



Transporte S.A.

Instrucción de Trabajo

“Medición de espesores en Tuberías y sus Accesorios”

ITM.002	Revisión 4	Válido desde: 22.12.2014	Página: 1/9
---------	------------	--------------------------	-------------

Tabla de Ediciones

Revisión	Fecha	Motivo de la Revisión
0	19.06.2002	
1	14.01.2008	
2	13.08.2010	
3	08.11.2013	
4	22.12.2014	<ul style="list-style-type: none"> - Cambio de nombre del documento (antes: Control del Espesor Metálico en Tuberías). - Mejoras generales al proceso. - Eliminación del formulario FO.051 Medición de espesores para camisa de refuerzo, en su lugar se utiliza el FO.022 Medición de Espesores para Ductos.

INDICE

PAG.

1. OBJETIVO Y ALCANCE.....	2
2. PRE-REQUISITOS.....	2
3. DESARROLLO.....	2
4. REGISTROS DE CALIDAD	3
5. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	4




Elaboración

Nombre: Freddy Chuquimia
 Cargo: Jefe Senior Mantenimiento de Líneas
 Fecha: 22.12.2014

Aprobación

Nombre: Roberto Antezana / Ramón Navas
 Cargo: Subgerente de Mantenimiento/Gerente de Operaciones
 Fecha: 22.12.2014

 <div style="text-align: center;"> Instrucción de Trabajo “Medición de espesores en Tuberías y sus Accesorios” </div>			
ITM.002	Revisión 4	Válido desde: 22.12.2014	Página: 2/ 9

1. OBJETIVO Y ALCANCE

Objetivo: Definir la metodología para la medición ultrasónica del espesor metálico en tuberías y sus respectivos accesorios (codos, test, reductores).

Alcance: Aplica a todas las instalaciones operadas y/o mantenidas por YPFB Transporte S.A. y Contratistas que presten servicios en las diferentes Subgerencias de Operaciones Gas/Líquidos, Subgerencia de Ingeniería y Construcciones y Subgerencia de Mantenimiento

No se encuentra en el alcance de esta especificación las mediciones de espesores realizadas en las tuberías con Chanco Inteligente (Smart Pig).

2. PRE-REQUISITOS

2.1 Competencias

La persona encargada de realizar la medición de espesor en las tuberías, debe tener experiencia en medición de espesores metálicos en tuberías, por el método de ultrasonido.

- Los equipos deben tener su calibración vigente (no más de 360 días).

2.2 Permisos de Trabajo

- Obtener Permisos de Trabajo Específicos.
 - FS.021 Permiso de Trabajo en Frío.
 - FS.024 Permiso de Trabajo para Espacios Confinados.

2.3 Equipos / Instrumentos / Herramientas Requeridos

- Equipo medidor digital de espesores por ultra sonido.
- Cables y Transductores adecuados al servicio por ejecutarse.
- Detector de Gases.
- Herramientas menores.

2.4 Específicos de la Gestión de SSMS

- Inspección de equipo Liviano y Pesado.
- Inspección de Herramientas.
- Inspección de Extintor.
- Inspecciones de EPP.
- Inspección y delimitación del Área de Trabajo.


Se debe realizar un análisis de seguridad del trabajo o tareas antes de ejecutarlo tomando en cuenta el lugar y las actividades planificadas y tomar acciones inmediatas si se detecta una condición que pueda ser peligrosa para la propiedad o las personas en el área.

En todos los trabajos de mantenimiento, deben tomarse en cuenta los siguientes documentos del Sistema de Gestión de Negocios de YPFB Transporte S.A. relacionados a aspectos de seguridad:

- PS.040 Gerenciamiento de Riesgos de SSMS
- PO.019 Permisos de Trabajo
- ITS.002 Equipos de Protección Personal
- ITS.013 Cierre y Etiquetado
- ITS.023 Seguridad de Equipos y Herramientas

Todo personal involucrado en los trabajos de mantenimiento, debe llevar su Equipo de Protección Personal (EPP), para efectuar dichos trabajos.

Las tareas de mantenimiento que se lleven a cabo en áreas clasificadas serán 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 pero con monitoreo de gases constante.

 Transporte S.A.			
Instrucción de Trabajo “Medición de espesores en Tuberías y sus Accesorios”			
ITM.002	Revisión 4	Válido desde: 22.12.2014	Página: 3/ 9

Se deben prevenir conflictos sociales, ejerciendo normas de conducta basadas en: respeto mutuo, comunicación clara y reciprocidad, informando anticipadamente a la población vecina y autoridades locales sobre la actividad a ejecutar, coordinando con ellos en lo que corresponda, a objeto de minimizar los impactos negativos y maximizar los posibles beneficios de nuestra actividad para la población local. Para anunciar trabajos dentro del DDV utilizar con la debida anticipación el FL.001 Comunicación de trabajo en el DDV y para documentar una reunión con la comunidad o grupo utilizar el FS.071 Reporte de Reunión.

Es especialmente importante coordinar con la Jefatura de Asuntos Sociales cuando se trata de trabajos de mayor intensidad o duración, o cuando se deban establecer campamentos en zonas socialmente sensibles.

Cualquier solicitud o queja proveniente de la comunidad, las autoridades locales o individuos vecinos a YPFB Transporte S.A. debe ser canalizada y/o atendida según el procedimiento PS.032 Gestión de Solicitudes, Quejas e Inversión Social con los Públicos Primarios y formularios anexos: FS.087 Acta de Entrega de Apoyos y de Acuerdos, FS.032 Formulario para Quejas (verbales).

Con el propósito de establecer objetivamente el detalle y estado de la infraestructura que será afectada por algún trabajo de mantenimiento y así evitar conflictos y reclamos posteriores, se debe utilizar los siguientes formularios modelos a ser adaptados según el caso, y que pueden ser acompañados de fotos, diagramas, mapas y otros para mayor claridad:


- FO.063 Acta de Verificación de Estado de Infraestructura en el área de Influencia de Ductos, a ser utilizado con la debida anticipación antes de realizar algún trabajo en propiedad privada o comunal.
- FO.064 Acta de Entrega y Conformidad de Infraestructura en el área de Influencia de Ductos, a ser utilizado después de realizar trabajos y las correspondientes reparaciones en propiedad privada o comunal.
- FO.065 Permiso de Paso o Uso Temporal de Espacios fuera de Derecho de Vía para Realizar trabajos de Mantenimiento y/o Construcción, a ser utilizado con la debida anticipación cuando se debe transitar por áreas fuera del DDV en propiedad privada o comunal.

2.5 Otros.-

Permisos y coordinación con otras entidades (Alcaldía, Gobernación, SEARPI, ABT, etc.) según corresponda.

3. DESARROLLO

	Ejecutor	Supervisor YPFB TR	Operador de la Estación	Jefe de Mto. Líneas	Punto Focal	Administrador de base de datos
Elaborar pedido de trabajo de acuerdo al PO.003 Mantenimiento Preventivo, Predictivo, Correctivo y de Emergencia.		R	R			
Emitir Orden de Trabajo según PO.003 Mantenimiento Preventivo, Predictivo, Correctivo y de Emergencia.					R	

 Transporte S.A.				Instrucción de Trabajo “Medición de espesores en Tuberías y sus Accesorios”	
ITM.002	Revisión 4	Válido desde: 22.12.2014	Página: 4/ 9		

	Ejecutor	Supervisor YPFB TR	Operador de la Estación	Jefe de Mtto. Líneas	Punto Focal	Administrador de base de datos
Utilizar el FO.022 para realizar la Medición de Espesores en: <ul style="list-style-type: none"> Cañerías y accesorios de acuerdo a intervalos de inspección determinados (norma API 570, secciones 6.3, 6.5 y 6.6.) y/o cuando exista probabilidad de pérdida de espesor de pared mayor al permisible por norma. En la línea regular por trabajos de mantenimiento, entierros nuevos, sectores con corrosión atmosférica, (soldadura de camisas, tejos, aplicación de pintura, revestimiento, entierro, etc.). En la zona donde se realizará la soldadura exotérmica Cadweld para la conexión de cable al tubo por soldadura exotérmica cadweld. Si el espesor medido se encuentra fuera de los rangos permisibles por norma, entonces se deberá utilizar soldadura en frío de forma tal de garantizar la integridad de la tubería al realizar dicha conexión. 	R					
Presentar informe del trabajo realizado al jefe de mantenimiento de la zona (en versión editable).	R					
Implementar medidas de recuperación en caso de existir pérdidas de metal mayores a las admisibles, presentadas en los informes de las mediciones.				R		
Revisar y analizar los informes presentados de las inspecciones.				R		
Registrar en base de datos las mediciones.						R

R: Responsable **I:** Informado **CR:** Corresponsable **A:** Aprueba **C:** En coordinación con


3.1 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:

- Puntos de inyección de inhibidores de corrosión.
- Pasos aéreos.
- Interfaces aire-tierra.
- Accesorios y conexiones.
- Tramos de cambio de dirección.
- Puntos de apoyo de la tubería.
- Sitios requeridos de acuerdo al criterio del diseñador.

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.

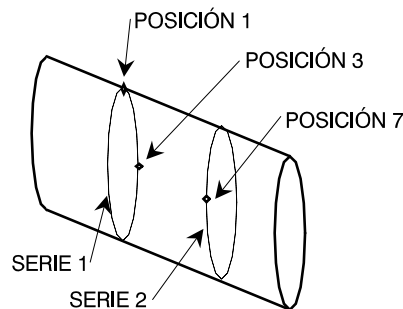
 <div style="text-align: center;"> Instrucción de Trabajo “Medición de espesores en Tuberías y sus Accesorios” </div>			
ITM.002	Revisión 4	Válido desde: 22.12.2014	Página: 5/ 9

3.2 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:

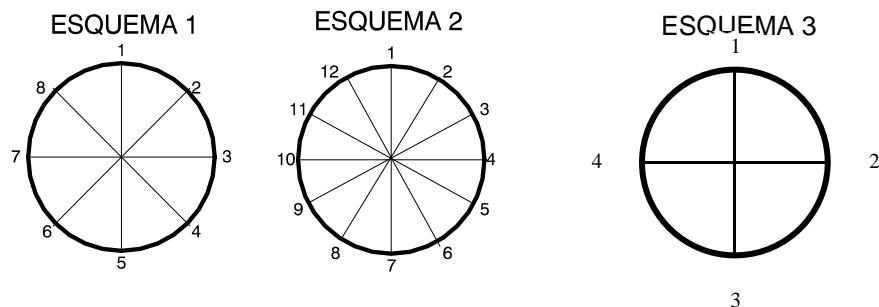
- Previo a la instalación de camisas a lo largo del trazo de la soldadura circunferencial.
- Previo a la instalación de tejos a lo largo de toda la soldadura.
- Previo a la aplicación o mantenimiento de revestimientos al ducto.
- Previo a la conexión de cables de protección catódica con soldadura exotérmica (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="text-align: center;"> Instrucción de Trabajo “Medición de espesores en Tuberías y sus Accesorios” </div>			
ITM.002	Revisión 4	Válido desde: 22.12.2014	Página: 6/ 9

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

DIÁMETRO (PULG.)	DIAM. 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

Fuente: XXXXX**3.3 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, para el sistema de oleoductos del procedimiento PO.039 Operación del sistema de transporte de hidrocarburos líquidos.

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.

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).

 <div style="text-align: center;"> Instrucción de Trabajo “Medición de espesores en Tuberías y sus Accesorios” </div>			
ITM.002	Revisión 4	Válido desde: 22.12.2014	Página: 7/ 9

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 B31.8

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), aún 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 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.

 Transporte S.A.			
Instrucción de Trabajo “Medición de espesores en Tuberías y sus Accesorios”			
ITM.002	Revisión 4	Válido desde: 22.12.2014	Página: 8/ 9

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}

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

 Instrucción de Trabajo “Medición de espesores en Tuberías y sus Accesorios”			
ITM.002	Revisión 4	Válido desde: 22.12.2014	Página: 9/ 9

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.

3.4 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 OT (orden de trabajo) que dio lugar a la tarea de medición de espesores adjuntando la siguiente información:

- FO.022 datos de espesores colectados en digital.
- Número de OT que se generó para colocar el refuerzo.

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

- FO.022 datos de espesores colectados.
- FO.040 Datos del cálculo de respaldo que el defecto no requiere refuerzo.

4. REGISTROS DE CALIDAD

	Responsable de Almacenamiento	Tipo de Almacenamiento	Tiempo de Almacenamiento
Fechas y resultados de los estudios	Analista 2 Mantenimiento de Líneas	Papel y/o Electrónico	Permanente
Informes de las Inspecciones	Analista 2 Mantenimiento de Líneas	Papel y/o Electrónico	Permanente
FO.022 Medición de Espesores para Ductos	Administrador de Gestión	Papel y/o Electrónico	Permanente
FO.040 Hoja de reparación de anomalías	Analista 2 Mantenimiento de Líneas	Papel y/o Electrónico	Permanente

5. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

5.1 Anexos

No presenta.

5.2 Indicadores de Gestión

No presenta.

5.3 Materiales de Referencia

NRF-030-PEMEX-2009

ITM.072 Arenado Abrasivo

ASME B31G Remaining strength of corroded pipelines