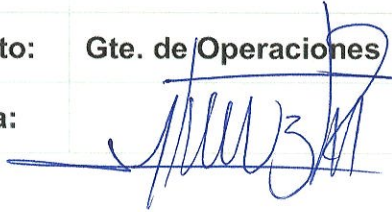




TR-OPE-PR-07

PROCEDIMIENTO GENERAL PARA MEDICIÓN DE DUREZA

Fecha de emisión: 20-julio-2023

| | |
|----------|---|
| Elaboró: | Ing. Jorge Alvarez 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 210716 |
| Firma: |  |



CONTENIDO

| | | |
|------|--|--------|
| 1.0 | OBJETIVO..... | PAG.03 |
| 2.0 | ALCANCE..... | PAG.03 |
| 3.0 | DEFINICIONES..... | PAG.04 |
| 4.0 | DOCUMENTOS REFERENCIAS..... | PAG.05 |
| 5.0 | RESPONSABILIDADES..... | PAG.05 |
| 6.0 | REQUISITOS..... | PAG.05 |
| 7.0 | SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCION AMBIENTAL..... | PAG.07 |
| 8.0 | DESARROLLO..... | PAG.07 |
| 9.0 | REGISTROS..... | PAG.10 |
| 10.0 | ANEXOS..... | PAG.10 |
| 11.0 | REVISIÓN Y CAMBIOS..... | PAG.11 |

1.0 OBJETIVO.

- 1.1 El objetivo de este procedimiento es establecer los pasos y criterios a seguir para determinar la dureza en campo (in situ) de líneas de proceso, tuberías, accesorios instalados en ductos y equipos estáticos, mediante el uso de durómetros portátiles.

2.0 ALCANCE.

- 2.1 Este procedimiento establece los métodos de la realización y la evaluación para medición de la dureza en campo (in situ) de tuberías y accesorios fabricados de acero al carbono utilizando el equipo portátil de dureza Brinell y durómetro digital portátil.
- 2.2 Es aplicable para la medición de la dureza de tubos y accesorios con o sin costura recta, soldados circunferencialmente y con diámetro exterior nominal desde 3" Ø hasta 48" Ø con espesores mínimos de 0.125".
- 2.3 Los accesorios de tubería serán evaluados y especificados tomando en cuenta el valor promedio de dureza que presente el elemento, ya que las normas ASTM que clasifican a los accesorios de acuerdo con su servicio, presentan valores máximos de dureza para la aceptación de estos.
- 2.4 Limitaciones. Este procedimiento está limitado a las siguientes condiciones:
- a) Solo se podrán realizar los ensayos de dureza en los materiales donde se pueda tener acceso al equipo y herramientas utilizadas en cada una de las mediciones.
 - b) La preparación de las muestras objeto de estudio, se verán afectadas cuando se presenten temperaturas elevadas, por lo tanto; la evaluación de cada elemento estará limitada a los siguientes rangos de temperatura

$$(60^{\circ}\text{C} < T^{\circ} > 0^{\circ}\text{C}).$$

- c) Los accesorios de tubería (codos, tees y reducciones), serán evaluados con base en lo que indica la norma ASTM A234 o ASTM A860 según aplique ya que el análisis estadístico propuesto en este procedimiento solo aplica para tubería.

3.0 DEFINICIONES.

- 3.1 Dureza Brinell: Es una prueba que consiste en ejercer una carga en una esfera de acero duro sobre la superficie del material. Se mide el diámetro de la impresión generada y se calcula el número de dureza o índice de dureza Brinell.
- 3.2 Ensayo de dureza: Mide la resistencia que opone un material a la penetración y da una medida de su resistencia al desgaste y a la abrasión, la dureza de los materiales se relaciona con otras propiedades mecánicas.
- 3.3 Esfuerzo a la cedencia: Esfuerzo aplicado a un material que apenas comienza a crear una deformación plástica permanente.
- 3.4 Esfuerzo a la tensión: Esfuerzo que corresponde a la carga máxima aplicada en un ensayo de tensión.
- 3.5 Especificación: Es una norma que describe los requisitos esenciales y técnicos para un material, producto, sistema o servicio.
- 3.6 Propiedades mecánicas: Son valores promedio obtenidos a partir de ensayos simples o idealizados, dependiendo de las condiciones de servicio requeridas para el componente se selecciona el material a utilizar. El comportamiento mecánico de un material se describe a través de sus propiedades mecánicas.

- (°C) Grado Celsius
(°F) Grado Fahrenheit
(h) Hora
(Kg) Kilogramo
(K) Kelvin

4.0 DOCUMENTOS REFERENCIAS.

| | |
|-----------------------------|--|
| ASTM E110 (2023) | Standard Test Method for Rockwell and Brinell Hardness of Metallic Materials by Portable Hardness Testers |
| ASTM E10 - 23 | Standard Test Method for Brinell Hardness of Metallic Materials |
| ASTM A833 - 19 | Standard Test Method for Indentation Hardness of Metallic Materials by Comparison Hardness Testers |
| ASTM E140-12B (2019) | Standard Hardness Conversion Tables for Metals Relationship Among Brinell Hardness, Vickers Hardness, Rockwell Hardness, Superficial Hardness, Knoop Hardness, Scleroscope Hardness, and Leeb Hardness |
| ASTM A956-22 | Standard Test Method for Leeb Hardness Testing of Steel Products |

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 Preliminares

- 6.1.1 Antes de iniciar el ensayo, el inspector debe contar con toda la información disponible para la inspección de las líneas de proceso y todos sus componentes.

6.1.2 La identificación y registro al inicio de los trabajos deberá contar con la siguiente información proveniente de listado de elementos basados en la inspección previa a las líneas de proceso:

- Localización y nombre completo de las líneas de proceso.
- Obra o instalación a la que pertenece.
- Material o número de identificación cuando aplique.
- Dimensiones o diámetro nominal.
- La preparación de la superficie consistirá en los siguientes pasos:
- Las líneas de proceso a inspeccionar deben tener la superficie pulida y plana de aspecto metálico, se debe realizar la preparación de la zona con lijado manual o con herramientas sin aplicar presión y sin calentamiento.
- Cuando las líneas de proceso presenten un acabado superficial burdo o corrosión generalizada, el desbaste se realizará con pulidora y esta actividad se ejecutará en dos partes.

6.1.3 Pulido grueso: Cuando la pieza presente un acabado superficial burdo o corrosión generalizada. El pulido se hará con taladro y accesorios, utilizando lijas de grado 60 a grado 180 según se requiera.

6.1.4 Pulido fino: Para este paso se utiliza el taladro con el accesorio de disco pequeño, en donde se adhiere la lija. El pulido se realiza aplicando lijas de grano cada vez más fino, comenzando con 100, seguida de 220, seguida de 320, y finalmente 400 y/o 500 según se requiera.

6.1.5 El metal base debe estar libre de salpicaduras de soldaduras, irregularidades de la superficie, o de material extraño que pudiera impedir o interferir durante la realización de los ensayos en el elemento.

6.1.6 Es muy importante seleccionar el área a inspeccionar ya que esta debe ser representativa del resto del material.

6.1.7 Las evaluaciones de dureza se harán en metal base aproximadamente a seis pulgadas de la soldadura en ambos extremos.

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

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 Para realizar un ensayo de dureza con el equipo portátil Teleweld Telebrineller, se necesitan realizar las siguientes actividades:

8.1.1 Colocar el botón de espacioso de la porta-barras en la primera posición o bien en la última, según se desee.

8.1.2 Insertar la barra estándar hasta el tope la cara que se encuentra hacia abajo debe estar limpia de marcas.

8.1.3 Sujetar firmemente el porta-barras, colocando el balín justo sobre la superficie a medir.

8.1.4 Con un martillo, cuyo peso no sea menor a (2.5Lbs), golpear uniformemente en la tuerca muelle, el golpe debe ser justo en el centro y evitando doble golpeteo por rebotes, de lo contrario, la huella se crea ovalada o se forman huellas fantasmas, si esto ocurre debe realizarse otra toma de dureza.



- 8.1.5 Colocar el microscopio y ajustar la escala graduada sobre la muesca del material y determinar el diámetro (mm), hacer lo mismo con la muesca creada en la barra estándar.
- 8.1.6 **Nota:** Al hacer la medición de los diámetros de indentación en el material y en la barra utilizada, debe asegurarse que el diámetro leído corresponde a la indentación hecha recientemente y no a una anterior por lo cual se recomienda ir marcando con algún tipo de marca-metales las lecturas previamente utilizadas.
- 8.1.7 Si al obtener los valores hay una diferencia de 0.1 y 0.2 (mm) entre la muesca de la barra y la muesca del material la medición obtenida es correcta y se determina que la prueba es aceptable.
- 8.1.8 Si al realizar la prueba, se obtienen valores de 3.5 en el material y 3.2 (mm) en la barra, por ejemplo, esto quiere decir que la barra tiene una dureza mayor a la del material.
- 8.1.9 **NOTA:** Para realizar el ensayo de dureza se deben utilizar barras calibradas con materiales que se encuentren dentro de los rangos de dureza promedio a la especificación nominal del material a ser inspeccionado. Las barras serán de forma cuadrada, con caras planas y paralelas, con un acabado superficial representativo de la superficie inspeccionada.
- 8.1.10 Cuando se requiera realizar la dureza en una pieza pequeña, de espesores delgados o que por la geometría de esta no se pueda realizar mediante equipo Teleweld Telebrineller System, se utilizara un equipo digital por método Leeb y hacer la conversión a los valores de dureza Brinell.
- 8.1.11 Con los datos obtenidos de los diámetros en las indentaciones tanto de la barra utilizada y del material inspeccionado, así como el valor de dureza de la barra utilizada, se procede a determinar el valor de dureza estimada del material por alguno de los siguientes métodos.

- 8.1.12 Con la plantilla de cálculo "TELEBRINELLER COMPUTER", se localiza el valor del diámetro de la indentación que se registró en la barra y se gira el disco o plantilla hasta hacer coincidir el valor del diámetro de la indentación de la barra con el valor del diámetro de la indentación que quedo marcado en el material.
- 8.1.13 Una vez que ya se localizaron estos dos valores en la plantilla, se busca en la siguiente escala el número más cercano del valor de dureza que trae marcado la barra y el valor que coincida con este último será el valor de dureza estimada Brinell (HB) del material.
- 8.1.14 Con los diámetros de la indentaciones, es posible calcular la dureza del material utilizando la siguiente fórmula:
- $$HB = H (Db/Ds)^2$$
- Donde:
- Db = Diámetro de impresión en la barra (mm).
 - Ds = Diámetro de impresión en el material (mm).
 - H = Dureza Brinell de la barra.
 - HB = Dureza Brinell en el material.
- 8.1.15 Cuando se aplique esta prueba en accesorios estos serán evaluados para determinar si su valor promedio no excede los máximos permisibles establecidos en las normas de fabricación de estos materiales que corresponda.
- 8.1.16 Cuando se requiera o cuando se ocasionen problemas con algún proceso subsiguiente, las superficies inspeccionadas deben repintarse con pintura de esmalte anticorrosivo sin diluir en solventes, no se debe aplicar pintura en aerosol ya que este método no aporta el espesor de pintura solicitado por el cliente.

8.2 Criterios de aceptación

- 8.2.1 Se debe realizar la evaluación de las lecturas registradas para determinar su aceptación o rechazo, para lo cual deberá reportarse los valores: máximo, mínimo, promedio y desviación estándar (s), en escala de dureza Brinell (HB).
- 8.2.2 Son inaceptables los materiales cuyo valor promedio de durezas exceda el valor de 205 HB o en un común de acuerdo con el dueño de la instalación, de los materiales inspeccionados o la compañía que solicite los servicios.

8.3 Registro de resultados

- 8.3.1 Los resultados de cada medición de dureza deben ser reportados por el técnico en el Formato: TR-OPE-PR-07-FOR-001.
- 8.3.2 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-07-FOR-001 | Reporte de inspección mediante toma de dureza |
|----------------------|---|

10.0 ANEXOS.

| | |
|-------------------|--------------------------------|
| TR-OPE-IT-FOR-001 | Control de Operación Diaria |
| TR-OPE-IT-FOR-002 | Check List de Operaciones |
| TR-OPE-IT-FOR-003 | Reporte de Actividades Diarias |

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. |
| 20/07/2023 | 02 | Revisión conforme normas de referencia vigentes. | Ing. Jorge Álvarez Rivera | Ing. Otoniel Arevalo H. |