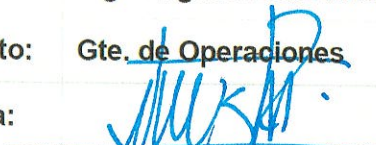
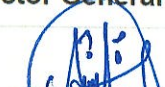



TR-OPE-PR-03

PROCEDIMIENTO GENERAL PARA INSPECCIÓN POR LÍQUIDOS PENETRANTES

Fecha de emisión: 12-Febrero-2024

Elaboró: Ing. Jorge Álvarez Rivera
Puesto: Gte. de Operaciones
Firma: 

Revisa: Ing. Otoniel Arévalo Hernández
Puesto: Director General
Firma: 

Aprobó: Ing. Juan M. Rangel Rodríguez
Puesto: Nivel III ASNT ID-21071
Firma: 
12-febrero-2024



CONTENIDO

1.0	OBJETIVO.....	PAG.03
2.0	ALCANCE.....	PAG.03
3.0	DEFINICIONES.....	PAG.03
4.0	DOCUMENTOS REFERENCIAS.....	PAG.06
5.0	RESPONSABILIDADES.....	PAG.06
6.0	REQUISITOS.....	PAG.06
7.0	SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCION AMBIENTAL.....	PAG.09
8.0	DESARROLLO.....	PAG.09
9.0	REGISTROS.....	PAG.14
10.0	ANEXOS.....	PAG.12
11.0	REVISIÓN Y CAMBIOS.....	PAG.16

1.0 OBJETIVO.

- 1.1 Establecer los parámetros técnicos generales para realizar inspección con líquidos penetrantes en equipo, herramientas y componentes empleados principalmente en la industria del gas natural y petróleo.

2.0 ALCANCE.

- 2.1 Este procedimiento es aplicable para la detección de discontinuidades superficiales en materiales no magnéticos, así como para la inspección de materiales magnéticos que por falta de acceso u otro tipo de restricciones no puedan ser examinados con partículas magnéticas.
- 2.2 Este procedimiento es aplicable para la detección de discontinuidades superficiales en componentes empleados en el campo petrolero, tales como, pero no limitado a; uniones soldadas, zonas de izaje, conexiones roscadas, herramientas y componentes, tanques de almacenamiento, tuberías y recipientes a presión.
- 2.3 El presente procedimiento puede ser aplicado para el examen de conexiones y componentes en etapas de: recepción de materiales, proceso de fabricación, reparaciones o componentes previamente sometidos a servicio.
- 2.4 El presente procedimiento contempla las técnicas con penetrantes visibles y fluorescentes, removibles con agua y con solvente:

Tipo	Método
I (fluorescente)	A (remoción con agua)
II (visible)	B (remoción con solvente)

3.0 DEFINICIONES.

- 3.1 Área de interés: la parte específica del objeto que se evaluará según los requisitos establecidos por el cliente y/o especificaciones aplicables.
- 3.2 Caracterización de fallas: el proceso de cuantificar el tamaño, la forma, la orientación, la ubicación, el crecimiento u otras propiedades de una falla basada en la respuesta de uno o varios ensayos no destructivos.

- 3.3 Defecto: una o más discontinuidades cuyo tamaño, forma, orientación, ubicación o propiedades no cumplen con los criterios de aceptación especificados y, por lo tanto, son rechazables.
- 3.4 Discontinuidad: falta de continuidad o cohesión; una interrupción intencional o no intencional en la estructura física o configuración de un material o componente.
- 3.5 Evaluación: la determinación de si una indicación relevante es causa de aceptación o rechazo.
- 3.6 Examen no destructivo (END): el desarrollo y la aplicación de métodos técnicos para examinar materiales y / o componentes de manera que no se afecte su utilidad futura, con el propósito de detectar, localizar, medir, interpretar y evaluar fallas.
- 3.7 Falla: una imperfección o discontinuidad que puede ser detectada por pruebas no destructivas y no es necesariamente rechazable.
- 3.8 Iluminación auxiliar: una fuente de luz artificial utilizada en el examen visual para mejorar las condiciones de visión y la percepción visual.
- 3.9 Indicación falsa: una indicación detectada por ensayos no destructivos que se interpreta como causada por una afección distinta a una discontinuidad o imperfección.
- 3.10 Indicación no relevante: una indicación causada por una condición o tipo de discontinuidad que no es rechazable. Las indicaciones falsas son no relevantes.
- 3.11 Indicación relevante: una indicación que es causada por un tipo de discontinuidad que requiere evaluación.
- 3.12 Indicación: la respuesta o evidencia de un examen no destructivo que requiere interpretación para determinar su relevancia.
- 3.13 Inspección con líquidos penetrantes: es una prueba no destructiva que utiliza líquidos adecuados que penetran en discontinuidades abiertas a la superficie de materiales sólidos que, después de un tratamiento adecuado, indican la presencia de discontinuidades.

- 3.14 Inspección: la observación de cualquier operación realizada en materiales y / o componentes para determinar su aceptabilidad de acuerdo con los criterios establecidos.
- 3.15 Intensidad de luz: es la energía luminosa ejercida sobre una unidad de área por unidad de tiempo.
- 3.16 Interpretación: el proceso de determinar si una indicación es no relevante o relevante, es determinar su causa u origen.
- 3.17 Lux (lx): una unidad de iluminación igual a la iluminación directa en una superficie que está en todas partes a un metro de un uniforme. Fuente puntual de una intensidad de vela o igual a un lumen por metro cuadrado.
- 3.18 Luz visible: es la energía radiante generada en un rango de longitud de onda de 400 a 700 nm (4000 a 7000 Å), puede ser natural o artificial.
- 3.19 Luz ultravioleta: es la radiación electromagnética cercana al rango ultravioleta, con una longitud de onda de 330 a 390 nm (3300 a 3900 Å).
- 3.20 Materiales penetrantes: es el conjunto formado por el Penetrante, el Solvente Removedor y el Revelador, los cuales deben ser de la misma marca o familia.
- 3.21 Penetrante lavable con agua: líquido penetrante con un emulsificante integrado que favorece su remoción con agua.
- 3.22 Penetrante removible con solvente: líquido penetrante formulado para que la mayor parte del exceso de penetrante de la superficie de prueba pueda ser eliminado frotando con un material que no desprenda pelusa y que el penetrante restante pueda ser eliminado frotando con un material limpio y seco, ligeramente humedecido con solvente removedor.
- 3.23 Programa de inspección: una guía escrita que determina los métodos y procedimientos necesarios para la calificación/aprobación de los componentes de una herramienta especial.
- 3.24 Revelador no acuoso: polvo revelador suspendido en un vehículo no acuoso (previo a su aplicación).
- 3.25 Sensibilidad: es el grado de capacidad de un método o una técnica de prueba para detectar discontinuidades muy finas.

- 3.26 Solvente removedor: líquido volátil empleado para remover el exceso de penetrante removible con solvente de la superficie que está siendo inspeccionada.
- 3.27 Técnica: una técnica es una forma específica de utilizar un método particular de examen no destructivo.
- 3.28 Tiempo de penetración: Tiempo total en que el penetrante está en contacto con la superficie que está siendo inspeccionada, incluyendo el tiempo requerido para su aplicación y su drenado.
- 3.29 Tiempo de revelado: Tiempo transcurrido entre la aplicación del revelador y la inspección del área de interés, incluyendo el tiempo para su aplicación y su secado sobre la superficie de prueba.

4.0 DOCUMENTOS REFERENCIAS.

ASTM E165-23	Standard Practice for Liquid Penetrant Testing for General Industry
DS-1 Vol. 3, 5ta Ed.	Drill Stem Inspection

5.0 RESPONSABILIDADES.

- 5.1 Es responsabilidad de la Gerencia Operaciones la autorización de este procedimiento, la disposición de los equipos y materiales necesarios y de personal certificado.
- 5.2 Es responsabilidad de los coordinadores de TRUESPECT el observar la adecuada y correcta aplicación del presente procedimiento.
- 5.3 Es responsabilidad del técnico aplicar correcta y adecuadamente este procedimiento.
- 5.4 El Nivel III ASNT es responsable de la Revisión de este Procedimiento.
- 5.5 Es responsabilidad del cliente mantener un registro actualizado de las uniones inspeccionadas, así como de las reparaciones, y verificar los resultados de la inspección.

6.0 REQUISITOS.

6.1 Área de interés

6.1.1 Todos los componentes por inspeccionar deben estar identificados mediante un código o número que permita una correcta trazabilidad y su descripción debe coincidir con la orden de servicio u orden de compra.

6.1.2 Cuando sea practico, los componentes por inspeccionar deben estar sobre mesas de trabajo o racks, de forma que pueda tener un apropiado acceso a todas las zonas de interés para su limpieza e inspección.

6.2 Iluminación

6.2.1 La prueba con Líquidos Penetrantes Visibles debe ser realizada bajo luz visible natural o artificial, el nivel de iluminación sobre el área de interés debe ser de al menos 538 luxes (50 candelas pie).

6.2.2 La prueba con Líquidos Penetrantes Fluorescentes debe ser realizada bajo luz ultravioleta, en un área oscura: con una intensidad máxima de luz visible de 20 luxes (2 candelas-pies), la lámpara de luz negra (UV-A) debe proveer una intensidad mínima de luz negra de 1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ a una distancia de 38.1 cm (15") o la distancia máxima en que será usada para la inspección.

6.2.3 La verificación de los niveles de iluminación se debe realizar con un medidor de luz visible o luz negra, según aplique. El medidor de luz debe tener una calcomanía adherida que demuestre su calibración dentro de los 6 meses pasados, si la etiqueta no está presente, el número de identificación del medidor debe ser rastreable en el documento de calibración. La etiqueta o documento de calibración debe mostrar la fecha de calibración, la fecha de vencimiento, así como la compañía e individuo que realizó la calibración.

6.2.4 La verificación de los niveles de iluminación se debe realizar de acuerdo con lo siguiente:



- a) Al inicio de cada jornada de inspección
- b) Cuando se cambie la posición de la fuente de iluminación o su intensidad
- c) Cuando sea requerido por el cliente o su representante asignado
- d) Al término de la jornada de trabajo

6.2.5 Las lámparas de luz negra con bulbo de vapor de mercurio deben precalentarse por un espacio no menor a 3 minutos antes de su uso o de la medición de su intensidad. Se debe verificar el filtro de luz negra para comprobar su integridad cada vez que sea utilizada la lámpara. Los filtros rotos o fracturados deben ser remplazados inmediatamente.

6.2.6 Antes de llevar a cabo la prueba, el personal debe permanecer en el área oscurecida por lo menos 1 minuto para que sus ojos se adapten a la oscuridad.

6.2.7 No está permitido realizar la inspección haciendo uso de lentes oscuros o fotosensibles.

6.2.8 Requisitos generales

6.2.9 Pueden ser utilizados materiales penetrantes de la marca MAGNAFLUX o MET-L-CHECK. No está permitido mezclar materiales penetrantes de diferentes marcas o familias.

6.2.10 Al inicio de la jornada de trabajo y antes de iniciar la examinación de los componentes se debe realizar una prueba sobre un "bloque de prueba" para verificar la calidad de los materiales penetrantes y el procedimiento de inspección. El "bloque de prueba" puede ser como el indicado en la sección V del código ASME apéndice III, un TAM-PANEL, o placas de Cromo – Níquel para pruebas con líquidos penetrantes.

6.2.11 La temperatura de los materiales penetrantes, del bloque de prueba y de la superficie a ser inspeccionada debe estar comprendida entre 10 a 52°C (50 a 125°F).

- 6.2.12 La prueba con penetrantes fluorescentes debe ser realizada sólo en los siguientes casos: Cuando el cliente así lo solicite o cuando la sensibilidad requerida por el cliente sea mayor que la sensibilidad proporcionada por los penetrantes visibles.
- 6.2.13 La prueba con penetrantes fluorescentes no debe ser realizada a piezas que previamente se les haya realizado la prueba con penetrantes visibles.
- 6.2.14 Los materiales penetrantes por utilizar deben contar con certificado por parte del fabricante. El certificado debe mencionar el cumplimiento de niveles de impurezas tales como sulfuros, halogenuros y metales alcalinos como máximo al 1% del peso residual.

7.0 SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL

7.1 Previo al trabajo de inspección

- 7.1.1 Realizar juntas de seguridad y planeación de los trabajos a realizar con los diferentes departamentos/ áreas que interfieren en las operaciones
- 7.1.2 Tramitar los permisos correspondientes de trabajo para instalación o sitio de trabajo
- 7.1.3 Elaborar los AST y cumplir con las recomendaciones de trabajo seguro
- 7.1.4 El coordinador encargado de los trabajos debe informar a la autoridad del área del inicio, suspensión o conclusión de las operaciones

8.0 DESARROLLO.

8.1 Actividades previas

- 8.1.1 Verificar que exista la orden de trabajo o de servicio para la examinación de los componentes en cuestión.
- 8.1.2 Verificar que todos los componentes y/o equipos a inspeccionar estén identificados. Los componentes que no estén debidamente identificados o

. Este documento pertenece a Truespect S.A. de C.V. Su reproducción solo procede con la autorización escrita del Gerente de QHSE.

cuya identificación no sea clara o 100% legible no deberán ser inspeccionados y deberán ser puestos a disposición del área de ingeniería para su correcta identificación.

8.1.3 Las zonas por examinar deben estar plenamente indicadas en los programas de inspección de cada herramienta, en los dibujos de ingeniería u otros dibujos de referencia.

8.1.4 Un examen visual se debe efectuar antes o como complemento de cualquier otro examen no destructivo.

8.2 Preparación de la superficie

8.2.1 La superficie por examinar debe estar libre de irregularidades superficiales y/o contaminantes que puedan provocar indicaciones falsas o que interfieran con el proceso de inspección.

8.2.2 La limpieza de la superficie se puede realizar por medios mecánicos como carda (cepillo giratorio) para la eliminación de óxido u otros residuos sólidos, se puede emplear limpieza por medio de solventes para la remoción de grasa, aceite, hidrosoluble, etc.

8.2.3 Cualquier sustancia empleada para fines de limpieza debe contar con la aprobación del área de seguridad y medio ambiente.

8.2.4 La superficie del área de interés debe ser limpiada con el solvente removedor del kit de los materiales penetrantes antes de la aplicación del penetrante, para asegurar la limpieza completa de la superficie. Se debe aplicar el solvente removedor directamente sobre la superficie por rociado, por inmersión o con material absorbente limpio y seco humedecido con solvente y se debe frotar la superficie. Repetir la operación anterior cuantas veces sea necesario hasta que no haya evidencia de contaminación sobre la superficie.

8.2.5 El método de limpieza no debe dañar la superficie del componente a examinar ni tapar o de alguna forma bloquear las discontinuidades superficiales.

Este documento pertenece a Truespect S.A. de C.V. Su reproducción solo procede con la autorización escrita del Gerente de QHSE.

8.2.6 Una vez que la superficie del área de interés se encuentre limpia, es esencial que se deje secar a temperatura ambiente por lo menos durante 3 minutos antes de la aplicación del penetrante, ya que cualquier residuo puede impedir que el penetrante se introduzca en las discontinuidades abiertas a la superficie.

8.3 Aplicación del Penetrante y tiempo de penetración.

8.3.1 El penetrante debe ser aplicado sobre la superficie del área de interés, evitando encharcamientos y aplicación excesiva de penetrante. Los métodos de aplicación pueden ser por inmersión, brocha de cerdas finas o aerosol.

8.3.2 El tiempo de penetración mínimo debe ser de 15 minutos y el tiempo máximo debe ser de 30 minutos. Controlar el tiempo de penetración mediante un reloj, no se requiere calibración del reloj.

8.3.3 El tiempo de penetración se debe registrar en el formato de registro de resultados.

8.3.4 Se debe evitar que el penetrante se seque sobre la superficie del área de interés. Si el penetrante se ha secado completamente, éste debe removerse con abundante solvente removedor, ya que el penetrante alojado en las discontinuidades no podrá emerger al aplicarse el revelador; se debe repetir la prueba desde la etapa de la preparación de la superficie.

8.4 Remoción del exceso de penetrante y secado.

8.4.1 Una vez que haya transcurrido el tiempo de penetración, el exceso de penetrante debe ser removido de la superficie del área de interés. Esta operación se considera crítica, ya que se debe evitar remover el penetrante atrapado en el interior en las discontinuidades.

8.4.2 Cuando se empleen penetrantes fluorescentes, la remoción del exceso de penetrante debe ser realizada bajo luz ultravioleta y en una zona semi oscurecida; se debe cumplir con los requisitos de iluminación establecidos en este procedimiento.

8.5 Remoción de penetrante lavable con agua:

- a. Utilice un paño (trapo) seco, limpio y libre de pelusa para remover el penetrante de la superficie, remueva la mayor cantidad posible de exceso de penetrante.
- b. El remanente debe ser removido con un paño (trapo) limpio y libre de pelusa, humedecido con agua limpia y frotándolo sobre la superficie, hasta eliminar cualquier resto de penetrante sobre la superficie.
- c. Puede realizar la remoción del exceso de penetrante mediante la aplicación directa de agua sobre la superficie, para ello: la presión del agua de enjuague por aspersión no debe exceder 40 psi (275 kPa), la temperatura del agua se debe mantener dentro de un rango de 50°F a 100°F (10°C a 38°C), la distancia entre la boquilla del aspersor y la superficie de la pieza debe ser aproximadamente de 12" (30 cm). Si se opta por esta forma de remoción se debe emplear un método de secado que minimice el tiempo de contacto entre el agua y la superficie de prueba. El tiempo empleado para la remoción con esta forma no debe exceder 60 segundos, superficies grandes deben ser removidas por partes para cumplir este requisito.

NOTA: Se debe evitar el lavado excesivo. Un lavado excesivo puede hacer que el penetrante se elimine por lavado de las discontinuidades.

8.6 Remoción de penetrante removible con solvente:

- a. Utilice un paño (trapo) seco, limpio y libre de pelusa para remover el penetrante de la superficie, remueva la mayor cantidad posible de exceso de penetrante.
- b. El remanente debe ser removido con un paño (trapo) limpio y libre de pelusa, humedecido con solvente limpiador (cleaner) y frotándolo sobre la superficie, hasta eliminar cualquier resto de penetrante sobre la superficie.
- c. Queda estrictamente prohibido aplicar el solvente removedor directamente sobre la superficie del área de interés en donde se haya

aplicado penetrante, ya que esto podría remover el penetrante atrapado en el interior de las discontinuidades.

8.7 Secar la superficie inéditamente después de la remoción del exceso de penetrante, utilizar un paño (trapo) limpio, seco y libre de pelusa, posteriormente secar por evaporación normal durante 3 minutos aproximadamente.

8.8 Aplicación del revelador.

8.8.1 Es esencial que la superficie del área de interés se encuentre seca antes de aplicar el revelador en suspensión no acuosa.

8.8.2 El revelador debe ser aplicado por rociado (espray), de tal manera que forme una película delgada y uniforme en toda la zona de interés. Si fuera necesario aplicar otra capa de revelador, se debe dejar secar completamente la capa anterior.

8.8.3 Para penetrantes visibles la capa de revelador debe ser blanca de forma que se oculte el color natural de la superficie de prueba, pero no en exceso. Para penetrantes fluorescente la capa de revelador debe ser traslúcida, de forma que no se oculte el color natural de la superficie de prueba.

8.8.4 El revelador en suspensión no acuosa se debe dejar secar sobre la superficie de prueba por evaporación normal, debido a que el solvente en el que está suspendido este tipo de revelador se evapora rápidamente a temperatura ambiente, por lo que no es necesario el uso de secadores.

8.8.5 El revelador debe ser aplicado como máximo dentro de los 5 minutos posteriores al secado posterior a la remoción del exceso de penetrante.

8.9 Tiempo de Revelado.

8.9.1 El tiempo de revelado inicia inmediatamente después de que el revelador se haya secado sobre la superficie del área de interés.

8.9.2 El tiempo de revelado debe ser de 15 minutos como mínimo y 30 minutos como máximo.

. Este documento pertenece a Truespect S.A. de C.V. Su reproducción solo procede con la autorización escrita del Gerente de QHSE.

8.10 Interpretación y evaluación de las indicaciones.

8.10.1 La interpretación de resultados se debe realizar considerando los requisitos de iluminación citados en este procedimiento, según aplique.

8.10.2 Se debe realizar la interpretación de las indicaciones, para determinar si son relevantes o no relevantes. Cualquier indicación cuestionable o dudosa debe ser reexaminada para determinar su relevancia. La verificación de indicaciones se debe realizar como de indica a continuación:

- a) Limpiar la zona donde se encuentre la indicación a verificar, limpiar con solvente y realizar una inspección visual detallada, puede usar una lupa o un boroscopio como apoyo.
- b) Si se observa alguna irregularidad superficial, tal como rayaduras, muescas, rasguños o metal embarrado, se debe realizar limpieza con una rueda de pulir no abrasiva con la intención de crear una superficie tersa sin desgaste excesivo del material.
- c) Repetir la prueba en la zona de la indicación a verificar, si la indicación aparece se debe considerar como relevante. Si se tiene duda puede repetir el proceso antes mencionado.

8.10.3 Sólo las indicaciones detectadas durante el desarrollo de la prueba que sean interpretadas como indicaciones relevantes deben ser evaluadas.

8.10.4 El criterio de aceptación a emplear para la evaluación de discontinuidades debe ser el establecido por mutuo acuerdo con el cliente, con base al código, norma o especificación aplicable.

8.11 Registro de resultados

8.11.1 El resultado de la inspección realizada debe documentarse en el formato aplicable de la sección 8 de este documento. Otro formato autorizado por el cliente puede ser usado, siempre que contenga al menos la siguiente información:

- a) Fecha de la inspección
- b) Identificación del objeto examinado
- c) Técnica de inspección utilizada
- d) Equipo de inspección empleado
- e) Consumibles empleados
- f) Tipo y nivel de iluminación
- g) Resultados de la inspección
- h) Nombre del inspector

8.11.2 La identificación y localización de las indicaciones relevantes detectadas debe ser realizada tomando como eje de referencia la placa de datos o de identificación, la soldadura más cercana, el nivel de piso, el norte geográfico o un punto de referencia del objeto inspeccionado.

8.11.3 Los componentes aceptados y rechazados deben identificarse mediante un sistema de marcado que permita diferenciar y localizar las zonas rechazadas. El marcado de las piezas y/o zonas rechazadas o aceptadas debe ser conforme los requisitos del cliente o especificación aplicable.

9.0 REGISTROS.

TR-OPE-PR-03-FOR-001	Reporte de Inspección con Líquidos Penetrantes
TR-OPE-PR-03-FOR-002	Reporte de Inspección con Líquidos Penetrantes a Herramientas
TR-OPE-PR-03-FOR-003	Reporte de Inspección con Líquidos Penetrantes y Dimensional a Herramientas
TR-OPE-PR-03-FOR-004	Reporte de Inspección Líquidos Penetrantes a Estabilizadores
TR-OPE-PR-03-FOR-005	Reporte de Inspección con Líquidos Penetrantes a Herramientas
TR-OPE-PR-03-FOR-006	Inspection Report of Penetrant Liquids in Threaded Connections

10.0 ANEXOS.

TR-OPE-IT-03	Criterios para la Evaluación de Soldaduras por AWS D1.1
TR-OPE-IT-04	Criterios para la Evaluación de Soldaduras por ASME B31.3
TR-OPE-IT-05	Criterios para la Evaluación de Soldaduras por ASME VIII Div. 1

11.0 REVISIÓN Y CAMBIOS.

***Este documento debe ser revisado:**

Anualmente	
Cada tres años	✓
Cada dos años	
Cada Junta de Revisión de Gerencia	
Otro Caso	

*Puede requerir una revisión antes si existiera una actualización de la norma de referencia

Historial de Cambios.

Fecha	Revisión	Descripción de la Revisión	Elaboró	Autorizó
21/07/2017	00	Edición Inicial	Ing. Jorge Álvarez Rivera	Ing. Otoniel Arevalo H.
27/12/2019	01	Implementación del SGI	Ing. Jorge Álvarez Rivera	Ing. Otoniel Arevalo H
22/02/2021	02	Se mejora el párrafo 2.4 Se modifica el párrafo 8.5 c	Juan M Rangel Rodríguez	Ing. Otoniel Arevalo H
12/02/2024	03	Se actualiza por vencimiento y por actualización de ASTM E165 Ed. 2023, sin cambios.	Juan M Rangel Rodríguez	Ing. Otoniel Arevalo H