 millas) del eje del ducto y ésta sea ocupada por 20 o más personas durante su uso normal, tal como un campo deportivo, un parque de juegos, un teatro al aire libre u otro lugar público de reunión.
- Cuando se tenga la existencia de áreas destinadas a fraccionamientos o casas comerciales, en donde se pretende instalar una tubería a menos de 100 m (0,062 millas), aun cuando al momento de su construcción, solamente existan edificaciones en la décima parte de los lotes adyacentes al trazo.
- Cuando el ducto se localice en sitios donde a 100 m (0,062 millas) o menos haya un tránsito intenso u otras instalaciones subterráneas (ductos de agua, eléctricos, drenajes, entre otros), en el entendido de

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> ANEXO 1 Especificaciones Técnicas de Ensayos No Destructivos Documento al que pertenece: <i>ITM.002 "Ensayos No Destructivos - END"</i> </div> </div>		
Revisión 2	Vigente desde: 12.08.2025	Página: 5/ 10

que se considera tránsito intenso un camino o carretera pavimentada con un flujo de 200 o más vehículos en una hora pico de aforo. Cuando exista un cruce de carretera con tráfico intenso, considerar 200 m antes y 200 m después a partir de los límites de la misma.

Clase de localización 4: Corresponde a la tubería que en su área unitaria se encuentran edificios de 4 o más niveles contados desde el nivel de suelo, donde el tráfico sea pesado o denso; o bien, donde existan numerosas instalaciones subterráneas.

Cuando exista un grupo de casas o edificaciones cercanas a la frontera que divide dos Clases, las áreas unitarias se deben ajustar considerando el nivel de seguridad más crítico (Clases) extendiéndose 200 m (0,124 millas) desde el último edificio del grupo más próximo a la siguiente área unitaria de menor nivel de seguridad, siguiendo el eje de la tubería, y que cumpla con los requerimientos del correspondiente nivel de seguridad.

Para ductos cuya longitud sea menor que 1 600 m (1 milla), la clasificación debe ser asignada de acuerdo a la que corresponda a un ducto de 1 600 m (1 milla) de longitud que atraviese la misma área.

Cuadro 3: Factores de diseño (f_{DIS}) para construcción de ductos de acero que transportan gas, de acuerdo al tipo de instalación por donde atraviesa

Tipo de instalación	Clasificación por clase de localización			
	1	2	3	4
Ductos, troncales y de servicio	0,72	0,60	0,50	0,40
Cruces de caminos y vías de FF.CC.				
a) Caminos privados.	0,72	0,60	0,50	0,40
b) Caminos sin pavimentar	0,60	0,60	0,50	0,40
c) Caminos, autopistas o calles públicas, vías de FF.CC.	0,60	0,50	0,50	0,40
Ductos paralelos a caminos y vías de FF.CC.				
a) Caminos privados.	0,72	0,60	0,50	0,40
b) Caminos sin pavimentar	0,72	0,60	0,50	0,40
c) Caminos, autopistas o calles públicas, vías de FF.CC.	0,60	0,60	0,50	0,40
Ductos sobre puentes	0,60	0,60	0,50	0,40


Fuente: ASME B31.8

Cuadro 4: Factor de diseño por temperatura (f_{TEMP})

Temperatura		Factor de Diseño (f_{TEMP})
°C	°F	
121 o menos	250 o menos	1,000
149	300	0,967
177	350	0,933
204	400	0,900
232	450	0,867

Fuente: ASME B31.8

Cuadro 5: Factor de junta longitudinal f_{JL}

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;"> ANEXO 1 Especificaciones Técnicas de Ensayos No Destructivos Documento al que pertenece: <i>ITM.002 "Ensayos No Destructivos - END"</i> </div> </div>		
Revisión 2	Vigente desde: 12.08.2025	Página: 6/ 10

Tipo de Tubería	Factor de junta longitudinal (f _{JL})
Soldadura longitudinal por arco sumergido (SAWL)	1,0
Soldadura por resistencia eléctrica (ERW)	1,0
Soldadura helicoidal por arco sumergido (SAWH)	1,0

Calculado el espesor mínimo y colectado los datos de medición de espesores en el formulario FO.022; una vez verificado que ningún valor es menor al calculado, se puede proceder al cierre de la OT (orden de trabajo) que dio lugar a la tarea de medición de espesores, adjuntando al cierre de OT la planilla FO.022 en editable.

En caso de que algún valor colectado sea menor al valor mínimo de espesor calculado se procede de acuerdo a lo indicado en el inciso 3.3.

d. Medidas Correctivas

Una vez obtenido el espesor mínimo se podrá verificar si existen valores puntuales en el tramo que se está evaluando, los cuales no cumplan con el espesor mínimo, al igual que sectores que presenten daños por corrosión, para estos casos se deberá utilizar el *ITM.085 de Reparación de cañerías*, el cual cuenta con el formulario *FO.040 Hoja de reparación de anomalías*, en el que se calculará si será requerida la instalación de una camisa de refuerzo, de ser esta situación afirmativa se deberá solicitar una orden de trabajo para solucionar esta anomalía. Se podrá cerrar la OM (orden de mantenimiento) que dio lugar a la tarea de medición de espesores adjuntando la siguiente información:

- FO.022 Datos de Espesores Colectados en Digital.
- Número de OM que se generó para colocar el refuerzo.

En caso que el cálculo determine que el defecto no requiere refuerzo se procede a cerrar la OM (orden de mantenimiento) adjuntando:

- FO.022 Datos de Espesores Colectados.
- FO.040 Datos del Cálculo de Respaldo que el defecto no requiere Refuerzo.

III. Aplicación de tintas penetrantes


La aplicación de las tintas penetrantes en actividades comprendidas en el control de calidad de soldadura en las actividades de mantenimiento y construcción, tiene como objetivo la detección de discontinuidades superficiales en materiales ferrosos y no ferrosos en el proceso de fabricación, laminación, fundición o forjado.

Se basa en la acción capilar, tendencia que tienen estos líquidos a desplazarse; penetrando en aberturas capilares (discontinuidades superficiales) que a simple vista no son visibles, su aplicación en materiales ferrosos y no ferrosos es simple y económica.

Existen tintas especiales para cada material. Se las identifica por el tipo de penetrante que usa.

El más versátil es el de tintas visibles a simple vista, de color rojo.

Para mayor visibilidad, se usan tintas fluorescentes color verde. De identificación fácil con luz negra, obteniéndose un color amarillo brillante.

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> ANEXO 1 Especificaciones Técnicas de Ensayos No Destructivos Documento al que pertenece: ITM.002 “Ensayos No Destructivos - END” </div> </div>		
Revisión 2	Vigente desde: 12.08.2025	Página: 7/ 10

a. Características de un buen penetrante:

- Poder de penetración en grietas capilares (mojabilidad, tensión superficial, viscosidad).
- Poder de permanencia en discontinuidades gruesas.
- No secar rápidamente.
- De fácil lavado, remoción.
- La limpieza no debe afectar al penetrante retenido en la discontinuidad.
- Permanecer en estado fluido para poder salir.
- Debe poder extenderse en películas finas.
- Debe conservar el color o fluorescencia el tiempo suficiente.
- Debe tener alto poder de contraste con el revelado.
- No debe ser corrosivo.

Limitación: Las discontinuidades a examinarse, deben estar libres y abiertas a los penetrantes.

b. Equipo Requerido

- Equipo de Protección Personal EPP.
- Juego de tintas penetrantes (limpiador, penetrante, relevador).

c. Seguridad, Medio Ambiente Y Aspectos Sociales

El residuo de la evaporación de 50g del material penetrante (excepto solventes y removedores) debe ser inferior a 0,0025g. En caso de que sea igual o superior a 0,0025g, la suma del contenido de Cloro y Flúor en el residuo, no debe exceder a 1% del residuo en peso. El procedimiento de análisis será conforme determinado en la norma ASME Sección V.

El residuo de la evaporación de 100g de solventes y removedores debe ser inferior a 0,005g. En caso de que sea igual o superior a 0,005g, la suma del contenido de Cloro y Flúor en el residuo, no debe exceder a 1% del residuo en peso. El procedimiento de análisis será conforme determinado en la norma ASME Sección V.

El residuo de evaporación de 50g del material penetrante (excepto solventes y removedores) debe ser inferior a 0,0025g. En caso de que sea igual o superior a 0,0025g, el contenido de (azufre) en el residuo, no debe exceder a 1% del residuo en peso. El procedimiento de análisis será conforme determinado en la norma ASME Sección V.

El residuo de la evaporación de 100g de solventes y removedores debe ser inferior a 0,005g. En caso de que sea igual o superior a 0,005g, el contenido de azufre en el residuo, no debe exceder a 1% del residuo en peso. El procedimiento de análisis será conforme determinado en la norma ASME Sección V.

Solamente deben ser utilizados trapos o papeles absorbentes que no suelten pelusas o perjudiquen la resolución de la prueba.


Para cada actividad a realizar es requisito obligatorio realizar una identificación de los peligros y evaluar los riesgos a fin de tomar medidas de prevención de accidentes y tomar en cuenta los documentos del ITM.002.

Las tareas de mantenimiento que se lleven a cabo en áreas clasificadas deben ser ejecutadas con equipos a prueba de explosión Clase I, Zona I, en casos excepcionales y por tiempos limitados, estas pueden ser llevadas a cabo con equipos no clasificados con monitoreo continuo de gases.

d. Procedimiento Operativo

Se debe aplicar en todas las piezas que estén sometidas a tracción, tensión tangencial, corte, fatiga. Es decir, que su función debe ser aprovechada en el chequeo predictivo en cadenas, grúas, ganchos, teclees, trípodes, pasadores, puentes grúa, equipos de izaje, llaves, herramientas en su totalidad.

i. Estado de la superficie para la realización de la prueba

 <div style="text-align: center;"> ANEXO 1 Especificaciones Técnicas de Ensayos No Destructivos Documento al que pertenece: <i>ITM.002 "Ensayos No Destructivos - END"</i> </div>		
Revisión 2	Vigente desde: 12.08.2025	Página: 8/ 10

La superficie a ser probada debe estar limpia, seca y libre de grasa y polvo, escoria y otras sustancias que puedan interferir en el resultado de la prueba. En el caso de inspección de soldaduras u otras áreas localizadas de una pieza, la limpieza debe incluir también un área adyacente de por lo menos 25 mm de largo.

ii. Técnica de preparación de la superficie

La superficie debe ser preparada por esmerilado, lijado o tornería, conforme a lo necesario. En el caso de aceros inoxidable o revestidos con este material; los discos de corte y esmerilado deben tener alma de nylon o similar; solamente podrán ser en estos materiales.

Cuando las superficies a ser probadas hubieran sufrido tensiones en el proceso de fabricación, las mismas deben ser esmeriladas o torneadas antes de la aplicación de la prueba.

iii. Modo y Tiempo de Secado de la Limpieza Previa

El secado debe ser por evaporación natural, siendo el tiempo de secado de 5 (cinco) minutos como mínimo.

Para efectuar el proceso de pre-limpieza, recubra la pieza o sección a ser inspeccionada con el limpiador/removedor. Permita que el limpiador permanezca en la pieza el tiempo suficiente para que el sucio se disuelva. Seque con un paño limpio. Repita si es necesario. Después de efectuar la última limpieza, deje transcurrir tiempo suficiente para que el área se seque antes de utilizar el penetrante. Realice la limpieza el mismo día en que se efectúe la inspección. Empleando para este efecto el frasco cleaner en aerosol (viene incluido en el juego) o un buen sustituto como la gasolina LSR. Como último recurso se emplea gasolina normal y esperar a que se evapore completamente.

iv. Modo y Tiempo de Aplicación del Penetrante

La aplicación del líquido penetrante debe ser hecha por aerosol, brocha, inmersión o pulverización con pistola de aire comprimido.

El tiempo de penetración será como mínimo de 10 (diez) minutos, no pudiendo exceder los 60 (sesenta) minutos.

Rocíe el penetrante sobre la pieza o sección a ser inspeccionada hasta que la superficie quede totalmente cubierta con el producto. Si el penetrante se dispersa en gotas, vuelva a limpiar con el limpiador. Permita que el penetrante permanezca en la pieza de 1 a 30 minutos. Es posible que se requieran tiempos de penetración más prolongados para localizar discontinuidades sumamente finas y juntas. Estos tiempos de penetración más prolongados no afectarán los resultados aunque el penetrante podría secarse en la pieza. De ser así vuelva a aplicar penetrante y espere un minuto antes de proceder a removerlo.

v. Temperatura de la Superficie y del Líquido Penetrante

La prueba debe ser aplicada con la superficie de la pieza entre 16° (60°F) y 25° (77°F) de temperatura.

Factores importantes. - El tiempo

* El tiempo de penetración, se da por el tipo de material a inspeccionar. Ej.


Para el Aluminio..... 5 minutos

Para el hierro con fatiga térmica..... 30 minutos

Para el hierro con fatiga mecánica..... 25 minutos

Madera, plásticos..... 5 a 3 minutos

Se estima como mínimo y máximo de 5 a 60 minutos.

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> ANEXO 1 Especificaciones Técnicas de Ensayos No Destructivos Documento al que pertenece: <i>ITM.002 "Ensayos No Destructivos - END"</i> </div> </div>		
Revisión 2	Vigente desde: 12.08.2025	Página: 9/ 10

Transcurrido el tiempo establecido, se procede a la remoción del penetrante con chorro de agua, secando con paños que no tengan pelusa; o también utilizar paños humedecidos en solvente (gasolina).

En ciertos casos especiales, es necesario el uso de emulsificadores tipo lipofílicos con base de aceite, o los hidrofílicos con base a agua. (Estos fluidos ayudan a eliminar el exceso de penetrante).

vi. Remoción del Exceso de Líquido Penetrante

Para penetrantes removibles con agua, el exceso de penetrante debe ser removido por pulverización de agua sobre la superficie de la pieza. A una presión de agua que debe ser inferior a 350 Kpa (50 psig) y su temperatura inferior a 45°C.

Para penetrantes removibles con solvente, el exceso de penetrante debe ser removido inicialmente con paños o papeles absorbentes, limpios y secos. Después de esta primera limpieza, deben ser utilizados paños o papeles levemente humedecidos con removedor. El removedor no debe ser aplicado directamente sobre la superficie de la pieza.

vii. Modo y Tiempo de Secado, Antes de la Aplicación del Revelador

El secado de la superficie debe ser por evaporación natural por lo menos de 5 (cinco) minutos.

En el caso de remoción por agua, la superficie puede ser enjuagada con el auxilio de paños o papeles absorbentes antes del tiempo de revelación.

viii. Modo y Tiempo Máximo para la Aplicación del Revelador

El revelador debe ser aplicado por aerosol, de modo que se obtenga una capa fina y uniforme en toda el área, inmediatamente después del secado de la superficie. En caso de que esto no sea posible el tiempo será de 30 (treinta) minutos como mínimo.

Antes y durante la aplicación, el recipiente del revelador será vigorosamente agitado para garantizar la homogeneidad de la suspensión.

Rocíe el revelador sobre la pieza o sección a ser inspeccionada, en una cantidad suficiente para humedecer el área con una película delgada y uniforme, pero no más. Si el espesor de la película es el adecuado, ésta se secará formando una capa blanca pareja. Al contrario, si la cantidad aplicada de revelador es excesiva, las marcas deben quedar ocultas, mientras que, de ser escasa, estas no se revelarán suficientemente. Para facilitar la aplicación, sostenga la lata de 8 a 12 pulgadas por encima de la pieza y cubra con rociadas breves secciones de 6 a 8 pulgadas de longitud por vez. Dejar secar el revelador. Las grietas gruesas se manifestarán inmediatamente, mientras que las diminutas podrían tardar unos cuantos minutos en revelarse por completo.

ix. Tiempo para Interpretación


La interpretación inicial de los resultados debe ser hecha inmediatamente después de la aplicación del revelador.

La interpretación final de la prueba debe ser efectuada entre 7 (siete) y 30 (treinta) minutos después de la aplicación del revelador.

x. Inspección

Los defectos se manifestarán mediante una indicación de color rojo vivo. Las grietas, solapas, reventones por forjadura o cierres en frío se marcarán mediante una línea continua o punteada. Si el defecto es ancho y profundo, la indicación crecerá y se expandirá. Por otra parte, la falta de fusión, poros, porosidades agrupadas, contracciones, falta de adherencia y fugas aparecerán como puntos o áreas localizadas de color. Eso también crecerá y se expandirán si el defecto es ancho o extenso.

La interpretación de las fallas, es simple y concluyente que deriva en aprobación o reparación sin demora.

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> ANEXO 1 Especificaciones Técnicas de Ensayos No Destructivos Documento al que pertenece: <i>ITM.002 "Ensayos No Destructivos - END"</i> </div> </div>		
Revisión 2	Vigente desde: 12.08.2025	Página: 10/ 10

xi. Limpieza Final: Es importante dejar la pieza examinada completamente limpia de penetrantes y reveladores. Los líquidos penetrantes tienen la capacidad de atrapar humedad. (Lavar y secar bien, con agua más detergente y cepillo metálico).

xii. Recepción y almacenamiento de material

Será efectuada la inspección de recepción de cada lote de material penetrante, de forma que se verifique si la sensibilidad de la prueba está siendo mantenida. La inspección de recibimiento será hecha utilizándose el bloque comparador tipo ASME aun así el patrón JIS tipo B de 20µm. Para la ejecución de la prueba de recibimiento, la prueba será realizada conforme este procedimiento, en la temperatura de utilización de los productos y los resultados comparados con fotografías previamente obtenidas de las discontinuidades existentes en el bloque.

Solamente deben ser aceptados los materiales que contengan en sus embalajes la fecha de fabricación, el plazo de validez y el número de lote o corrida de fabricación.

Los materiales penetrantes deben ser almacenados en ambiente con temperatura inferior a 50°C y fuera de contacto de los rayos solares.

xiii. Criterio de Registro de Aceptación de Discontinuidades

Las discontinuidades detectadas deben ser registradas y evaluadas conforme definido por la norma de proyecto del equipamiento.

Las discontinuidades inaceptables por el criterio de aceptación aplicable deben ser indicadas con tiza de cera, u otro método de marcación, en la misma pieza.

Las áreas inspeccionadas deben ser identificadas a través del croquis anexado al memorándum, con las referencias necesarias para que sea posible correlacionar el local probado y la posición de las discontinuidades detectadas, con el memorándum y viceversa.

Para ejecutar este test, la prueba de soldadura debe haber cumplido los requerimientos de END a cabalidad.

IV. Radiografía

El ensayo radiográfico en soldaduras se aplica a las uniones soldadas en ductos para la verificación y evaluación de la calidad de la soldadura y la detección de discontinuidades que puedan afectar la operatividad y seguridad, YPFB Transporte S.A. no cuenta con los equipos para la realización de este tipo de ensayo por lo que el mismo se realizará de acuerdo a lo estipulado en el proceso de contratación y de acuerdo a los términos de referencia del mismo.

V. Partículas Magnéticas:

El ensayo no destructivo con Partículas Magnéticas se aplica para detectar las discontinuidades superficiales y sub-superficiales en soldaduras ZAC y metales base de materiales que puedan afectar la operatividad y seguridad, YPFB Transporte S.A. no cuenta con los equipos para la realización de este tipo de ensayo, por lo que el mismo se realizará de acuerdo a lo estipulado en el proceso de contratación y de acuerdo a los términos de referencia del mismo.