

TERCER EJERCICIO

GRUPO B – PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

TEMA 6

Clasificación y delimitación de zonas de trabajo con radiaciones ionizantes

Índice

- 1.- Resumen
- 2.- Relación con otros temas de la oposición.
- 3.- Introducción
- 4.- Marco Normativo
- 5.- Clasificación radiológica de zonas de trabajo con radiaciones ionizantes.
 - 5.1.- Prevención de la exposición.
 - 5.2.- Criterios para la clasificación radiológica de los lugares de trabajo de una práctica.
 - 5.3.- Zonas de radón en una práctica y en las actividades laborales en situaciones de exposición existente.
 - 5.4.- Señalización de zonas vigiladas y controladas.
 - 5.4.1- Requisitos de las zonas
 - 5.4.2 Vigilancia radiológica de los lugares de trabajo
 - 5.5.- Criterios para la delimitación de zonas vigiladas y controladas.
- 6.- Clasificación radiológica de zonas radiológicas en base a los niveles de radiación y contaminación reales existentes.
 - 6.1 Otras señalizaciones en zonas radiológicas en centrales nucleares
 - 6.2.- Requisitos de acceso a las zonas vigiladas y controladas de las instalaciones nucleares.
 - 6.3- Criterios para actualizar la clasificación y señalización en zonas radiológicas en instalaciones nucleares.
- 7.- Ejemplos de clasificación de zonas radiológicas en instalaciones nucleares y radiactivas.

1.- Resumen

Con objeto de asegurar la máxima protección a los trabajadores en su actividad laboral, el RPSI establece que es necesario distinguir diferentes zonas radiológicas en los lugares de trabajo, artículo 17 del Reglamento de protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes (RPSI), atendiendo a los riesgos presentes en los mismos, clasificándolas de forma adecuada, señalizándolas inequívocamente, y estableciendo normas y medidas de protección adaptadas al riesgo existente.

La clasificación de los lugares de trabajo está basada en criterios cuyos fundamentos son la magnitud y la naturaleza del riesgo existente, teniendo en consideración no sólo las condiciones reales de trabajo sino los riesgos potenciales y el material radiactivo, equipos generadores de radiaciones ionizantes, radiación natural presentes en el área en estudio, así como su forma física, presentación y otras circunstancias.

El artículo 19 del RPSI establece que el titular de la práctica, tras realizar una evaluación previa para determinar la naturaleza y magnitud del riesgo radiológico para los trabajadores expuestos, delimitará y clasificará todos los lugares de trabajo en los que exista la posibilidad de recibir **dosis efectivas superiores a 1mSv por año oficial**.

En el artículo 18 del RPSI se establece que el titular de una práctica, clasificará los lugares de trabajo, en función del riesgo de exposición y teniendo en cuenta la probabilidad y magnitud de las exposiciones potenciales, en las siguientes zonas:

Zona vigilada: Es aquella en la que, no siendo zona controlada, exista la posibilidad de recibir dosis efectivas superiores a 1 mSv por año oficial.

Zona controlada: Es aquella zona en la que se cumpla cualquiera de las siguientes condiciones: Exista la posibilidad de recibir dosis efectivas superiores a 6 mSv por año oficial y sea necesario seguir procedimientos de trabajo con objeto de restringir la exposición a la radiación ionizante.

Además, **las zonas controladas** se podrán dividir en las siguientes:

a) **Zonas de permanencia limitada:** Son aquellas en las que existe el riesgo de recibir una dosis superior a los límites de dosis fijados en el RPSI para los trabajadores expuestos.

b) **Zonas de permanencia reglamentada:** Son aquellas en las que existe el riesgo de recibir en cortos períodos de tiempo una dosis superior a los límites de dosis fijados en el RPSI para los trabajadores expuestos.

c) **Zonas de acceso prohibido:** Son aquellas en las que existe el riesgo de recibir, en una exposición en muy corto periodo de tiempo, dosis superiores a los límites de dosis fijados en el RPSI para los trabajadores expuestos.

Las zonas vigiladas y controladas deberán estar señalizadas con indicación del tipo de riesgo, de acuerdo a la norma UNE 73302:2018 “Distintivos para la señalización de radiaciones ionizantes”.

Las zonas controladas estarán adecuadamente delimitadas, con accesos específicamente definidos y señalizados. En los lugares donde no existan elementos de obra civil que permitan la delimitación de zonas contiguas con distinta clasificación radiológica se podrá colocar, en el suelo, una señalización mediante líneas claramente visibles.

En este tema se desarrollará la clasificación y la señalización de los lugares de trabajo tanto para prácticas en situaciones de exposición planificada, como por ejemplo centrales nucleares, instalaciones radiactivas, etc., como las zonas con exposición a radiación en actividades laborales en situación de exposición existente, como la exposición de trabajadores al radón en recintos cerrados, como puede ser en un trabajador de un balneario o cuevas.

Cuando en un lugar de trabajo haya zonas en las que la concentración de radón en aire exceda el nivel de referencia establecido, 300 Bq/m³, a pesar de las medidas adoptadas de acuerdo con el principio de optimización, el titular de la práctica, **clasificará y señalizará como zona de radón** aquellas zonas en las que exista una concentración de radón en aire que pueda dar lugar a una dosis efectiva a los trabajadores superior a 6 mSv por año oficial.

La zona de radón se señalizará con el distintivo que establece la Norma UNE 73001:2023 “Señalización en centros de trabajo expuestos a radón”.

Otro objetivo de la clasificación y señalización radiológica de las zonas es que un trabajador expuesto pueda deducir los riesgos radiológicos del área o zona donde desarrollará su trabajo, de acuerdo a la clasificación y señalización radiológica de la misma. Por otra parte la clasificación radiológica de los lugares de trabajo permite al titular de la práctica especificar los requisitos a cumplir para el acceso y en el trabajo en las zonas radiológica de acuerdo a los procedimientos que se establezcan.

La clasificación de las zonas radiológicas deberá estar actualizada de acuerdo a las condiciones reales existentes, ya sea porque se produzca un cambio operativo de la práctica o por el resultado del programa de vigilancia y control establecido, que informa periódicamente acerca del estado radiológico del área o cubículo, he indica al titular de la práctica cuando debe hacer una revisión de la clasificación de la zona, basándose en las variaciones registradas.

2.- Relación con otros temas de la oposición.

Primer ejercicio:

A. Legislación

11. El consejo de Seguridad Nuclear. Normas reguladoras. Naturaleza, características y funciones del Consejo. Sus órganos y competencias. La capacidad normativa del Consejo. El cuerpo de seguridad nuclear y protección radiológica. Funciones del Ministerio para la Transición y el Reto Demográfico en relación con las instalaciones nucleares y radiactivas

12. Directivas de la Unión Europea en materia de Seguridad Nuclear y Protección Radiológica. Mecanismos de transposición.

14. La Ley 25/1964, de 29 de abril sobre Energía Nuclear. Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas. Régimen de autorizaciones de estas instalaciones: Instrucciones Técnicas Complementarias. Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes. Instrucciones del Consejo de Seguridad Nuclear. El Plan Básico de Emergencia Nuclear.

15. El procedimiento sancionador en materia de seguridad nuclear y protección radiológica. Delitos relativos a la energía nuclear y a las radiaciones ionizantes. Competencias del Consejo de Seguridad Nuclear.

17. Organismos internacionales sobre Seguridad Nuclear y Protección Radiológica. El Organismo Internacional de Energía Atómica de las Naciones Unidas. La Agencia de Energía Nuclear de la OCDE. La Comisión Internacional de protección radiológica. El comité científico sobre efectos de las radiaciones ionizantes de las naciones unidas.

B.- Física y Tecnología Nuclear

10. Blindajes contra las radiaciones. Diseño. Materiales. Cálculos.

11.-Centrales nucleares de agua ligera tipo PWR. Características, análisis de las mismas.

12.-Centrales nucleares de agua ligera tipo BWR. Características, análisis de las mismas.

Tercer ejercicio

A. Seguridad nuclear

2. Bases de diseño y bases de licencia de las Centrales nucleares. Criterios generales de diseño aplicables a las centrales nucleares.

3. Concepto de defensa en profundidad. La seguridad mediante sistemas. Sistemas de control y de protección. Sistemas de salvaguardia en centrales nucleares de agua ligera.

22. Clasificación de seguridad de estructuras, sistemas y componentes. Calificación sísmica y ambiental de equipos en centrales nucleares.

23. Análisis de accidentes en el estudio de seguridad de reactores de agua ligera. Especificaciones de funcionamiento.

32. Gestión del combustible nuclear irradiado. Métodos de almacenamiento a corto, medio y largo plazo. Almacenamiento temporal y transporte de contenedores.

B. Protección radiológica

1. Interacción de las radiaciones ionizantes con la materia viva. Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes.
2. Magnitudes y unidades de protección radiológica ionizantes.
3. Instrumentación y métodos analíticos utilizados en la detección y medida de la radiación ionizante. Verificación, calibración y control de calidad.
4. El sistema de protección radiológica. Principios de justificación, optimización y limitación de dosis. Situaciones de exposición.
5. Protección radiológica ocupacional de los trabajadores expuestos. Principios generales, medidas de protección en el diseño y en la operación de las instalaciones.
7. La dosis debida a la radiación externa. Métodos de estimación. Dosimetría
8. La dosis debida a la contaminación interna. Métodos de estimación. Dosimetría.
10. PR en CCNN en operación y en desmantelamiento
11. PR en instalaciones del ciclo de combustible.
12. Aplicaciones médicas de las Radiaciones ionizantes.
13. Aplicaciones industriales de las radiaciones ionizantes y transporte. Requisitos de PR.
14. Definición, clasificación y gestión de los residuos radiactivos sólidos. Gestión de los residuos radiactivos producidos en las instalaciones nucleares. Gestión de residuos radiactivos producidos en instalaciones radiactivas médicas, industriales y de investigación. Acondicionamiento y almacenamiento.
15. Criterios de exención y desclasificación de materiales y fuentes radiactivas. 28. Servicios y unidades técnicas de protección radiológica, servicios de dosimetría personal: funciones, requisitos y régimen de autorizaciones.
17. Seguridad y protección radiológica en las instalaciones de almacenamiento definitivo de residuos radiactivos.
26. Lecciones aprendidas en materia de protección radiológica resultantes de los accidentes nucleares. Implantación de medidas adicionales para hacer frente a emergencias radiológicas en centrales nucleares.
28. Servicios y unidades técnicas de protección radiológica, servicios de dosimetría personal: funciones, requisitos y régimen de autorizaciones.
30. Protección radiológica en situaciones de exposición existente. Aplicación de los principios de protección. Niveles de referencia.
33. Organismos y asociaciones internacionales de referencia en protección radiológica. OIEA, UNSCEAR, ICRP, EC/EURATOM, NEA, HERCA, IRPA.

3.- Introducción

El objetivo principal de la protección radiológica es proteger a las personas, sus descendientes y al medio ambiente, contra los riesgos que se derivan de la exposición a las radiaciones ionizantes.

En el caso específico de la protección radiológica de los trabajadores expuestos, el Reglamento de protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes (RPSI), RD 1029/2022 de 20 de diciembre, establece en el título IV, los principios en los que se basará la protección ocupacional de los trabajadores expuestos, estos son:

- a) Evaluación previa de las condiciones laborales para determinar la naturaleza y magnitud del riesgo radiológico y asegurar la aplicación del principio de optimización.
- b) Clasificación de los lugares de trabajo en diferentes zonas, teniendo en cuenta: la evaluación de las dosis anuales previstas, el riesgo de dispersión de la contaminación y la probabilidad y magnitud de exposiciones potenciales.
- c) Clasificación de los trabajadores expuestos en diferentes categorías según sus condiciones de trabajo.
- d) Aplicación de las normas y medidas de vigilancia y control relativas a las diferentes zonas y a las distintas categorías de trabajadores expuestos, incluida, en su caso, la vigilancia individual.
- e) Vigilancia de la salud.
- f) Información y formación.

En este tema 6 se pondrá el énfasis en uno de los principios antes mencionado para la prevención de la exposición a radiaciones ionizantes de los trabajadores expuestos: la “Clasificación y delimitación de zonas de trabajo”. Que tiene como objeto controlar y limitar las dosis a los trabajadores expuestos a valores por debajo de los límites legales a través de los requisitos de la clasificación de zonas de trabajo y la norma que regula la señalización de las mismas.

Se desarrollará la clasificación y la señalización de los lugares de trabajo tanto para prácticas en situaciones de exposición planificada, como por ejemplo centrales nucleares, instalaciones radiactivas, etc., como las zonas con exposición a radiación en actividades laborales en situación de exposición existente, como la exposición de trabajadores al radón en recintos cerrados, como puede ser en un trabajador de un balneario o cueva.

4.- Marco Normativo

Reglamentos y resoluciones:

El RD 1029/2022 de 20 de diciembre por el que se aprueba el Reglamento sobre Protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes (RPSI)

Real Decreto 1400/2018, de 23 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre seguridad en instalaciones nucleares

Real decreto 1836/199 de 3 de diciembre modificado por RD35/2008 de 18 de enero “Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas”

Resolución de 17 de enero de 2023, del Consejo de Seguridad Nuclear, por la que se establecen los coeficientes de dosis efectiva por exposición externa.

Resolución del Consejo de Seguridad Nuclear de 9 de abril de 2024 por la que se establecen los coeficientes de dosis efectiva por exposición interna

Instrucciones del Consejo de Seguridad Nuclear relativas a la protección radiológica ocupacional se destacan:

IS-01: Instrucción por la que se define el formato y contenido del documento individual de seguimiento radiológico (carné radiológico) regulado en el RD 413/1997

IS-02: revisión 1 de la Instrucción IS-02 sobre documentación de actividades de recarga en centrales nucleares de agua ligera.

IS-03: Instrucción sobre cualificaciones para obtener el reconocimiento de experto en protección contra las radiaciones ionizantes

IS-06: Instrucción por la que se definen los programas de formación en materia de protección radiológica básico y específicos regulados en el RD 443/1997 de 21 de marzo en el ámbito de la instalaciones nucleares e instalaciones radiactivas del ciclo de combustible.

IS-08 Instrucción sobre los criterios aplicados por el Consejo de Seguridad Nuclear para exigir, a los titulares de las instalaciones nucleares y radiactivas, el asesoramiento específico en protección radiológica.

IS-10 Revisión 2 de la IS-10 por la que se establecen los criterios de notificación de sucesos al Consejo por parte de las centrales nucleares.

IS-18 Instrucción sobre criterios aplicados por el CSN para exigir, a los titulares de instalaciones radiactivas la notificación de sucesos e incidentes radiológicos

IS-21 Instrucción sobre requisitos aplicables a las modificaciones de diseño de centrales nucleares

IS-28 Instrucción sobre las especificaciones técnicas de funcionamiento que deben cumplir las instalaciones radiactivas de segunda y tercera categoría.

IS-29 Instrucción sobre criterios de seguridad en instalaciones de almacenamiento temporal del combustible gastado y residuos radiactivos de alta actividad.

IS-31 Instrucción sobre los criterios para el control radiológico de los materiales residuales generados en las instalaciones nucleares.

IS-33 Instrucción sobre criterios radiológicos para la protección frente a la exposición a la radiación natural.

IS-45 Instrucción sobre los requisitos de seguridad durante las fases de diseño, construcción y explotación de las instalaciones nucleares y radiactivas del ciclo del combustible nuclear, para prever su desmantelamiento y, en su caso, su desmantelamiento y cierre

UNE 73302:2018 “Distintivos para la señalización de radiaciones ionizantes”.

UNE 73001:2023 “Señalización en centros de trabajo expuestos a radón”.

5.- Clasificación radiológica de zonas de trabajo con radiaciones ionizantes.

La clasificación de las personas en función de los riesgos a las radiaciones ionizantes se definen en el RD 1029/2022 (RPSI) en el mismo se considera **Trabajador expuesto (TE)**, a la persona que, trabajando, bien por cuenta propia o ajena, está sometida a exposición en el trabajo realizado en una práctica regulada por ese reglamento, que puede recibir dosis que superen alguno de los límites de dosis para los miembros del público o que, implicando exposición a radón o radiación cósmica en aeronaves o vehículos espaciales, desarrolla su trabajo en actividades laborales que se gestionan como situaciones de exposición planificada.

En la clasificación de zonas de trabajo, se tendrá en cuenta la situación de exposición a las radiaciones ionizantes de los trabajadores, en particular en dos de las situaciones que se definen en el artículo 1 del RPSI, estas son:

Situaciones de exposición planificada: son aquellas que surgen del uso planificado de una fuente de radiación o de una actividad humana que altera las vías de exposición, causando la exposición o exposición potencial de las personas o del medio ambiente. Las situaciones de exposición planificada pueden incluir tanto las exposiciones normales como las potenciales.

Situaciones de exposición existente: son situaciones de exposición que ya existen cuando debe tomarse una decisión sobre su control y que no requieren, o ya no requieren, la adopción de medidas urgentes, o bien situaciones de exposición creadas por una fuente de radiación cuya ubicuidad o magnitud hace injustificado su control de acuerdo con los mismos criterios aplicables a una situación de exposición planificada. Incluyen las situaciones de exposición prolongada después de una emergencia nuclear o radiológica.

5.1.-Prevención de la exposición

El RPSI desarrolla la prevención de la exposición de los trabajadores expuestos y obliga a tomar medidas en los lugares de trabajo tanto a los titulares de una “Práctica” en situación de exposición planificada, como a los titulares de una actividad laboral donde sus trabajadores tienen riesgo de exposición a radiaciones ionizantes en situación de exposición existente.

Se define como “Práctica” en el RPSI una actividad humana que puede aumentar la exposición de las personas a las radiaciones procedentes de una fuente de radiación y que se gestiona como situación de exposición planificada.

A efectos de protección radiológica, y tras realizar una evaluación previa para determinar la naturaleza y magnitud del riesgo radiológico para los trabajadores expuestos, el titular de la práctica identificará, delimitará y clasificará todos los lugares de trabajo en los que exista la posibilidad de recibir **dosis efectivas superiores a 1mSv por año oficial** y establecerá las medidas de protección radiológica aplicables.

(el RPSRI considera año oficial, el período de doce meses, a contar desde el día 1 de enero hasta el 31 de diciembre, ambos inclusive)

Dichas medidas deberán adaptarse a la naturaleza de las instalaciones y de las fuentes, y a las condiciones y normas de trabajo, así como a la magnitud y naturaleza de los riesgos

5.2.- Criterio para la clasificación radiológicas de los lugares de trabajo de una práctica

En el artículo 18 del RD 1029/2022 (RPSI) se establece que el titular de una práctica, tras realizar la evaluación previa, clasificará los lugares de trabajo, en función del riesgo de exposición y teniendo en cuenta la probabilidad y magnitud de las exposiciones potenciales, en las siguientes zonas:

Zona vigilada: Es aquella en la que, no siendo zona controlada, exista la posibilidad de recibir dosis efectivas superiores a 1 mSv por año oficial.

Zona controlada: Es aquella zona en la que se cumpla cualquiera de las siguientes condiciones:

- 1º Exista la posibilidad de recibir dosis efectivas superiores a 6 mSv por año oficial.
- 2º Sea necesario seguir procedimientos de trabajo con objeto de restringir la exposición a la radiación ionizante, evitar la dispersión significativa de contaminación radiactiva o prevenir o limitar la probabilidad y magnitud de accidentes radiológicos o sus consecuencias.

Además, **las zonas controladas** se podrán dividir en las siguientes:

- a) **Zonas de permanencia limitada:** Son aquellas en las que existe el riesgo de recibir una dosis superior a los límites de dosis fijados en el RPSI para los trabajadores expuestos.
- b) **Zonas de permanencia reglamentada:** Son aquellas en las que existe el riesgo de recibir en cortos períodos de tiempo una dosis superior a los límites de dosis fijados en el RPSI para los trabajadores expuestos.
- c) **Zonas de acceso prohibido:** Son aquellas en las que existe el riesgo de recibir, en una exposición en muy corto periodo de tiempo, dosis superiores a los límites de dosis fijados en el RPSRI para los trabajadores expuestos.

La clasificación de los lugares de trabajo en las zonas establecidas en el RPSI y su correspondiente señalización, se hará en base no sólo a las condiciones reales de trabajo sino los riesgos potenciales, el material radiactivo, equipos generadores de radiaciones ionizantes, radiación natural presentes en el área en estudio, así como su forma física, presentación y otras circunstancias.

5.3.- Zonas de radón en una práctica y en las actividades laborales en situaciones de exposición existente.

En el artículo 19.2 del RPSI se establece las medidas que debe tomar un titular de una práctica o actividad laboral en los lugares de trabajo donde se trabaje con exposición al radón.

Zonas de radón en una práctica

Cuando en un lugar de trabajo haya zonas en las que la concentración de radón en aire exceda el nivel de referencia establecido, 300 Bq/m³, (artículo 72-a) a pesar de las medidas adoptadas de acuerdo con el principio de optimización, el titular de la práctica:

- Clasificará como trabajadores expuestos al radón a aquellos trabajadores que puedan recibir una dosis efectiva por exposición al radón superior a 6 mSv por año oficial
- **Clasificará y señalizará como zonas de radón** aquellas zonas en las que exista una concentración de radón en aire que pueda dar lugar a una dosis efectiva a los trabajadores superior a 6 mSv por año oficial.

Zonas de radón en una actividad laboral

El artículo 75 del RPSI define las obligaciones de los titulares de las actividades laborales que se desarrollan en lugares de trabajo en presencia de radón en aire o a las que puedan acceder por razón de su trabajo, excluidas las zonas al aire libre:

- lugares de trabajo subterráneos, tales como obras, túneles, minas o cuevas.
- lugares donde se procese, manipule o aproveche agua de origen subterráneo, tales como actividades termales y balnearios.
- todos los lugares de trabajo situados en planta bajo rasante o planta baja de los términos municipales de actuación prioritaria a los que hace referencia la normativa.

Cuando en alguno de los lugares de trabajo de las actividades laborales (definidas en el artículo 75 del RPSI) haya trabajadores cuya dosis efectiva anual debida al radón pueda ser superior a 6 mSv, el titular de la actividad laboral deberá establecer las medidas de protección radiológica aplicables.

El alcance de estas medidas estará en función del riesgo asociado y en particular, serán de aplicación varios artículos del RPSI, comenzando por el artículo 11, pues se considera al trabajador de la actividad como un trabajador expuesto al radón.

El titular de la actividad laboral deberá gestionar la clasificación del trabajador como expuesto y de la zona de trabajo como una práctica en las que la concentración de radón en aire excede el nivel de referencia establecido, 300 Bq/m³, y deberá realizar la clasificación y señalización de los lugares de trabajo como **zona de radón**.

La señalización de la zona de radón está establecida por la Norma UNE 73001:2023 “Señalización en centros de trabajo expuestos a radón”. El símbolo que establece la norma para una zona de radón es el siguiente:



5.4.- Señalización y vigilancia de zonas vigiladas y controladas.

El RPSI establece que las zonas vigiladas y controladas deben estar señalizadas de acuerdo a lo establecido en la norma UNE 73302:2018 “Distintivos para la señalización de radiaciones ionizantes”, de forma que quede manifiesto el riesgo de exposición existente en las mismas.

El riesgo de exposición vendrá señalizado mediante un “trébol” que constituye el símbolo internacional de la exposición a radiaciones. El trébol se coloca sobre fondo blanco, con una orla rectangular del mismo color que el trébol y de la misma anchura que el diámetro de la circunferencia interior de dicho símbolo y se complementa con una leyenda, en su parte superior, que informa sobre la clasificación de la zona y con otra, en su parte inferior, que informa sobre el tipo de riesgo existente en la zona.

Cuando en una zona de la instalación sólo existe riesgo de irradiación externa, el trébol se rodea de puntas radiales; en el caso que únicamente exista riesgo de contaminación, y el riesgo de irradiación externa fuera despreciable, el trébol se colocará sobre fondo punteado. Cuando en una misma zona exista riesgo de irradiación y de contaminación se utilizará un trébol con puntas radiales sobre campo punteado. Las zonas se señalizan de la forma siguiente:

Zonas vigiladas: en las zonas vigiladas el trébol será de color gris azulado sobre fondo blanco.

Zonas controladas: en las zonas controladas, dicho trébol será de color verde sobre fondo blanco.

Zonas de permanencia limitada: en estas zonas, el trébol será de color amarillo sobre fondo blanco.

Zonas de permanencia reglamentada: en estas zonas, el trébol será de color naranja sobre fondo blanco.

Zonas de acceso prohibido: en estas zonas, el trébol será de color rojo sobre fondo blanco.

Todas las señales correspondientes a zonas controladas, de permanencia limitada, de permanencia reglamentada, de acceso prohibido, y zonas vigiladas, se situarán de forma bien visible en la entrada de la zona y en los lugares significativos de las mismas.

Para todo tipo de zonas, las anteriores señalizaciones se complementarán en la parte superior con una leyenda indicativa del tipo de zona, y en la parte inferior del tipo de riesgo.

5.4.1- Requisitos de las zonas

El Artículo 20 del RPSI establece los requisitos de las zonas radiológicas.

1. En las zonas vigiladas deberá efectuarse, al menos, mediante dosimetría de área, una estimación de las dosis que pueden recibirse.

2. Teniendo en cuenta la naturaleza y la importancia de los riesgos radiológicos, en las zonas controladas y vigiladas el titular de la práctica deberá realizar una vigilancia radiológica de los lugares de trabajo, estas zonas:

a) Estarán delimitadas adecuadamente y señalizadas de forma que quede de manifiesto el riesgo de exposición existente en las mismas.

b) Tendrán su acceso limitado a las personas autorizadas al efecto que hayan recibido la formación y las instrucciones adecuadas al riesgo existente en el interior de dichas zonas. En las zonas controladas estas instrucciones serán acordes con los procedimientos de trabajo establecidos por escrito por el titular de la práctica.

3. En las zonas controladas en las que exista:

a) Riesgo de exposición externa, será obligatoria una estimación individual de dosis, que, en el caso de trabajadores de categoría A, deberá estar basada en dosimetría

individual, salvo cuando el Consejo de Seguridad Nuclear acepte expresamente alternativas propuestas por el titular con base en las características especiales del puesto de trabajo.

b) Riesgo de contaminación, será obligatoria la utilización de equipos de protección individual adecuados al riesgo existente. A la salida de estas zonas existirán detectores adecuados para comprobar la posible contaminación de personas y equipos y, en su caso, poder adoptar las medidas oportunas.

Se considera trabajadores de categoría A , aquellos trabajadores expuestos que, por las condiciones en las que se realiza su trabajo, puedan recibir una dosis efectiva superior a 6 mSv por año oficial o una dosis equivalente superior a 15 mSv por año oficial al cristalino o superior a 150 mSv para la piel y las extremidades.

5.4.2 Vigilancia radiológica de los lugares de trabajo

El artículo 31 del RPSI establece la vigilancia radiológica que debe tener los lugares de trabajo, esta será:

1. La vigilancia radiológica de los lugares de trabajo comprenderá:
 - a) La medición de las tasas de dosis externas, especificando la naturaleza, tipo y calidad de las radiaciones de que se trate.
 - b) La medición de las concentraciones de actividad en aire y la contaminación superficial, especificando la naturaleza de las sustancias radiactivas contaminantes y sus estados físico y químico.
2. En los lugares de trabajo de las actividades laborales (definidas en el artículo 75 del RPSI) donde la dosis efectiva anual de un trabajador debida al radón pueda ser superior a 6 mSv, la vigilancia radiológica comprenderá:
 - a) La medición de la concentración de actividad del radón en aire.
 - b) En los casos que determine el Consejo de Seguridad Nuclear, la medición del factor de equilibrio y de la distribución de tamaño de aerosoles, o bien la medición de las concentraciones de actividad en aire de los descendientes del radón de vida corta.
3. Los documentos correspondientes al registro, evaluación y resultado de dicha vigilancia deberán ser archivados por el titular de la práctica, quien los tendrá a disposición del Servicio de Prevención y de las correspondientes autoridades competentes.
4. Cuando sea adecuado, los resultados de estas medidas se usarán para estimar las dosis individuales de los trabajadores.

5.5.- Criterios para la delimitación de zonas vigiladas y controladas

Las zonas vigiladas y controladas estarán explícitamente delimitadas, con accesos específicamente definidos y señalizadas de forma que quede de manifiesto el riesgo de exposición existente en las mismas.

Las zonas con diferente riesgo radiológico deben estar físicamente demarcadas.

Para la delimitación de las diferentes zonas se utilizarán los muros y puertas del diseño civil de los edificios. En los lugares donde no existan elementos de obra civil que permitan la delimitación de zonas contiguas con distinta clasificación radiológica se podrá colocar, en el suelo, una señalización mediante líneas claramente visibles.

Cuando se deban señalar con carácter temporal los límites de una zona, se emplearán vallas, barras metálicas articuladas o soportes por los que se hagan pasar cuerdas, cadenas, cintas, etc., que tendrán el color correspondiente a la zona de que se trate.

En los lugares de acceso entre zonas contiguas de diversas características, podrán señalizarse en el suelo los límites correspondientes mediante líneas claramente visibles con los colores correlativos a las zonas de que se trate. Dicha señalización se podrá complementar con una iluminación del color apropiado a las zonas de que se trate.

6.- Clasificación radiológica de zonas radiológicas en base a los niveles de radiación y contaminación reales existentes.

En general, habida cuenta de la complejidad radiológica de las instalaciones nucleares y radiactivas, en las que siempre va a existir cierto riesgo de irradiación externa; además, en aquellas zonas en las que pueda haber material radiactivo disperso en el ambiente, también existirá riesgo de contaminación externa y/o interna, no resulta sencillo evaluar la probabilidad de que se exceda cierta dosis en determinadas zonas y, por ello, a la hora de clasificar las zonas de trabajo, hay que acudir a criterios más prácticos.

De esta forma como indicador de los niveles operativos, es bastante habitual que la clasificación de zonas se base en los niveles de radiación reales existentes y así resulta que, considerando una jornada laboral de 2000 horas al año se establecen los “Niveles de clasificación de zonas radiológicas” en relación a la tasa de dosis ($\mu\text{Sv/h}$ o mSv/h), contaminación externa (Bq/cm^2), contaminación interna (*se están actualizando los Límites derivados de contaminación en aire, con los nuevos coeficientes de dosis efectiva por exposición interna publicados en la web del CSN en el año 2024*).

Esta la misma metodología, para la clasificación de las zonas de trabajo en base a los niveles de radiación reales existentes tanto en una instalación nuclear y radiactiva del ciclo del combustible nuclear en la fase de explotación como en la fase de desmantelamiento, y también aplica para la clasificación de zonas en una instalación radiactiva distintas de las actividades del ciclo del combustible nuclear, tanto en la fase de funcionamiento, como en la fase de desmantelamiento.

La clasificación de zonas en base a los niveles de radiación y contaminación reales existentes, es la siguiente:

Zona de Libre acceso: Zona en la que la tasa de dosis sea inferior a **0,5 $\mu\text{Sv/h}$** , descontando el fondo de la instalación en $\mu\text{Sv/h}$.

Contaminación superficial desprendible: no existe.

Contaminación ambiental: no existe.

Zona vigilada: Zona en la que la tasa de dosis se mantenga entre **0,5- 3 $\mu\text{Sv/h}$**

Contaminación superficial desprendible: **< 0,4 Bq/cm^2** (β/γ y α de baja toxicidad)

Contaminación ambiental: **< 0,04 Bq/cm^2** (resto α)

Zona controlada de permanencia libre: Zona en la que la tasa de dosis esté entre **3-25 $\mu\text{Sv/h}$**

Contaminación superficial desprendible: **< 4 Bq/cm^2** (β/γ y α de baja toxicidad)

Contaminación ambiental: **< 0,4 Bq/cm^2** (resto α)

Zona controlada de permanencia limita: Zona en la que la tasa de dosis esté entre **25 -1000 $\mu\text{Sv/h}$ (1 mSv/h)**

Contaminación superficial desprendible: **< 40 Bq/cm^2** (β/γ y α de baja toxicidad)

Contaminación ambiental: **< 4 Bq/cm^2** (resto α).

Zona controlada de permanencia reglamentada: Zona en la que la tasa de dosis esté entre 1000 – 100.000 $\mu\text{Sv/h}$ (1-100 mSv/h).

Contaminación superficial desprendible: < 400 Bq/cm² (β/γ y α de baja toxicidad)




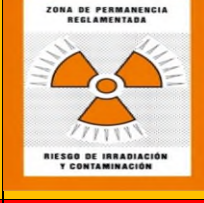

Contaminación ambiental: < 40 Bq/cm² (resto α)

Zona controlada de acceso prohibido: Zona en la que la tasa de dosis sea superior a 100.000 $\mu\text{Sv/h}$ (> 100 mSv/h)

Contaminación superficial desprendible: > 400 Bq/cm² (β/γ y α de baja toxicidad)

Contaminación ambiental: > 40 Bq/cm² (resto α)

En la siguiente tabla se representa de forma simplificada la clasificación radiológica de las zonas radiológicas en base a niveles de radiación y contaminación superficial:

Tipo de Zona	Definición en relación con la dosis efectiva en un año oficial para TE	Tasas de dosis ($\mu\text{Sv/h}$)	Contaminación superficial (**) (Bq/cm^2)	Señalización
Libre Acceso	Muy improbable recibir $>1 \text{ mSv}$	$< 0.5^{(*)}$	$< \text{AMD}^{(***)}$	
Vigilada	Posible recibir $>1 \text{ mSv/año}$	< 3	$< 0,4$ (β/γ y α de baja toxicidad) $< 0,04$ (resto α)	
Controlada	Posible recibir: $> 6 \text{ mSv/año}$			
Permanencia libre	No existe riesgo de recibir dosis superiores a los límites	$< 25 \mu\text{S/h}$	< 4 (β/γ y α de baja toxicidad) $< 0,4$ (resto α)	
Permanencia limitada	Existe riesgo de recibir dosis superiores a los límites	< 1.000 (1 mSv/h)	< 40 (β/γ y α de baja toxicidad) < 4 (resto α)	
Permanencia reglamentada	Existe riesgo de recibir dosis superiores a los límites en cortos períodos de tiempo	< 100.000 (100 mSv/h)	< 400 (β/γ y α de baja toxicidad) < 40 (resto α)	
Acceso prohibido	Existe riesgo de recibir dosis superiores a los límites en una exposición única	> 100.000 (100 mSv/h)	> 400 (β/γ y α de baja toxicidad) > 40 (resto α)	

(*) En casos excepcionales se podrán clasificar zonas de libre acceso que presenten valores de tasas de dosis superiores a $0.5 \mu\text{Sv/h}$ e inferiores a $2.5 \mu\text{Sv/h}$ y en las que la restricción del acceso a estas zonas es poco operativa, si bien estarán sometidas a un control radiológico administrativo.

(**) Promediado en 300 cm^2 .

(***) Actividad mínima detectable.

6.1 Otras señalizaciones en zonas radiológicas en centrales nucleares

Los Puntos calientes dentro de la zona controlada se señalizan. Con carácter general, tendrán la consideración de “punto caliente” en una central nuclear, aquellos lugares accesibles en los que su nivel de radiación medido en contacto sea superior o igual a 500 $\mu\text{Sv/h}$ y, al mismo tiempo, 10 veces superior al nivel característico de radiación ambiental o de área en la zona.

Los puntos calientes se señalizan con una señal de Advertencia de riesgo de radiaciones ionizantes (Norma UNE 73302:2018) y con el texto “Atención Punto Caliente” en la parte inferior de la señal.



Además de las zonas radiológicas mencionadas en este tema existen otros tipos de zonas ubicadas en zona controlada en las centrales nucleares, estas son:

- Zona ALARA
- Zona de residuos radiactivos (ZRR)
- Zona de acopio

Las **zonas ALARA** son áreas de bajo nivel de radiación en las que los trabajadores, que se encuentren preparados para realizar un trabajo, deben esperar mientras se desarrolla la actividad.

Las **Zonas de residuos radiactivos (ZRR)**, en las cuales se controla radiológicamente los materiales residuales, antes de su salida de las instalaciones nucleares.

La clasificación y señalización de las zonas de residuos radiactivos (ZRR) se realiza en las centrales nucleares en conformidad con lo establecido en la IS-31, de 26 de julio de 2011, del Consejo de Seguridad Nuclear, sobre los criterios para el control radiológico de los materiales residuales generados en las instalaciones nucleares

Las **Zonas de acopio** de materiales utilizados dentro de una zona controlada, se delimitarán y señalarán, mediante vallas, soportes, cadenas, cuerdas, cintas, etc. del color correspondiente a la clasificación radiológica de la zona de acopio.

6.2- Requisitos de acceso a las zonas vigiladas y controladas de las instalaciones nucleares.

El acceso a las zonas vigiladas y controladas estará limitado a las personas autorizadas al efecto, que hayan recibido la formación y las instrucciones adecuadas al riesgo existente. La restricción de acceso se realizará mediante controles administrativos y/o barreras físicas o estructurales.

Se establecen controles de entrada y de salida de personas y de materiales a zona controlada, se realizará por un acceso de control, con la infraestructura suficiente (monitores, pórticos, instalaciones de descontaminación del personal) evitando que se produzcan tránsitos no autorizados.

Junto a la señalización radiológica, se dispondrá de información relativa a la de tasa de dosis, contaminación superficial y ambiental y la existencia de puntos calientes además de cualquier otra información relevante para informar del riesgo existente a los trabajadores.

Las zonas de acceso prohibido y controladas de permanencia reglamentada serán inaccesibles; mediante cierres, llaves, alarmas, etc. Para acceder a las mismas es necesario que se emita un Permiso de Trabajo con Radiaciones (PTR) específico, que será firmado por el Jefe de PR y por el Director de la Central.

6.3- Criterios para actualizar la clasificación, delimitación y señalización de las zonas en instalaciones nucleares.

En las centrales se mantendrá actualizada la clasificación, la delimitación y la señalización de las zonas radiológicas, revisándose de manera rutinaria como consecuencia de la ejecución del programa de vigilancia de los niveles radiológicos de la instalación o cuando haya variaciones en la situación operativa de la planta (parada no programada, recarga, etc.)

El control radiológico de las zonas será tanto más intenso cuanto mayor sea el riesgo de la zona, de acuerdo a los procedimientos. Los equipos de vigilancia disponen de alarmas visuales y acústicas y existen procedimientos para posible evacuación de la zona.

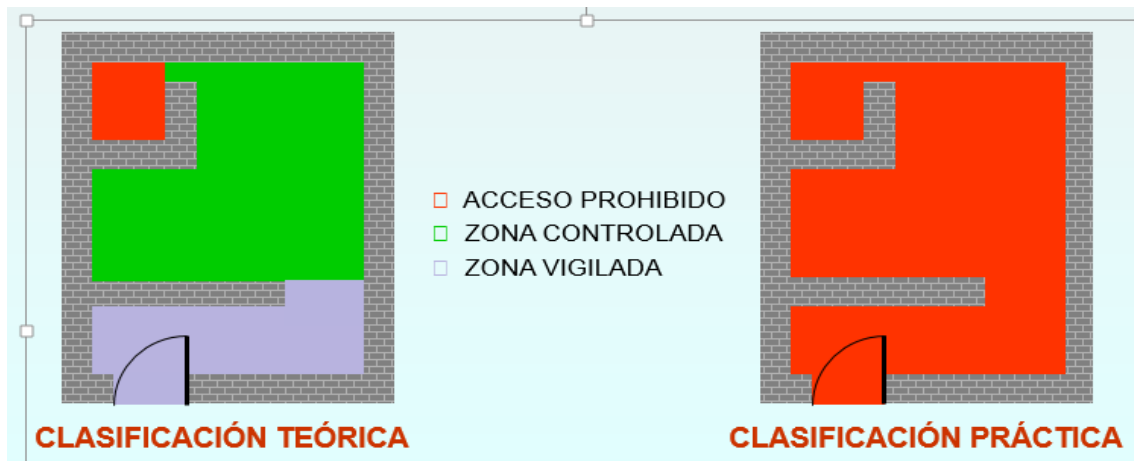
En zonas controladas, la clasificación vendrá definida por los niveles radiológicos característicos de tasas de dosis, la contaminación superficial desprendible y la contaminación ambiental de los lugares de trabajo.

En Zona controlada: Siempre se ha de realizar una vigilancia individual mediante el uso de dosímetro personal y además, se dispondrá de una vigilancia de área para niveles de radiación en la zona, y de la contaminación superficial y ambiental si presenta este riesgo.

En Zona vigilada: Debe realizarse vigilancia de forma periódica con equipo adecuado al tipo de riesgo. El número, tipo y frecuencia de las medidas dependerá de los niveles posibles de radiación, del número de personas que trabajan y del tiempo de permanencia. Si los equipos de vigilancia son fijos, estarán colocados en puntos significativos desde el punto de vista radiológico.

El Jefe de Protección Radiológica podrá reclasificar una zona, siempre de forma más restrictiva que la clasificación derivada de la situación real, basada en criterios de optimización.

En el caso de que un área presente niveles de radiación y/o contaminación que originen clasificaciones radiológicas diferentes para cada tipo de riesgo, la zona o área se señalizará de acuerdo al mayor de los riesgos existentes. Como se demuestra en el siguiente ejemplo:



En **Zona de libre acceso (ZLA)** Debe realizarse vigilancia de forma periódica en una zona de libre acceso colindante con zonas controladas o vigiladas para asegurar que se mantienen los niveles de radiación en toda la zona debiendo caracterizarse todo el entorno accesible de influencia de la fuente de radiación.

En caso de no cumplirse los criterios anteriormente descrito para zona, el titular deberá delimitar y señalizar la zona de libre acceso como radiológica, conforme a los niveles de referencia establecidos.

Se deberá reclasificar una zona radiológica vigilada o controlada, teniendo en cuenta la vigilancia y control de los puntos calientes, cuando la tasa de dosis a 1 m aproximadamente del punto caliente sea superior al nivel característico de radiación ambiental o de área en la zona

7.- Ejemplos de clasificación de zonas radiológicas en instalaciones nucleares y radiactivas

7.1.- Instalaciones nucleares e instalaciones radiactivas del ciclo del combustible nuclear

Central nuclear PWR

		Clasificación radiológica	
Edificio de contención y de Edificio del anillo	Zona	Operación a Potencia	Recarga
	Cavidad del reactor	Acceso Prohibido	Permanencia reglamentaria
	Vasija del reactor	Acceso Prohibido	Acceso Prohibido
	Piscina de elementos combustibles	Acceso Prohibido	Acceso Prohibido
	Zona interior blindaje biológico	Acceso Prohibido	Permanencia reglamentaria
	Sumidero de contención	Acceso Prohibido	Permanencia limitada
	Bombas principales	Acceso Prohibido	
	Parte inferior del Generadores de Vapor	Acceso Prohibido	Permanencia limitada
	Zona de tubos Generadores de Vapor	Permanencia reglamentaria	Permanencia limitada
	Sistema de control de volumen	Permanencia reglamentaria	Permanencia reglamentaria
	Presionador	Permanencia reglamentaria	Permanencia limitada
	Almacén de residuos radiactivos	Permanencia limitada	Permanencia limitada

Instalación de Almacenamiento de Residuos Radiactivos de media, baja y muy baja actividad

El Cabril	
Zonas	Clasificación radiológica de la zona
Sala de calibración cuando está funcionando	Acceso Prohibido, riesgo de irradiación externa
Laboratorio activo de verificación de calidad de los residuos	Controlada permanencia libre, riesgo de irradiación externa
Celda del Laboratorio activo de verificación de calidad de los residuos.	Acceso Prohibido, riesgo de irradiación externa y contaminación
laboratorio del Edificio auxiliar de acondicionamiento	Controlada permanencia libre, riesgo de irradiación externa
Nave de pequeños productores	Controlada permanencia libre, riesgo de irradiación externa
Almacén de líquidos de centelleo en Nave de pequeños productores	Controlada permanencia limitada, riesgo de irradiación externa
Zona de la compactadora	Controlada permanencia limitada, riesgo de irradiación y contaminación externa
Zona del incinerador	Controlada permanencia libre, riesgo de irradiación externa
Celdas de Residuos de Muy baja actividad.	Vigilada

7.2.- Instalaciones radiactivas distintas de las actividades del ciclo del combustible nuclear

Instalación de Radioterapia

Teleterapia		
Zonas	Clasificación radiológica de la zona	
	Cuando los equipos están en funcionamiento	Cuando los equipos NO están en funcionamiento
Salas de tratamiento	Acceso Prohibido, riesgo de irradiación externa	Controlada permanencia libre, riesgo de irradiación externa (interior de las salas)
Puestos de control	Controlada permanencia libre, riesgo de irradiación externa	Zona de libre acceso

Braquiterapia	
Zonas	Clasificación radiológica de la zona
Habitaciones con pacientes portadores de fuente de baja tasa	Controlada permanencia limitada, riesgo de irradiación externa
Gammateca y pasillos de acceso a las habitaciones	Controlada permanencia libre, riesgo de irradiación externa
Salas de equipos de alta tasa que no están en funcionamiento	Controlada permanencia libre, riesgo de irradiación externa
Salas de equipos de alta tasa que en funcionamiento	Acceso Prohibido, riesgo de irradiación externa

Instalaciones de Medicina Nuclear

Medicina Nuclear	
Zonas	Clasificación radiológica de la zona
Sala de espera de pacientes NO inyectados	Zona de libre acceso
Áreas de exploración	Controlada permanencia libre, riesgo de irradiación externa
Almacén de residuos	Controlada permanencia limitada, riesgo de irradiación externa y riesgo de contaminación.
Cámara Caliente	Controlada permanencia limitada, riesgo de irradiación externa
Habitaciones con pacientes en tratamiento metabólico,	Controlada permanencia limitada, riesgo de irradiación externa y riesgo de contaminación
PET, Ciclotrón	Controlada permanencia limitada, riesgo de irradiación externa