

2019



MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS

Perfilaje y Trazado con fuentes radiactivas

Elaborado por
la Comisión Cuatripartita
de Petróleo y Gas

Hoy, mañana, siempre
Prevenir es trabajo de todos los días

0800-666-6778



AUTORIDADES

Ing. MAURICIO MACRI

Presidente de la Nación

Lic. DANTE SICA

Ministro de Producción y Trabajo

Cdor. GUSTAVO DARÍO MORÓN

Superintendente de Riesgos del Trabajo

ÍNDICE

- 5** Consideraciones Preliminares
 - 8** Introducción
 - 9** Consideraciones generales sobre radiaciones ionizantes
 - 11** Efectos de la radiación
 - 20** Determinación de áreas
 - 26** Dosimetría
 - 32** Buenas prácticas en el uso de dosímetros personales
 - 39** Perfilaje de pozos con fuentes radiactivas
 - 65** Trazado con fuentes radiactivas
 - 85** Tratamiento de residuos radiactivos
 - 86** Exposición Interna | Procedimientos de Emergencia
 - 95** Sistemas de emergencia
 - 97** Anexo I
 - 99** Anexo II
 - 100** Anexo III
-

CONSIDERACIONES PRELIMINARES

El presente manual de Buenas Prácticas acerca de los riesgos a los que se exponen los trabajadores que manipulan fuentes radiactivas, surge producto del relevamiento de algunas de las operaciones especiales vinculadas con la producción de petróleo y gas. El perfilaje y trazado de pozos es una actividad fundamental para optimizar trabajo y recursos en la exploración y producción al aportar datos esenciales para identificar zonas productivas, estimar el volumen de reservas y distinguir petróleo de gas y agua, determinar composición física y espesor de las distintas capas a atravesar y finalmente elaborar un plan de trabajo adecuado para cada perforación.

Si bien la industria hace un tiempo que procura sustituir fuentes radiactivas, consciente del riesgo radiológico para la salud de los trabajadores y el impacto ambiental que suponen las que hoy dominan la escena (¹³¹Iodo, emisores gamma o de neutrones, por ejemplo), el presente y futuro mediato torna pertinente elaborar contenidos locales y aplicados a la realidad concreta del trabajo en los principales yacimientos de nuestro país.

Es así que desde la Mesa Nacional Cuatripartita de Petróleo y Gas, nos dispusimos a visibilizar un factor potencialmente dañino para la salud, como las radiaciones ionizantes. Que además -y producto del conocimiento acumulado y esfuerzo sostenido de la Gerencia de Prevención de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo (SRT) acaban de ser incluidas en la Resolución SRT N° 844/17, que actualiza el listado de agentes y sustancias cancerígenas.

Este manual tiene una cualidad que creemos distintiva y que define la calidad del producto final: se puso en pie de igualdad la pertinencia de los conocimientos académicos en la materia y el saber empírico de los trabajadores, se enriquecieron mutuamente y el resultado final es reflejo de esta sinergia positiva. Quienes resuelven en la práctica la distancia entre protocolos operativos de excelencia y las condiciones

reales de exposición a riesgos en el trabajo, son los trabajadores. Es por eso que este trabajo integra lo mejor que cada empresa ofrece en materia de operaciones seguras de trazado y perfilaje, el análisis de bibliografía disponible sobre la materia y las observaciones directas de campo realizadas por la coordinación de la Mesa junto a profesionales de higiene y seguridad de las empresas y delegados de los sindicatos representativos de la Patagonia Austral. Los formatos a producir con esta base incluyen no sólo el Manual sino también, cartillas y volantes de concientización sobre riesgos radiológicos en la industria del petróleo y capacitaciones a trabajadores y profesionales de las empresas del sector, delegados especializados en seguridad y salud y preventores de las Aseguradoras de Riesgos del Trabajo (ART).

Desde la Mesa Nacional de Petróleo y Gas consideramos que este manual permite compilar y ampliar la información que se encontraba a disposición desde los distintos actores de la actividad. Desde esta perspectiva es una herramienta de utilidad para complementar todas las tareas de cuidado de la salud y la seguridad de los trabajadores.



Tres momentos de la presentación de los contenidos del manual de buenas prácticas para manipulación de fuentes radiactivas y las pruebas de campo del porta jeringas plomado.

Agradecemos la generosidad y calidad profesional de las empresas que aportaron sus normas, sus conocimientos y que nos permitieron acceder a las maniobras en yacimiento. A los sindicatos que aportaron su experiencia en relevamientos de seguridad y salud y nos proporcionaron recursos para concretar las visitas. A las aseguradoras de riesgos del trabajo que con su participación acompañaron el análisis de riesgos y participan en la confección de herramientas para eliminarlos o reducirlos.

Organizaciones que participaron de las Mesas Nacional y Regional de Petróleo y Gas

Coordinación, trabajo de campo y edición de contenidos: Superintendencia de Riesgos del Trabajo.

Operadoras: Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF), Pan American Energy, Compañía Asociación Petrolera SA (CAPSA).

Empresas de Perfilaje y Trazado: Weatherford Argentina. Schlumberger Argentina SA, Baker Hughes, COPGO Ge Oil& Gas Argentina, Halliburton Argentina, Superior Energy.

Empresas de Servicios Petroleros: Nabors Internacional Argentina, San Antonio Internacional, DLS Argentina.

Sindicatos: Sindicato del Personal Jerárquico y Profesional de Petróleo y Gas Privado de la Patagonia Austral, Sindicato del Petróleo y Gas Privado de Chubut, Sindicato del Petróleo y Gas Privado de Cuyo.

Unión de Aseguradoras de Riesgos del Trabajo.

Si bien es cierto, este manual se aboca a los riesgos físicos por radiaciones ionizantes específicamente en el Anexo III incluimos una breve enumeración y descripción de los riesgos provocados por los factores de la organización del trabajo

En las correcciones finales, técnicas y específicas agradecemos especialmente a Marcelo Kisielewicz por LADS (Latin American Drilling Safety Argentina) y al Lic. Carlos Gerardo Einisman.

INTRODUCCIÓN

Encuadre Normativo

OIT C115/Convenio sobre la protección contra las radiaciones (Organización Internacional del Trabajo, 1960 y ratificado por Argentina el 15 de junio de 1978).

Se ha tomado como referencia para el encuadre normativo de este manual, las sugerencias adoptadas por la Argentina como miembro de la OIT (Organización Internacional del Trabajo) y la OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica) contenidos en los requisitos de seguridad generales (GRS), especialmente en su parte 3: **Protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación: Normas básicas internacionales de seguridad. Patrocinada conjuntamente por:**



Bajo la **Ley Nacional de Actividad Nuclear** (24.804/97) y las Normas AR, especialmente la AR 7.9.2, la AR 10.1.1 y la **AR 10.16.1 (Revisión 3 - Sobre transporte de materiales radiactivos)** la **Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN)** tiene competencia directa para autorizar y controlar todas las prácticas que utilizan fuentes radiactivas (selladas y no selladas) para operaciones industriales. Los requisitos obligatorios y fundamentales son:

- Contar con una Licencia, Registro o Autorización de práctica no rutinaria, según corresponda, emitida por la ARN.
- Para operar una instalación Clase II se debe contar con la Licencia de Operación otorgada por la ARN, con un Responsable con permiso individual vigente para

el propósito correspondiente y en los casos que la Autoridad Regulatoria así lo determine, con al menos un (1) operador adicional con permiso individual vigente.

- Para operar una instalación Clase III se debe contar con el correspondiente Registro otorgado por la ARN y con un responsable con permiso individual vigente para el propósito correspondiente.
- Para realizar una práctica no rutinaria se debe contar con la correspondiente Autorización de Práctica no Rutinaria otorgada por la ARN y con un responsable con permiso individual vigente para el propósito correspondiente.

En lo que respecta a la salud, seguridad y enfermedades profesionales de los trabajadores la autoridad de aplicación es la SRT en un todo de acuerdo con la **Ley N° 24.557/96**; mientras que en lo referido a las normas de seguridad e higiene, las autoridades de Aplicación en materia del agente físico - Radiaciones Ionizantes (RI) son las establecidas en la **Ley N° 19.587/72**.

CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE RADIACIONES IONIZANTES

Para poder tener real dimensión del riesgo que existe en la manipulación de fuentes y procesos relacionados con la exposición a radiaciones ionizantes, se considera indispensable enmarcarse en lo que manifiestan los organismos internacionales relacionados con la Salud y el Trabajo, que son autoridades en el tema radiaciones y que tienen bajo su égida el estudio, control y regulación de las mismas. Incluimos entonces el siguiente resumen sobre aspectos indispensables para quienes tienen a su cargo la atención de estos temas, ya que el "trabajar con radiaciones" es uno de los riesgos reconocidos taxativamente por el sistema de riesgos del trabajo.

A continuación, se reproducen pasajes breves de diversas publicaciones de los diferentes organismos. En 1996 el Organismo Internacional de Energía Atómica

(OIEA) publicó las Nociones fundamentales sobre protección radiológica y seguridad de las fuentes de radiación (OIEA, Colección Seguridad N° 120) y las Normas básicas internacionales de seguridad para la protección contra la radiación ionizante y para la seguridad de las fuentes de radiación (OIEA, Colección Seguridad N° 115), ambas auspiciadas en conjunto por la **Agencia para la Energía Nuclear de la OCDE**, el OIEA, la **Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación**, la **Organización Internacional del Trabajo (OIT)**, la **Organización Mundial de la Salud (OMS)** y la **Organización Panamericana de la Salud (OPS)**. En estas publicaciones se presentan, respectivamente, los objetivos y los principios de seguridad radiológica y los requisitos que han de cumplirse para aplicar los principios y alcanzar los objetivos.

A continuación citamos el preámbulo la Colección de Seguridad OIEA N° 115, que presenta principios fundamentales para contextualizar la actividad desde el punto de vista de los riesgos a los que se exponen quienes entran contacto con las radiaciones. Lo consideramos sumamente ilustrativo más allá de que hoy existe normativa.

NORMAS BÁSICAS INTERNACIONALES DE SEGURIDAD PARA LA PROTECCIÓN CONTRA LA RADIACIÓN IONIZANTE Y PARA LA SEGURIDAD DE LAS FUENTES DE RADIACIÓN / (Colección de Seguridad OIEA N° 115).

Preámbulo:

“Principios y Objetivos Fundamentales: Desde los primeros estudios sobre los rayos X y los minerales radiactivos se observó que la exposición a niveles elevados de radiación puede causar daños clínicamente identificables a los tejidos del cuerpo humano. Además, prolongados estudios epidemiológicos de las poblaciones expuestas a las radiaciones, especialmente de los supervivientes de los bombardeos atómicos de Hiroshima y Nagasaki ocurridos en el Japón en 1945, han demostrado que la exposición a la radiación puede también provocar

en forma diferida enfermedades malignas. Es, pues, esencial que las actividades que implican exposición a la radiación, tales como la producción y el empleo de fuentes y materiales radiactivos, así como la explotación de instalaciones nucleares, incluida la gestión de desechos radiactivos, se sometan a ciertas normas de seguridad para proteger a las personas expuestas a la radiación. La radiación y las sustancias radiactivas existen de manera natural y permanente en el medio ambiente y, en consecuencia, los riesgos derivados de la exposición a la radiación solo pueden restringirse, pero no eliminarse por completo. Además, se ha generalizado el empleo de la radiación de origen artificial. Las fuentes de radiación son indispensables para la moderna atención de salud: los materiales médicos desechables esterilizados por irradiación intensa son de gran utilidad en la lucha contra las enfermedades; la radiología es un instrumento fundamental de diagnóstico; la radioterapia es un elemento habitual del tratamiento de las enfermedades malignas”.

La aceptación por la sociedad de los riesgos derivados de la radiación se condiciona a los beneficios que reporte su utilización.

De todas formas, hay que restringir tales riesgos y ofrecer protección contra ellos mediante la aplicación de normas de seguridad radiológica. Estas Normas son la expresión de un adecuado consenso internacional para tal fin.

EFFECTOS DE LA RADIACIÓN

Deterministas

Los efectos que se manifiestan a poco de recibir una dosis de radiación UMBRAL (cantidad sobre la cual se espera un efecto biológico) se denominan “efectos deterministas” y algunas de sus manifestaciones pueden ser quemaduras, infertilidad, náuseas, vómitos y diarreas. Para estos casos la protección consiste en PREVENIR LOS EFECTOS, no excediendo los umbrales definidos para cada uno.

Para estos casos la protección consiste en PREVENIR LOS EFECTOS, no excediendo los umbrales definidos en cada caso.

Los efectos deterministas son resultado de procesos diversos, principalmente de muerte celular y demora en la división celular, causados por la exposición a altos niveles de radiación. Si son lo suficientemente amplios, pueden deteriorar la función del tejido expuesto. La gravedad de un efecto determinista dado en un individuo expuesto aumenta con la dosis por encima del umbral de aparición del efecto.

Estocásticos

La exposición a la radiación también puede producir efectos somáticos tales como tumores, que se manifiestan tras un período de latencia y pueden ser detectables epidemiológicamente en una población. Se supone que tales efectos se producen en toda la gama de dosis, sin nivel umbral.

Asimismo, en poblaciones de mamíferos se han detectado estadísticamente efectos hereditarios resultantes de la exposición a la radiación y se supone que también se dan en las poblaciones humanas. Estos efectos y otras enfermedades malignas son epidemiológicamente detectables y se denominan "efectos estocásticos" por su naturaleza aleatoria.

Los efectos estocásticos pueden presentarse cuando una célula irradiada no muere, sino que se modifica. Las células modificadas pueden -al cabo de un proceso prolongado- degenerar en cáncer. No hay prueba alguna de que exista una dosis umbral por debajo de la cual sea imposible la producción de un cáncer.

La probabilidad de aparición del cáncer aumenta con la dosis, pero la gravedad de un eventual cáncer resultante de la irradiación es independiente de la dosis.

TIPOS DE SITUACIÓN A LA EXPOSICIÓN | GSR Parte 3

a) Situación de exposición planificada:

Es una situación de exposición que surge a raíz de la utilización planificada de una fuente o de una actividad planificada que tiene como resultado una exposición debida a una fuente.

Puesto que pueden adoptarse disposiciones para la protección y la seguridad antes de iniciar la actividad en cuestión, las exposiciones conexas y la probabilidad de que se produzcan pueden limitarse desde el principio. Los principales medios de controlar la exposición en situaciones de exposición planificadas son el diseño apropiado de instalaciones, equipo y procedimientos operacionales, y la capacitación. En las situaciones de exposición planificadas cabe prever que haya cierto grado de exposición. Cuando no existe la certeza de que la exposición se vaya a producir, sino que esta podría ser resultado de un accidente o deberse a un suceso o una serie de sucesos que podrían darse pero no es seguro que así sea, esto se denomina "exposición potencial".

b) La situación de exposición de emergencia:

Es una situación de exposición que se da como resultado de un accidente, acto doloso o cualquier otro suceso inesperado, y requiere la pronta adopción de medidas para evitar o reducir las consecuencias adversas. Deben estudiarse medidas preventivas y mitigadoras antes de que se presente una situación de exposición de emergencia. Sin embargo, una vez que esa situación se produce, las exposiciones solo pueden reducirse mediante la aplicación de medidas protectoras.

c) La situación de exposición existente:

Es una situación de exposición que ya existe cuando tiene que tomarse una decisión sobre la necesidad de control. Entre las situaciones de exposición

existentes figuran las situaciones de exposición a la radiación de fondo natural, así como las de exposición debida a materiales radiactivos residuales provenientes de prácticas anteriores que no estuvieron sometidas a control reglamentario o que permanecen una vez terminada la situación de exposición de emergencia.

Si el suceso o la serie de sucesos que se ha tenido en cuenta en la evaluación de la exposición potencial llegara a producirse, puede tratarse como una situación de exposición planificada o, si se ha declarado una emergencia, como una situación de exposición de emergencia.

Las exposiciones potenciales pueden convenirse en exposiciones reales si la situación inesperada se produce efectivamente, por ejemplo a consecuencia de fallas de equipos, de errores de diseño o explotación o de alteraciones imprevistas de las condiciones ambientales.

El principal medio para controlar las exposiciones potenciales es el buen diseño de las instalaciones- (en petróleo la marcación de áreas seguras o de exclusión) el equipo y los procedimientos de explotación; esto tiene el fin de restringir la probabilidad de que ocurran sucesos que pudieran producir exposiciones no planificadas y restringir la magnitud de las exposiciones que pudieran producirse.

El objetivo de las normas es la protección de todas las personas que puedan estar expuestas a las radiaciones, incluidas las de las generaciones futuras que pudieran afectarse por prácticas o intervenciones actuales.

PRINCIPIOS BÁSICOS

Justificación de las instalaciones y actividades:

Las instalaciones y actividades que generan riesgos radiológicos deben reportar un beneficio general¹. La explotación de instalaciones o la realización de actividades que utilizan una nueva fuente de radiación y que pueden aumentar o reducir las exposiciones o la probabilidad de que éstas se produzcan debe justificarse en el sentido de que los beneficios individuales y sociales previstos superen el detrimento que se podría ocasionar. La comparación del detrimento y el beneficio suele ir más allá de la consideración de la protección y la seguridad, e incluye asimismo el examen de factores económicos, sociales y ambientales.²

Optimización de la protección: La protección debe optimizarse para proporcionar el nivel de seguridad más alto que sea razonablemente posible alcanzar.³ Esta optimización involucra integralmente a instalaciones fijas y móviles; dispositivos de protección y control; procedimientos operativos y la formación y capacitación continua que permitan maximizar esa protección. La Norma AR 7.9.2 establece que los sistemas de protección radiológica deben estar optimizados respetando la restricción de dosis efectiva de 6 mSv en un año para la exposición de los trabajadores y 0,1 mSv para los miembros del público. Limitación de los riesgos para las personas: Las medidas de control de los riesgos radiológicos deben garantizar que ninguna persona se vea expuesta a un riesgo de daños inaceptable. Los límites a partir de los cuales esos riesgos se consideran inaceptables,⁴ se detallan en el siguiente cuadro:

1. GSR 3. Principio 4. Pág. 4.
2. GSR 3. Párrafo 1.13. Pág. 7.
3. GSR 3. Principio 5. Pág. 4.
4. GSR 3. Principio 6. Pág. 4.

TIPO DE LÍMITE	OCUPACIONAL	PÚBLICO
Dosis efectiva	20 mSv por año promediada en períodos definidos de 5 años *	1 mSv en un año

Dosis equivalente anual en:

Cristalino	20 mSv por año promediada en períodos definidos de 5 años *	15 mSv
------------	---	--------

Pies 500 mSv 50mSv

Manos y pies	500 mSv	---
--------------	---------	-----

- Las fuentes de radiación y las instalaciones deberían dotarse de las mejores medidas de protección y seguridad que sean posibles en las circunstancias existentes, de forma que la magnitud y probabilidad de las exposiciones y el número de individuos expuestos sean los más bajos que puedan razonablemente alcanzarse (en inglés ALARA: *As Low As Reasonably Achievable*) teniendo en cuenta los factores económicos y sociales, y las dosis que causen y el riesgo que generen se restrinjan. Es decir la protección y la seguridad deberían optimizarse;

- La exposición debida a fuentes de radiación que no formen parte de una práctica debería reducirse por medio de una intervención cuando ello sea justificado, y las medidas de intervención deberían optimizarse;
- La persona jurídica autorizada a realizar una práctica que implique la presencia de una fuente de radiación debería ser la principal responsable de la protección y la seguridad; debería inculcarse una cultura de la seguridad que rijan las actitudes y el comportamiento, en relación con la protección y la seguridad, de todos los individuos y entidades que se ocupen de fuentes de radiación;
- El diseño y los procedimientos de explotación de las fuentes de radiación deberían prever medidas de defensa en profundidad para contrarrestar posibles fallas de las medidas de protección o seguridad;
- La protección y la seguridad deberían garantizarse por medio de principios sólidos de gestión y buena tecnología, garantía de calidad, capacitación y cualificación del personal, evaluaciones minuciosas de la seguridad y aprovechamiento de las enseñanzas derivadas de la experiencia y la investigación de reglamentos específicos para el tipo de actividad.

Consideraciones Preliminares

Desde el punto de vista de salud y seguridad laboral, las autoridades regulatorias vinculadas a la tarea son:

- * La ARN bajo lo normado por Ley N° 24.804, decretos reglamentarios, modificatorios y accesorios.
- * La Secretaría de Gobierno de Salud bajo lo normado por Ley N° 17.557, decretos reglamentarios, modificatorios y accesorios.

- * La SRT bajo lo normado en las leyes N° 19.587 y N° 24.557, decretos reglamentarios, modificatorias y accesorias.
- Los empleadores deberán declarar y cumplir con los puntos 87 al 90 del RGRL (Registro General de Riesgos Laborales, Resolución 463/09, modificatorias y anexos de corresponder).
- Del mismo modo los trabajadores expuestos a RI deberán ser declarados bajo el código ESOP 90002 o lo que la normativa establezca para cada tipo de energía (Alfa, Beta, Gamma o Neutrones) en el RAR (Relevamiento de Agentes de Riesgos . Disposición SRT GP y C 2/2014).
- Respecto de la vigilancia médica, la ARN establece que “la vigilancia médica de los trabajadores expuestos a fuentes de radiación debe basarse en los principios generales de la medicina ocupacional y debe cumplir los siguientes propósitos según corresponda (D 6.2 – Vigilancia médica)”.
- El empleador deberá confeccionar una nómina con el personal expuesto a RI, sean o no empleados bajo relación de dependencia (como por ejemplo monotributistas), a quienes también deberá proveerles dosimetría personal (punto VII, Dosimetría personal, art. 22 Dto. 6320/68 y art. 9° inc. b Ley N° 17.557/67).
- Todos los trabajadores que utilicen trazadores radiactivos en aplicaciones industriales e investigación deberán contar con un permiso individual otorgado por la ARN y serán los únicos integrantes de la cuadrilla que podrán manipular la fuente.
- Se deberá cumplir con los exámenes médicos periódicos para el personal expuesto a RI con frecuencia semestral (art. 11 inc. 1 y Anexo II de la Res. SRT N° 37/10). Como referencia se puede consultar la Guía AR 3 (Res. ARN

38/01 "Condiciones a ser verificadas por el médico examinador de acuerdo al profesiograma psicofísico de la función especificada").

Respecto a los exámenes periódicos, deberá cumplirse con lo que indica el Artículo 5 de la Resolución SRT N° 37/2010, a saber:

Los empleadores afiliados deberán suministrar a la ART, la nómina de trabajadores expuestos a cada uno de los agentes de riesgo, al momento de la afiliación a una ART o de la renovación del contrato. La ART. tendrá un plazo de CUARENTA Y CINCO (45) días para comunicar al empleador, por medio fehaciente, los días y franjas horarias de, el o los centros asistenciales a los cuales los trabajadores deben concurrir para la realización de los exámenes correspondientes. A partir de dicha comunicación, el empleador dispondrá de un máximo de NOVENTA (90) días dentro del cual deberá autorizar la concurrencia de los trabajadores para realizarse el examen, sin alterar la periodicidad o frecuencia de su realización. Si por razones de fuerza mayor los trabajadores no pudiesen concurrir, en tiempo y forma a los centros asistenciales habilitados para tal fin, la Aseguradora realizará sus mayores esfuerzos para efectuar los exámenes médicos en los propios establecimientos laborales, cuando esa posibilidad resultare factible. El Empleador y la ART acordarán las fechas, logística y la infraestructura para la realización de los exámenes médicos, de una manera cierta.

En la norma **AR 7.9.2** la ARN exige que los **Sistemas de Calidad** contemplen aspectos tales como:

44. La operación de una instalación Clase II o Clase III o la realización de una práctica no rutinaria deberá enmarcarse dentro de un sistema de calidad que contenga procedimientos escritos, según corresponda para:

- a. Compra, recepción, almacenamiento, transferencia e inventario del material radiactivo.

- b. Operación y realización de la práctica, manipulación del material radiactivo dentro de la instalación y para aquellos casos en que deba ser utilizado fuera de ella (equipos móviles y fuentes radiactivas no selladas).
 - c. Vigilancia radiológica individual y de áreas.
 - d. Mantenimiento y control de calidad de los equipos y todos los elementos de seguridad radiológica.
 - e. Gestión de los residuos radiactivos
 - f. Situaciones anormales.
- Ante cualquier alteración de los métodos habituales de operación, los trabajadores deberán observarlo y exigir un nuevo análisis de riesgo, consensuado con el encargado de la maniobra y firmado por este último.

DETERMINACIÓN DE ÁREAS

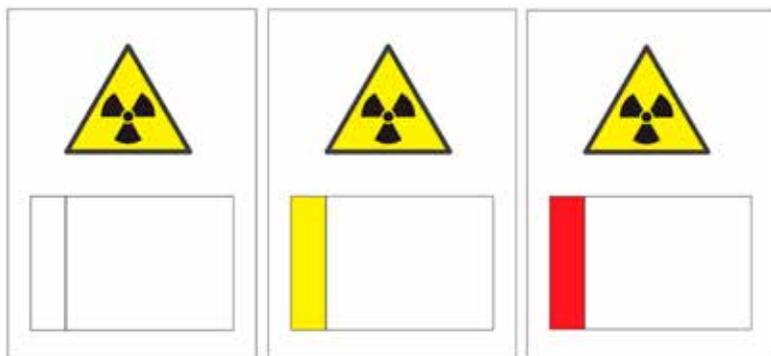
La demarcación de zonas es una de las medidas de Radioprotección que permite restringir la circulación de personas en lugares en donde puedan recibir una dosis de radiación por sobre los límites establecidos.



Vista de dos tipos de bunkers en las que se almacenan fuentes selladas y no selladas, en los que pueden observarse las restricciones perimetrales y la cartelería en la que identifica el riesgo radiológico y la obligatoriedad de uso de los elementos de protección personal.

Simbología básica de señalización de áreas

Existen tres diseños que incluyen el símbolo internacional de radiación acompañado por etiquetas rectangulares y editables, de acuerdo al nivel de exposición sobre el que buscan advertir:



ÁREA SUPERVISADA

ÁREA CONTROLADA

ÁREA PROHIBIDA RADIOLÓGICAMENTE

Área Supervisada: La que posee el rectángulo con una banda blanca indica que la zona de trabajo se define como área supervisada y para ingresar en ella es preciso contar con la autorización expresa del responsable.

Área Controlada: La banda amarilla marca que estamos ante un área controlada y el acceso está permitido sólo para el personal que se encuentre licenciado para hacerlo.

Área Prohibida Radiológica: La banda roja indica la prohibición de acceso a personas ajenas al personal del área controlada. Sólo pueden acceder a esta última quienes cuenten con la autorización del responsable y acompañados por una persona designada a ese efecto.

La ARN, en la ya citada **Norma AR 10.1.1 (revisión 3)**, al clasificar las áreas de trabajo define que:

D 6.1 – Clasificación de Áreas de Trabajo

122. Las áreas supervisadas deben estar individualizadas con señalización adecuada y las condiciones de trabajo deben revisarse periódicamente, y normalmente **es suficiente con tener una evaluación dosimétrica de su personal en base a mediciones del área involucrada.**

Criterios para la clasificación de áreas de acceso restringido

A los fines prácticos se presenta una clasificación de zonas, criterios de restricción de acceso y las tareas que en ellas se realizan.

Zona	Criterio	Clasificación de Tareas
De acceso y circulación libre	Se consideran zonas de libre acceso a los espacios en los que es improbable recibir dosis efectivas superiores a 1 mSv/año, por lo que en ella no es necesario establecer medidas especiales en materia de protección radiológica.	Áreas de acceso al público en general. Punto de encuentro designado.
Supervisada	<p>Es aquella en la que es posible recibir dosis efectivas superiores a 1mSv/año, o recibir dosis efectivas inferiores a 3/10 de las dosis equivalentes para el cristalino, la piel y las extremidades de los trabajadores profesionalmente expuestos.</p> <p>Sin embargo, no es probable recibir dosis efectivas superiores a 6 mSv/año. En esta zona no es necesario el uso de dosímetros individuales, pero sí una estimación de las dosis por dosimetría de área.</p>	<p>Área de calibración de equipos.</p> <p>Zonas periféricas a áreas controladas, por donde podrían circular trabajadores ajenos a la cuadrilla de operaciones especiales durante los procedimientos en pozo.</p> <p>Recintos dentro de transportes automotores alejados del lugar destinado en el mismo para transporte de fuentes.</p>
Controlada	Es aquella en la que es probable recibir dosis efectivas superiores a 6 mSv/año oficial o recibir dosis efectivas superiores a 3/10 de las dosis equivalentes para el cristalino, la piel y las extremidades de los trabajadores profesionalmente expuestos. En ellas será obligatorio el uso de dosímetros individuales personales.	Boca de pozo durante montaje y desmontaje de fuentes.

Zona	Criterio	Clasificación de Tareas
Prohibida	Es aquella en la que es probable superar el límite de dosis máximas permisibles. En ellas está terminantemente prohibida la permanencia de trabajadores. Sólo podrán ingresar personas autorizadas y dosimetradas a efectuar operaciones puntuales (ingreso y egreso de fuentes y deshechos)	<p>Área de almacenamiento en base de operaciones.</p> <p>Área de almacenamiento provisorio en base de yacimiento.</p> <p>Área próxima o contigua al contenedor de la fuente durante el transporte.</p>



Demarcación y señalización de zona dedicada a la calibración de fuentes selladas, en el marco de la locación. Cuenta con dosimetría de área.

Señalización de vehículos para transporte de sustancias radiactivas

Todos los vehículos destinados al transporte de sustancias radiactivas deben estar habilitados especialmente por la ARN y contar con la señalización de prevención y seguridad correspondientes (rombos y rectángulos). Deberán portar además las FICHAS DE INTERVENCIÓN para casos de emergencia (Resolución Secretaria de Transporte N° 720/87 – Anexo C y la norma **AR10-16-1_R03**).

Riesgo radiológico | Etiquetas reglamentarias de transporte



En todas las etiquetas se deben completar los espacios disponibles para el CONTENIDO (por ejemplo, I-¹³¹, Co-60, BAE-i) y la ACTIVIDAD (por ejemplo, 0,5 TBq, 10 GBq).

Se aprecia que la etiqueta blanca i-BLANCA no tiene rectángulo para la inclusión del valor del IT ya que el mismo vale cero.

DOSIMETRÍA

La dosimetría es el método mediante el cual podemos monitorear y conocer la radiación absorbida durante un determinado período de tiempo (generalmente un mes), las particularidades con las que debe cumplir el servicio de dosimetría están indicadas en la normativa vigente.

La dosimetría personal para trabajadores ocupacionalmente expuestos a radiaciones ionizantes no es opcional, es una obligación. Luego y de acuerdo al estudio de puestos de trabajo, el empleador (a través del responsable de salud y seguridad) asumiendo lo que disponga la autoridad de aplicación, deberá decidir si se colocan dosímetros de muñeca, de cuerpo entero o ambos. Esto se encuentra parcialmente expresado en la norma **AR 7.9.2**, cuyo texto se cita textualmente a continuación:

D5. Vigilancia Radiológica Individual

61. Deberá llevarse a cabo el control dosimétrico individual de los trabajadores en los casos que corresponda.
62. El Responsable deberá determinar la nómina de los trabajadores afectados al control dosimétrico individual.
63. Todo el personal que opera con fuentes radiactivas para perfilaje petrolero o con fuentes no selladas, debe contar con monitoreo individual de la irradiación externa y con dosímetro de mano según corresponda y a satisfacción de la Autoridad Regulatoria.

La dosis límite ocupacional está regulada por la legislación argentina (**Resolución MTyESS N° 295/03** de Radiaciones Ionizantes, Disposición **30/91** y **norma AR 10.1.1 rev 3**).

Respecto de los REGISTROS PERSONALES, la **Norma AR 10.1.1.**, en su inciso 128 establece que cuando la Autoridad Regulatoria lo requiera, el Responsable de una Instalación Clase II o de una práctica no rutinaria debe llevar registros individuales de cada trabajador expuesto en áreas controladas, los que estarán a su disposición. En estos registros se debe consignar la siguiente información:

- La índole de las tareas que realiza el trabajador.
- El tipo de radiación y contaminación a la que se halla expuesto.
- El resultado de la evaluación de las dosis ocupacionales debidas a la exposición externa y a la incorporación de material radiactivo.
- Los resultados de los exámenes médicos en salud.

Los registros deben ser conservados durante 30 años posteriores al momento en que el trabajador haya cesado en las tareas que provocaron exposición a radiaciones y que, en caso de que la organización responsable de la Instalación o de la práctica no rutinaria cese en su actividad, dichos registros deberán ser remitidos a la Autoridad Regulatoria.

Cabe agregar que la **Norma AR 10.16.1 (Revisión 3)** define los casos de exposición ocupacional ocasionada por actividades de transporte, cuando se determine que la dosis efectiva:

- a. Es probable que se encuentre comprendida entre 1 y 6 mSv en un año, será necesario un programa de evaluación de dosis mediante la vigilancia radiológica en el lugar de trabajo o la vigilancia de la exposición individual; o
- b. Es probable que sea superior a 6 mSv en un año, deberá procederse a la vigilancia radiológica individual. Cuando se proceda a la vigilancia individual o de los lugares de trabajo, se llevarán los registros apropiados.

Respecto a todas las dosis recibidas en situaciones accidentales, deben registrarse distinguiéndolas claramente de las dosis recibidas en operación normal.

De acuerdo a lo establecido por Resolución ARN 180/13, los servicios o laboratorios de dosimetría personal propios de la instalación o externos a la misma, deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- a. Participar en ejercicios al menos bienales de intercomparación dosimétrica organizados por la ARN o en ejercicios periódicos equivalentes que sean organizados por una institución reconocida internacionalmente la que deberá ser aceptada por la ARN analizando caso por caso.
- b. Cumplir con los requisitos del Punto 7 "Límites de desempeño" de la **Norma IRAM-ISO 14146 "Protección radiológica"**, que se transcriben en el Anexo a esta Resolución.
- c. Tener la capacidad de informar la dosis en el intervalo comprendido entre 0,2 mSv y 1 Sv.
- d. Poseer un sistema de gestión de la calidad en el que se incluyan los aspectos técnicos y administrativos de la dosimetría personal, teniendo en cuenta las recomendaciones nacionales e internacionales en la materia.

En el caso de las mujeres embarazadas -y tal como lo establece la normativa vigente- se debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Toda trabajadora tan pronto conozca o presuponga su estado de gravidez debe notificarlo inmediatamente al responsable de la instalación o de la práctica.
- Con el objetivo de que la dosis en el feto no exceda el límite correspondiente para miembros del público, desde el momento en que es declarada la gravidez,

las condiciones de trabajo deben ser tales que resulte altamente improbable que la dosis equivalente personal ($H_p(10)$)⁵ en la superficie del abdomen exceda 2 mSv, y que la incorporación de cada radionucleido involucrado exceda 1/20 del límite anual de incorporación respectivo, durante todo el período que resta de embarazo.

Tipos, características y buen uso de los dosímetros

En nuestro país existen distintos tipos de dosímetros pasivos y reconocidos por la autoridad de aplicación (Radiofísica Sanitaria dependiente del Ministerio de Salud de la Nación) que deben utilizarse para el monitoreo personal de los trabajadores, tales como TLD, FILM, OSL, ELECTRÓNICOS, etc.

Desde el aspecto técnico consisten en sensores que por diferentes efectos físicos (luz, temperatura, etc.) resultan sensibles a la radiación ionizante y permiten que luego de un tiempo de exposición, y mediante un proceso de lectura posterior nos permitan inferir la dosis equivalente de exposición. También pueden utilizarse dosímetros electrónicos de lectura directa, que permiten verificar la dosis recibida en tiempo real.

El responsable de protección radiológica o el Servicio de Seguridad e Higiene (SSH) deberá elegir el tipo de dosímetro que mejor se adecue a los resultados del estudio de puesto, siempre que estén autorizados u homologados por la o las autoridades de aplicación, que puedan dejar un registro para archivo que sea legible y mensurable y que cumpla con lo expresado en la normativa vigente de la República Argentina.

5. **$H_p(10)$** : dosis equivalente personal a una profundidad de 10 milímetros desde la superficie del abdomen, integrada en el período de gravidez.

Dosimetría individual | Dosimetría Personal

Es la estimación de la dosis equivalente, profunda y superficial, que recibe un trabajador profesionalmente expuesto, mediante la lectura del dosímetro asignado y llevado por dicho trabajador durante toda su jornada laboral.

Los dosímetros individuales, se clasifican de acuerdo al lugar del cuerpo en el que se usan:

- a. Dosímetros de cuerpo entero
- b. Dosímetros de extremidades (muñeca y anillo)
- c. Dosímetros específicos para la medición en otras zonas o situaciones especiales

Dosímetros de cuerpo entero

Los dosímetros de cuerpo entero se utilizan a la altura del tronco o pecho, generalmente por debajo del abrigo o ropa de trabajo para protegerlo de enganches, salpicaduras y pérdidas.

En el caso que se requiera la evaluación de la dosis equivalente en extremidades, se deberán utilizar adicionalmente dosímetros de muñeca.

Dosímetros de muñeca

Se encuentran protegidos por una cubierta de policarbonato transparente y con una correa para su colocación a modo de reloj. Debe colocarse por debajo de cualquier protección que se utilice, por ejemplo, guantes plomados. En la muñeca más expuesta a la radiación en función de su tipo y procedimientos de trabajo.

Evaluaciones adicionales de dosimetría personal del puesto de trabajo

En el caso de trabajadores que por su tipo de tarea precisen de la evaluación de dosis equivalente en mano hábil o en ambas manos, se pueden utilizar uno o más dosímetros de anillo calibrados en dosis equivalente personal superficial HP (0.07). Así como también dosímetros especiales cuantificación de dosis en cristalino.

Dosimetría de área y de control

La dosimetría de área se realiza con dosímetros iguales a los corporales o mediante equipos electrónicos de lectura directa capaces de guardar registro temporal, que se colocan en puntos estratégicos de un área o recinto (con probabilidad de obtener valores de dosis mayores). La finalidad es controlar la eficacia de los blindajes y -en áreas aledañas a los bunkers de almacenamiento- evaluar dosis ambientales (tanto Gamma & Neutrón).



Dosímetros de área monitoreando los niveles de radiación ambientales en un taller de almacenamiento y mantenimiento de herramientas.

La dosimetría de control es utilizada por los responsables de protección radiológica de las instalaciones para evaluación de diferentes situaciones o para la realización de investigaciones (como por ejemplo un estudio de puestos de trabajo).

Se debe evaluar en forma permanente las condiciones de trabajo a fin de optimizar las prácticas, recordemos que la idea es que las dosis de radiación sean tan bajas como razonablemente sea posible (A.L.A.R.A- principios de optimización). En los casos que un trabajador reciba o pudiera recibir de acuerdo a la proyección de su **lectura dosimétrica de cuerpo entero una Dosis Equivalente Personal (Hp(10)) mayor a 6 mSv/año**, deberá realizarse una investigación a fin de establecer las causas y optimizar los procesos.

BUENAS PRÁCTICAS EN EL USO DE DOSÍMETROS PERSONALES

- Es obligación del empleador dotar a cada trabajador potencialmente expuesto a radiaciones ionizantes, de dosimetría personal que sea provista por un servicio de dosimetría que se encuentre debidamente registrado y autorizado por las Autoridades de Aplicación, con participación en los ejercicios de intercomparación de la ARN.
- Por tratarse de un monitoreo de dosis personal e individual, cada trabajador tiene derecho a conocer en todo momento su registro e historial dosimétrico, y es obligación del empleador cumplir con este derecho informándosela en tiempo y forma.
- No deben realizarse tareas que impliquen transporte, manipulación o montaje de fuentes radiactivas sin contar con dosimetría personal, salvo expresa y documentada indicación de las Autoridades de Aplicación.
- El/los dosímetros deben usarse durante toda la jornada laboral y el/ los mismos no deben ser retirados o portados bajo ningún concepto fuera del ámbito de trabajo.

- La selección del tipo de dosímetro debe ser acorde al tipo de radiación empleada (alfa, gamma, beta, equis, neutrones) en cada puesto de trabajo.



Variedad de dosímetros personales (TLD, OSL, de anillo) para detectar emisión radiactiva de distintos tipos de fuente y con distintas tecnologías de registro.

- Generalmente en los informes se envía una lectura mensual (absorbida) y una anual acumulada o integrada (esta última es la que no debe sobrepasar los "límites máximos permisibles" estipuladas en las diferentes normativas, o las restricciones de dosis en las prácticas que así lo tengan establecido).
- Los equipos dosimétricos deben estar **CORRECTAMENTE IDENTIFICADOS**, sin errores u omisiones en datos y matrículas de los trabajadores. Cualquier error ortográfico o numeral en los documentos, hace presuponer que el mismo **NO PERTENEZCA AL MISMO INDIVIDUO**.

- La nómina de personal expuesto de la ley 17557 debe coincidir con la norma que exige el listado de personal expuesto al agente RADIACIONES IONIZANTES [Disp. SRT G.P. 02/2014 (R.A.R.)].
- El dosímetro es personal e intransferible. Cada trabajador debe usar el/los suyo/s y es directa y personalmente responsable del/ de los mismo/s. En caso de pluriempleo, se debe contar con uno o más dosímetros por cada empleo del trabajador.
- Si en determinado tipo de prácticas, existe riesgo de que ciertas partes del cuerpo reciban una dosis de radiación significativamente mayor que otras, es conveniente utilizar algún dosímetro adicional en esas zonas, identificando claramente en su envío al laboratorio, a que zona del cuerpo corresponde tal monitoreo y su forma de uso.
- En caso de utilizar sólo un dosímetro, este debe situarse a la altura del abdomen superior.



- Las bajas y altas del personal profesionalmente expuesto deben notificarse, con el fin de poder cancelar la ficha de control o abrir otra nueva. Todo el procedimiento debe realizarse con el registro de los datos que tanto el empleador como la empresa prestadora de dosimetría estimen necesarios y suficiente para evitar confusiones o retrasos en la disponibilidad del servicio.
- Si por accidente se rompiera la envoltura, debe devolverse inmediatamente, dentro de un sobre con las distintas piezas del dosímetro.
- No se deben colocar objetos ajenos o adicionales al dosímetro como calcomanías, autoadhesivos, stickers, etc., pues estos pueden alterar la absorción de radiaciones ionizantes por el dosímetro.
- El dosímetro no debe exponerse a temperaturas elevadas, salpicaduras que mojen, dañen o se adhieran a su superficie, ni a la acción directa de productos químicos, colonias, desodorantes, etc.
- En el caso de sobreexposición accidental del trabajador o del dosímetro, deberá comunicarse inmediatamente al responsable de seguridad radiológica o encargado de protección radiológica, para que apliquen los protocolos pertinentes y se tomen las medidas correspondientes en salvaguarda de la salud y seguridad del trabajador y se contemple tal contingencia en el cálculo de dosis recibida.
- En el caso de extravío del monitor o dosímetro personal deberá comunicarse inmediatamente al responsable de seguridad radiológica o encargado de protección radiológica, para que se tomen las medidas correspondientes y pondere la dosis hasta el momento de su pérdida y la misma quede reflejada debidamente en los registros e historial dosimétrico.

- Una vez finalizada la actividad laboral, los trabajadores deben colocar los dosímetros en un tablero portadosímetro o dispositivos destinados a su guardado, el cual debe encontrarse fuera del área radio controlada. El responsable de seguridad radiológica o encargado de protección radiológica, o quien defina el empleador debe constatar su cumplimiento. Esto es importante porque además de optimizar la gestión de control y recambios, en el caso en que se produzca alteraciones en el uso y manipulación habitual del dosímetro, el control posterior (básicamente la lectura de radiaciones recibidas) puede resultar inválido.
- En los casos en que los trabajadores realicen tareas itinerantes, deberán adoptarse todas las medidas necesarias para que el dosímetro no se exponga accidentalmente durante el traslado, ni sea expuesto a condiciones climáticas o ambientales que pudieran alterar su registro (calor intenso, humedad, luz intensa, rayos cósmicos durante el traslado aéreo, escáner de equipajes, etc.). En tales casos deberá informar a la empresa proveedora, indicando con la mayor fiabilidad posible los detalles de la exposición, incluyendo si se trató de una situación particular o forma parte de las condiciones habituales de uso.
- Los informes del servicio de dosimetría deben ser provistos por el empleador; su lectura, confección y entrega puede ser realizada en forma mensual, bimensual o trimestral. Los dosímetros asignados deberán estar claramente etiquetados, identificados y codificados para cada uno de los trabajadores y cada zona del cuerpo a monitorear.
- El responsable de uso de los equipos, responsable de seguridad radiológica o encargado de protección radiológica, debe entregar a todo trabajador monitoreado y con la periodicidad definida por la autoridad de aplicación, una cartilla individual debidamente actualizada con los registros de las dosis de radiación recibidas. Esta cartilla debe estar firmada por dicho responsable y es un documento personal e intransferible (de Ley N° 17.557).



CENTRO: _____ Responsable: _____
 USUARIO: _____ Autorización Individual N° _____
 CODIGO: _____ FUNCION: _____
 D.N.I.: _____ MATRICULA: _____

AÑO **2011**

PERIODO	DEBE	HORA	DOSIMETRIA	OBSERVACIONES	FIRMA Y CALIFICACION DEL RESPONSABLE
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

RESPONSABLE _____

Empresa prestadora: _____ Firma y Sello _____

Ejemplo de una cartilla dosimétrica

- Si en alguna ocasión el usuario se somete como paciente a alguna exploración radiológica, deberá quitarse previamente el dosímetro y mantenerlo alejado del haz de radiación.
- Deben evitarse los golpes y toda manipulación que altere o dañe el dosímetro.
- Se debe evaluar en forma permanente las condiciones de trabajo a fin de optimizar las prácticas, recordemos que la idea es que las dosis de radiación sean tan bajas como razonablemente sea posible (A.L.A.R.A- principios de optimización), respetando los límites de dosis permisibles indicados en la normativa legal vigente.
- Los registros deberán conservarse tal cual lo establece el artículo 27 del Decreto 6320/98 reglamentario de la Ley 17.557. Dicho registro podrá ser consultado por el personal interesado, estará a disposición de la autoridad de

Salud Pública que solicite su control y deberá ser conservado durante 30 años en perfectas condiciones. En caso de cesar el funcionamiento de la instalación, el registro correspondiente será remitido a la correspondiente autoridad de Salud Pública para su archivo durante el tiempo que falte para completar el plazo indicado.



Vista de un portadosímetros en una base operativa. También puede observarse una caja de almacenamiento (con candado) de dosímetros pertenecientes al mes anterior que serán remitidos para su posterior lectura en los laboratorios que se contratan para este tipo de servicios.

PERFILAJE DE POZOS CON FUENTES RADIATIVAS

Perfilaje de pozos petroleros



Maniobra de bajada y torque de caños en una boca de pozo, durante un perfilaje con fuente de neutrones.

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. El 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. Entre las que utilizan radiaciones ionizantes se encuentran:

Gamma Natural

Mediante el desplazamiento de un detector a lo largo del pozo, se mide la radiactividad natural o inducida de las capas atravesadas por una perforación, esta es, la radiación gamma natural emitida por los isótopos presentes en las formaciones, principalmente del torio (^{90}Th) y uranio (^{92}U y el $^{19}\text{K } 40$). En este caso las herramientas empleadas no cuentan con fuentes emisoras y por tanto no representan riesgo radiológico para los trabajadores.

Gamma - Gamma

Las herramientas que se utilizan cuentan con una fuente de emisión gamma (^{226}Ra , ^{137}Cs ó ^{60}Co) y con uno o varios detectores. Mientras la herramienta se desplaza a lo largo del pozo, la fuente emite en forma constante radiación gamma que al interactuar con los estratos adyacentes del pozo en estudio, es captada como radiación retro dispersada por los detectores.

Neutrón - Neutrón

Se utiliza una fuente emisora de neutrones (fuente sellada de Americio Berilio ($^{241}\text{Am (Be)}$) o de Tritio (^3H)) y un detector de neutrones capaz de captar tanto neutrones retro dispersados como termalizados colocados en una herramienta que -al discurrir a lo largo del pozo- mide la radiactividad natural o inducida de las capas atravesadas por una perforación.

Neutrón - Gamma

Emisión de neutrones y detección de la radiación gamma de radioisótopos activados por captura neutrónica. Una medición del espectro de rayos gamma emitidos por una formación bombardeada por neutrones de alta energía. Se emiten neutrones de alta energía (14,1 MeV), los cuales al interactuar con diferentes núcleos,

generan que estos últimos emitan rayos gamma característicos a través de los fenómenos de dispersión inelástica de neutrones, las reacciones con neutrones rápidos y la captura de neutrones.

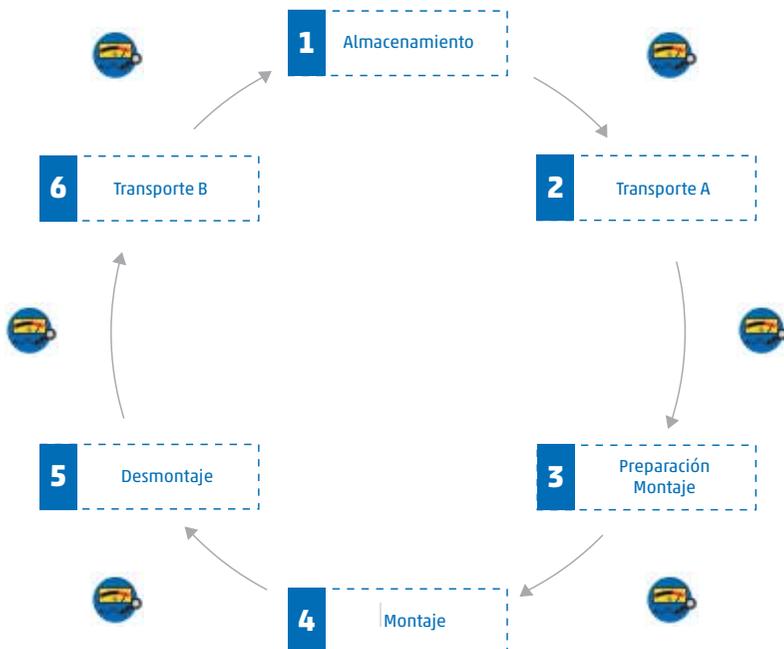
Para ello, la herramienta cuenta con una fuente emisora de neutrones y uno o varios detectores de radiación gamma además de las fuentes radiactivas auxiliares de pequeña intensidad que se utilizan para la calibración del instrumental.

Neutrones pulsados

Se utiliza un dispositivo que mediante la utilización de un acelerador de partículas cargadas durante cortos períodos de tiempo. Se trata de un emisor de radiaciones controlado eléctricamente. Es decir que emite neutrones de alta energía utilizado de una fuente electrónica sólo cuando se le aplica alto voltaje. Los más usuales son los iones de Deuterio ($2D$ o $2H$) y Tritio ($3T$ o $3H$). Cuando los iones de $2D$ y $3T$ colisionan con un blanco con impurezas de Tritio, reaccionan para generar un núcleo de Helio y un neutrón con una energía de aproximadamente $14,1$ MeV y de hasta $17,6$ MeV.

FLUJOGRAMA DE LA OPERACIÓN DE PERFILAJE

El flujograma que se definió con los integrantes de la Mesa Nacional de Petróleo y Gas, pretende identificar las etapas o maniobras en las que los trabajadores están expuestos a algún contacto con la fuente y por lo tanto a los riesgos que esto implica. Por lo tanto la adquisición de la fuente sólo un riesgo durante el traslado desde el lugar de arribo hasta el bunker (más precisiones sobre el procedimiento de compra, consultar la **AR 10.14.1**). Dado que el proceso es en realidad un ciclo de vuelta completa, el diagrama se puede presentar de la siguiente manera:



 Monitoreo mediante Geiger Muller previo a cada etapa.

Etapas / Pasos

1 . Almacenamiento

El área de almacenamiento autorizado de fuentes selladas consiste en un depósito de acceso restringido destinado exclusivamente a tal fin o compartido con depósito de fuentes no selladas, como por ejemplo (¹³¹I). También podrán almacenarse herramientas y accesorios de calibración, que son fuentes de baja o muy baja intensidad. Su construcción deberá contemplar las siguientes características de seguridad:

- Contar con una estructura firme,
- poseer baja carga de fuego,
- muy bajas probabilidades de inundación,
- bajo factor de ocupación de personal,
- bajos niveles de radiación en sus inmediaciones.

Dicho depósito puede ser una base autorizada, un depósito autorizado o uno transitorio, según lo establecido en la AR 7.9.2 por la autoridad de aplicación.

Dicho depósito puede ser una base autorizada, un depósito autorizado o uno transitorio, según lo establecido en la AR 7.9.2 por la autoridad de aplicación.

Las fuentes selladas se colocan en estructuras tubulares enterradas bajo nivel en hormigón o fosos profundos dotados con aparejos para ascenso y descenso de porta fuente.

En su exterior el bunker deberá encontrarse debidamente señalizado, con acceso restringido mediante una reja y puerta con candado o cerradura a la que solo tiene acceso el personal licenciado por la ARN para operar y manipular fuentes radiactivas.



Bunker de base con cartelera restrictiva e identificatoria del riesgo radiológico, con zonas de almacenamiento para ¹³¹I y fuentes selladas en fosos.

Es altamente recomendable que las empresas cuenten con cámaras periféricas que permitan la visión a 360° para monitoreo permanente y alarmas sonoras que se accionan ante la apertura de las puertas en sus bases autorizadas.

La adecuación de las instalaciones es definida por la ARN conforme a la normativa vigente de modo tal que sea segura para el resguardo físico de las fuentes ante actos vandálicos y garantizando que se encuentran suficientemente blindadas y apartadas de otros puestos de trabajo. Todo esto para que ningún trabajador o personas del público queden expuestos a radiaciones por encima de los límites de dosis vigentes.

Todas las empresas cuentan con protocolos pormenorizados (planillas de registro de uso obligatorio) que regulan el ingreso o egreso de las fuentes del bunker para evitar pérdidas y realizar el seguimiento de cada una de sus fuentes. Además deben poseer un inventario de fuentes radiactivas actualizado y un registro de calibración de instrumentos.

Las fuentes que se almacenan en caños amurados en hormigón, son retiradas y colocadas en porta fuente para su traslado, mientras que en otros casos las fuentes se guardan directamente en dichos recipientes y colocadas en un foso.



Dos tomas de un búnker de almacenamiento de fuentes y material radiactivo, donde pueden apreciarse el dosímetro de área y los fosos.

Ante posibles fugas de radiación, las empresas colocan un dosímetro o un detector de neutrones, según corresponda, para monitorear en forma permanente los niveles de fondo.

Cada empresa define mediante protocolos el correcto empleo de sus fuentes radiactivas, definiendo sus distintas formas, tamaños, modos de conexión y sujeción tanto para para su manejo en depósito y en campo.

Buenas prácticas

- El responsable de seguridad radiológica de la empresa debe garantizar que sólo quienes cuentan con autorización manipulen la fuente.
- Toda persona involucrada en procedimientos de manipulación y almacenamiento de fuentes o su contenedor, debe contar con dosímetro personal de cuerpo entero y es aconsejable que también cuente con uno de muñeca.
- Toda fuente que se retira del bunker, debe hacerlo dentro de su respectivo porta fuente (bocha) y asegurada con sistema de obturación y candado.
- Se debe usar siempre las pinzas provistas por el fabricante o la empresa para manipular fuentes. Las mismas deben medir no menos de 1,10 metros y recordando que a mayor distancia menor es la dosis recibida, toda maniobra que aleje la fuente contribuye con el cuidado de nuestra salud.



Telepinza utilizada para la manipulación segura de fuentes radiactivas.

- En la manipulación de mantas impregnadas con torio (^{232}Th) o fuentes utilizadas para calibración, se debe utilizar guantes descartables.



Manta impregnada con torio, exhibida por un encargado de depósito de fuentes.

- Las empresas deberían revisar periódicamente sus protocolos de trabajo y el desarrollo e incorporación tecnológica para sus herramientas de Perfilaje radiactivo.

- Dentro del bunker, se debe utilizar **siempre** dosimetría personal.
- En todo manejo de fuentes radiactivas se debe utilizar elementos que eviten el contacto directo.



Sistema de seguridad de herramienta de Perfilaje para la protección de la fuente radiactiva.

2. TRANSPORTE A

Para realizar el transporte vía terrestre de la fuente hasta el yacimiento, los vehículos que trasladen material radiactivo deben cumplir con lo normado en la Revisión 3 de la Norma AR 10.16.1, "Transporte de Materiales Radiactivos" de la ARN y contar con las habilitaciones correspondientes. Los conductores deberán poseer Licencia Nacional Habilitante para el transporte de mercancías peligrosas.

Riesgo radiológico | Etiquetas reglamentarias de transporte



Para trasladar fuentes radiactivas, los vehículos deben contar con una baulera capaz de contener el porta fuente ubicado en la parte posterior-lateral de la carrocería con sistemas de sujeción tales que, ante un incidente o accidente, se minimicen las posibilidades de caída.



1. imagen de la parte posterior del camión 2. Baúl para transporte de fuentes radiactivas en la parte posterolateral del camión 3. Zona radiocontrolada definida y señalizada en la locación.

Buenas Prácticas

- Los camiones de transporte deben ser colocados lo más cerca posible del bunker.
- Los vehículos de transporte deben estar en condiciones óptimas y contar con su documentación y la licencia correspondiente.
- Los procedimientos de emergencia y toda la documentación de las fuentes a transportar deben encontrarse en el vehículo.
- Se debe verificar el buen estado de los baúles de las camionetas o las cajas de los camiones y que el material radiactivo se encuentre adecuadamente cargado y sujeto dentro del cajón mediante cadenas o cintas de amarre para evitar desplazamiento o extravío durante el transporte.
- Se debe verificar el correcto funcionamiento de los equipos de comunicación con que cuenta la unidad, indispensables ante casos de emergencia.
- Se debe colocar la señalización en el exterior del vehículo (rombos y rectángulos). Portar y conocer las FICHAS DE INTERVENCIÓN para casos de emergencia (Resolución Secretaria de Transporte N° 720/87 – Anexo C).

- Toda persona involucrada en el procedimiento deberá tener dosimetría personal de cuerpo entero. En caso de manipular de cualquier modo fuentes no selladas o su contenedor, debería contar además con dosimetría de mano (muñeca/ anillo).



Vista ampliada de la parte trasera derecha de un camión de servicios de trazado y perfilaje, con la caja transportadora de porta fuente, herramientas y elementos de protección personal para la manipulación de fuentes radiactivas.

- Previamente al traslado, se debe hacer inspección dosimétrica de la periferia del camión, la cual no debería exceder los 0,1 mSv/h a 10 cm de su superficie y en las posiciones del chofer y los pasajeros.
- Si después de confeccionada la hoja de ruta y antes de iniciarse el traslado las condiciones climáticas se tornasen adversas (niebla, viento, lluvia, nieve), deberá chequearse nuevamente el recorrido para ajustar la planificación original y - en caso de ser necesario - solicitar apoyo vial a quien corresponda para reacondicionar caminos. Si fuese indispensable confeccionar una nueva hoja de ruta, dejarlo asentado en el Parte Diario de Operaciones (PDO).



Otra vista de la estructura de una caja transportadora de porta fuente ubicada en la parte trasera inferior del chasis del camión, donde también suelen alojarse herramientas y elementos de protección personal para la manipulación de fuentes radiactivas.



Monitoreo del nivel de radiaciones alrededor del camión de perfilaje, antes de iniciar la maniobra.



Charla de seguridad al equipo de perforación en un tráiler, a cargo del Jefe de Equipo de una empresa de trazado y perfilaje.

Se debe analizar visualmente el estado del terreno, estado de rutas y caminos (incluidos los interiores del yacimiento), presencia de líneas con tensión eléctrica, condiciones de la boca de pozo, salidas de emergencia respecto al layout del equipo.

- En caso de realizar transporte por rutas nacionales y/o provinciales, el mismo deberá ser solamente realizado con luz diurna. Siempre debe corroborarse la altura y calibre de líneas eléctricas que atraviesan los caminos interiores del yacimiento para prevenir accidentes eléctricos. Si hiciese falta levantar una línea, avisar al equipo capacitado para realizar la maniobra.
- Si las condiciones climáticas y el estado de los caminos se tornaran inconvenientes para continuar con el traslado, cualquier integrante del equipo podrá solicitar la detención de los vehículos y que se realice un nuevo análisis de riesgos.

- En caso de que las locaciones no concuerden con el layout del equipo, se realizará un análisis de riesgos en conjunto, entre el *Company Man*, Jefe de Equipo y el Responsable de la maniobra de perfilaje, para definir las acciones de control necesarias previas al traslado y montaje del equipo.

3 PREPARACIÓN Y MONTAJE

Esta fase del proceso se inicia cuando el camión –previo aviso de llegada- ingresa a la locación con la autorización del *Company Man*.

Antes de comenzar con cualquier maniobra, se realiza la reunión de seguridad a cargo del Jefe de Equipo de Operaciones Especiales, para manejo de material radiactivo. De la misma deben participar todos los trabajadores que se encuentren en la locación: Esta reunión debe quedar documentada mediante orden de trabajo y allí se deben detallar los pasos previstos para la operación.

Se realiza un análisis de riesgo contemplando las particularidades del terreno, el clima y posibles dificultades por el estado de las maniobras en la locación.

Luego se ubica en posición el camión de perfilaje (cercano a la planchada y junto al piso de subestructura). Se delimita y señaliza luego la zona de trabajo para restringir o prohibir la circulación de personas de acuerdo a la estimación de riesgos. Una vez introducida la fuente en la herramienta, se procede al izaje y descenso de la misma a través de la boca de pozo. El riesgo de irradiación comienza a disminuir sensiblemente, dependiendo de la profundidad alcanzada y la intensidad de la fuente.

Buenas prácticas

- En el marco de la reunión de seguridad, se debe informar a todo el personal presente en la locación el tipo de fuente a utilizar y las particularidades a atender para el uso seguro de la misma. Se identifica a la persona responsable del procedimiento.
- Deberán definirse y demarcarse las áreas radio controladas mediante señalética con indicadores de presencia de RI acompañada de barreras de protección (cadenas o vallas) y dispositivos de seguridad (alarma o balizas).
- El área designada para disponer transitoriamente la fuente, debe estar debidamente señalizada con cartelería con el rótulo de riesgo y placa de seguridad y lo más lejana posible del punto de encuentro ante emergencias.



En la imagen vemos el portafuente, una telepínta y la caja para depositar residuos radiactivos junto al cartel indicador de peligro por presencia de radioactividad.

- El lugar que se ha designado para depósito transitorio y exclusivo de la bocha porta fuente deberá estar a no menos de 30 metros de la cabina de operaciones y del vehículo.
- Debe asegurarse que la totalidad de los trabajadores conozcan los riesgos presentes e identifiquen la fuente y su porta fuente. Se sugiere incluir en esta charla una ficha con registros fotográficos de la fuente que se va a utilizar en esa maniobra, con breve descripción del tipo de energía que se utiliza en la maniobra y las medidas generales de protección para que en caso de emergencia, todos los trabajadores tengan detalle visual de cuáles son los elementos que deben buscar/ evitar. (ANEXO I. Página 97).

- Toda persona involucrada en el procedimiento debe tener dosimetría personal de cuerpo entero. En caso de manipular la fuente o su contenedor, debería además contar con dosimetría de mano o muñeca.
- Solo el equipo de operaciones especiales de perfilaje radiactivo debe participar de las actividades durante el procedimiento en la proximidad de boca de pozo durante la preparación, el procedimiento y el desmontaje.
- Solo quienes se encuentren autorizados por la Autoridad de Aplicación podrán manipular las fuentes radiactivas.
- Es aconsejable que el traslado del porta-fuente se realice entre dos trabajadores, preferentemente asistidos por una barra o linga que permita el reparto simétrico del peso y aumente la distancia de la fuente de radiación con el cuerpo, o bien por medio de algún dispositivo mecánico de transporte designado al efecto (recordemos que a mayor distancia, menor dosis).

4. MONTAJE Y DESMONTAJE

Una vez finalizadas las tareas preparatorias se realiza el montaje del tren de herramientas conforme al procedimiento planificado. Recordemos que pueden utilizarse varias fuentes y detectores que –complementariamente– aportan datos sobre el pozo; esto supone que la inserción de la fuente en la herramienta de perfilaje puede realizarse sobre caballetes a nivel de piso (antes de disponerla sobre la planchada para izarla) o mientras se introduce esa misma herramienta en la tubería de perforación sobre la boca de pozo. En este último caso se coloca una manta o planchuela circular alrededor de la boca de pozo, capaz de contener una fuente ante una caída accidental.



En la imagen vemos cómo un trabajador de un equipo de perfilaje muestra la planchuela que se ubica en la boca de pozo ante una caída accidental de la fuente.



Una vista de la planchuela ubicada en el camión de perfilaje.

En líneas generales, en esta maniobra se extrae la fuente de su contenedor blindado con una telepinza, se introduce en la herramienta que se acopla al tren que será izado sobre la boca de pozo, se procede al descenso mediante cableado hasta lograr la profundidad deseada y al finalizar el perfilaje obteniendo los datos requeridos, se procede a revertir esta operación.

En el caso de perfilar con fuentes pulsadas, el procedimiento de montaje, inserción y retiro de la boca de pozo reviste algunas particularidades relacionadas con el suministro de energía para su funcionamiento y los recaudos especificados por la empresa.

Buenas prácticas

- Toda persona involucrada en el procedimiento deberá tener dosimetría personal de cuerpo entero, en caso de manipular de cualquier modo la fuente o su contenedor, se aconseja la incorporación de dosimetría de muñeca.
- Respetar las áreas radio controladas demarcadas mediante señalética indicadores de presencia de RI y las barreras de protección (cadenas o vallas) y dispositivos de seguridad (alarma o balizas).
- Garantizar un tránsito seguro y sin obstáculos entre al área de montaje y desmontaje y la boca de pozo (zona supervisada).
- Previo a iniciar el montaje o desmontaje de la fuente en la herramienta, se debe considerar si la iluminación y las condiciones climáticas -especialmente el viento- permiten realizar la totalidad de las maniobras sin interrupciones, de tal modo que se eviten reiteradas exposiciones a radiación por e l reinicio de las actividades.

- En los casos en que la fuente se acople a la herramienta en la boca de pozo, deberán colocarse medios de contención apropiados para evitar caídas y pérdidas.



Demarcación de zona limitando la circulación. En esta maniobra se contempló el riesgo de rotura de cable asociado a riesgo radiológico en el tendido perimetral de cadenas.

- Se debe manipular la telepinza respetando las distancias entre la ubicación del cuerpo y las manos y la boca de captura de la fuente.
- En el caso de generadores de neutrones pulsados, debe activarse la fuente una vez alcanzada la profundidad que -en razón de su intensidad- establezca el fabricante/proveedor; asimismo se debe dejar la herramienta dentro del pozo por un tiempo no menor a 30 minutos después de interrumpir el suministro de energía, para garantizar que se ha detenido la emisión.



Maniobra correcta de manipulación de una fuente de neutrones con telepinza, previo a su traslado hacia el bunker de la base de operaciones.



Armado conjunto de la herramienta de perfilaje, previo a la colocación de la fuente.

- Si en la colocación y retiro de la fuente participan dos o más trabajadores, todos deberán contar con dosimetría personal ubicada de acuerdo a la planificación previa y tipo de contacto que establezcan con la fuente. Deberá diagramarse la maniobra de manera tal de limitar al máximo el tiempo de exposición, maximizando a la vez las distancias (bajo el principio ALARA de exponerse a niveles tan bajos como razonablemente sea posible).
- El modo de corroborar si una fuente se encuentra dentro del porta fuente se efectúa mediante un monitoreo con contador Geiger. Este control deberá reiterarse al momento de trasladar el porta fuente al bunker de depósito.



Monitoreo de niveles de radiación emitida por una bocha porta fuente, donde ya se ha almacenado una fuente de neutrones.

- Como parte de la capacitación continua e inducción operativa, se recomienda realizar simulacros de montaje y desmontaje de la fuente (utilizando en su lugar un prototipo de similares características sin emisión radiactiva) para

contribuir a optimizar los tiempos de manipulación y la habilidad de los operarios. Esta simulación debería hacerse con las mismas herramientas que se utilizarán en el campo.

- Se sugiere incorporar instrumentos de medición directa de radiación ionizante de uso personal y/o de área para complementar la supervisión dosimétrica durante las maniobras.

6. TRANSPORTE B

De igual modo que lo descrito anteriormente en (transporte A), se realiza el traslado de la fuente desde la locación hasta el bunker de almacenamiento, cumpliendo con los procedimientos de medición y registro que por protocolo interno establece cada empresa como garantía de seguridad.

Fuente atascada o perdida en un pozo

En algunas ocasiones durante los procedimientos habituales de maniobra, sucede que la fuente sellada queda atascada en el interior del pozo y generalmente a mucha profundidad. En aquellos casos en que una fuente no pueda ser extraída por la razón que fuese (rotura de cable, atasco o daño de la tubería o sarta de perforación) la empresa deberá informar a la autoridad de aplicación ARN lo siguiente:

- Fecha y hora en que se produjo el incidente.
- Detalle diario de las tareas de recuperación realizadas por la empresa de servicios licenciada.
- Geolocalización del pozo y profundidad donde se encuentra atascada la fuente.

Solamente en el caso de que la empresa haya agotado todas las posibilidades de para la recuperación de la fuente, deberá procederse a su disposición final en el lugar (previa autorización de la ARN). Dicha maniobra consiste en la toma de muestras de lodos para confirmar la indemnidad de la fuente, la evaluación de potenciales contaminaciones de napas de agua en caso de derrame y la inmovilización definitiva de la fuente y la cementación del pozo por encima de la posición de la fuente radiactiva como medio de disposición final y segura de las fuentes.

Una vez cementado el pozo (e informada la ARN sobre el detalle de los tapones de cemento dispuestos en la perforación) se procede a la colocación de cartelería con la siguiente leyenda principal: **“PRECAUCIÓN NO REPERFORAR EN ESTE POZO”** acompañada de información complementaria (símbolo radiactivo, empresa operadora del pozo, fecha de abandono, identificación de la fuente, nombre y código del pozo y profundidad a la que se encuentra la fuente). La empresa de servicios responsable de la maniobra deberá hacer las tareas de disposición final monitoreadas por la operadora.



TRAZADO CON FUENTES RADIATIVAS

Definición:

Registro de tránsito de fluidos mediante trazador radiactivo IODO ¹³¹ (¹³¹I)

El trazador es un isótopo radioactivo soluble en agua, petróleo o gas.

El ¹³¹I es el trazador soluble más utilizado en la industria y posee un periodo de semi-desintegración (T1/2) de 8 días. Se utiliza para determinar perfiles de flujo de inyección y detectar canales o fugas. En los pozos de producción aportan información valiosa para la recuperación secundaria hidrocarburífera. El uso extendido de los trazadores en la industria se debe a que aportan información marcando grandes volúmenes con pequeñas masas de solución radiactiva.

Además del ¹³¹I, podemos mencionar otros trazadores radio isotópicos como Tritio (3H), pero de escasa penetración en la industria petrolera. En cualquier caso deberán revisarse las particularidades del trazador utilizado y los riesgos que impliquen para la Salud y Seguridad de los trabajadores, incluyendo el cálculo de períodos de decaimiento en procesos de descontaminación para disposición final de residuos.

Cabe destacar que los radioisótopos (como el ¹³¹I ; Tritio (3H)) fueron recientemente incluidos -junto a otras fuentes de emisión de radiaciones ionizantes presentes en las maniobras de trazado y perfilaje (Neutrones, Gamma, Beta y RI en general)- en la actualización del listado de sustancias y agentes cancerígenos que se incluye en el **Anexo 1** de la **Resolución 844/2017**.



Propiedades del trazador IODO ¹³¹ o radioyodo (¹³¹I)

Se comercializa en envases de vidrio (vial) que contiene entre 1 y 3 cm³ con tapa de goma butilo y precinto metálico o plástico, alojados en cápsulas de plomo como blindaje y cuenta con almohadilla absorbente que -en caso de rotura- garantiza la retención del material y mitigando el derrame. A su vez, el envase plomado está contenido por una estructura plástica dentro de una lata que se encuentra confinado por placas de telgopor dentro de una caja de cartón impermeable como sobre-embalaje.



El vial del trazador se encuentra alojado en un recipiente de plomo centrado en una lata con un anillo de telgopor para evitar golpes o desplazamientos. Luego un anillo de telgopor extra, embalaje de cartón y finalmente la caja Recipiente plomado, recubierto con cartón impermeable y con contenedor de telgopor. Todo ubicado en el cajón metálico de transporte.

Riesgos asociados a la manipulación de Solución acuosa de ¹³¹I

Durante su manipulación los trabajadores se encuentran expuestos al riesgo de irradiación externa y/o interna.

La irradiación externa se asocia con el uso y manipulación de fuentes selladas (material radiactivo confinado en un envase o una sonda de exploración) durante todo el tiempo de la operación, traslado o guarda.

La exposición interna ocurre por ingestión, inhalación o contacto con la piel, mucosas o heridas. Por ejemplo, ante una salpicadura con solución de ^{131}I debemos considerar tanto el contacto con el líquido radiactivo como con sus vapores, dado que el ^{131}I es volátil a temperatura ambiente y se adhiere a superficies grasas (piel, pelo, partículas de humo, paredes, pisos, etc).

En caso de accidentes en los cuales se produzcan derrames (por ejemplo de ^{131}I) en superficies o herramientas, estos elementos contaminados también deben considerarse fuentes de radiación y manipularse adecuadamente.

Particularidades del transporte de material radiactivo

El material radiactivo debe transportarse en vehículos que cumplan con lo normado en la **Revisión 3 de la Norma AR 10.16.1 “Transporte de Materiales Radiactivos”** de la ARN y habilitado para el transporte de mercancías peligrosas; así como también, todo conductor del mismo deberá poseer Licencia Nacional Habilitante para el transporte de mercancía peligrosa.

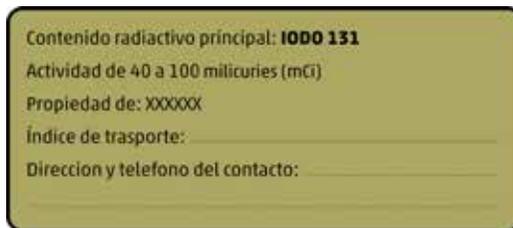
En todos los casos el conductor deberá:

1. Previamente a realizar el transporte, verificar que el vehículo se encuentra en condiciones óptimas y adecuadas.
2. Contar con la documentación del vehículo y la licencia correspondiente.
3. Verificar que el material radiactivo se encuentre en su blindaje original, adecuadamente cargado y sujeto por medios apropiados (de modo de evitar cualquier desplazamiento o extravío del mismo durante el transporte) y con su correspondiente hoja de seguridad (MSDS).
4. Colocar la correspondiente señalización en el exterior del vehículo (rombo amarillo y blanco con el número 7).
5. Portar y conocer las FICHAS DE INTERVENCIÓN para casos de emergencia. (Resolución Secretaría de Transporte N° 720/87 – Anexo C).

Nota: Se recuerda que el vehículo que realice transporte de mercancías peligrosas, solamente podrá estacionar para descanso, en lugares previamente determinados por las autoridades competentes, y en caso que no existiera, deberá evitar el estacionamiento en zonas residenciales, lugares públicos o densamente pobladas o de gran concentración de personas o vehículos.

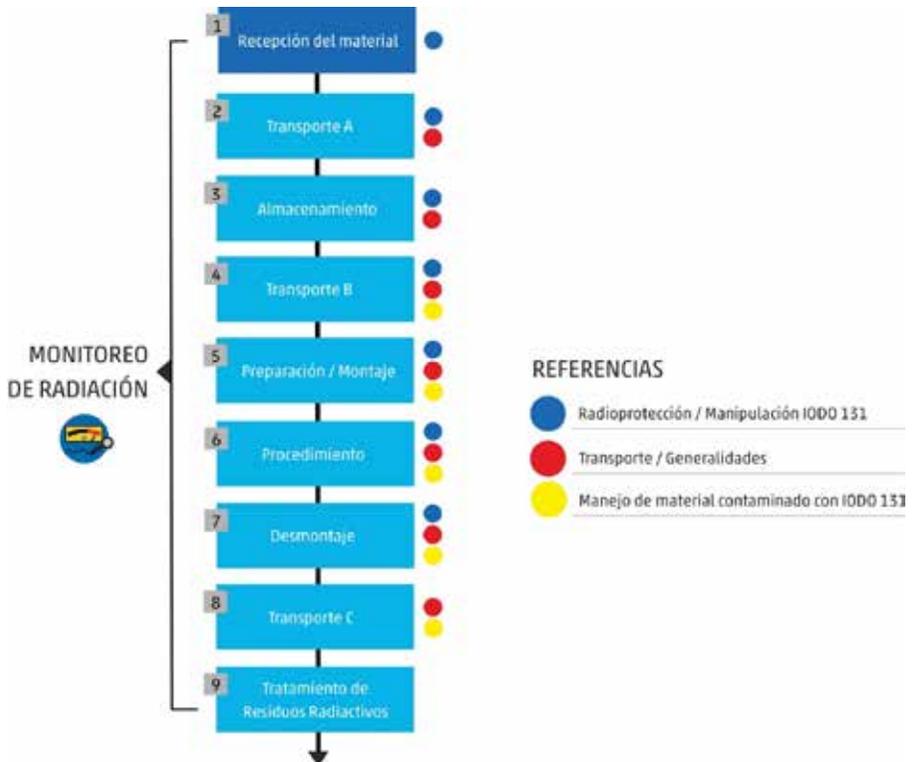
Etiquetas y Documentos

1. Los vehículos deben llevar las etiquetas de riesgo (Rombos) y paneles de seguridad (Rectángulos) que guarden relación con la mercancía transportada.
2. Los contenedores de material radiactivo deben poseer las etiquetas reglamentarias, según **Norma AR-10.16.1** de la **ARN**.
3. Además, los contenedores de transporte deben ser identificados exteriormente con etiquetas con la siguiente información:



Contenido radiactivo principal: **IODO 131**
Actividad de 40 a 100 milicurios (mCi)
Propiedad de: XXXXXX
Índice de transporte: _____
Dirección y teléfono del contacto: _____

Trazado de pozos Flujograma / Trazador IODO ¹³¹



* Las etapas de transporte han sido clasificadas con letras: A, B, C, atendiendo a las particularidades de riesgos presentes en cada una.

Etapas | Pasos

Transporte

1. RECEPCIÓN DEL MATERIAL | 2. TRANSPORTE A | 4. TRANSPORTE B | 8. TRANSPORTE C

Las cuatro fases de transporte identificadas en el flujograma suponen el traslado del material radiactivo (^{131}I) desde el aeropuerto o zona de arribo a la base de operaciones de la empresa, cumpliendo con la normativa específica dictada por **AR 10.16.1**, revisión 3 “**Transporte de Materiales Radiactivos**” de la ARN y contar con las habilitaciones correspondientes. Los conductores deberán poseer **Licencia Nacional Habilitante para el transporte de mercancías peligrosas**.

Riesgo Radiológico | Etiquetas Reglamentarias de Transporte



En todas las etiquetas se deben completar los espacios disponibles para el CONTENIDO (por ejemplo, I-131, Co-60, BAE-I) y la ACTIVIDAD (por ejemplo, 0,5 TBq, 10 GBq). Se aprecia que la etiqueta I-BLANCA no tiene el rectángulo para la inclusión del valor del IT ya que el mismo vale cero.

Para trasladar fuentes radiactivas, los vehículos deben contar con una baulera capaz de contener el porta fuente ubicado en la parte posterior-lateral de la carrocería con sistemas de sujeción tales que, ante un incidente o accidente, se minimicen las posibilidades de caída.



Imagen 1: Camiones especiales para operaciones especiales con RI. Imagen 2: Baúl específico para traslado de material radiactivo. Imagen 3: Zona demarcada indicadora de presencia de RI durante la maniobra.

Luego se realiza el transporte vía terrestre del material desde la proximidad del bunker hasta el lugar de maniobra en yacimiento. En ocasiones se requiere material radiactivo adicional para completar maniobras, desde la base a la locación.

Una vez finalizada la operación de trazado se transporta el material residual contenido en el vial (además del que pudiera permanecer dentro del inyector como sobrante y aún utilizable en otras maniobras) y los residuos contaminados compuestos de EPP, trapos, jeringas, agujas y eventualmente tierra contaminada, desde una locación a otra.

Finalizado el diagrama de trabajo previsto, se transportan finalmente hacia el depósito de la base operativa de la empresa, el material de trazado sobrante, las herramientas contaminadas y los residuos a desechar para su deposición final.

Buenas Prácticas

- La persona responsable del manejo de fuentes radiactivas de la empresa se encargará de transportarla en forma segura hasta el bunker de la base de operaciones.

- El ingreso del material radiactivo a la base debe registrarse en una planilla de control de ingresos donde consten los datos identificatorios del producto y los operarios habilitados para estos procedimientos.
- Los vehículos de transporte (camiones o camionetas) deben estar en condiciones óptimas y contar con la documentación del vehículo y la licencia correspondiente. Y solo en vehículos autorizados se debe trasladar material radiactivo en caso de faltantes en la locación donde se encuentra el camión.
- Los procedimientos de emergencia y toda la documentación de las fuentes a transportar deben encontrarse en el vehículo.
- Verificar el buen estado de los baúles de las camionetas o las cajas de los camiones y que el material radiactivo se encuentre adecuadamente cargado y sujetado por medios apropiados, de modo de evitar cualquier desplazamiento o extravío del mismo durante el transporte. En el compartimento o área de almacenamiento (incluso con la fuente resguardada dentro del blindaje correspondiente) deberá estar lo más alejada posible de la posición de todos los trabajadores durante de transporte.
- Verificar el correcto funcionamiento de los equipos de comunicación con que cuenta la unidad, indispensables ante casos de emergencia.
- Colocar la correspondiente señalización en el exterior del vehículo (rombos y rectángulos). Portar y conocer las FICHAS DE INTERVENCIÓN para casos de emergencia (Resolución Secretaría de Transporte N° 720/87 - Anexo C) y la norma AR10-16-1_R03.
- Toda persona involucrada en el procedimiento deberá tener dosimetría personal de cuerpo entero, en caso de manipular de cualquier modo la fuente o su contenedor, debería contar además con dosímetro de muñeca.

- Si después de confeccionada la hoja de ruta y antes de iniciarse el traslado las condiciones climáticas se tornasen adversas (niebla, viento, lluvia, nieve), deberá chequearse nuevamente el recorrido para ajustar la planificación original y -en caso de ser necesario- solicitar apoyo vial a quien corresponda para reacondicionar caminos. Si fuese indispensable confeccionar una nueva hoja de ruta, dejarlo asentado en el Parte Diario de Operaciones (PDO).

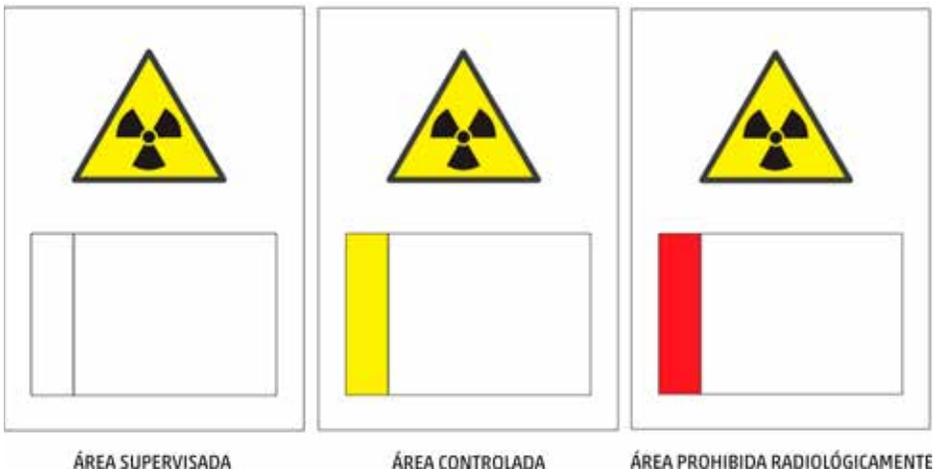
2. TRANSPORTE A

- Es imprescindible verificar la indemnidad de las cajas. Deberá procederse al monitoreo de las mismas para garantizar que el material radiactivo se mantiene contenido en el vial.
- Seguir en detalle los procedimientos con los que cada una de las empresas organiza el adecuado registro del material a incorporar en el depósito.

3. ALMACENAMIENTO

- El área de almacenamiento transitorio de fuentes no selladas (¹³¹I) se realizará en un sector de depósito de acceso restringido, destinado exclusivamente a tal fin o compartido con dispositivos tubulares enterrados o bunker bajo nivel para guardado de fuentes selladas. Dicho depósito puede ser una base autorizada, un depósito autorizado o uno transitorio, según lo establecido en la AR 7.9.2 por la ARN.
- Las características generales mínimas podrían resumirse en los siguientes puntos:
 - Contar con una estructura firme,
 - poseer baja carga de fuego,
 - muy bajas probabilidades de inundación,

- bajo factor de ocupación de personal,
- bajos niveles de radiación en sus inmediaciones.



- Toda persona que ingrese al área de almacenamiento deberá poseer dosimetría personal de cuerpo entero.
- La adecuación de las instalaciones es definida por la ARN conforme a la normativa vigente de modo tal que sea segura para el resguardo físico de las fuentes ante actos vandálicos y garantizando que se encuentran suficientemente blindadas y apartadas de otros puestos de trabajo. Todo esto para que ningún trabajador o personas del público queden expuestos a radiaciones por encima de los límites de dosis vigentes.

- Las empresas deben contar cámaras periféricas que permitan la visión a 360° para monitoreo permanente y alarmas sonoras que se accionan ante la apertura de las puertas en sus bases autorizadas.
- Todas las empresas cuentan con protocolos pormenorizados (planillas de registro de uso obligatorio) que regulan el ingreso o egreso de las fuentes del bunker para evitar pérdidas o hurtos. Además, deben poseer un inventario de fuentes radiactivas actualizado y un registro de calibración de instrumentos de monitoreo.
- Hasta el momento de su utilización, las fuentes no selladas deben almacenarse en su embalaje original.
- Utilizar guantes durante todos los procedimientos que involucren manipulación de fuentes dentro del bunker. Asimismo, contemplar el uso de bata impermeable y descartable.

4. TRANSPORTE B

El vehículo (camión con equipamiento de maniobra o camioneta) deberá cumplir con los procedimientos internos para retiro de material y con las habilitaciones y cartelería identificatoria del radiactivo. Estos cuidados deberán tenerse en cuenta en cualquier reprogramación de transporte (la que se hará con un nuevo análisis de riesgo previo), como por ejemplo en los casos en que se decida asistir a un equipo enviando más ¹³¹I desde la base hacia la locación donde se realiza la operación.

5. PREPARACION - MONTAJE

En cuanto el camión llega a la locación se realiza la reunión/inducción de seguridad a cargo del jefe de equipo de la empresa de servicios, donde se identificará el trazador utilizado y todas las precauciones a tener en cuenta mientras dure

la operación. De esta charla, participan todos los trabajadores que se encuentren presentes y quedará debidamente documentada, tanto para la empresa que realiza la tarea como para el titular del yacimiento que recibe la maniobra.

Una vez resuelta la charla, se toma registro dosimétrico del área de trabajo mediante medidor Geiger para constatar que no se encontraba contaminada previo a la realización de las operaciones. Esta medición de área deberá repetirse al finalizar la maniobra y antes de abandonar la locación.

La preparación consiste en la dilución del contenido del vial (2cm^3) en 8 ó 20cm^3 de agua o anticongelante y su vertido en el eyector del trazador mediante un embudo. Una vez realizado este paso y garantizada la hermeticidad del compartimiento, después de verificado su correcto funcionamiento, la herramienta, queda en condiciones de comenzar la operación. El remanente de líquido que queda en el embudo, se retira mediante una jeringa para volver a colocarlo en el mismo vial u otro destinado a tal efecto (contenido en el blindaje) y luego se almacena en la caja blindada.

Buenas prácticas

- Durante la charla de seguridad deberán enumerarse los pasos de operación. Se informará el lugar de depósito transitorio de la fuente, mencionando los riesgos y el punto de encuentro ante cualquier emergencia.
- En caso de requerir la participación de algún trabajador ajeno a la cuadrilla de operaciones especiales, este será considerado –desde el punto de vista radiológico- como parte del “público”, es decir que la dosis de radiación recibida no podrá superar 1mSv/año .
- El área de maniobras y exclusión designada deberá estar debidamente señalizada, mediante cartelería con el rótulo del riesgo y la placa de seguridad.

Este será el lugar donde se depositen la caja amarilla contenedora de material radiactivo y la caja roja para depósito de residuos (ambas bajo llave).



Señalización del lugar en que se ubica la caja porta fuente y la de residuos radiactivos. Esto en el marco de una zona radio controlada designada por el equipo de operaciones especiales.

- Antes de la preparación del material radiactivo por fuera del blindaje, asegurar condiciones mínimas de seguridad en la maniobra:
 - Verificar que no se encuentre ninguna persona a menos de 5 metros del lugar donde se halla la fuente y se realizarán las maniobras.
 - Colocarse de espaldas al viento.

Algunas empresas interrumpen la maniobra de carga del inyector en caso de viento intenso, esto, por supuesto es considerado una buena práctica y por tanto es recomendable.

- Utilizar los EPP apropiados (guantes descartables, máscara facial panorámica, delantal impermeable u overol blanco descartable).
- Disponer debajo de la maniobra con material radiactivo una bandeja con paños absorbentes para contener una eventual contaminación radioactiva del área de trabajo. Si dicha contaminación se produjera sin haber tomado esta medida preventiva, es importante absorber el derrame sin frotar el piso, ya que esto sólo extendería la superficie contaminada. Una vez garantizada la absorción, el paño será colocado en una bolsa de residuos tipo consorcio para ser tratado como residuo radioactivo, depositándolos temporalmente en el recipiente de "residuos radioactivos" para luego dar el tratamiento adecuado. *Ver: Gestión de residuos radiactivos.*
- Se sugiere la implementación de porta jeringas plomados o dispositivos que permitan manipular el ^{131}I con la menor exposición posible. La idea es que durante toda la operación de extracción e inyección del material radiactivo, exista un blindaje entre la fuente y el trabajador.



Maniobra de manipulación de IODO radiactivo con un porta jeringa plomado.

- Manipular las jeringas con firmeza y convicción. Nunca apuntarlas a la vista o al cuerpo. Además de la jeringa utilizada para penetrar la ampolla, recomendamos colocar una aguja suplementaria para posibilitar el escape de aire sin riesgo de salpicaduras por spray.
- Utilizar dos pares de guantes durante las maniobras, ya que ante un derrame accidental, quitar los guantes puede significar hasta un 90% de reducción de material radiactivo en la zona de las manos, quedando el segundo par como barrera de reparo.
- El uso de camisolín impermeable descartable permite mantener una barrera ante potenciales salpicaduras en la ropa de los trabajadores, lo que evita la exposición permanente que pudiera ocasionarse si el trabajador

continúa con su ropa de trabajo durante toda la jornada laboral, recordemos que en el caso del ^{131}I , su actividad radiactiva solo decae a la mitad, transcurridos 8 días.

- Descartar definitiva o temporalmente el embudo empleado para evitar manipulación de elementos contaminados durante las maniobras subsiguientes.
- Las jeringas y agujas deberán descartarse después de cada carga, no podrán reutilizarse bajo ningún concepto.
- En caso de requerir la realizar pruebas de funcionamiento mediante un disparo corto, la mismas deberán realizarse con la herramienta colocada en el pozo y garantice que no se producirán extravasaciones hacia la superficie.
- Independientemente de la protección que proveen los guantes descartables, el trabajador que esté lastimado en alguna de sus extremidades no podrá realizar la carga del eyector.
- Una vez terminada la operación de carga y montaje, y retirados todos los elementos descartables, un compañero deberá monitorear el cuerpo completo del trabajador evitando contacto directo y con el contador Geiger Müller. En caso de hallarse contaminación, se procederá inmediatamente a la descontaminación mediante el empleo del procedimiento de emergencia descrito en **Exposición Interna - Procedimientos de Emergencia**.



Proceso de monitoreo con un detector Geiger sobre un inyector.

6. PROCEDIMIENTO

Durante el procedimiento, el riesgo de exposición a la radiación queda circunscrito al momento de ascenso y extracción de la herramienta del pozo y la precaución de mantener fuera del área de circulación de trabajadores los elementos radiactivos debidamente dispuestos (fuentes y material contaminado).

7. DESMONTAJE

Una vez que la sonda de trazador se extrae del pozo, se procede a su desarme y guardado, contando con un dispositivo blindado (plomado) que recubre la herramienta, ya que la misma contiene material el radiactivo sobrante, el cual será empleado en otras operaciones de trazado hasta que el contenido se agote por efecto

del tiempo o decaiga su actividad por debajo de lo necesario para su empleo. Finalmente se toma registro dosimétrico del área de trabajo mediante medidor Geiger para constatar que no se ha contaminado durante la realización de las operaciones.



Desmontaje de herramientas de trazado, con los caballetes ya dispuestos para depositar el inyector.

8. TRANSPORTE C

En el caso del transporte de una locación a otra para continuar con las maniobras de acuerdo al diagrama de trabajo, el inyector no puede guardarse junto al tren de herramientas, debe transportarse en lugar separado del resto del equipo de trazado para evitar contaminación. Esta indicación es válida también para el transporte a la base.

9. TRATAMIENTO DE RESIDUOS RADIACTIVOS

Residuos radiactivos son todos aquellos materiales contaminados durante la operación de trazado (guantes, camisolines, almohadillas absorbentes, ropa, mascarilla panorámica, jeringas, agujas, embudos y tierra, entre otros).

Algunos EPP pueden ser reutilizados (como el caso de la mascarilla panorámica porta jeringas y los embudos) previa descontaminación en caso de necesidad y comprobando luego que la tasa de exposición no supere al de la radiación de fondo medida previamente y sin fuentes de radiación en la zona.

Aquellos materiales contaminados con material radiactivo para los que no se prevé uso posterior se retendrán en un contenedor plomado por un **tiempo igual o superior a ocho (8) períodos de semi-desintegración** (ver Tabla), para su decaimiento en condiciones seguras. Se deben almacenar en varios contenedores limpios y cerrados con candado, identificados con la simbología correspondiente y fecha de cierre y apertura y número de precinto utilizado. Durante este período, quien coordine la gestión de residuos deberá vigilar que no se abran los contenedores precintados por ningún motivo.

Tabla de algunos trazadores y sus respectivos períodos de semi desintegración y tiempo de decaimiento de residuo

TRAZADOR	ISÓTOPO	PERIODO DE SEMIDESINTEGRACIÓN ($T_{1/2}$)	TIEMPO MÍNIMO DE DECAIMIENTO DEL RESIDUO
Agua Tritiada	^3H	12.3 años	98 años
Hexacianuro de Cobalto	^{60}Co	5.3 años	43 años
Hexacianuro de Cobalto	^{57}Co	270 días	6 años
Hexaclururo de Iridiato	^{92}Ir	74 días	1,6 años
Hexacianuro de Cobalto	^{58}Co	72 días	1,6 años
Ioduro de Sodio	^{125}I	60 días	1 año
Ioduro de Sodio	^{131}I	8 días	2 meses

RESIDUOS RADIATIVOS 

Fecha de Cierre:

Fecha de Apertura:

Precinto No.:

Etiqueta indicadora de residuos radiactivos para colocar en cada contenedor, en la cual se indican las fechas de cierre y apertura, así como también el número de precinto para un control efectivo.

La implementación de este sistema para el tratado de residuos radiactivos se efectúa para garantizar que luego de los tiempos estipulados, la radiación remanente de los residuos verificado por la lectura del monitor de radiaciones, sea indetectable. En ese caso y habiendo retirado su identificación de material radiactivo, serán tratados como desechos convencionales.

EXPOSICIÓN INTERNA | PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA

A continuación se indica una serie de pasos básicos a seguir en caso de accidente, incendio, derrame, pérdida, robo o hurto de una fuente radiactiva. A complementar con procedimientos indicados por la autoridad regulatoria y guía de procedimiento de las empresas de operaciones especiales.

Ante la confirmación o sospecha de contaminación del área o de los trabajadores se activa el procedimiento de emergencia, sobre el cual todos los trabajadores de la cuadrilla deberán estar capacitados, quien posea licencia de operación o permiso individual para la manipulación de fuentes no selladas será quien dirija y supervise las actividades.

La cuadrilla de trabajo deberá contar con un equipo de descontaminación, para el tratamiento del personal afectado, bien provisionado y a mano dentro del área de trabajo. Este equipo debe contener:

- Balde.
- Toallas de papel absorbente.
- Telas descartables.
- Pinzas o tenazas, tijeras.
- Jabón líquido.
- Paños con alcohol para pruebas de barrido
- Bolsas de plástico para material de limpieza contaminado.
- Contenedores rígidos apropiados para elementos punzantes, vidrios rotos, agujas, etc.

- Carteles de advertencia para evitar la entrada.
- Cinta de papel para sellar y rotular.
- Una planilla de información que contenga un resumen de los procedimientos sobre control de derrames y descontaminación (protocolo) y números telefónicos para contactar.
- Acceso a contenedores plomados para decaimiento de ropas, EPP o herramientas contaminadas.

Primer paso

- Delimitación del área: Limitar la zona de derrame en un radio de 5 metros. Señalizarla de manera visible y de pleno conocimiento de todos los trabajadores, de tal modo que se asegure la no circulación de personas ni vehículos.
- No fumar, comer o beber durante la manipulación de radioisótopos en la zona de operaciones.

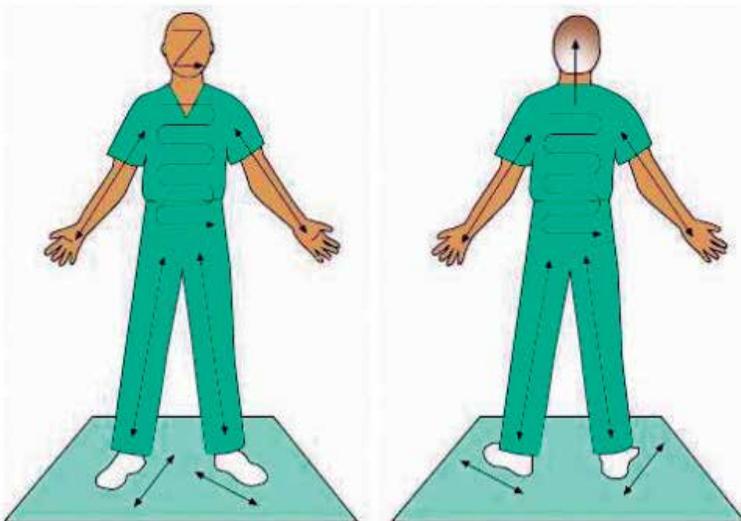
Segundo paso

- Determinar si la contaminación se limita al área de trabajo o afecta a algún trabajador. La inexistencia de personal afectado solo se confirmará luego de realizar todas las mediciones necesarias para asegurar que ninguna persona haya sido contaminada.
- Si luego de realizar las mediciones con detector Geiger a alguno de los trabajadores se detecta radiación por encima de los valores de radiación de fondo, será alejado y aislado transitoriamente para proceder a su descontaminación.

Tercer paso | Tratamiento del personal afectado

La/s persona/s que lleven adelante las maniobras de descontaminación, deberán utilizar siempre bata y dos pares de guantes durante la operación de limpieza de personas y objetos. Luego de finalizadas las operaciones de descontaminación, deberán lavar y monitorear sus manos, aún habiendo utilizado guantes.

- Quitar la ropa, el calzado o los EPP contaminados y colocarlos en una bolsa que será almacenada en un contenedor plomado para residuos. Con esta maniobra es posible reducir el nivel de contaminación hasta en un 90%. Controlar este material con un detector adecuado y monitorear todo el cuerpo para detectar contaminación en piel o cabello, según el esquema a continuación:



Source of graphic: Radiation Emergency Assistance Center / Training Site (REAC / TS)

- Trasladar las herramientas y equipos descontaminados fuera de la zona de derrame.
- Se lavará con abundante agua la zona afectada por el material radioactivo, durante 5 y hasta 8 minutos. No utilizar esponjas o material abrasivo para lavar la piel, ya que podría lastimarla y propiciar una vía de entrada al contaminante (exposición interna). El cepillado suave (sin dañar ni irritar la piel) remueve parte de la capa córnea y separa a la contaminación que pudiera estar fijada a las proteínas de la piel.
- Las soluciones de limpieza sugeridas son: Soluciones de Lugol (yodada) o agua -preferentemente tibia- y jabón. El agua y jabón es muy efectivo y habitualmente no se cuenta productos especiales.

El ciclo de lavados y lecturas de dosis posteriores se reiterará tantas veces como sea necesario para garantizar eliminar o disminuir la exposición interna del trabajador. El objetivo de este proceso se logra cuando:

- el control dosimétrico demuestre una actividad que no supere los $4\text{Bq}/\text{cm}^2$ para emisiones β (beta), γ (gamma), o los $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ para emisores α (alfa) o,
- cuando se presenten signos de irritación en la piel, o
- cuando posterior a un relavado se registre la misma dosis, dado que esto supondría que hay retención y/o absorción del material radioactivo y que continuar con la operación podría generar irritación sin ofrecer mejores resultados.

Para que las mediciones de la radiación sean comparables entre sí, deberán conservarse la distancia entre el detector y el área contaminada y el resto de las condiciones de registro.

Paso cuatro

- En caso de que exista suelo contaminado directamente o producto del lavado, se deberá levantar la misma con pala y colocar en una bolsa de residuos adicional. Se removerá en la medida de lo posible, el material contaminado (tierra, piedras, etc.) y se coloca en un contenedor adecuado. Una vez lleno se trasladara a la base y será tratado como residuo radioactivo. Esta operación se repetirá hasta que los niveles de radiación sean del orden de la radiación de fondo.
- Si quedaron zonas donde la contaminación aún persiste, dejarlas señalizadas con etiquetas indicando fecha, radioisótopo y actividad, junto con la leyenda: "NO INGRESAR AL SITIO SIN AUTORIZACIÓN".

Paso cinco

- El responsable de las operaciones efectuará la denuncia ante la ARN y dará conocimiento de lo ocurrido al responsable de oficina de personal para que se efectúe la denuncia ante la ART.

Material / Radionucleido	Nasal		Medición indirecta			Medición Directa		
	IN	AE	Orina		Heces	Órgano		
			Muestra única	24 hs.	72 hs.	CE	EX	TD
¹³¹ I - Iodo	**			**				**
³ H - Tritio	**		**					

Referencias / IN (Isopado Nasal) - AE (Aire Expirado) - CE (Cuerpo Entero) - EX (Extremidades) - TD (Tiroides).

IMPORTANTE: Un isopado tomado dentro de las 2 horas posteriores a la exposición, puede ayudar a la identificación del nucleido y puede aproximarse al 5-10% de la incorporación.

Información a registrar: Día y hora del incidente - Radionucleido involucrado - Muestra nasal y orina (con indicación de día y hora) Mediciones de la actividad detenida en órganos y/o cuerpo.

Tabla de pruebas y datos a realizar en caso de exposición interna.

Otros Trazadores / Tritio

Además del empleo del ^{131}I , en pozos petroleros y gasíferos, existen numerosas técnicas que emplean trazadores naturales o artificiales, alguno de los cuales son radiactivos. Tales como **Cobalto-60**, **Cobalto-58**, **Cobalto-57**, **Carbono-14** o **Tritio (H-3)**. En estos casos, el procedimiento consiste en preparar cuidadosamente el trazador, inyectarlo (del orden de mililitros en el interior de un pozo diluido en miles de litros de agua) y posteriormente tomar muestras diarias o semanales de líquido de otros pozos aledaños para medir la presencia y concentración del trazador empleado.

Su utilización permite:

- Determinar la comunicación entre pozos.
- Determinación de la zona de producción.
- Evaluación de la eficiencia volumétrica de barrido.
- Detección de fracturas.
- Es un medio para distinguir entre el agua inyectada y el agua de la formación.
- Obtener conocimientos sobre la morfología interna del yacimiento.

Entre los más utilizados se encuentra el agua tritiada $3\text{H}_2\text{O}$, como emisor beta puro de baja energía (0.0186 MeV) y un periodo de semi desintegración de 12.3 años.

Las Buenas Prácticas que se deben considerar para prevenir la contaminación radiactiva, son inicialmente las mismas que para el ^{131}I , a las que deberán incorporarse las relativas a la irradiación externa, según el tipo y energía del emisor. Estas medidas surgirán del análisis de cada procedimiento, previamente aprobado por la autoridad de aplicación y aceptado por el comitente.

Buenas Prácticas

- Portar dosímetro personal durante todas las maniobras.
- Planificar detalladamente la operación para minimizar la exposición accidental, incluyendo:
 - Estimación de factores climáticos que pudieran alterar el normal desarrollo de las maniobras (por ejemplo el viento en la determinación de un punto de encuentro, ante contaminación o derrame).
 - La minimización de residuos y áreas para el depósito transitorio de residuos en caso de incidentes.
 - La determinación de personal afectado al transporte y las maniobras, con el fin de provisión de EPP y logística.
- Mantener la máxima distancia posible respecto de la fuente.
- Usar EPP adecuados (guantes, bata, etc.) para evitar contaminación por salpicaduras, ingestión o inhalación.
- Demarcar correctamente las áreas y mantener el material radiactivo circunscripto a las mismas. Cumplir con todas las indicaciones regulatorias y preventivas emitidas por las autoridades de aplicación y las normas de procedimiento interno de las empresas. Entre las cuales podemos apuntar las de no comer ni beber en el área y no reutilizar material descartable.
- Realizar mediciones dosimétricas mediante instrumental activo o periódicas vinculadas a cada cambio de tareas (inyección -recupero - medición).

Densímetros

Los camiones que realizan cementación de pozos están dotados de fuentes radiactivas selladas que cumplen la función de medir la densidad del material. Respecto a las habilitaciones y licencias de operación, quedan sujetas a las condiciones establecidas por la autoridad de aplicación.



Dos tipos de densímetros alojados en camiones de cementación y capaces de emitir radiaciones gamma.

Buenas prácticas

- Permanecer en todo momento a la mayor distancia posible de la fuente.
- En los casos en los que al equipo tractor necesite reparaciones mecánicas, solo el personal con permiso individual puede retirar el densímetro y colocarlo en un Pit radiactivo. Las reparaciones del densímetro, solo pueden realizarse con un permiso de la ARN para reparación de equipos.
- Las reparaciones y tareas de mantenimiento del vehículo en contacto o cercanas a la fuente deberán considerar el riesgo radiológico en las maniobras.

- Deberá garantizarse la presencia del personal autorizado en todas las actividades en las que la radiación se encuentre por encima de lo establecido por la normativa vigente y aplicando criterios ALARA.



Tareas de mantenimiento de un camión de cementación equipado con densímetro, a cargo de trabajadores utilizando dosimetría personal y señalizado con la cartelería identificatoria de radiaciones correspondiente.

SISTEMAS DE EMERGENCIAS

Todas las actividades que implican el uso de radiaciones ionizantes deben tener planes de emergencia con procedimientos claramente detallados. Es un requisito requerido por la autoridad de aplicación ARN que forma parte del proceso de licenciamiento y fiscalización de esas actividades.

Para intervenir en emergencias radiológicas, la ARN desarrolló un sistema denominado **SIER (Sistema de Intervención en Emergencias Radiológicas)**, que posee un equipo de intervención primaria de guardia durante todo el año. Sus características principales pueden resumirse en el siguiente esquema:

SIER	Emergencias radiológicas en instalaciones y prácticas menores, o que involucren a la población.
Sistema de Intervención en Emergencias Radiológicas	Emergencias radiológicas no previstas en áreas públicas. Asesoramiento a autoridades públicas y usuarios.

El afiche de la página siguiente sobre emergencias radiológicas y nucleares, es de exhibición obligatoria según la autoridad de aplicación y puede descargarse desde la web de la ARN siguiendo el siguiente enlace:

http://www.arn.gov.ar/images/stories/que_hace_la_ARN/resena_de_actividades/sistema_de_emergencias/right/afiche_Junio_2017.jpg

SISTEMA DE INTERVENCIÓN EN EMERGENCIAS RADIOLÓGICAS Y NUCLEARES

Disponibles las 24 hs, los 365 días del año



ATENCIÓN

Solo para reportar **emergencias** con material radiactivo o nuclear, involucrado en :

- Instalaciones reguladas por la ARN
- Transporte de material radiactivo
- Via pública



TELÉFONOS

JEFE DE TURNO	011 15 4471 8686
ALTERNO	011 15 4470 3839
COORDINADOR	011 15 4421 4581

El teléfono de línea **011 4519 0094** está disponible, sólo de lunes a viernes de 9 a 17 hs.

Esté preparado para brindar la siguiente información, de ser posible :

- Nombre y teléfono de contacto
- Fecha, hora y lugar del evento
- Material involucrado
- ¿Se ha notificado a alguna otra persona u organización?
- ¿Qué ha sucedido y qué está sucediendo?

versión abril de 2017

Para mayor información, puede enviar su email a arn@arn.gov.ar

www.arn.gov.ar

arn
Autoridad Reguladora Nuclear
PRESIDENCIA DE LA NACIÓN

Sugerimos confeccionar un documento que deberá ser presentado a todos los convocados a la charla de seguridad y que permita identificar los elementos radiactivos a utilizar en la locación, las medidas de seguridad a tomar, el punto de encuentro en caso de emergencias y las distancias mínimas a considerar.

- Fuente
- Actividad
- Distancia mínima de aproximación
- Punto de encuentro acordado con el *company man*
- Elementos de referencia para identificar la presencia de riesgos.

El caso de tratarse de maniobras vinculadas a la manipulación de fuentes abiertas, por caso de ^{131}I , adicionar la mención de material descartable.

Ficha de Identificación de Riesgo Radiológico

Fuente emisora de Neutrones/Gamma



XX cms

Portafuentes



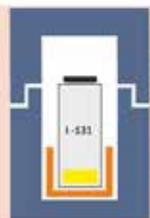
Posee material radiactivo contenido en una doble cápsula de acero. Con una actividad de XX Ci lo que supone una fuente de alta actividad. Recuerde siempre las normas para protegerse:

- / TIEMPO (el menor posible)
- / DISTANCIA (la mayor posible)
- / BLINDAJE (si no está en el pozo o en su contenedor representa un riesgo).

- Durante el procedimiento, la fuente y los elementos accesorios sólo serán manipulados por personal autorizado para la realización de operaciones especiales con sustancias radiactivas.
- No acercarse a menos de XX metros de la zona controlada (dependiendo de la intensidad de la fuente) y delimitada con cadenas.
- En caso de emergencia radiológica, concurrir al punto de encuentro y seguir las instrucciones del responsable de la operación.

Ficha de Identificación de Riesgo Radiológico

Fuente emisora de Iodo 131



Posee material radiactivo contenido en frasco de vidrio, este a su vez dentro de un contenedor de plomo alojado en una lata. Todo este empaque dentro de una caja forrada internamente con telgopor. Con una actividad de XX Ci lo que supone una fuente de alta actividad. Recuerde siempre las normas para protegerse:

/ TIEMPO (el menor posible)
/ DISTANCIA (la mayor posible)
/ BLINDAJE (mantener en el contenedor o manipular con accesorios para evitar contacto directo).

Contenedores



DESCARTABLE



■ Durante el procedimiento, la fuente y los elementos accesorios y descartables sólo serán manipulados por personal autorizado para la realización de operaciones especiales con sustancias radiactivas.

■ No acercarse a menos de XX metros de la zona controlada y delimitada con cadenas. Evitar contacto directo de piel o inhalación.

■ En caso de emergencia radiológica, concurrir al punto de encuentro y seguir las instrucciones del responsable de la operación.



Riesgos Generales del Proceso: Factores de la Organización del Trabajo

Los factores que derivan de la organización del trabajo se encuentran ponderados en diferentes magnitudes en los distintos países, ya sea en cuanto a la normativa para su diagnóstico, reparación y prevención, como en la posibilidad que los actores sociales relacionen ciertas patologías con la organización.

Dentro de las CyMAT, la organización del trabajo es una dimensión importante, ya que refiere a la modulación del empleador sobre el contenido de las tareas y el contexto en el que deben llevarse a cabo.

Los factores de la organización del trabajo pueden tener efectos tanto positivos como negativos. Cuando se consideran las posibles alteraciones negativas que pueden generar sobre la salud, se conceptualizan como factores de riesgo.

Sin desconocer las características individuales que pueden preexistir al trabajador en el marco de su situación de trabajo, cuando la influencia de un factor psicosocial es intensa, es menor la importancia de la variabilidad individual.

Cuando los factores de riesgo superan los recursos que a manera de defensa sostienen los trabajadores/as, generan efectos negativos en ellos/as y en la organización, y producen alteraciones a la salud, los cuales tienen efectos a nivel fisiológico, emocional, cognoscitivo, del comportamiento social y laboral.

A continuación se resumen los factores relacionados con la organización del trabajo. Los mismos se expresan de diferente manera según la rama de actividad, cada empresa y cada uno de los puestos de trabajo:

Tiempo de trabajo

Comprende todas aquellas disposiciones diagramadas por el empleador respecto de los tiempos (horarios, pausas y días) que el trabajador debe estar en condición de servicio.

Trabajo por turnos

Es una estrategia para ampliar las horas de producción o servicios de una empresa que puede afectar el ritmo circadiano del cuerpo humano y repercutir en la vida social de los trabajadores.

Ritmo de trabajo

Representa la velocidad con que la producción es llevada a cabo a los fines de obtener los productos o servicios.

Autonomía

Refiere a los márgenes que posee el trabajador para determinar por sí mismo algunos aspectos inherentes a la pauta de trabajo, tales como: el orden, los métodos, las pausas, el ritmo, los horarios, las vacaciones.

Carga mental

Tiene que ver con el contenido y la cantidad de tareas que un trabajador debe afrontar, relacionadas con el tiempo de trabajo disponible para hacerlo. Es necesario que el trabajador se concentre en lo que está haciendo. Esto depende de la carga de trabajo y su propia carga de orden familiar y social.

Modalidad salarial

Las remuneraciones representan una compensación por el esfuerzo realizado por el trabajador con el objetivo de transformar un producto u otorgar un servicio. En ocasiones el salario tiene componentes variables (horas trabajadas y/o franjas relacionadas con la productividad o "premios") cuyo peso puede implicar un riesgo para la salud.

Cuando los factores de riesgo superan los recursos que a manera de defensa sostienen los trabajadores/as, generan efectos negativos en ellos/as y en la organización, y producen alteraciones a la salud, los cuales tienen efectos a nivel fisiológico, emocional, cognoscitivo, del comportamiento social y laboral.

Apoyo social /reconocimiento

Es un conjunto de situaciones que se manifiestan en las relaciones laborales vinculadas con la valoración horizontal y vertical de los trabajadores.

Cambios en el lugar de trabajo

Los cambios deben prepararse tecnológica y psicológicamente previo a su implementación.

Claridad de rol

Este término refiere a la posible ambigüedad en el reparto y asignación de tareas y funciones.

Conflicto de rol

Aparece como riesgo cuando los valores del trabajador se contradicen con el contenido de las tareas que debe realizar.

Posibilidades de desarrollo

Se verá influenciada por la existencia y grados de implementación de reconocimiento, carrera administrativa, escalafones o calificación otorgada por el empleador.

Hoy, mañana, siempre
Prevenir es trabajo de todos los días

MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS

Perfilaje y Trazado con fuentes radiactivas



0800-666-6778



<https://www.argentina.gob.ar/srt>



SRTArgentina



@SRTArgentina



Superintendencia de Riesgos del Trabajo



@SRTArgentina

Sarmiento 1962 (C1044AAD) | Ciudad Autónoma de Buenos Aires