

# Procedimiento de muestreo y preparación de muestras para la determinación de la radiactividad en el depósito total

# CSN



**Colección**  
**Informes Técnicos 10.2007**  
Serie  
Vigilancia Radiológica  
Ambiental  
**Procedimiento 1.12**  
**(Rev. 1, 2025)**

# Procedimiento de muestreo y preparación de muestras para la determinación de la radiactividad en el depósito total

Autores: Margarita Herranz (coordinadora)  
Pablo Belinchón  
David Blázquez  
María José de Lucas  
Cristina Navas

Colección  
Informes Técnicos 11. 2007  
Serie Vigilancia Radiológica Ambiental  
Procedimiento 1.12 (Revisión 1, 2025)



Colección Informes Técnicos  
Referencia INT-04.07

Agradecemos la colaboración de las instituciones y laboratorios citados en este documento, y de las personas que desarrollan en ellos su labor, gracias a las cuales se dispone de los procedimientos elaborados.

© Copyright 2024, Consejo de Seguridad Nuclear

Edita y distribuye:  
Servicio de Publicaciones  
Consejo de Seguridad Nuclear  
Pedro Justo Dorado Dellmans, 11. 28040 Madrid. España  
[www.csn.es](http://www.csn.es)  
[peticiones@csn.es](mailto:peticiones@csn.es)

Maquetación: Composiciones Rali, S.A.  
I.S.B.N.: 84-95341-41-7  
Depósito legal: M-43786-2007

# Índice

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Prólogo                                                                          | 5  |
| 2. Introducción y justificación                                                     | 8  |
| 3. Sistemática de trabajo                                                           | 9  |
| 4. Objetivos y campo de aplicación                                                  | 10 |
| 5. Definiciones y terminología                                                      | 11 |
| 5.1. <i>Área de estudio</i>                                                         | 11 |
| 5.2. <i>Zona de muestreo</i>                                                        | 11 |
| 5.3. <i>Punto de muestreo</i>                                                       | 11 |
| 5.4. <i>Muestra</i>                                                                 | 12 |
| 5.5. <i>Equipo de toma de muestras</i>                                              | 12 |
| 5.6. <i>Depósito húmedo</i>                                                         | 12 |
| 5.7. <i>Depósito seco</i>                                                           | 12 |
| 5.8. <i>Depósito total</i>                                                          | 12 |
| 5.9. <i>Área o punto testigo</i>                                                    | 12 |
| 6. Programa de muestreo                                                             | 13 |
| 6.1. <i>Sobre el establecimiento del programa de muestreo</i>                       | 13 |
| 6.2. <i>Sobre áreas, zonas y puntos de muestreo. Equipos de toma de muestras</i>    | 14 |
| 6.2.1. <i>Características del punto de muestreo</i>                                 | 15 |
| 6.2.2. <i>Equipo de toma de muestras y su instalación en cada punto de muestreo</i> | 16 |
| 6.3. <i>Sobre la toma de muestras</i>                                               | 17 |
| 6.4. <i>Sobre la manipulación de las muestras</i>                                   | 17 |
| 6.5. <i>Frecuencia y secuencia temporal</i>                                         | 18 |
| 6.6. <i>Personal involucrado, características de formación</i>                      | 19 |
| 7. Sobre los equipos de toma de muestras                                            | 20 |
| 7.1. <i>Descripción de los equipos</i>                                              | 20 |
| 7.1.1. <i>Colector de superficie</i>                                                | 20 |
| 7.1.2. <i>Conducto</i>                                                              | 21 |
| 7.1.3. <i>Cubeta para almacenaje de la muestra</i>                                  | 22 |
| 7.1.4. <i>Contenedores para el transporte de las muestras</i>                       | 23 |
| 7.2. <i>Elección de los equipos</i>                                                 | 25 |
| 8. Procedimiento operativo de la toma de muestras                                   | 26 |
| 8.1. <i>Consideraciones previas/Precauciones</i>                                    | 26 |

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| 8.2. <i>Materiales</i>                                       | 26 |
| 8.3. <i>Toma de la muestra</i>                               | 27 |
| 8.4. <i>Registro de la toma de muestras</i>                  | 29 |
| <hr/>                                                        |    |
| 9. Control de calidad del muestreo                           | 31 |
| <hr/>                                                        |    |
| 10. Procedimiento operativo en el laboratorio                | 33 |
| 10.1. <i>En la base de datos de muestras recepcionadas</i>   | 34 |
| 10.2. <i>Acompañando a la muestra durante su preparación</i> | 34 |
| <hr/>                                                        |    |
| 11. Bibliografía                                             | 35 |
| <hr/>                                                        |    |
| Anexo 1 – Ejemplo de etiqueta de muestra                     | 36 |
| <hr/>                                                        |    |
| Anexo 2 – Ejemplo de hoja de recogida de datos               | 37 |

## 1. Prólogo

El proceso de toma de muestras es la pieza angular del programa de muestreo. Este programa de muestreo no solo debe garantizar que el momento y lugar en que una muestra se toma es el adecuado para que los objetivos de dicho programa se cumplan, sino que también debe proporcionar las características que esta muestra debe tener. Sin embargo, los objetivos de este programa no se cumplirían si la muestra no se toma de manera correcta y eficaz, pero también reproducible y sistemática.

Plenamente consciente de ello, el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) decidió en su momento la conveniencia de impulsar el desarrollo de procedimientos de muestreo, para después elevarlos a normas UNE y, así, contribuir también a elevar la capacidad de interacción de nuestro país a nivel de la normalización europea e internacional. Esta iniciativa fue el origen de la publicación del CSN, INT-04.07 Vigilancia radiológica ambiental que, en diferentes documentos, desarrollaba los siguientes procedimientos:

- 1.1. Procedimiento de toma de muestras para la determinación de la radiactividad en suelos: capa superficial.
- 1.7. Procedimiento de toma de muestras de aerosoles y radioyodos para la determinación de la radiactividad.
- 1.10. Procedimiento de toma de muestras de sedimentos para la determinación de la radiactividad ambiental.
- 1.12. Procedimiento de toma de muestras de la deposición total para la determinación de la radiactividad.
- 1.14. Procedimiento de toma de muestras de vapor de agua para la determinación de tritio.
- 1.15. Procedimiento para el muestreo, recepción y conservación de muestras de agua para la determinación de la radiactividad ambiental.

así como de las normas UNE: UNE 73320-3: Procedimiento para la determinación de la radiactividad ambiental. Toma de muestras. Parte 3: Aerosoles y radioyodos. UNE 73311-1: Procedimiento de toma de muestras para la determinación de la radiactividad ambiental. Parte 1: Suelos, capa superficial. UNE 73320-2: Procedimiento para la determinación de la radiactividad ambiental. Toma de muestras. Parte 2: Sedimentos.

Todos estos documentos fueron publicados entre los años 2002 y 2009 y fueron realizados por un Grupo de Trabajo que coordinó Margarita Herranz, de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU), y que estuvo formado en sus diferentes temas por: R. Jiménez (U. Autónoma de Madrid), E. Navarro Anglés, (U. de Valencia), J. P. Bolívar Raya (U. de Huelva), E. Liger Pérez (U. de Málaga), J. Payeras Socías (Cedex) y J. L. Pinilla Matos (ENRESA). El procedimiento 1.15 fue realizado en colaboración con el Grupo de trabajo sobre preparación de muestras que coordinó Antonio Baeza (UEx) y estuvo formado por A. Alonso (Geocisa), M. C. Heras y M. Pozuelo (Ciemat) y R. García-Tenorio (U. de Sevilla).

No se puede considerar que la ciencia/tecnología asociada a estos procedimientos haya cambiado sustancialmente en los años transcurridos desde entonces, pero sí se ha incrementado el interés en estos temas y también el reconocimiento de su capital importancia para el correcto desarrollo de los Planes de Vigilancia Radiológica en sus diferentes contextos, tanto los asociados al entorno de las instalaciones nucleares en fase preoperacional, operacional y en desmantelamiento como los puramente ambientales y, de manera paralela, se ha ido incrementando la experiencia de los organismos que realizan muestreos para la determinación de la radiactividad en nuestro país, en la aplicación de estos procedimientos. Todo ello, unido al hecho de que las normas se revisan de manera rutinaria cada cinco años, ha llevado a que el CSN haya considerado necesario abordar una revisión y actualización de dichos procedimientos de muestreo.

Para ello el CSN ha contado esta vez con un nuevo Grupo de Trabajo que, de nuevo coordinado por Margarita Herranz, de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU), para dar continuidad a la filosofía que inspiró los documentos originales, ha estado esta vez formado por María José de Lucas (Medidas Ambientales S.L.), Cristina Navas (DRACE-Geocisa), David Blázquez (ENUSA) y Pablo Belinchón (ENRESA). Este Grupo se ha considerado que reúne las necesarias características de experiencia profesional, capacidad e independencia para abordar esta tarea.

La revisión de estos procedimientos se ha desarrollado partiendo del texto original y teniendo en cuenta la normativa de rango nacional, europeo e internacional aparecida y/o revisada en los años que median entre los documentos originales y estas revisiones, así como los retornos de los usuarios de estos documentos y la propia experiencia profesional de los miembros del Grupo de Trabajo.

En el caso del presente documento “Procedimiento de muestreo y preparación de muestras para la determinación de la radiactividad en el depósito total” su objetivo es ofrecer un reflejo detallado del proceso seguido en la toma de muestras del depósito total, procedente tanto de precipitaciones atmosféricas como de los procesos gravitatorios y turbulentos que se producen en la atmósfera, que permita delimitar y/o caracterizar niveles de fondo, posibles anomalías y realizar un seguimiento y evolución sistemáticos de su contenido, todo ello referido a sus características radiactivas.



Este documento pretende poner a disposición de los interesados una descripción de los objetivos planteados, los criterios aplicados y las bases científicas que los sustentan, junto con la toma de decisiones que ha parecido más correcta y que ha conducido a la definición y elaboración del contenido de este procedimiento para el muestreo de depósito total.

Este procedimiento describe de manera detallada los diferentes pasos que se han de seguir para la obtención de una muestra de depósito total y garantizar, al menos, los siguientes aspectos: la obtención de una muestra que cumpla los objetivos de control y/o representatividad para los que fue recolectada y con las características necesarias para los análisis radiológicos que en ella se van a desarrollar, la conservación de estas propiedades hasta el momento en que la muestra se entregue a un laboratorio de análisis y se realicen sobre ella los análisis radiactivos requeridos y, por último, el suministro de los datos necesarios para la caracterización radiológica de la muestra y la trazabilidad del proceso de muestreo. Además, el presente documento incluye aspectos relativos al aseguramiento de la calidad y el control de la calidad en el muestreo del depósito total, ya que no se debe olvidar que los errores provocados por un muestreo no pueden corregirse.

## 2. Introducción y justificación

La toma de muestra del depósito total, resultante de un depósito húmedo y seco, permite estimar la transferencia de la carga radiactiva suspendida en la atmósfera y que se deposita espontáneamente o debido a la lluvia, sobre los ecosistemas terrestre y acuático, permitiendo el conocimiento acerca del flujo de sus componentes, su dinámica, el origen del contaminante y su impacto radiológico.

La carga radiactiva es una de las posibles contaminaciones presentes en el depósito que, en bastantes casos, no es considerada como la más importante desde el punto de vista de calidad ambiental. Sin embargo, subsiste una creciente preocupación de organismos nacionales e internacionales de garantizar la calidad del muestreo y de los análisis radiológicos que sobre estas muestras se realicen.

Existe mucha documentación referente al muestreo del depósito atmosférico para determinaciones de componentes orgánicos e inorgánicos, pero muy poca referente a las determinaciones radiactivas. No resulta fácil abordar el diseño de un programa de muestreo para estos fines, dada la cantidad de parámetros a considerar, desde la existencia de posibles fuentes de contaminación, hasta la presencia o no de lluvia, la dirección de los vientos, etc., todo ello unido al hecho de que, en muchas ocasiones, son tomas de muestra de larga duración, con las variaciones de temperatura y las dificultades asociadas a la preservación de la muestra durante su toma que esto conlleva. Por tanto, es conveniente el desarrollo de un procedimiento que, al menos, asegure y garantice la calidad de la toma de muestra del depósito total.

Las cuestiones fundamentales de todo programa de muestreo de depósito, esté o no influenciado por vías de exposición de las instalaciones, pasan por definir con claridad sus objetivos ya que determinan la escala, densidad de puntos y características del muestreo requerido. El programa debe ser específico, aplicable y sensible a dichos objetivos.

Dichos objetivos condicionan en gran medida la ubicación física de los equipos de toma de muestras, ya sea por los vientos predominantes, dirección de emisión (con el fin de controlarla), morfología de los obstáculos, altura del equipo de toma de muestras, etc.

En este contexto se desarrolla este procedimiento. Los autores, en su labor de recopilación de información, no sólo se han fijado en la bibliografía adjunta, sino que también han tenido en consideración los procedimientos de muestreo que actualmente se llevan a cabo en nuestro país, siempre que se requiere realizar la caracterización radiológica del depósito total en un punto.

### 3. Sistemática de trabajo

La sistemática ha sido la habitual en este tipo de trabajos y ha cubierto las siguientes fases:

- Análisis del estado del arte en el momento actual: normativa de rango nacional, europeo e internacional; otros documentos procedentes de organismos de reconocido prestigio en el área.
- Confrontación de los documentos obtenidos con los procedimientos a revisar.
- Obtención de información de retorno de entre los usuarios de los procedimientos a revisar.
- Estudio de conclusiones y adopción de decisiones a la luz de la experiencia profesional del Grupo de Trabajo que permita tener una versión inicial del procedimiento revisado.
- Remisión a comentarios entre usuarios del procedimiento revisado.
- Redacción del procedimiento final

Todo el proceso se ha realizado de forma coordinada con la Jefatura de Área de Vigilancia Radiológica Ambiental del CSN.

## 4. Objetivos y campo de aplicación

Para poder desarrollar este procedimiento de toma de muestras de depósito total, que permita obtener una muestra razonablemente representativa, ha sido necesario definir los objetivos que se pretendían: determinar el fondo radiológico de una zona señalada, poner de manifiesto posibles impactos radiológicos mediante el análisis de su evolución, realizar el seguimiento de la calidad radiológica del depósito total en un punto determinado y, en la medida de lo posible, realizar comparaciones entre diferentes puntos o estaciones de muestreo. Si el área de estudio no está influenciada por ninguna vía de exposición lo que se determina es el fondo radiológico; en caso contrario podrá determinarse el impacto radiológico.

Hay que considerar que los objetivos planteados para la recolección del depósito total, frente a los planteados en la toma de muestra de otras matrices, son más difíciles de conseguir, ya que los depósitos y el aire que los influye no constituyen una matriz estática ni estable. Esto impide, no sólo hablar de su carácter representativo, sino incluso asegurar que un determinado impacto vaya a ser detectado, dependiendo principalmente de la dirección del viento en un momento determinado, resuspensión de partículas, etc. Por otra parte, hay que considerar que muestras recolectadas posteriormente en el mismo punto, nunca podrán reproducir las mismas condiciones.

El depósito procedente de la atmósfera tiene una parte de componente seca, que es aquella que se deposita por los procesos gravimétricos y/o turbulentos que afectan al aire atmosférico y otra componente húmeda que es la que se deposita debido a la precipitación atmosférica, tanto en estado sólido (nieve, granizo) como líquido (agua, rocío).

Teniendo en cuenta esta situación, se ha delimitado el campo de aplicación del procedimiento al muestreo del depósito total, depósito húmedo más seco, siendo este el tipo de muestreo que con mayor frecuencia se acomete en nuestro país.

También hay que señalar que el campo de aplicación de este procedimiento es el muestreo del depósito total atmosférico en puntos de muestreo potencialmente influenciados o no por vías de exposición de instalaciones nucleares, radiactivas o de otra índole. Su aplicación en situaciones especiales no estrictamente ambientales debe ser analizada en detalle.

El procedimiento desarrollado se aplica al muestreo del depósito total y describe las actividades a desarrollar, desde la definición de los objetivos del muestreo hasta la entrega de la muestra al laboratorio, momento en el que se debe considerar que a nivel de conservación y manipulación se trata de una muestra de agua con más o menos materia en suspensión y, como tal, debe de ser tratada, vinculando en ese momento este procedimiento con el “Procedimiento de muestreo y preparación de muestras para la determinación de la radiactividad en aguas”.

## 5. Definiciones y terminología

Utilizar una terminología adecuada y homogénea a la hora de elaborar cualquier procedimiento se revela como condición indispensable para llevar este a buen término, dado el interés en que todo posible usuario de un procedimiento entienda los términos utilizados con la misma intención con la que fueron escritos.

La terminología utilizada, en este caso del depósito total, ha seguido en líneas generales la presentada en la norma UNE-EN ISO 5667-3, y en las normas ISO 5667-8 y 6107-2. Sin embargo, con el objetivo de clarificar los usos que a ciertos términos se le da en el presente documento, se presentan algunas definiciones

### 5.1. *Área de estudio*

Región geográfica que ha sido delimitada o se va a delimitar para establecer en ella un determinado programa de muestreo, al margen de los objetivos concretos que en este se contemplan.

### 5.2. *Zona de muestreo*

Parte del área de estudio que presenta un conjunto de factores ambientales, orográficos y de características homogéneas propias relevantes en el programa de muestreo y que hacen suponer que, en toda ella, el depósito y su contenido radiológico será similar. El área de estudio puede estar compuesta por varias zonas de muestreo con características propias definidas.

### 5.3. *Punto de muestreo*

Es el lugar elegido en la zona de muestreo para tomar una muestra sobre la cual realizar los análisis radiactivos pertinentes. Debe ser representativo de la zona y, en esta, pueden existir uno o más puntos de muestreo, en función de los objetivos concretos de este y de las características de la zona. Se definirá por su altitud y sus coordenadas geográficas, de acuerdo con el sistema internacional de coordenadas tal y como contempla la norma UNE-EN ISO 19112. En este procedimiento, se corresponde con la posición geográfica en la que se ubica el equipo de toma de muestras.

#### **5.4. Muestra**

Porción representativa del medio de interés, o de uno o más componentes de este medio, que posee las mismas cualidades y características del todo, y que se va a utilizar para determinarlas.

#### **5.5. Equipo de toma de muestras**

Es un sistema de recogida de muestras de depósito total compuesto, en su estructura más simple, por un colector de superficie (batea), conducto o tubería de transporte y cubeta de almacenaje de la muestra con rebosadero.

#### **5.6. Depósito húmedo**

Agua precipitada de la atmósfera, bien en forma líquida (lluvia) o en estado sólido (nieve, granizo, etc.), así como las partículas por ella arrastradas.

#### **5.7. Depósito seco**

Es el depósito de los aerosoles y partículas presentes en el aire atmosférico en ausencia de precipitación (agua, nieve, granizo, etc.) por vía de procesos gravitatorios y/o turbulentos.

#### **5.8. Depósito total**

Es la suma del depósito seco y húmedo.

#### **5.9. Área o punto testigo**

Cuando el objetivo del programa de muestreo sea la vigilancia en el entorno de una instalación, sería el lugar donde se recolectan idénticos tipos de muestras que las que se van a recoger en el punto de muestreo, pero que no estén afectadas por las emisiones de la instalación objeto de interés.

## 6. Programa de muestreo

### 6.1. Sobre el establecimiento del programa de muestreo

Antes de proceder a la realización del muestreo, es necesario tener establecido un programa de muestreo no solo como guía para la realización de este, sino también como marco necesario donde se plasmen las decisiones que es necesario adoptar para alcanzar los objetivos con los cuales el muestreo se desarrolla.

Aunque no es objeto de este procedimiento indicar cómo debe desarrollarse un programa de muestreo de depósito total, sí es necesario señalar que se deberá partir, al menos, de los siguientes conocimientos y estudios previos:

1. Objetivos del muestreo y análisis radiactivos que se quieren realizar. Antes de empezar a diseñar un programa de muestreo para la recogida del depósito total es necesario definir sus objetivos ya que determinan la escala, densidad y características del muestreo requerido. Este programa debe ser específico, aplicable y sensible a dichos objetivos.

Entre los objetivos, se debe especificar:

- a) El tipo de muestreo:

Muestreo de eventos puntuales, correspondiente a un depósito concreto. Debe existir una persona responsabilizada, con la posibilidad de recoger la muestra en el momento que termine el evento.

Muestreo continuo, correspondiente a un periodo de tiempo lo suficientemente largo para que pueda contener uno o varios eventos de depósitos húmedos acumulados. La muestra estará formada por la integración de todas ellas formando el depósito total.

- b) En su caso, la cantidad de muestra para las alícuotas responderá a las necesidades preestablecidas en el programa de muestreo en cuanto al número laboratorios que van a intervenir, los tipos de análisis a realizar y de la muestra control si se considera necesaria.

2. Investigación inicial del área de estudio. Para poder definir el contenido de un programa de muestreo es necesario llevar a cabo una investigación inicial del área de estudio que nos permitan definir claramente las zonas de muestreo. Estas determinaciones preliminares deberán ser, al menos, las siguientes:
  - a) Conocer si el área de estudio está influenciada por instalaciones capaces de emitir sustancias radiactivas. En este caso, será necesario conocer las características de los 16 sectores de la rosa de los vientos predominantes, si es posible obtenida “in situ” o a través de mapas eólicos, con centro en la instalación.
  - b) En cualquier caso, es necesario conocer la topografía del área de estudio para evaluar posibles variaciones de dirección de los vientos predominantes, causadas por formaciones montañosas u otros obstáculos.
  - c) Es determinante conocer valores medios de depósitos húmedos estacionales, predominio del tipo de estos (sólidos o líquidos), temperaturas medias, etc.

Todo esto, con objeto de que el programa de muestreo pueda contener al menos la siguiente información: definición de las áreas, zonas y puntos de muestreo, las características específicas de las muestras a tomar, el equipamiento a usar (identificación de modelo), su localización y altura, y el procedimiento específico de toma de muestras, siguiendo las directrices y recomendaciones de este documento, así como los requisitos de seguridad y de personal. También deberá contener la planificación temporal de dicha toma de muestras, que se respetará siempre que se garantice la seguridad del personal que realice esta.

## ***6.2. Sobre áreas, zonas y puntos de muestreo. Equipos de toma de muestras***

Una vez definida y caracterizada el área objeto de estudio, se procederá, en caso de estimarse conveniente, a la definición en ella de zonas de muestreo, atendiendo a los siguientes principios que el programa de muestreo debe tener en cuenta:

- La clasificación del área de estudio será: urbana y/o industrial, rural o mixta.
- El área de estudio se dividirá en tantas zonas de muestreo como se estimen oportunas y cuyas características sean homogéneas, teniendo en cuenta las determinaciones preliminares disponibles y la clasificación del apartado anterior.
- Si el área de estudio está influenciada por una instalación próxima a través de distintas vías de exposición, cada una de las zonas de muestreo se relacionarán directamente con los sectores predominantes de la rosa de los vientos.

- Si el área de estudio no está influenciada, las zonas de muestreo corresponderán a la clasificación del primer punto de este apartado y/o los sectores de la rosa de los vientos predominantes que se estimen influyentes.

Después de la división del área en zonas de muestreo, es necesario determinar, no solo en cuántos puntos de cada zona se va a realizar el proceso de toma de muestras, sino también, qué características deben tener estos puntos. Ambas cuestiones dependerán de los objetivos del programa

### 6.2.1. Características del punto de muestreo

La característica fundamental del punto de muestreo deberá ser su carácter representativo, por lo que lógicamente en la zona pueden existir uno o más de ellos en función de los objetivos concretos del muestreo y de las características de la zona.

Es necesario puntualizar que, para caracterizar un punto de muestreo, se tendrá que indicar sus coordenadas y su altitud tanto respecto al suelo como respecto a la línea de referencia, que se corresponde con la altura respecto a la superficie en que está instalado (p. ej. una azotea). La necesidad del dato de la altitud no parece tan clara como la de las coordenadas, sin embargo, puede aportar información adicional a la hora de realizar comparaciones.

En principio parece evidente que se puede muestrear en cualquier punto en el que se precise o se desee conocer su contenido radiológico. Sin embargo, si un punto va a representar a toda una zona, si se desea realizar un muestreo sistemático a lo largo del tiempo o si se desea establecer comparaciones entre distintas zonas geográficas es preciso que los puntos cumplan unos requisitos mínimos comunes a todos ellos y que además dichos requisitos contribuyan a minimizar la variabilidad espacial y temporal de su contenido radiactivo.

Según los objetivos del muestreo las características van a ser ligeramente variables, pero entre todos los objetivos que se proponen en el procedimiento, aquel que impone las condiciones más restrictivas sobre las características del punto se considera que es el de realizar un seguimiento temporal sistemático del contenido radiactivo en un determinado punto perteneciente a una zona.

El punto de muestreo debe elegirse de manera que se impida, en lo posible, la presencia de materias extrañas ajenas a la deposición. De este modo, el punto de muestreo se localizará:

- No habrá árboles u otros obstáculos próximos (se recomienda que estén a una distancia de 5 a 10 veces su altura) debido a que pueden alterar el flujo del aire, producir movimientos turbulentos adicionales de este y contaminar la muestra.

- En una zona en la que no haya fuertes ráfagas de viento que afecten a la cantidad de muestra recogida.
- En un terreno plano e inalterado, evitando campos cultivados, carreteras sin asfaltar, o zonas polvorientas y escogiendo zonas cubiertas de vegetación.

Asimismo, el punto de muestreo será de fácil acceso garantizado a lo largo del periodo de muestreo.

Lógicamente estas condiciones deben considerarse como recomendadas, pero no como imprescindibles ni tampoco suficientes.

### 6.2.2. Equipo de toma de muestras y su instalación en cada punto de muestreo

El equipo de toma de muestras o instrumento utilizado para recoger una muestra es fundamental a la hora de definir la matriz objeto del procedimiento. Deben estar adaptados a las necesidades y objetivos especificados en el programa de muestreo y a las condiciones que se pueden desarrollar en cuanto a tipo de precipitaciones atmosféricas: abundantes, escasas, de nieve, lluvia, granizo, etc.

El equipo de toma de muestras más habitualmente utilizado consta de un colector de superficie (batea), un conducto o tubería de transporte y una cubeta de recogida de la muestra. La superficie de recogida del colector se determinará en función de la cantidad de muestra que se necesite para los distintos laboratorios de análisis, tipo de determinaciones a realizar y de las precipitaciones estimadas en el punto de muestreo.

Cuando se utiliza este tipo de equipo de toma de muestras con colector de superficie abierto, el depósito que inevitablemente se recoge es el depósito total.

También existe la posibilidad de recolectar por separado ambos, los depósitos seco y húmedo, utilizando un tipo de colector con doble batea y una tapa que alternativamente cierre una u otra en función de la existencia o no de deposiciones húmedas. Sin embargo, estos equipos están muy poco implantados en nuestro país, tanto por aspectos económicos como de mantenimiento y necesidades eléctricas. Por lo tanto, este procedimiento se limita a considerar el depósito total.

Sobre la altura del equipo de toma de muestras respecto del suelo, parece que la colocación más idónea está entre 1 y 2 metros de la línea de referencia (o superficie sobre la que se ubica el equipo de toma de muestras), considerando que cuanto menor sea esa altura, mayor será la probabilidad de que se depositen partículas de mayor peso por arrastre del viento (resuspensión) o salpicaduras procedentes del terreno; puede ser también conveniente

ubicarlo en otros puntos de los cuales se sospeche una incidencia mayor de los contaminantes buscados. Este es el caso de terrazas o cubiertas de edificios singulares ya sea por su situación e incidencia en vías de exposición, o con el fin de evitar que se depositen partículas por arrastre del viento y/o salpicaduras procedentes del terreno. Ahora bien, en todos los casos, con el fin de paliar la cantidad de polvo local, es muy conveniente que el equipo de toma de muestras se ubique en zonas sembradas con césped o similares.

En cualquier caso, la altura del equipo de toma de muestras, tanto respecto del nivel terrestre como respecto de la superficie sobre la que se encuentra instalado, debe quedar definida y justificada en el plan de muestreo, tanto por los objetivos anteriormente citados, como para el acceso a su mantenimiento y lavado.

### ***6.3. Sobre la toma de muestras***

Cuando el periodo de muestreo coincide con un periodo de sequía con ausencia de depósito húmedo, la muestra recolectada estaría formada por el depósito seco existente sobre la batea y que se recogería con ayuda de agua destilada.

Cuando el periodo de muestreo coincide con un periodo con depósito húmedo, la muestra recolectada estaría formada por el depósito seco existente sobre la batea y que se recogería con ayuda de agua destilada + el depósito húmedo recogido en el correspondiente contenedor.

Sobre esta muestra (agua destilada + depósito seco o agua destilada + depósito seco + depósito húmedo) se realizan los análisis requeridos, y los resultados obtenidos corresponden en ambos casos al depósito total, aunque en ausencia de depósito húmedo, se puede considerar que los resultados obtenidos corresponden al depósito seco.

### ***6.4. Sobre la manipulación de las muestras***

Es imprescindible una manipulación adecuada de la muestra para evitar su contaminación. El trasvase de muestra de unos contenedores a otros, así como la partición de la misma o la extracción de alícuotas, es una de las causas más frecuentes de contaminación. Cuando se lleven a cabo estas operaciones, se deberán realizar en un lugar libre de polvo u otros contaminantes.

Un punto a considerar es la necesidad de filtrar o no la muestra, lo cual está estrechamente relacionada con los objetivos que se persigan en el programa de muestreo.

La filtración permitiría separar la fase particulada de la fase acuosa de la muestra, pero no así el depósito seco del húmedo, puesto que este último contiene tanto la fase acuosa como

la materia arrastrada por ella. O, considerado desde otro punto de vista, el contenido radiológico del depósito total tiene un doble origen: la propia agua (nieve o granizo) y la materia por ella arrastrada.

El inconveniente de la filtración es que impide la acidificación y por lo tanto la conservación de la muestra (norma UNE-EN ISO 5667-3) hasta después de su realización, con los inconvenientes de conservación de la muestra que esto puede representar en función del tiempo que transcurre desde la toma hasta la entrada de la muestra en el laboratorio y también, de los análisis a realizar.

Por lo tanto, se recomienda no filtrar la muestra.

Con respecto a la acidificación como método para que la muestra mantenga inalteradas las características radiactivas a determinar, otro aspecto que se ha tenido en cuenta es la acidificación de la muestra, según se especifica en la norma UNE-EN ISO 5667-3. Parte 3: Guía para la conservación y manipulación de muestras y en el documento de esta serie “Procedimiento de muestreo y preparación de muestras para la determinación de la radiactividad en aguas”, cabe decir que en los casos en los que la recolección de depósito total se ha llevado a cabo durante un periodo de tiempo prolongado, generalmente de un mes, la inmediatez en cuanto a la acidificación de la muestra no es estrictamente necesaria. Por lo tanto, se recomienda acidificarla ya en laboratorio. De manera general se puede decir que el procedimiento de conservación/preservación de este tipo de muestras será el mismo que el que se aplica a las otras muestras de agua, pero se puede aplicar de forma menos estricta.

Las unidades en las cuales se debe expresar las magnitudes determinadas deben ser Bq/m<sup>2</sup>, al tratarse de depósito total.

Ahora bien, a requerimiento del solicitante del análisis, se pueden proporcionar también los resultados en Bq/m<sup>3</sup>, aunque esto es básicamente incorrecto dado que no solo supondría el asignar a la precipitación recolectada todo el contenido radiactivo medido, tanto del depósito húmedo como del depósito seco, sino que el resultado sería tan solo aproximado dado que en largos periodos de toma de muestra no es posible garantizar la inalterabilidad de esta. Por lo tanto, los resultados en Bq/m<sup>3</sup> solo se proporcionarán a nivel informativo y cuando haya existido depósito húmedo. Cuando solo exista depósito seco los resultados se expresarán únicamente en Bq/m<sup>2</sup>.

### ***6.5. Frecuencia y secuencia temporal***

La frecuencia de muestreo estará relacionada con los objetivos que se pretendan alcanzar:

- En el caso del depósito correspondiente a eventos puntuales, el tiempo de muestreo corresponderá a la duración del depósito.



- En el caso de muestreo continuo, el periodo de toma de muestras dependerá:
  - De las previsiones estacionales de depósito húmedo (verano, invierno).
  - De que las zonas de muestreo estén ubicadas en regiones de depósitos húmedos sólidos o líquidos, con heladas frecuentes o no.
  - De los objetivos del programa de muestreo.

Habitualmente, cuando el tipo de muestreo es continuo la frecuencia es mensual. Dicha frecuencia deberá incrementarse, en función de los resultados obtenidos de los análisis de las muestras y/o de los objetivos definidos en el programa de muestreo.

### ***6.6. Personal involucrado, características de formación***

Se considera que el programa de muestreo debe incluir qué personal (o empresa) va a ser el encargado de la toma de muestras y también qué formación mínima va a tener con sus correspondientes registros. Ello no implica que esta formación deba ser más que el conocimiento del procedimiento, pero ciertamente deberá figurar en algún documento que esto es así.

En el programa de muestreo, y en función de al menos las citadas consideraciones, se deberá referenciar el procedimiento a seguir, así como los correspondientes registros a completar.

## 7. Sobre los equipos de toma de muestras

El equipo de toma de muestras a instalar responderá al especificado en este apartado y se indicarán las mejoras que se vayan a incluir, según necesidades justificadas.

### 7.1. Descripción de los equipos

El equipo utilizado para la toma de muestras del depósito total es el siguiente:

#### 7.1.1. Colector de superficie

La recogida del depósito se hará mediante una bandeja, de acero inoxidable o polietileno (batea), en forma de embudo, con una superficie de recogida tal que, presumiblemente y dentro de límites razonables, permitirá obtener la cantidad de muestra necesaria para realizar los análisis, según el programa de muestreo. Dicho embudo tendrá una inclinación superior al 15 % con el fin de facilitar la recolección. Véase figuras 1 y 2.

Además, el embudo del colector de superficie no debe estar próximo a obstáculos elevados que puedan deformar los objetivos predefinidos.

También es conveniente diseñar un sistema disuasorio para pájaros con el fin de evitar que se posen en el peto del embudo y depositen sus excrementos en él. Es evidente que podrían distorsionar los resultados de los análisis de la muestra en función de las zonas donde se alimenten.

En el caso de que la precipitación pueda ser de nieve, el embudo dispondrá de un peto perimetral que la proteja del viento.



Figuras 1 y 2. Collectores de superficie (bateas)

### 7.1.2. Conducto

El colector de superficie se conectará a la cubeta de almacenaje de la muestra mediante un conducto de acero inoxidable o polietileno.

En el caso de que sea probable, dependiendo de las condiciones ambientales y del histórico de la zona, que el conducto se obstruya como consecuencia de la caída de hojas u otros, es aconsejable o bien incluir una rejilla de protección en la parte superior de la batea o bien que el diámetro interior del conducto sea superior a tres centímetros y que los codos no sean inferiores a  $135^\circ$ . El diámetro más grande también contribuye a que el agua no rebose en caso de precipitaciones torrenciales. Véanse figuras 3, 4 y 5.



Figuras 3 y 4. Rejilla de protección para el interior del colector de superficie (izquierda) e interior de colector de superficie con rejilla de protección (derecha)



Figura 5. Colectores de superficie con codos en los conductos superiores a  $135^\circ$ .

Si se opta por incluir una rejilla de protección, hay que tener en cuenta que esta puede perturbar la recogida de la muestra, con lo que también habrá que procurar recoger el material que quede depositado en ella.

Cuando el área de estudio esté ubicada en regiones en que predominen las deposiciones sólidas copiosas y de bajas temperaturas, es preciso instalar un calentador que consiga fundir el hielo, granizo o nieve acumulada a fin de que no se obstruya el embudo ni el conducto del equipo de toma de muestras.

### 7.1.3. Cubeta para almacenaje de la muestra

La cubeta de almacenaje de la muestra también será de acero inoxidable o polietileno con capacidad suficiente para albergar la precipitación prevista durante el periodo establecido en el programa de muestreo. En la medida de lo posible se asegurará la estanqueidad de la cubeta para evitar que haya evaporaciones a lo largo del periodo de recolección de la muestra. Véanse figuras 6 y 7.

En aquellos casos en los que no se disponga de una cubeta con capacidad suficiente para almacenar la precipitación prevista en el periodo de muestreo se dispondrá de una batería de cubetas, conectadas entre sí, capaces de almacenar la precipitación prevista con el fin de que no rebose muestra. La batería de cubetas será también del mismo material citado. En el caso de que no se pueda establecer dicha batería, se deberán realizar revisiones periódicas del equipo de toma de muestras con la finalidad de prevenir el rebosamiento de la cubeta.



Figura 6. Cubeta de almacenaje



**Figura 7. Colector de superficie con conducto y cubetas de almacenaje**

La cubeta de almacenaje se podrá trasladar al laboratorio, donde, tras homogeneizar convenientemente su contenido, se extraerá una alícuota para la realización de los análisis. De forma alternativa, la muestra contenida en la cubeta de almacenaje podrá ser homogeneizada in situ y extraer allí mismo la alícuota que se trasladará al laboratorio. Para facilitar la homogeneización de la muestra por agitación manual se recomienda el empleo de cubetas no superiores a 25 litros

En aquellas situaciones en las que la cubeta se transporte al laboratorio, su capacidad tampoco deberá ser superior a 25 litros con el fin de que la persona que recoja la muestra pueda manejarla.

Para la medida del volumen de agua recolectado a lo largo del periodo de muestreo, la cubeta estará graduada. Asimismo, el volumen acumulado se podrá medir en el propio laboratorio en aquellos casos en los que la cubeta se porte hasta allí.

#### **7.1.4. Contenedores para el transporte de las muestras**

Los contenedores para el transporte de las muestras (botellas y/o garrafas) serán opacos de acero inoxidable o polietileno con capacidad entre 5 y 10 litros para facilitar su manejo. Hay que garantizar la inalterabilidad de la muestra, para ello dispondrán de tapón hermético y, en su caso, precintado.

Se recomienda el uso de recipientes de boca ancha que facilitan su lavado y posibilitan su reutilización.

En caso de ciertas determinaciones radiactivas, y para determinadas circunstancias de muestreo (como muestreos de eventos puntuales), se deberá utilizar un contenedor de cristal (UNE-EN ISO 5667-3).

En el Procedimiento de muestreo y preparación de muestras para la determinación de la radiactividad en aguas se recogen aspectos a tener en cuenta en relación con los recipientes para el transporte de las muestras.

Siempre que sea posible, es conveniente consultar con el laboratorio de análisis de las muestras para conocer sus recomendaciones, en función del tipo de análisis a realizar, la cantidad de muestra a tomar, tipo de contenedores, almacenaje, transporte, etc.

Por último, hay que tomar en consideración que el equipo de toma de muestras puede estar ubicado dentro de una caseta de protección o en un recinto vallado, donde no sea posible el acceso libre del público en general. Véase figura 8.



Figura 8. Caseta con equipo de toma de muestras de depósito total

## ***7.2. Elección de los equipos***

Dado que este procedimiento solo aplica a la recolección del depósito total, la gran mayoría de los equipos existentes para la toma de muestras, dada su sencillez, responden a sistemas diseñados por las propias instalaciones, con lo que puntos de decisión como superficie de la batea, altura del peto perimetral, sistemas específicos para zonas frías, etc. dependerán de los objetivos del muestreo y de las características de la zona y podrán ser específicos para cada instalación.

## 8. Procedimiento operativo de la toma de muestras

### 8.1. Consideraciones previas/Precauciones

- Antes de realizar la toma de muestras, el personal responsable de esta debe asegurarse de que todo el instrumental se encuentra en perfectas condiciones y que responde al especificado en el programa de muestreo.
- Previamente a realizar la toma de muestras, el personal encargado debe asegurarse de que el punto de muestreo estará accesible y que las condiciones climatológicas vayan a permitir esta.
- Antes de iniciar la toma de las muestras es preciso verificar que los contenedores de transporte de estas estén limpios y que cumplen las especificaciones dadas en el apartado 7.1.4 de este procedimiento.
- Se debe evitar el contacto de los envases utilizados con cualquier tipo de material radiactivo o contaminado para prevenir su contaminación.
- Una vez finalizada la toma de muestras hay que prestar especial atención a que los contenedores de transporte estén bien cerrados hasta su llegada al laboratorio.
- Concluida la toma de muestras hay que prestar especial atención a que tanto la batea como el resto del equipo quede bien limpio para evitar la contaminación cruzada entre tomas de muestras sucesivas.
- El personal al cargo de la realización de la toma de muestras tiene que estar suficientemente formado y entrenado en las técnicas específicas a utilizar.

### 8.2. Materiales

Para la toma de muestras de depósito total se recomienda disponer de lo siguiente:

- Equipo de toma de muestras formado por colector de superficie (batea), conducto, cubeta de almacenaje y contenedores para el transporte de las muestras.

- Frasco lavador con agua destilada.
- Embudo, si hay trasvase de muestra de un recipiente a otro.
- Calentador para fundir, en caso necesario, el hielo, granizo o nieve recogido en el colector de superficie.
- Etiquetas adhesivas y ficha de toma de muestra.
- Rotulador indeleble.
- Cepillo, brocha u otro material de limpieza adecuado.

### 8.3. Toma de la muestra

El procedimiento de muestreo consistirá en recolectar durante un tiempo definido el depósito total en un recipiente con el fin de remitir la muestra al/los laboratorio/s para sus análisis correspondientes.

Las operaciones a realizar serán las siguientes:

- Se lavará la batea con agua destilada, añadiéndose esta, en su caso, al agua recolectada procedente de los depósitos húmedos. En caso de existir una rejilla de protección, se retirarán las hojas y otros objetos existentes sobre ella y se limpiará también la rejilla con agua destilada, añadiéndose esta a la procedente de la limpieza de la batea.
  - En el caso de que el solicitante requiera también los datos en  $\text{Bq/m}^3$ , se anotará, además, tanto el volumen de agua de depósito recogido como el volumen de agua destilada añadida.
  - En todo caso, se debe limitar la cantidad de agua destilada de lavado con el propósito de no diluir significativamente la muestra a analizar.
  - Se deberá señalar en la ficha de recogida de la muestra si ha existido precipitación o no, para saber si es posible proporcionar los resultados en  $\text{Bq/m}^3$  o no.
- Si la cubeta de almacenaje se traslada al laboratorio, se desconectará del conducto o tubería del equipo de toma de muestras.

- Si se realizan medidas de campo, pH, conductividad, etc., deben hacerse sobre una fracción del depósito separada que se desechará una vez efectuadas las medidas.
- Del volumen total de depósito recolectado, se tomarán las muestras necesarias, agitando previamente, para el/los laboratorios/s de análisis si así se establece en el programa de muestreo. Si se utiliza embudo para realizar el trasvase, este será lavado con agua destilada cada vez que se use. Dicha agua se añadirá a la muestra correspondiente, anotándose su volumen, así como el volumen de la muestra, por si se tienen que reportar los resultados en Bq/m<sup>3</sup>.
- Solo para determinadas circunstancias de muestreo, p. ej. toma de muestras puntuales, se acidificarán las muestras in situ según se especifica en la norma UNE-EN ISO 5667-3. Parte 3: Guía para la conservación y manipulación de muestra y en el Procedimiento para el muestreo y preparación de muestras para la determinación de la radiactividad en aguas, salvo indicación contraria por parte del laboratorio de análisis.
- Se señalarán los contenedores de las muestras con sus respectivas etiquetas adhesivas que contengan, al menos, la información especificada en el apartado 8.4.2. de este procedimiento. Se indicará explícitamente si, en su caso, a la muestra se le ha añadido ácido ya que esta información es importante para el desarrollo de los análisis posteriores.
- Cada vez que se realiza un muestreo, hayan ocurrido o no deposiciones húmedas, se lavará el equipo de toma de muestras completo (batea+conducto+cubeta) con agua destilada con el fin de evitar las acumulaciones de suciedad, polvo, etc.
- Se montará otra vez el equipo de toma de muestras y si fuera aconsejable se precintará la cubeta de almacenaje.
- En el caso de existir un calentador del embudo instalado, se verificará que el sistema eléctrico está en correcto estado de funcionamiento (baterías, placas solares, línea de alimentación, etc.).
- En el caso de que la muestra no se vaya a remitir inmediatamente al laboratorio, se mantendrá temporalmente, y durante el menor tiempo posible, en un lugar fresco y fuera de la incidencia directa de la luz solar. Para el transporte se comprobará que el recipiente que contiene la muestra está correctamente identificado y que se dispone y adjunta de la ficha cumplimentada con los datos relativos a la recogida de la muestra. El recipiente se empaquetará adecuadamente para prevenir su contaminación externa, rotura o fugas.

#### 8.4. Registro de la toma de muestras

- Se llevará registro de las actuaciones, dejando constancia de la visita al punto de muestreo mediante formularios para el laboratorio de análisis y de las etiquetas adhesivas para los contenedores.
- Se pegará una etiqueta adhesiva en el/los contenedor/es de transporte de la muestra que, al menos, contendrá la siguiente información:

— Referencia de la muestra.

— Punto de muestreo.

— Tipo de muestra.

— Fecha de recogida de la muestra.

— Datos del destinatario: laboratorio al cual se debe remitir la muestra y, de no ser él mismo quien realiza la toma de muestras, datos de contacto del laboratorio destinatario.

— Identificación de la persona y/o entidad responsable de la toma de muestras.

En el anexo 1 se incluye un ejemplo de etiqueta para el registro de información en la muestra.

- Por otra parte, se deberá registrar, como mínimo, la siguiente información en una ficha de toma de muestra, información que total o parcialmente, deberá acompañar a la muestra al laboratorio de análisis.

— Referencia de la muestra.

— Punto de muestreo.

— Tipo de muestra.

— Procedimiento de toma de muestras.

- Superficie del colector.
- Fecha de recogida de la muestra.
- Datos del destinatario: laboratorio al cual se debe remitir la muestra y, de no ser él mismo el que realiza la toma de muestras, datos de contacto del laboratorio destinatario.
- Duración del muestreo (fecha y hora de inicio y fin de la muestra).
- En su caso, volumen de agua recolectada procedente de depósitos húmedos atmosféricos y volumen de agua destilada añadida en el paso 8.3.1.
- Datos sobre la conservación de la muestra.
- Observaciones.
- Firma y fecha de la persona que ha tomado la muestra, reflejando su nombre y apellidos o sus iniciales identificativas.
- Identificación de la persona y/o entidad responsable de la toma de muestras.

En el anexo 2 se incluye un ejemplo de ficha para el registro de información.

De esta ficha debe conservar copia la persona o entidad responsable de la toma de muestras.

Hay que entender que estos son contenidos que se han considerado como mínimos, cada entidad realizadora de la toma de muestras deberá adecuar los registros a sus necesidades.

## 9. Control de calidad del muestreo

Un programa de calidad de muestreo deberá comprender todas las etapas necesarias para garantizar la obtención de resultados válidos (personal competente, métodos de recogida y manipulación de muestras apropiados, registros completos y seguros, etc.).

La capacitación del personal se debe garantizar a través de las correspondientes actividades de formación que se consideran fuera del alcance de este procedimiento. Los otros dos aspectos se consideran cubiertos si el proceso de muestreo se realiza siguiendo este procedimiento.

Ahora bien, dentro de este programa deben plantearse medidas de control de calidad para la identificación y posibilidad de cuantificación de errores asociados al muestreo. Dicho control de calidad en el muestreo tiene tres objetivos principales:

1. Proporcionar un modo de monitorizar y detectar el error de muestreo, así como los medios para el rechazo de datos inválidos.
2. Actuar como demostración de que los errores de muestreo han sido controlados adecuadamente.
3. Indicar la variabilidad del muestreo, y, por lo tanto, proporcionar indicación de este importante aspecto del error.

Estos principios fundamentales del control de calidad en el muestreo, que alcanzan el acuerdo unánime por parte de todos los miembros del Grupo, no siempre tienen una aplicación práctica sencilla que se traduzca en actividades a realizar para las distintas matrices a muestrear. Ahora bien, se considera que, para cualquier procedimiento de toma de muestras, entre estas actividades se debe incluir, al menos:

- El intercambio de información entre el cliente, el personal de muestreo y el personal de laboratorio como pieza clave para mejorar la calidad del muestreo y del análisis
- La supervisión y auditoría independientes del proceso de toma de muestras.

Además, en el caso particular de la toma de muestras del depósito total, las medidas específicas de control de calidad pueden incluir la realización de:

- Blancos del equipo de toma de muestras como medida de control de su estado de limpieza.
- Eficiencia de recolección. Siempre que sea posible y necesario, se recomienda comparar el valor de la cantidad de depósito húmedo acumulada en el equipo durante un periodo determinado con los datos registrados en la estación pluviométrica más cercana. En caso de que se observen discrepancias, se revisará el sistema de toma de muestras asegurando, entre otros, la estanqueidad del depósito de almacenaje.
- Mantenimiento preventivo del sistema de muestreo, realizando limpieza con agua destilada previa a cada ciclo de muestreo.

## 10. Procedimiento operativo en el laboratorio

Tres son los aspectos que deben destacarse sobre la recepción en el laboratorio de una muestra de depósito total para la posterior medida de su contenido radiológico.

En primer lugar, la importancia que tiene el registro, la aceptación, el rechazo o la realización de las observaciones que deban efectuarse sobre las muestras recibidas y sobre la documentación que las acompaña a su llegada al laboratorio.

Este aspecto es clave para asegurar tanto la correcta identificación de la muestra, como para poder garantizar que ésta no ha sufrido alteraciones significativas desde su toma, o que, en cualquier caso, se han documentado convenientemente las deficiencias o anomalías existentes en la misma, de forma que se puedan tener presentes a la hora de valorar los resultados que se obtengan.

En este sentido, es importante la existencia de unos criterios claramente establecidos en cada laboratorio, para aceptar o rechazar una muestra en el mismo, lo cual en el caso de las muestras a las que este procedimiento se refiere puede ser especialmente sencillo, como es el rechazo que debe producirse cuando la muestra recibida carezca de una correcta identificación o cuando no estén suficientemente selladas o estén rotos los contenedores. En cualquier caso, dichos criterios no deben dejarse al libre albedrío de la persona concreta que en cada momento efectúa la recepción de la muestra.

La correcta identificación de la muestra en el laboratorio se garantiza registrando en su base de datos todas aquellas informaciones relativas a la toma de muestras, las cuales deben venir consignadas en la correspondiente ficha, véase anexo 2, que debe acompañar a cada muestra a su llegada al laboratorio. Por ello, para su correcto ingreso en el laboratorio solo se precisa completar dichos datos con la fecha de recepción en el mismo, la clave identificativa de la muestra en el laboratorio, que puede coincidir o no con la referencia dada a la muestra durante su toma, y con las observaciones efectuadas durante el muestreo, que deben figurar en la ficha que acompaña a la muestra. Así mismo, deben reflejarse los comentarios que hayan sido necesario realizar en el acto de su recepción en el laboratorio.

En segundo lugar, ha de destacarse la necesidad de poseer un sistema eficiente de registro y de documentación de las muestras recepcionadas, que abarque desde que ésta ingresa en el laboratorio hasta que se efectúa la emisión del correspondiente informe de su contenido radiológico y el posterior archivo definitivo de los datos correspondientes a la determinación realizada.

En tercer lugar, debe garantizarse la integridad y la confidencialidad de los datos en los diferentes procesos realizados en el laboratorio. Sería suficiente con que los trabajadores del laboratorio firmen un documento de confidencialidad; una alternativa a la firma de ese documento podría ser la encriptación de la referencia de la muestra, de forma que los operadores y analistas que trabajan con ella ignoren tanto el origen de la muestra como el destinatario final de los datos obtenidos.

Por lo tanto, al recepcionar en el laboratorio una muestra, como paso previo a su aceptación y registro, debe verificarse su correcta identificación. Es decir, deben ser coincidentes los datos que figuran en la etiqueta autoadhesiva existente en el recipiente que contiene la muestra con los de la ficha de toma de muestra que la acompaña.

Seguidamente se procede al registro de la muestra en el sistema previsto al efecto en cada laboratorio, en el que al menos deben figurar los datos que a continuación se relacionan.

### ***10.1. En la base de datos de muestras recepcionadas***

- Datos que figuran en la hoja de toma de muestra (anexo 2), salvo los referentes a la persona/entidad responsable de la toma de muestras, además de:
  - Observaciones sobre el estado en que se recibe la muestra.
  - Observaciones relevantes que figuran en la ficha de muestreo.
  - Observaciones relevantes a tener presentes para su preparación.

### ***10.2. Acompañando a la muestra durante su preparación***

- Clave de la muestra.
- Fecha y hora de la toma de muestra.
- Volumen de muestra.
- Observaciones relevantes a tener presentes para su preparación.
- Relación de las anomalías habidas durante la preparación.
- Registro de otros datos relevantes obtenidos durante la preparación.

## 11. Bibliografía

- EPA 600-4-82-029. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Handbook for Sampling and Sample Preservation of Water and Wastewater. 1982.
- Guía de Seguridad n° 4.1 del CSN. Diseño y desarrollo del Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental para centrales nucleares ISO 5667-8:1993, Water quality – Sampling – Part 8: Guidance on the sampling of wet deposition.
- HASL-300: Methods of Sampling. Section 2.2: Air, Vol. I, 1997.
- IAEA- Technical Reports Series N° 295: Measurement of Radionuclides in Food and the Environment 1989.
- ISO 5667-1:2023, Water quality – Sampling – Part 1: Guidance on the design of sampling programmes and sampling techniques.
- ISO 5667-3:2018, Water quality – Sampling – Part 3: Preservation and handling of water samples
- MARLAP (Multi-Agency Radiation Laboratory Analytical Protocols). 2004. Manual, volume II, chapter 10: field and sampling issues that affect laboratory measurements.
- MARSSIM. 2000. Multi-Agency Radiation Survey and Site Investigation Manual, Revision 1. NUREG-1575 Rev 1, EPA 402-R-97-016 Rev1, DOE/EH-0624 Rev1. August. Available from <https://www.epa.gov/radiation/multi-agency-radiation-survey-and-site-investigation-manual-marssim>
- NUREG-1576, EPA 402-B-04-001A, NTIS PB2004-105421: Multi-Agency Radiological Laboratory Analytical Protocols Manual (MARLAP). July 2004
- UNE-ISO 6107-2:2010, Calidad del agua. Vocabulario. Parte 2.
- UNE-EN ISO 5667-3:2019. Calidad del agua. Muestreo. Parte 3: Conservación y manipulación de las muestras de agua.
- UNE-EN ISO 19112:2019. Información geográfica. Sistemas de referencia espaciales por identificadores geográficos. (ISO 19112:2019)

## Anexo 1 – Ejemplo de etiqueta de muestra

Referencia de la muestra:

Punto de muestreo:

Destinatario:

Dirección postal:

Entidad que toma la muestra:

Fecha y hora:

NOTA: Cuando el destinatario coincide con la entidad que toma la muestra, se hará constar en el programa de muestreo y no será necesario rellenar ambos.



## Anexo 2 – Ejemplo de hoja de recogida de datos

|                                    |                                  |
|------------------------------------|----------------------------------|
| Tipo de muestra:                   |                                  |
| Laboratorio destinatario*:         |                                  |
| Dirección Postal*:                 |                                  |
| Referencia muestra:                | Punto de muestreo:               |
| Procedimiento de toma de muestras: | Superficie colector:             |
| Datos de conservación:             |                                  |
| Duración de la toma de muestra:    |                                  |
| Fecha y hora de inicio:            |                                  |
| Fecha y hora de fin:               |                                  |
| Precipitación**                    | Alícuota remitida (en su caso)*: |
| Volumen:                           | Volumen:                         |
| Vol. agua destilada:               | Vol. agua destilada:             |
| Observaciones:                     |                                  |
| Responsable toma de muestras:      | Firma y fecha:                   |

\* En caso de que se extraigan, in situ, y remitan varias alícuotas de la misma muestra a diferentes laboratorios, se deberán de añadir tantos bloques de información como sean necesarios

\*\* En caso de que no haya precipitación húmeda, este apartado quedaría en blanco, con lo que se entiende que toda la precipitación recogida es precipitación seca.

# Procedimiento de muestreo y preparación de muestras para la determinación de la radiactividad en el depósito total

**Colección Informes Técnicos 10.2007**  
Serie Vigilancia Radiológica Ambiental  
**Procedimiento 1.12 (Rev.1, 2025)**