


|   |                           |              |
|---|---------------------------|--------------|
|  <p style="text-align: center;"><b>ANEXO N° 2</b><br/> <b>LINEAMIENTOS TÉCNICOS, EQUIPOS Y GRADOS DE LIMPIEZA PARA</b><br/> <b>ARENADO ABRASIVO</b></p> <p style="text-align: center;">Documento al que pertenece: ITM.022 Trabajos de Mantenimiento de Líneas</p> |                           |              |
| Revisión 0  | Vigente desde: 27.11.2025 | Página: 1/ 5 |

### **SECCIÓN I: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

Es importante para la seguridad del personal involucrado en esta actividad, que ésta sea realizada al aire libre, o en caso de requerirse en ambientes cerrados, éste deberá estar bien ventilado.

#### **a) Consideraciones Técnicas - Abrasivo**

Tamaño máximo de la boquilla de arenado en relación a la capacidad del compresor debe ser:


| Tamaño del Orificio de la Boquilla |    | Volumen de Aire Requerido (ft <sup>3</sup> /min) |        |        |        |         |
|------------------------------------|----|--|--------|--------|--------|---------|
|                                    |    | 60 psi   | 70 psi | 80 psi | 90 psi | 100 psi |
| 1/4"                               | #4 | 67   | 76     | 85     | 94     | 103     |
| 3/8"                               | #6 | 151  | 171    | 191    | 211    | 232     |
| 1/2"                               | #8 | 268  | 304    | 340    | 376    | 413     |

*Fuente: NACE - Programa de Inspectores de Revestimiento*

- Las boquillas deberán remplazarse cuando el orificio interior de Venturi se haya desgastado en más de un 50% de su tamaño original.
- Alternativas para la arena son granallas de acero angular o esféricas.
- La arena para el uso del proceso debe estar exenta de humedad para evitar compactación en las mangueras, boquilla e inclusive en el equipo donde se deposita la arena, si esto ocurriese, despresurice el sistema.
- La arena se puede considerar que está seca y libre de humedad si la temperatura de la arena está en 5°C por encima de la temperatura de rocío; esta arena solo se puede guardar 24 horas en recipientes herméticos que impidan el ingreso de humedad.
- Mediante un análisis físico-químico de laboratorio se debe tener la certeza de que la arena utilizada se encuentra bajo los límites permisibles de sales, ácidos, sustancias orgánicas y otras impurezas.
- Para la utilización de la arena, se debe cumplir con los parámetros de aceptación según SSPC-AB-1 Standard for Mineral and Slag Abrasives:
  - Gravedad específica: 2.5 (Valor Mínimo), valor obtenido de acuerdo a ASTM. C-128.
  - Contaminantes Solubles en Agua, conductividad no debe exceder 1000 microsiemen, valor obtenido de acuerdo a ASTM D 4940.
  - El contenido máximo de humedad por peso: Valor máximo de 0.5%, valor obtenido de acuerdo a ASTM C-566.
- Se recomienda una reducción al 20% de la presión de operación del ducto para realizar las excavaciones y el arenado.

#### **b) Consideraciones Técnicas - Arenado**

- Para evitar la presencia de humedad que dificulta la eliminación del óxido es necesario cumplir las siguientes condiciones ambientales antes de iniciar el proceso de arenado:
- Temperatura ambiental: 0° C mínimo.
- Temperatura de la superficie de la cañería: 3° C sobre el punto de rocío, pero no si la humedad relativa es mayor al 85%., estos parámetros deberán ser llenados en el formulario *FO.255 Reporte de Aplicación de Revestimiento del ITM.121 Aplicación de Revestimiento para Cañerías.*


|  |                           |              |
|--|---------------------------|--------------|
|  <b>ANEXO N° 2</b><br><b>LINEAMIENTOS TÉCNICOS, EQUIPOS Y GRADOS DE LIMPIEZA PARA</b><br><b>ARENADO ABRASIVO</b><br>Documento al que pertenece: ITM.022 Trabajos de Mantenimiento de Líneas |                           |              |
| Revisión 0   | Vigente desde: 27.11.2025 | Página: 2/ 5 |

- Cuando el Arenador confirme las condiciones ambientales adecuadas, recién se habilita la válvula de ingreso de aire al sistema y la inyección de aire comienza, lanzando el chorro de arena hacia la tubería.
- Prueba del papel secante (Blotter test) ASTM D 4285, para verificar en cualquier momento la presencia de agua o aceite en el aire comprimido, antes de realizar el arenado se puede realizar una prueba simple que involucra usar un papel blanco absorbente que se colocará en la corriente de descarga del compresor el cual no deberá presentar puntos originados por aceite o agua que pueda contener el flujo de aire descargado.
- Toda limpieza por arenado debe cumplir mínimamente con los requerimientos de las siguientes especificaciones del fabricante de revestimientos según su aplicación:
  - SSPC-SP-5, limpieza metal blanco.
  - SSPC-SP-10, limpieza casi metal blanco.
  - SSPC-SP-6, limpieza comercial.
  - SSPC-SP-7, limpieza Brush-Off.
- El perfil de anclaje debe ser medido con un rugosímetro. Los niveles de anclaje deben estar acordes al perfil de anclaje recomendado por el fabricante del revestimiento.
- Para alcanzar un perfil de anclaje requerido, se podrá utilizar la prueba del tamiz de acuerdo a la siguiente tabla:

| Perfil de anclaje | Prueba de tamiz |
|-------------------|-----------------|
| Mils              | # Mallas        |
| 0,5               | 80/120          |
| 1                 | 30/60           |
| 1,5               | 20/50           |
| 2                 | 16/40           |
| 2,5               | 12/30           |
| 3                 | 8/20            |

*Fuente: NACE - Programa de Inspectores de Revestimiento*

- La preparación aceptable de la superficie metálica previa al arenado debe incluir:  
Remoción del aceite, grasa, barro antes de la limpieza mecánica por lavado como un solvente totalmente volátil tal como nafta (gasolina blanca); el kerosén y fuel oíl no deben ser usados para limpiar.
  - Extracción de la totalidad del revestimiento existente; remoción de salpicaduras de soldadura, escoria, contornos puntiagudos, suciedad, protuberancia, herrumbre (óxido amarillo rojizo), capas sueltas de laminación, por medio de herramientas manuales, cuchillas, cepillado a máquina, esmerilado a máquina - lijado a máquina o a mano; y en caso de existir pitting de corrosión y estos sean muy profundos, se debe tomar medidas de espesores de la tubería y notificar al Supervisor de la Obra de la contratista y de YPFB TR con el fin de determinar si continua el arenado o se sueldan camisas de refuerzos. Luego recién se procede con la limpieza por arenado abrasivo.

|   |                           |              |
|---|---------------------------|--------------|
|  <div style="text-align: center;"> <b>ANEXO N° 2</b><br/> <b>LINEAMIENTOS TÉCNICOS, EQUIPOS Y GRADOS DE LIMPIEZA PARA</b><br/> <b>ARENADO ABRASIVO</b><br/>         Documento al que pertenece: ITM.022 Trabajos de Mantenimiento de Líneas       </div> |                           |              |
| Revisión 0  | Vigente desde: 27.11.2025 | Página: 3/ 5 |

- Finalmente, se debe eliminar el polvo de la superficie del metal, cuidando de no contaminar ésta.
- Se procede con la inspección visual sin apoyar las manos sobre el metal arenado, para evidenciar laminaciones y otros defectos que pudieran existir.

**NOTA # 1:**

No se dejará en ningún caso el ducto arenado de un día para el otro.

- Finalizada la inspección visual, se procede con la aplicación del revestimiento de acuerdo instructivos específicos para esto o a las recomendaciones del fabricante.
- Se debe registrar todo el proceso de arenado de acuerdo a la documentación aprobada por YPFB TR. a la Contratista.

### **Corte de Emergencia**

El compresor que alimenta a la boquilla de arenado debe ser equipado con un corte de emergencia.


Las siguientes precauciones deben ser observadas:

- El ayudante debe ser capaz de inmediatamente alcanzar el interruptor de corte.
- El corte debe ser revisado en cada maniobra.
- Nunca dejar el equipo presurizado.
- Apagar todos los equipos antes de dejar el área.

### **Paro del Arenado**

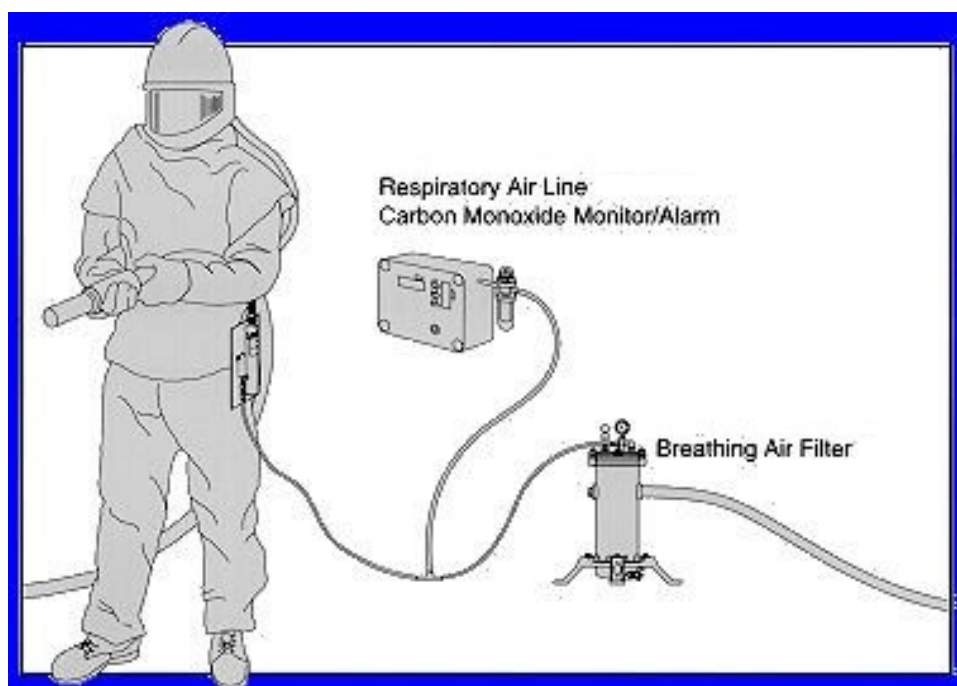
Cuando el arenado ha sido completado, observar las siguientes precauciones:

- El compresor debe apagarse y ser asegurado.
- Toda la presión debe ser aliviada del sistema antes de la desconexión de las mangueras.
- La fuente de energía debe ser desconectada.
- Ninguna intervención se debe llevar a cabo en el equipo de arenado abrasivo hasta que toda la presión haya sido liberada y desconectada de la fuente de energía.

|   |   |              |
|---|---|--------------|
|  | <p align="center"><b>ANEXO N° 2</b><br/> <b>LINEAMIENTOS TÉCNICOS, EQUIPOS Y GRADOS DE LIMPIEZA PARA</b><br/> <b>ARENADO ABRASIVO</b></p> <p align="center">Documento al que pertenece: ITM.022 Trabajos de Mantenimiento de Líneas</p> |              |
| Revisión 0  | Vigente desde: 27.11.2025   | Página: 4/ 5 |


## **SECCIÓN II: EQUIPOS PARA EL ARENADO ABRASIVO**

### **Equipo de Protección Personal adecuado**



### **Equipos para Arenar (Blast Machines):**



|  |                           |              |
|--|---------------------------|--------------|
| <div><div><div>ANEXO N° 2</div><div>LINEAMIENTOS TÉCNICOS, EQUIPOS Y GRADOS DE LIMPIEZA PARA ARENADO ABRASIVO</div><div>Documento al que pertenece: ITM.022 Trabajos de Mantenimiento de Líneas</div></div></div> |                           |              |
| Revisión 0   | Vigente desde: 27.11.2025 | Página: 5/ 5 |

**SECCIÓN III: GRADOS DE LIMPIEZA ABRASIVA**



**Brush-off**

**Brush-off**

**Brush-off**



**Comercial**

**Comercial**

**Comercial**



**Metal Casi Blanco**

**Metal Casi Blanco**

**Metal Casi Blanco**



**Metal Blanco**

**Metal Blanco**

**Metal Blanco**