

**NORMA UY 121****PERFILAJE DE POZOS PETROLEROS****Aprobada por Resolución 016/2014 de la ARNR del 29/07/2014****A. OBJETIVO**

1. Establecer requisitos de seguridad radiológica en la práctica de perfilaje de pozos petroleros.

**B. ALCANCE**

2. La presente norma es aplicable al perfilaje radiactivo de pozos petroleros del tipo gamma-gamma y neutrónico.

El cumplimiento de esta norma no exime del cumplimiento de otras normas y requerimientos aplicables que establezcan otras autoridades competentes no relacionadas con la protección radiológica de las personas y la seguridad de las fuentes.

**C. EXPLICACIÓN DE TÉRMINOS**

3. **Perfilaje de pozos petroleros:** es toda operación mediante la cual son registradas, en función de la profundidad, algunas características de las capas geológicas del pozo, tales como permeabilidad, porosidad y conductividad.
4. **Perfilaje radiactivo:** es aquel que se lleva a cabo midiendo la radiactividad natural o por procesos de interacción de la roca y el pozo por la introducción de una fuente radiactiva.
5. **Tipos de perfilajes radiactivos:** los tipos empleados son gamma natural, gamma-gamma y el neutrónico.
6. **Perfilaje gamma natural:** consiste en la medición y, en algunos casos, en el análisis de la radiación emitida por los elementos radiactivos naturales, que pueden existir en las formaciones atravesadas por la perforación, con el objetivo de diferenciar zonas potencialmente productivas de gas o petróleo y de efectuar estudios de correlación litológicas (composición de las rocas). En este tipo de perfilaje se mide el contenido relativo de  $^{40}\text{K}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ .
7. **Perfilaje gamma-gamma o gamma inducida** tiene por objetivo la medición de la densidad global de las formaciones litológicas (composición de las rocas) atravesada por la perforación. El resultado de este perfil es un registro continuo de los cambios en la densidad global en función de la profundidad. El radioisótopo utilizado para las sondas de pozo de perfilaje gamma-gamma es el  $^{137}\text{Cs}$  con actividades que van de 1,5 a 2,0 Ci.
8. **Perfilaje neutrónico:** se utiliza principalmente para delinear la formación de poros y la determinación de la porosidad. Este tipo de perfil está relacionado principalmente con la cantidad de hidrógeno presente en la formación y también puede ser un indicador de la presencia de gas. La fuente de neutrones más utilizada es la

de <sup>241</sup>Am-Be, con actividades entre 16 y 20 Ci.

- 9. Responsable de Protección Radiológica:** persona que asume la responsabilidad sobre el cumplimiento y la observancia de todo aquello relacionado con la seguridad radiológica. Debe poseer autorización individual de operador vigente.
- 10. Titular de la Licencia:** persona física o jurídica a la que la Autoridad Reguladora ha otorgado una licencia de operación de acuerdo a la normativa vigente.

## D. CRITERIOS

### 11. Evaluación de seguridad

Se debe presentar una evaluación de seguridad en correspondencia con el riesgo radiológico que involucra a las fuentes.

- a. La evaluación de seguridad de la práctica abarca los aspectos siguientes:
- a.1. Identificación de los sucesos iniciadores de accidentes postulados en correspondencia con las particularidades de la práctica. Esto debe incluir todos los errores humanos, fallos de equipos y sucesos externos o
  - a.2. la combinación de ellos que potencialmente pueden conllevar a la ocurrencia de accidente.
  - a.3. Descripción de la severidad de las consecuencias potenciales asociadas a cada uno de los sucesos iniciadores de accidente.
  - a.4. Descripción, para cada suceso iniciador, de las barreras de seguridad existentes para prevenir o mitigar los accidentes.
- b. En la descripción de la severidad de las consecuencias potenciales asociadas a cada suceso iniciador de accidente deberán especificarse las consecuencias para los trabajadores, miembros del público según el efecto potencial que pudiera provocar cada suceso iniciador de accidente sin tener en cuenta las barreras o medidas de seguridad previstas.
- c. Las barreras y medidas necesarias para controlar el peligro podrán diferenciarse en tres tipos: enclavamientos de seguridad, alarmas o advertencias de seguridad, y procedimientos de seguridad y emergencias.
- d. Los riesgos asociados a los sucesos iniciadores de accidente deberán clasificarse según criterios de prioridad que faciliten la toma de decisiones. Para ello pueden utilizarse criterios cualitativos, semi-cuantitativos o cuantitativos. Los sucesos iniciadores de accidente con mayor riesgo deberán tener identificado un programa con las medidas de seguridad que permitan garantizar la optimización de la protección al nivel de seguridad más alto que sea razonablemente posible alcanzar.

### 12. Exposición ocupacional

#### Programa de Protección Radiológica

Se debe presentar un Programa de Protección Radiológica (PPR) que contenga como mínimo los siguientes aspectos:

- a. la asignación de responsabilidades para la seguridad y la protección radiológica ocupacional;
- b. el establecimiento de zonas controladas o supervisadas, con el uso de símbolos de advertencia, tal como el recomendado por la Organización Internacional de Normalización y las instrucciones apropiadas en los puntos de acceso y otros lugares adecuados del interior de las zonas;
- c. las reglas locales que deben seguir los trabajadores y la supervisión del trabajo;

- d. las disposiciones para la vigilancia radiológica de los trabajadores y de los puestos de trabajo;
- e. la adquisición y el mantenimiento de los instrumentos de protección radiológica;
- f. el sistema para registrar y notificar toda la información pertinente relacionada con el control de las exposiciones, las decisiones referentes a las medidas para la protección radiológica ocupacional y la seguridad, así como la vigilancia radiológica individual;
- g. el programa de enseñanza y capacitación sobre la naturaleza de los riesgos, la protección y la seguridad;
- h. los métodos para auditar y revisar periódicamente la ejecución del PPR;
- i. los planes a aplicar en caso de intervención;
- j. la indicación de instituciones autorizadas por la Autoridad Reguladora para los servicios de monitoreo individual y de calibración de instrumentos;
- k. el establecimiento de los límites de dosis y las restricciones de dosis.

Se clasificarán como zonas controladas las áreas siguientes: el local de almacenamiento de las fuentes radiactivas, área de la base de operaciones destinada para la calibración, pruebas y mantenimiento de las herramientas de pozo, en las áreas donde se realizan los registros geofísicos y dentro del sobreenvase, en caso de realizarse un almacenamiento temporal de fuentes radiactivas.

El control radiológico de zona se realizará: en el local de almacenamiento de las fuentes radiactivas, siempre que se extraigan o se ingresen fuentes radiactivas; en el área de la base de operaciones destinada para la calibración, pruebas y mantenimiento de las herramientas de pozo y en puntos colindantes con esta área, siempre que se realicen tales actividades; en los medios de transporte autorizados siempre que se transporten fuentes radiactivas y en las áreas donde se realizan los registros geofísicos, durante y al concluir los mismos; en los alrededores del sobreenvase, en caso de realizarse un almacenamiento temporal de fuentes radiactivas.

### **13. Exposición del público**

Se debe presentar un programa de monitoreo que tenga en cuenta la exposición externa con registros de los resultados y de la estimación de las dosis al público.

Para el control de visitantes a las áreas controladas y supervisadas, se debe tener en cuenta que:

- a. los visitantes sean acompañados por personas con conocimiento de medidas de protección y seguridad;
- b. se debe proporcionar adecuada información e instrucciones a los visitantes antes de entrar al área controlada y supervisada así como proporcionar protección y seguridad a los visitantes u otros individuos que puedan ser afectados por sus acciones;
- c. se emplean las señales en las áreas controladas y supervisadas.

### **14. Gestión de fuentes selladas en desuso**

Se debe presentar cual será el procedimiento que tenga en cuenta la futura gestión de las fuentes selladas en desuso, que puede ser:

- a. Retornar al fabricante o al proveedor, como solución preferente;
- b. Transferir a alguna otra organización autorizada, cuando la fuente cumple con los requisitos para su uso seguro;
- c. Almacenar temporalmente en la propia instalación hasta definir la vía de gestión,
- d. Transferir a una instalación autorizada para el almacenamiento temporal o prolongado.

Se debe aportar evidencia de que existen garantías financieras para dicha gestión y que hay disponibilidad de contenedores certificados para el almacenamiento temporal de las fuentes.

### **15. Equipos y fuentes radiactivas de perfilaje de pozos**

La documentación a ser presentada y evaluada sobre las fuentes para perfilaje de pozos debe incluir los siguientes aspectos:

- a. Las fuentes selladas para uso de perfilaje de pozos deben poseer la certificación expedida por el fabricante de acuerdo a la Norma ISO 2919.
- b. Radionúclido, actividad, fecha de referencia, número de serie, modelo, fabricante.
- c. La certificación del fabricante debe ser realizada, antes de la entrega de las fuentes al usuario; las pruebas de hermeticidad que a tales efectos se realicen a las fuentes selladas así como los métodos y criterios de aceptación que se utilicen deben satisfacer la Norma ISO 9978.
- d. Certificado de material radiactivo en forma especial según el Reglamento vigente para el transporte de material radiactivo, OIEA, Safety Standards Series N° ST-1.
- e. Manipulación con la ayuda de herramientas distanciadoras metálicas, que aseguran una distancia de separación al cuerpo del operador de de 110 cm como mínimo.

La documentación a ser evaluada de los equipos de perfilaje de pozos debe incluir los siguientes aspectos:

- a. Los equipos utilizados en perfilaje de pozos, incluyendo cada conjunto de fuentes y portafuentes, blindajes y todas las herramientas de prospección y equipos auxiliares, deben estar diseñados y fabricados de acuerdo con las especificaciones internacionales aplicables a este tipo de fuentes y equipos.
- b. Los contenedores deben tener: fabricante, marca, modelo, capacidad y número de serie, tipo de bulto y certificación del contenedor.
- c. Que no se han modificado los dispositivos de manipulación de las fuentes y equipos asociados, a menos que la misma sea autorizada por la Autoridad Reguladora y no comprometa las características de seguridad.
- d. Los generadores de neutrones deben cumplir los siguientes requisitos:
  - poseer dispositivos de control del haz de radiación, que eviten que puedan ser energizados en la superficie, exceptuando las instalaciones de calibración;
  - contar con un dispositivo que indique cuando se está generando radiación;
  - señalización de las fuentes radiactivas mediante etiquetas.

### **16. Instalación y operación de los equipos de perfilaje de pozos**

La documentación a ser presentada y evaluada para la instalación y operación de los equipos de perfilaje de pozos debe incluir los siguientes aspectos:

- a. El diseño del blindaje para una instalación de prueba de generadores de neutrones debe cumplir los límites y restricciones de dosis establecidos por la Autoridad Reguladora.
- b. Para los accesos a las instalaciones de calibración de generadores de neutrones de perfilaje de pozos las características de la instalación se debe incluir:
  - barreras de protección y dispositivos de seguridad para evitar que se pueda efectuar una exposición mientras hayan personas dentro de la instalación y el ingreso de personas a la instalación durante la operación;
  - señales de advertencia con la leyenda: "Peligro. Zona de Radiación";
  - al menos una alarma externa acústica y lumínica, que se active durante la operación del generador

- de neutrones y que es accionada por un medidor de tasa de dosis fijo ubicado en la instalación;
  - procedimientos específicos para los trabajos.
- c. Para la operación de los equipos de perfilaje de pozos se debe incluir:
- procedimiento para el uso de los accesorios auxiliares necesarios tales como blindajes portátiles, barreras físicas de limitación, instrumentos para manipular fuentes, avisos y señales, equipo de medición de tasas de dosis para la vigilancia radiológica de zona, dosímetros personales, entre otros;
  - en el caso de los generadores de neutrones: profundidad mínima para poder energizar; y tiempo de espera, una vez apagado, para poder retornar a la superficie en forma segura.
  - para las unidades o consolas de control de los equipos de generadores: modos de operación del equipo; tiempos de exposición pre-seleccionables; controles para la selección de tensión y corriente; descripción de la lógica de los dispositivos para accionar los disparos del haz (incluyendo enclavamientos); condiciones de interrupción automática del haz en la consola de control; descripción de los dispositivos de advertencia en la unidad de control (luces y alarmas audibles).

La documentación a ser presentada y evaluada para trabajos en el área de calibración y pruebas de las herramientas de pozos debe incluir los siguientes aspectos:

- a. Designación de un área de la base de operaciones especialmente destinada para ello y clasificada como zona controlada;
- b. La manipulación de las fuentes radiactivas solo se realizará con ayuda de las herramientas distanciadoras que para tales fines deben existir en la empresa;
- c. El área de calibración y prueba debe cumplir las siguientes condiciones:
  - contar con señales lumínicas y sonoras que indiquen el inicio y fin de las actividades de calibración y prueba.
  - durante la realización de calibraciones y pruebas, el área debe estar delimitada y señalizada con el símbolo fundamental de radiaciones ionizantes y carteles con señales de advertencia que indiquen que se trabaja con radiaciones ionizantes
  - se impedirá el acceso de personas no autorizadas al área durante la realización de calibraciones a través de la colocación de barreras físicas.
  - la tasa de dosis en el límite de la zona de los trabajos no debe ser mayor que 2,5  $\mu\text{Sv/h}$ .
  - la tasa de dosis en las áreas donde habitualmente se encuentra el público (oficinas de trabajo y estacionamientos) y que colindan con el área de calibración no debe ser mayor que 1 $\mu\text{Sv/h}$ , durante las actividades de calibración de las herramientas.
  - Cuando la fuente radiactiva sea retirada y colocada en el contenedor con la herramienta distanciadora se debe verificar mediante monitoreo que se encuentra en dicho contenedor.

La documentación a ser presentada y evaluada para trabajos en campo en los pozos petroleros debe incluir los siguientes aspectos:

- a. La zona controlada y la zona supervisada deben estar acotadas y señalizadas, garantizado que los valores de tasa de dosis en el extremo exterior de las mismas no supere los 20  $\mu\text{Sv/h}$  y 2,5  $\mu\text{Sv/h}$  respectivamente.
- b. Se limitaran las áreas utilizando barreras físicas apropiadas, y señales de advertencias ubicadas de tal manera que prevengan el acceso inadvertido de personas no autorizadas a las zonas supervisada y controlada.
- c. Cuando la fuente radiactiva sea retirada de la herramienta de pozo y colocada en el contenedor de transporte con la herramienta distanciadora se debe verificar mediante monitoreo que se encuentra en dicho contenedor. Esta operación debe hacerse durante la transportación y al colocarla en el depósito de

almacenamiento.

- d. El medidor de tasa de dosis debe ser adecuado por el tipo de fuente de radiación en operación. Dicho medidor debe poder medir tasa de dosis equivalente ambiental como mínimo entre 0 y 100 mSv/h. Los equipos deben calibrarse en un laboratorio reconocido para tal fin por la Autoridad Reguladora y con la periodicidad que ésta lo indique.

### **17. Instalación de almacenamiento de equipo y fuentes de radiación**

La documentación a ser presentada y evaluada para la instalación de almacenamiento debe incluir los siguientes aspectos:

- a. Descripción general de la instalación con un croquis donde se ubiquen los equipos y fuentes radiactivas de perfilaje de pozos.
- b. Que esté situada en lugares donde el riesgo de incendio y de inundación sea lo más bajo posible.
- c. Detalles de las señalizaciones y enclavamientos.
- d. Detalles de alarmas ópticas y acústicas e interruptores de seguridad de la instalación con el esquema de conexión.
- e. Detalles de la localización del monitor fijo de radiación.
- f. Características técnicas del medio de izaje de los contenedores con las fuentes.
- g. La construcción debe ser resistente al fuego.
- h. Debe tener facilidades para el almacenamiento de los contenedores con fuentes y reducir los niveles de radiación en los alrededores (por ejemplo: nichos blindados, fosos profundos, con tapas blindadas, señalizadas y cierre con candados).
- i. Blindajes eficaces que protejan al personal de la instalación y al público.
- j. Seguridad física: cerradura con llave en la puerta de acceso, control de acceso, señalización con el símbolo fundamental de las radiaciones ionizantes en la parte exterior de la puerta y las paredes, los nichos de almacenamientos deben disponer de tapas de hormigón o de acero con candados en buen estado.
- k. Sistema de detección y extinción de incendios, que proteja la integridad de las fuentes radiactivas en caso de incendio.
- l. No almacenamiento de las fuentes radiactivas de perfilaje de pozos junto a otros materiales peligrosos tales como explosivos, sustancias inflamables, combustibles o corrosivas, entre otras.
- m. Control de las llaves de los candados por parte del Responsable de Protección Radiológica u otra persona especialmente designada.

### **18. Programa de mantenimiento**

Se debe presentar un programa de mantenimiento el cual debe contemplar los siguientes aspectos:

- a. el mantenimiento rutinario requerido que debe realizar el operador después del trabajo con la sonda de perfilaje de pozos;
- b. revisiones periódicas planificadas de mantenimiento preventivo y correctivo del equipo;
- c. procedimientos detallados para: verificación de las conexiones; control de los dispositivos de posicionamiento de la fuente en los contenedores y herramientas distanciadoras; verificación del estado y la identificación de los contenedores, herramientas y equipos, previéndose su reposición en caso de deterioro;
- d. la frecuencia para el mantenimiento y de ejecución de revisiones periódicas de los equipos deben estar en correspondencia con las recomendaciones del fabricante;

Después de la ocurrencia de un suceso radiológico en el cual la fuente pudiera haberse dañado se debe realizar una prueba de frotis directa sobre la misma incluyendo su inspección visual.

### **19. Recambio de fuentes radiactivas**

Para el recambio de fuentes se debe tener en cuenta siguientes aspectos:

- a. cualificación y autorización de todos los trabajadores que participan en las operaciones de cambio de fuentes;
- b. si la transferencia de fuentes se efectúa utilizando contenedores y accesorios diseñados específicamente para este propósito;
- c. procedimientos específicos para el cambio de las fuentes.

### **20. Transporte de material radiactivo**

Para realizar el transporte se debe solicitar previamente autorización a la Autoridad Reguladora y se debe enviar la siguiente información:

- a. documentación específica;
- b. ruta de transporte;
- c. personal cualificado;
- d. procedimientos de monitoreo, de señalización del vehículo y de emergencia y de seguridad física;
- e. la disposición de equipos de comunicación
- f. medios de sujeción para fijar los contenedores con las fuentes radiactivas al vehículo.

### **21. Programa de seguridad física de las fuentes**

Se debe presentar un programa de seguridad física que incluya como mínimo la siguiente información:

- a. definición clara de las responsabilidades;
- b. descripción de los medios con que se cuenta para evitar que las fuentes sean removidas o utilizadas sin autorización (control de las llaves de los equipos y contenedores).

### **22. Registros**

Se debe contar con registros de la siguiente información:

- a. acceso de personal y visita a la zona controlada;
- b. dosis individuales del personal (mensualmente);
- c. supervisión médica;
- d. resultados de la vigilancia radiológica de zonas;
- e. inventario de fuentes;
- f. resultados de los ensayos a los sistemas de seguridad;
- g. modificaciones de la instalación relacionadas con la seguridad;
- h. certificados de calibración de los instrumentos de medidas;
- i. registros de las pruebas de hermeticidad;
- j. transporte de equipos y fuentes de perfilaje de pozos;
- k. carga de trabajo de los operadores y asistentes;
- l. autorizaciones de la Autoridad Reguladora;
- m. resultados de los mantenimientos;

- n. capacitación y entrenamiento de personal;
- o. copia de los informes de investigación de incidentes y accidentes;
- p. inspecciones y auditorías internas; etc.

### **23. Emergencias**

Se debe presentar un plan de emergencias, el cual debe estar acorde a los sucesos iniciadores de eventos previstos en la evaluación de seguridad presentada y que tenga en cuenta las lecciones aprendidas de accidentes.

El plan de emergencias debe contemplar los siguientes aspectos:

- a. procedimientos específicos para los posibles accidentes radiológicos que puedan ser originados durante la operación normal, durante las tareas de mantenimiento y pruebas, y en otras situaciones, tales como:
  - caída de una fuente desde el vehículo de transporte; accidente de tránsito durante la transportación; robo o pérdida de una fuente; deshermetización de fuentes radiactivas; abandono de una fuente en la zona donde se realizó una operación de perfilaje; permanencia inadvertida de personas dentro de áreas con tasa de dosis elevadas debido al regreso incompleto de la fuente a su contenedor; pérdida de una fuente en el fondo del pozo petrolífero; entrada de personas a la zona controlada durante las calibraciones de las herramientas, incendio en el depósito de almacenamiento de fuentes y equipos de perfilaje de pozos; evento natural (inundación, ciclón) que afecte el depósito de almacenamiento de fuentes y equipos de perfilaje de pozos, fuente trabada en el pozo.
- b. programa de entrenamiento con ejercicios y simulacros para enfrentar con éxito las situaciones de emergencia (ejercicios de recuperación segura de fuentes).
- c. procedimiento específico para el abandono de una fuente en un pozo.

### **24. Clausura de la instalación**

El plan de clausura debe estar en correspondencia con la Guía específica de clausura de instalaciones del OIEA RLA/9/064 – ATS1, Julio 2011.