

PROGRAMAS DE VIGILANCIA AMBIENTAL EN INSTALACIONES DEL CICLO DEL COMBUSTIBLE

M. Sánchez

El objeto de este artículo es mostrar la metodología básica para el establecimiento de programas de vigilancia ambiental, en los emplazamientos de las instalaciones nucleares y radiactivas del ciclo del combustible.

En razón a los procesos químicos que albergan la mayoría de las instalaciones que componen el ciclo del combustible nuclear, se considera conveniente completar la vigilancia y control de las emisiones de productos radiactivos al medio ambiente, con la vigilancia de las emisiones de los productos químicos que emiten estas instalaciones.

Conviene tener presente que el programa de vigilancia químico se entiende como apoyo y complemento del programa radiológico, más importante, y que el tamaño de dicho programa químico dependerá del emplazamiento de la instalación, en relación a otras industrias próximas aceptables por la opinión pública cuyos vertidos conviene diferenciar perfectamente.

PROGRAMA PREOPERACIONAL DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Dado que básicamente, las características del Programa Preoperacional definirán los posteriores programas de vigilancia, deben considerarse en esta fase de diseño los condicionantes que puedan derivarse de estos programas venideros.

Es necesario considerar también la necesidad de realizar las transiciones entre los tres programas, de forma que no se produzcan períodos de funcionamiento sin información o con datos que induzcan a interpretaciones erróneas.

Por lo que se refiere al tamaño de la zona a controlar (zona de influencia de la instalación), su definición se realiza a partir de los estudios de difusión transporte y distribución de los vertidos de dicha instalación, y de los estudios sobre las características del emplazamiento.

Dado que las exigencias para licenciar la instalación, obligan a realizar estudios exhaustivos de los diferentes parámetros que definen el emplazamiento, y que parte de estos estudios sirven para diseñar el Programa Preoperacional, desde un punto de vista práctico, es evidente que en general el tamaño de la zona a controlar por dicho Programa no debe exceder el marcado por la normativa para los estudios de emplazamiento de la instalación en cuestión.

No obstante, es preciso evaluar la necesidad de extender la zona de vigilancia, sobre todo en el medio receptor de los vertidos líquidos de la instalación, hasta el límite en que la dilución de estos vertidos sea tal que la concentración de actividad en agua sea aproximadamente igual a la de fondo de dicho medio receptor. Asimismo se tendrá en cuenta la estructura demográfica del emplazamiento y los canales de comercialización de los productos alimentarios potencialmente afectados por los vertidos de la instalación, para completar la definición de la zona de vigilancia.

PROGRAMA PREOPERACIONAL DE VIGILANCIA RADIOLOGICA AMBIENTAL

El diseño del programa consta de las siguientes etapas:

- Determinación de los caminos, medios indicadores, radionucleidos y grupos de población a controlar.
- Selección de los puntos de muestreo, tipo de muestras a recoger y frecuencia de recogida de las mismas.

INTRODUCCION

El programa de vigilancia ambiental de estas instalaciones está compuesto de los tres programas siguientes:

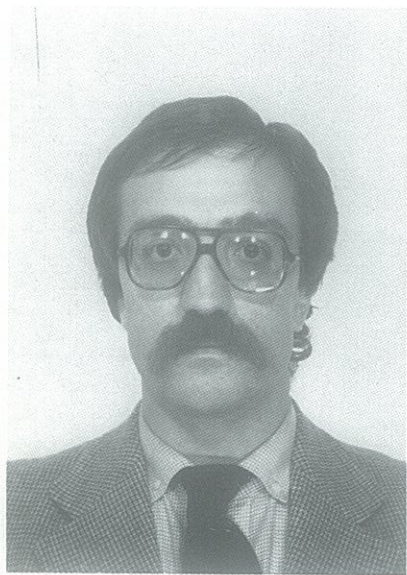
- Preoperacional
- Operacional
- Postoperacional

El objetivo del programa preoperacional es poner a punto los procedimientos de muestreo en campo, análisis en laboratorio, así como los métodos de interpretación de los resultados obtenidos, que permitirán reacondicionar el programa de forma continua y establecer el fondo químico-radiológico del emplazamiento en relación a los productos químicos y radiactivos que emitirá la instalación.

El programa operacional permitirá establecer las relaciones entre las emisiones de la instalación y su transporte y distribución en el medio ambiente próximo. Durante el desarrollo de este programa se vigilará y controlará el correcto funcionamiento de los sistemas de tratamiento de efluentes de la instalación.

El método previsto para la clausura de la instalación, determinará la necesidad de llevar a cabo un programa de vigilancia postoperacional para controlar la eficacia del citado método de clausura.

A continuación se describen los criterios para establecer estos tres programas, basados en la experiencia adquirida durante el establecimiento de los programas de vigilancia ambiental de la Fábrica de Concentrados de Uranio Saelices el Chico y de la Fábrica de Combustibles de Oxido de Uranio de Juzbado.



Moisés SANCHEZ DELGADO es Ingeniero Industrial por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid.

Inicia su experiencia profesional en el Departamento de Seguridad Nuclear de la Junta de Energía Nuclear y en la actualidad como miembro de la Unidad Nuclear de INI-TEC, está asignado al proyecto de la Fábrica de Combustible de Oxido de Uranio de Juzbado.

● Determinación de los análisis de las muestras a realizar y frecuencia de los mismos.

La primera etapa se resuelve mediante los cálculos de dosis a la población, por los diferentes caminos de exposición que se muestran de forma resumida en la figura 1.

Los cálculos de dosis se realizan mediante programas de ordenador desarrollados por la ingeniería a partir de los métodos expuestos en guías y normativa, generalmente de la NRC de uso común en España.

Dejando aparte la mayor o menor complicación técnica de la realización de los cálculos de dosis, como son los que se refieren a emisores alfa de vida larga o bien los relacionados con la distribución y desintegración del Radón, etcétera, los factores más importantes son los datos de entrada, para los cálculos.

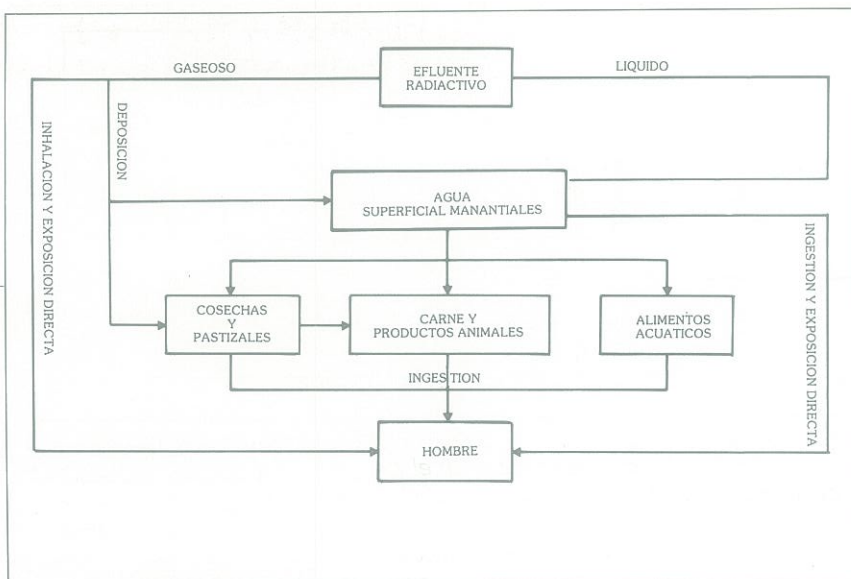
Básicamente los datos de entrada para los cálculos de dosis son los que definen los vertidos de la instalación, y los medios receptores de estos vertidos, así como los factores de ingestión de alimentos y agua, inhalación y factores de uso. La definición de estos factores que describen los hábitos dietéticos y el comportamiento de la población que vive en la zona de influencia de la instalación, no debe sustituirse por los valores de factores de consumo que suministran las citadas guías de la NRC, con el fin de evitar conclusiones erróneas derivadas de los resultados de los cálculos de dosis.

Los resultados de estos cálculos de dosis, permiten establecer la contribución a la dosis total, de todos los caminos potenciales de exposición y de cada uno de los radionucleidos que emitirá la instalación, lo que determina de una parte el grado de control a realizar sobre cada camino de exposición y de otra los radionucleidos a controlar.

En efecto para los fines de un Programa Preoperacional, conviene controlar todos los caminos potenciales de exposición, haciendo este control más exhaustivo cuanto mayor sea la contribución del camino en cuestión a la dosis total. Mientras que la contribución de cada radionucleido a la dosis total permite descartar «a priori» aquellos cuya contribución sea inferior al 5%.

Los grupos de población a controlar se seleccionan a partir de los estudios que definen las características del emplazamiento de la instalación, especialmente aquellos que se refieren a los usos de la tierra y el agua, demografía y meteorología local.

El esquema básico de diseño de esta



FI) Caminos de exposición a la radiación

primera etapa se resume en la figura 2.

La definición de los caminos, medios indicadores y grupos de población a controlar, determina la selección de los puntos de muestreo, tipo de muestras a recoger y la frecuencia de recogida de las mismas. No obstante, la localización exacta de todos los puntos de muestreo y del tipo de muestras que se recogerán, debe realizarse mediante un trabajo de campo, que resuelva las dificultades de orden práctico que se presentan a la hora de la recogida de las muestras.

La localización de todos los puntos de muestreo se describirá en el Manual de Procedimientos de Recogida de Muestras, así como todos los detalles que faciliten la recogida (accesos y permisos necesarios, modo de recogida, datos a registrar, frecuencia, etc.). Este Manual incluirá también los aspectos de envío y recepción de muestras en el laboratorio que llevará a cabo los análisis.

Los radionucleidos a controlar definidos mediante los cálculos de dosis, y las muestras a recoger, determinan los análisis a realizar y la frecuencia de los mismos.

El laboratorio seleccionado para realizar los análisis, debe preparar el Manual de Procedimientos de Análisis para los diferentes tipos de muestras y participar en la definición final de dichos análisis.

En la figura 3 se muestra un diagrama de bloques básico, representativo del desarrollo de las etapas de selección de puntos de muestreo y definición de los análisis de las muestras.

La puesta en marcha del Programa requiere la preparación previa de unos procedimientos que describan la forma de realizar todas las tareas para llevar a cabo dicho Programa (recogida de muestras, embalado, transporte, recepción, reparación, análisis, almacenamiento, calibración de equipos de medida, informe de resultados, etc.).

La interpretación de los resultados de los análisis, permite de una parte detectar posibles inconsistencias en los valo-

res obtenidos, achacables a fallos en alguna de las etapas de recogida de muestras y análisis, y por otra parte la determinación con una aproximación razonable del fondo radiológico del emplazamiento, respecto de los radionucleidos que verterá la instalación.

Conviene resaltar la importancia de la interpretación de los resultados de Programa para detectar y corregir errores, y alcanzar el objetivo de puestas a punto de todos los métodos de recogida y análisis de muestras, antes de la puesta en marcha de la instalación.

PROGRAMA PREOPERACIONAL DE VIGILANCIA QUÍMICA AMBIENTAL

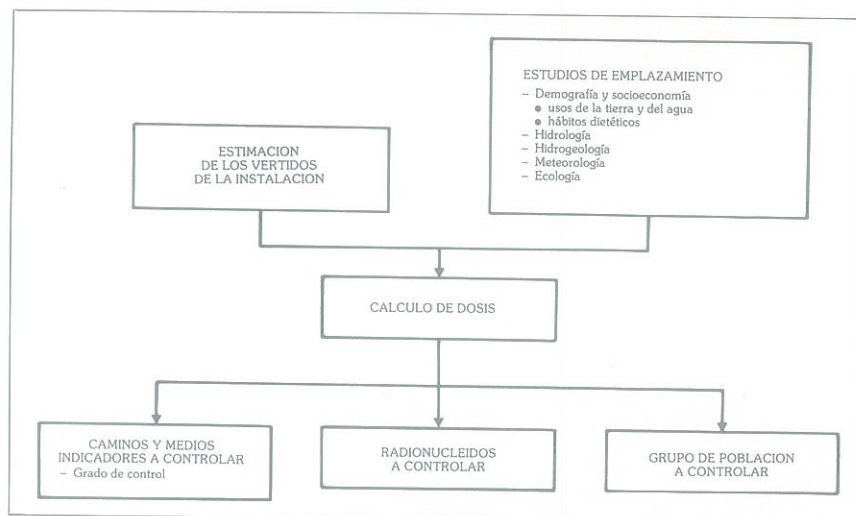
Este programa es un complemento del programa de vigilancia radiológica y se considera aplicable, en principio a la vigilancia y control de los vertidos químicos y a su distribución en los medios receptores, agua y aire respectivamente.

La red de vigilancia química debe formar parte de la red establecida en el Programa de vigilancia radiológica, puesto que básicamente los criterios aplicados para definir esta red, en los medios receptores aire y agua, son también aplicables en este caso. Además esto es deseable, en orden a simplificar las tareas de recogida de muestras y la interpretación de resultados.

Los factores determinantes para fijar los productos químicos a controlar son los siguientes:

- Productos químicos que verterá la instalación durante su funcionamiento, grado de toxicidad y distribución en los medios receptores (aire y agua).
- Productos químicos que puedan estar presentes en el medio receptor por influencia de otras industrias o asentamientos urbanos próximos a la instalación.

En la figura 4 se muestra un esquema básico, de las etapas de definición de este Programa.



FII) Esquema básico para la determinación de los caminos, medios, radionucleidos y grupos de población a controlar.

Al restringir este programa al control de productos químicos en aire y agua y teniendo en cuenta la amplia experiencia de los laboratorios comerciales en la realización de análisis químicos, el coste relativo de la vigilancia química, con un tamaño de red de vigilancia adecuado, puede estimarse entre un 10-15 % del coste del Programa de vigilancia radiológica.

PROGRAMA OPERACIONAL DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Durante el funcionamiento de la instalación se llevan a cabo dos programas de vigilancia:

- Programa de vigilancia de efluentes.
- Programa operacional de vigilancia ambiental.

El Programa de Vigilancia de Efluentes, tiene por objeto controlar los vertidos, permitiendo comparar la eficacia de los sistemas de tratamiento de efluentes con los datos previstos en su diseño. La definición de este programa queda fuera de los límites de este artículo, pero es conveniente tenerlo en cuenta,

por la relación directa de sus resultados con los que se obtengan en el Programa de Vigilancia Ambiental, así éste debe incluir la vigilancia sobre los productos químicos que vierte la instalación.

El desarrollo del Programa Operacional de Vigilancia Ambiental permite evaluar el impacto químico-radiológico derivado del funcionamiento de la instalación. Es una continuación del Programa Preoperacional y por tanto su definición se realiza a partir de los resultados de éste.

En líneas generales el Programa Operacional se basa en criterios idénticos a los expuestos para el Programa Preoperacional, recogiendo además la experiencia adquirida, sobre técnicas de muestreo, análisis, interpretación de resultados, etc.

Además es preciso tener en cuenta los datos complementarios que se hayan recogido sobre las características del emplazamiento, durante la construcción de la instalación.

En resumen el Programa Operacional recoge los datos más actualizados sobre los cálculos de dosis y de inmisión de productos químicos, características del emplazamiento, etc., para definir con

mayor precisión la red de muestreo, con un objetivo principal durante la primera fase de realización (comprendiendo un período de tiempo representativo, no inferior a un año) que es el de verificar y comprobar la bondad de las estimaciones de distribución de radionucleidos y productos químicos en el medio ambiente próximo, comparando los resultados del programa de vigilancia de efluentes con los de este programa de vigilancia ambiental.

Otro objetivo de la primera fase de realización del Programa Operacional, es demostrar los datos aportados por los cálculos de dosis, sobre los caminos de muy baja contribución a la dosis total, de forma que pueda disminuirse o incluso eliminar, las muestras del camino en cuestión.

Después de la primera fase de realización, correspondiente al período de muestreo representativo elegido, procede realizar una nueva revisión del programa, con el fin de continuar la vigilancia sobre los caminos, medios indicadores, radionucleidos y grupos de población más representativos, durante toda la vida de la instalación. La revisión de la vigilancia química en esta fase no debe ser muy sustancial dado lo restringido de este programa respecto del radiológico.

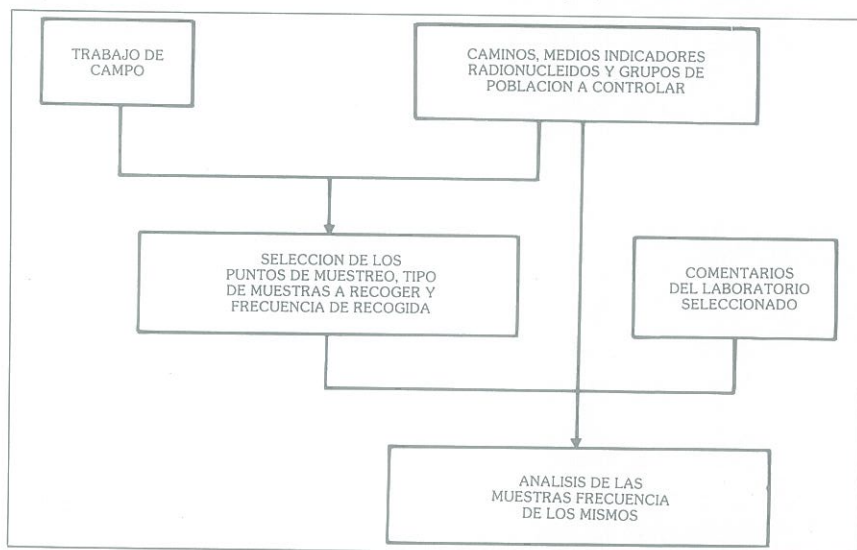
PROGRAMA POSTOPERACIONAL DE VIGILANCIA AMBIENTAL

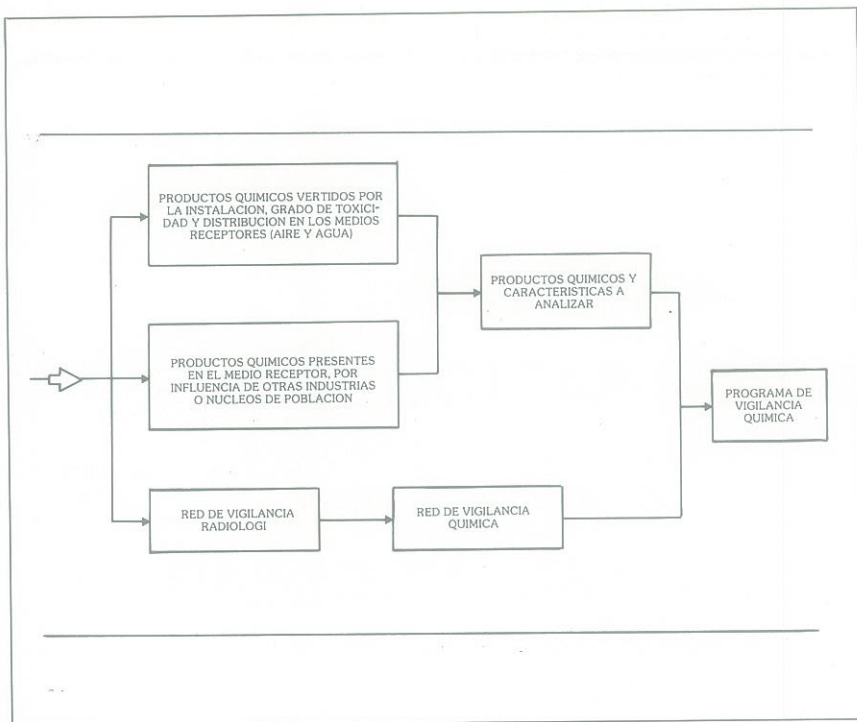
Al terminar el funcionamiento de la instalación, es preciso realizar un programa de vigilancia en tres fases:

- Vigilancia de las emisiones derivadas de las tareas de clausura de la instalación y de su distribución en el medio ambiente próximo, que básicamente es una continuación del programa operacional, con los retoques necesarios marcados por el método de clausura previsto.
- Vigilancia de la contaminación superficial de las instalaciones y edificios de producción, una vez recuperados (cuando así se haya previsto). Esta fase incluirá la vigilancia de los suelos y superficies próximos a la instalación, al finalizar las tareas de descontaminación.
- Vigilancia de la eficacia a largo plazo del método de clausura empleado, cuando los equipos, instalaciones, edificios y productos contaminados, quedan en el emplazamiento.

Durante la primera fase es conveniente mantener la vigilancia química,

FIII) Esquema básico para la selección de los puntos de muestreo y definición de los análisis a realizar.





FIV) Esquema básico para la definición del programa de vigilancia química.

suprimiéndola en las dos fases posteriores, en las que únicamente se justifica la vigilancia radiológica.

La variedad de métodos de descontaminación disponibles en la actualidad y los que previsiblemente se desarrollarán en el futuro, dificultan la predicción sobre la vigilancia química a realizar en la primera fase del programa postoperacional, en lo que se refiere a los productos químicos a controlar, apartado este que se definirá al establecer los métodos de descontaminación. Por el contrario la vigilancia radiológica postoperacional es una continuación de la operacional, revisada con los condicionantes que impongan el método de clausura.

Una vez concluidas las tareas de clausura de la instalación, es preciso realizar una supervisión de los niveles de contaminación superficial en los edificios y equipos de producción (si se ha decidido recuperarlos para su uso en otra actividad) y en los suelos y superficies próximos a la instalación, para verificar el grado de descontaminación alcanzado y el cumplimiento de los niveles de contaminación superficial aceptables en dicho momento.

Cuando el método de clausura elegido lleve consigo el dejar en el emplazamiento los equipos, instalaciones, edificios (previa demolición) y residuos con mayor o menor grado de contaminación y con el acondicionamiento necesario para asegurar la inmovilización de los materiales radiactivos, es preciso llevar a cabo un programa de vigilancia radiológica ambiental postoperacional, para verificar la integridad de la barrera utilizada para fijar los productos radiactivos.

Un caso práctico de esta situación es el que se produciría en una fábrica de concentrados de uranio, cuya operación se realizara con vertido líquido cero,

para lo que se utilizaría un embalse de almacenaje de estériles (mezcla de residuos sólidos y líquidos), que una vez finalizada la operación se desecaría y se aplicaría una capa de cobertura. En este caso aprovechando la necesidad de clausurar el embalse, podría dejarse dentro de éste los equipos y edificios de la fábrica, quedando el conjunto bajo la capa de cobertura.

GARANTIA DE CALIDAD DE LOS RESULTADOS

Para asegurar que los resultados de un Programa de Vigilancia Ambiental son razonablemente válidos, debe establecerse un Programa de Garantía de Calidad con el nivel adecuado para identificar posibles deficiencias en las tareas de muestreo y análisis en laboratorio, y establecer las medidas correctoras necesarias.

El Programa de Garantía de Calidad debe contemplar los siguientes aspectos:

- Organización y responsabilidades del personal que llevará a cabo las tareas de recogida de muestras y análisis de las mismas.
- Cualificación del personal que desarrollará el Programa.
- Procedimientos descriptivos de las actividades de recogida de muestras y análisis.
- Documentación.
- Control de Calidad en el muestreo.
- Control de Calidad en los análisis.
- Interpretación de resultados.
- Auditorías.

En la 7.^a referencia se tratan en detalle estos aspectos. Conviene destacar la importancia de los procedimientos

para realizar las tareas necesarias para el desarrollo del Programa (recogida de muestras, embalado, transporte, recepción, preparación, análisis e interpretación de resultados) y las actividades de control de calidad en el muestreo y análisis.

REFERENCIAS

Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental para Centrales Nucleares de Potencia.

Guía sobre Seguridad Nuclear núm. 9. Ministerio de Industria. Junta de Energía Nuclear. Noviembre 1978.

Guía para el establecimiento de un Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental en las zonas de influencia de las centrales nucleares.

Guía sobre Seguridad Nuclear núm. 3. Ministerio de Industria. Junta de Energía Nuclear. Octubre 1976.

Regulatory Guide 4.1, Programs for monitoring radioactivity in the environs of nuclear power plants.

Regulatory Guide 4.5, Measurements of radionuclides in the environment Sampling and analysis of Plutonium in soil.

Regulatory Guide 4.13, Performance, testing and procedural specifications for thermoluminescence dosimetry: environmental application.

Regulatory Guide 4.14, Radiological Effluent and Environmental Monitoring at Uranium Mills.

Regulatory Guide 4.15, Quality Assurance for Radiological Monitoring Programs (Normal Operations) Effluent Streams and the Environment.

Regulatory Guide 4.16, Measuring, evaluating, and reporting radioactivity in release of radioactive materials in liquid and airborne effluents from nuclear fuel processing and fabrication plants.

Garner, R. J., Transfer of Radioactive Materials from the Terrestrial Environment to Animals and Man, CRC Press, Cleveland, Ohio (1972).

U.S. Atomic Energy Commission, Fuel and Materials, Directorate of Licensing, Environmental Survey of the Uranium Fuel Cycle. WASH-1248, april 1974.

Final Generic Environmental Impact Statement on Uranium Milling. September 1980. U.S. Nuclear Regulatory Commission. NUREG-0707.