

06.75.29

CNEA AC 33/75

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
DEPENDIENTE DE LA PRESIDENCIA DE LA NACION

CENTRAL NUCLEAR EN ATUCHA

MONITORAJE AMBIENTAL EN LA VECINDAD DE LA
CENTRAL NUCLEAR EN ATUCHA

D. Beninson; A. Migliori de Beninson

Buenos Aires-Argentina
1975

MONITORAJE AMBIENTAL EN LA VECEIDAD DE LA CENTRAL NUCLEAR ATUCHA

Beninson, D.; Migliori de Beninson, A.

1. Introducción

El plan de monitoreaje ambiental descrito a continuación tiene como objeto la verificación del respeto de las Normas Básicas de Seguridad y de las recomendaciones del ICRP en lo que respecta a la exposición del público durante la operación normal de la Central.

El monitoreaje no es un objetivo en si mismo; es simplemente una técnica de protección radiológica. El programa de monitoreaje, por lo tanto, debe incluir como componente principal la base de interpretación de los resultados a la luz de las recomendaciones del ICRP. Estas recomendaciones incluyen "límites de dosis equivalente" y "límites de incorporación" de radionucleídos que deben ser usados en la interpretación de los resultados del monitoreaje.

Muchas de las mediciones efectuadas en el curso de un programa de monitoreaje no pueden expresarse directamente en términos comparables con los límites recomendados por el ICRP. La interpretación de estos resultados requiere el uso de un "modelo de exposición" que ligue cuantitativamente las magnitudes medidas y las dosis equivalentes de radiación resultantes. Se denominan Límites Operativos Deducidos (L.O.D.) a los valores de las magnitudes monitoradas que corresponden en el modelo de exposición a los límites de dosis recomendados por el ICRP. Debido al uso de hipótesis "hiperseguras" al seleccionarse el "modelo de exposición", el respeto de los LOD implica virtual certeza de cumplimiento de las limitaciones de dosis recomendadas por el ICRP.

Debe puntualizarse, no obstante, que el monitoreaje ambiental no es suficiente para asegurar una adecuada protección del público. Este tipo de monitoreaje debe estar acompañado por un adecuado "monitoreaje de las descargas", que permite estimar las dosis resultantes en algunos casos en los que los niveles ambientales son difíciles de medir o de discriminar frente al fallout radiactivo.

2. Límites Operativos Deducidos. Metodología

Los Límites Operativos Deducidos para el monitoreaje ambiental de rutina

en Atucha fueron determinados por los métodos resumidos a continuación, los que serán descriptos con más detalles en otra publicación.

2.1 LOD para contaminación de un alimento por un nucleído

Suponiendo un hombre standard no expuesto a radiación externa y que come un solo tipo de alimento contaminado, el LOD es:

$LOD = \frac{I_L}{g}$ donde I_L es el límite de incorporación y g el consumo anual del alimento. Obviamente la Dosis resultante del consumo de un alimento con una concentración C durante un año producirá un compromiso de dosis de $\frac{C}{LOD} \cdot D_L$, siendo D_L el límite de dosis correspondiente.

2.2 LOD para el caso de irradiación debida a la contaminación de varios alimentos y a radiación externa, todos a partir de un radionucleído.

Llamando a la concentración del radionucleído en cada alimento C_i y a la dosis por radiación externa en el mismo órgano R , los límites de dosis no son excedidos si

$$\frac{1}{I_L} \cdot \sum C_i g_i + \frac{R}{D_L} \leq 1$$

Si las concentraciones y la dosis externa son iguales a sus respectivos LOD, la expresión es igual a uno. La ecuación puede resolverse para un LOD dado si las relaciones entre las concentraciones (y la dosis externa) son conocidas. Este es el caso cuando cada vía de exposición tiene un compartimiento precursor común en el "modelo de exposición". Si la concentración en este precursor es C_a , F_{ai} es el parámetro de transferencia al alimento i y F_{aR} el parámetro de transferencia a dosis externa, se cumple:

$$C_a \left[\frac{1}{I_L} \sum F_{oi} g_i + \frac{F_{oR}}{D_L} \right] = 1$$

El LOD para un alimento dado K por lo tanto está dado por:

$$LOD_K = \frac{F_{oK}}{\frac{1}{I_L} \sum F_{oi} g_i + \frac{F_{oR}}{D_L}}$$

2.3 LOD para el caso de mezcla de radionucleídos

En el caso de una mezcla de varios radionucleídos se deben llevar a cabo adiciones similares a las mencionadas en 2.2 para cada órgano crítico. Debe recordarse que si tres o más órganos críticos reciben fracciones importantes de sus dosis límites respectivas, la irradiación debe considerarse de "todo el cuerpo".

Si la mezcla emitida tiene una fracción de actividad p_j del nucleído j , se cumple para cada órgano crítico que

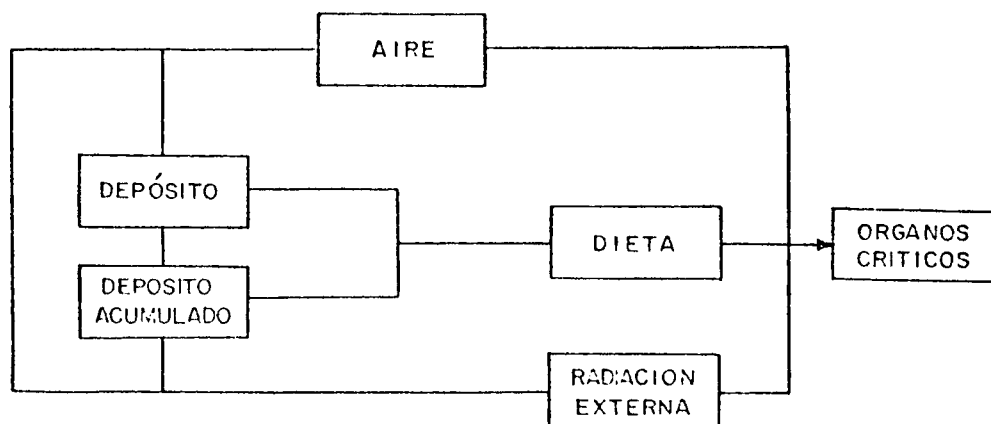
$$LOD_j = \frac{p_j}{\sum \frac{p_i}{w_i}} \quad . \text{ donde } w_i \text{ es el LOD para el}$$

caso del nucleído aislado presentado en 2.2. Las ecuaciones anteriores (una para cada órgano crítico) forman un conjunto del cual se seleccionan los LOD_j que resultan menores.

2.4 "Modelo de exposición" y parámetros empleados

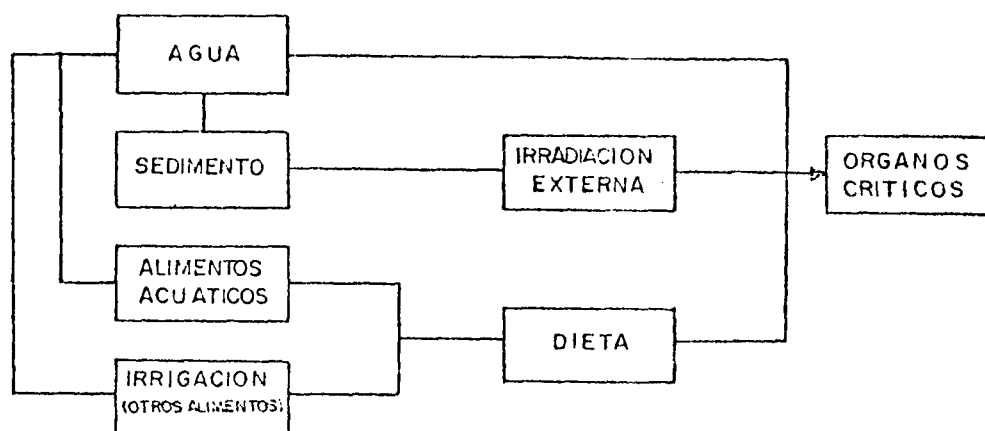
El "Modelo de exposición" empleado no incluye el "input" ni el proceso de dispersión primario. Parte, en cambio, de un compartimento común a todas las vías de irradiación (aire en el caso de la eliminación por chimenea y agua en el caso de la eliminación en el río).

El gráfico siguiente resume el modelo en el caso de la eliminación atmosférica:



Los órganos críticos son, según el radionucleído, la tiroides, el tejido hematopoyético, el pulmón, el tubo gastrointestinal, las glándulas, y "todo el cuerpo". Por otra parte, dependiendo del radionucleído y de la vía

involucrada, serán críticos los órganos de adultos "standard" o de niños. El modelo para el caso de descargas acuáticas puede resumirse como



Ambos modelos fueron usados en forma "independiente del tiempo" es decir en situación de equilibrio dinámico. Los valores determinados son igualmente válidos en el caso de descargas únicas, siempre que se interpreten como integrales temporales y como "dosis comprometidas".

Los parámetros han sido obtenidos en trabajos experimentales, en estudios conectados con mediciones de fallout y, en algunos casos, en la literatura. En particular, la velocidad de depósito de aerosoles se tomó igual a

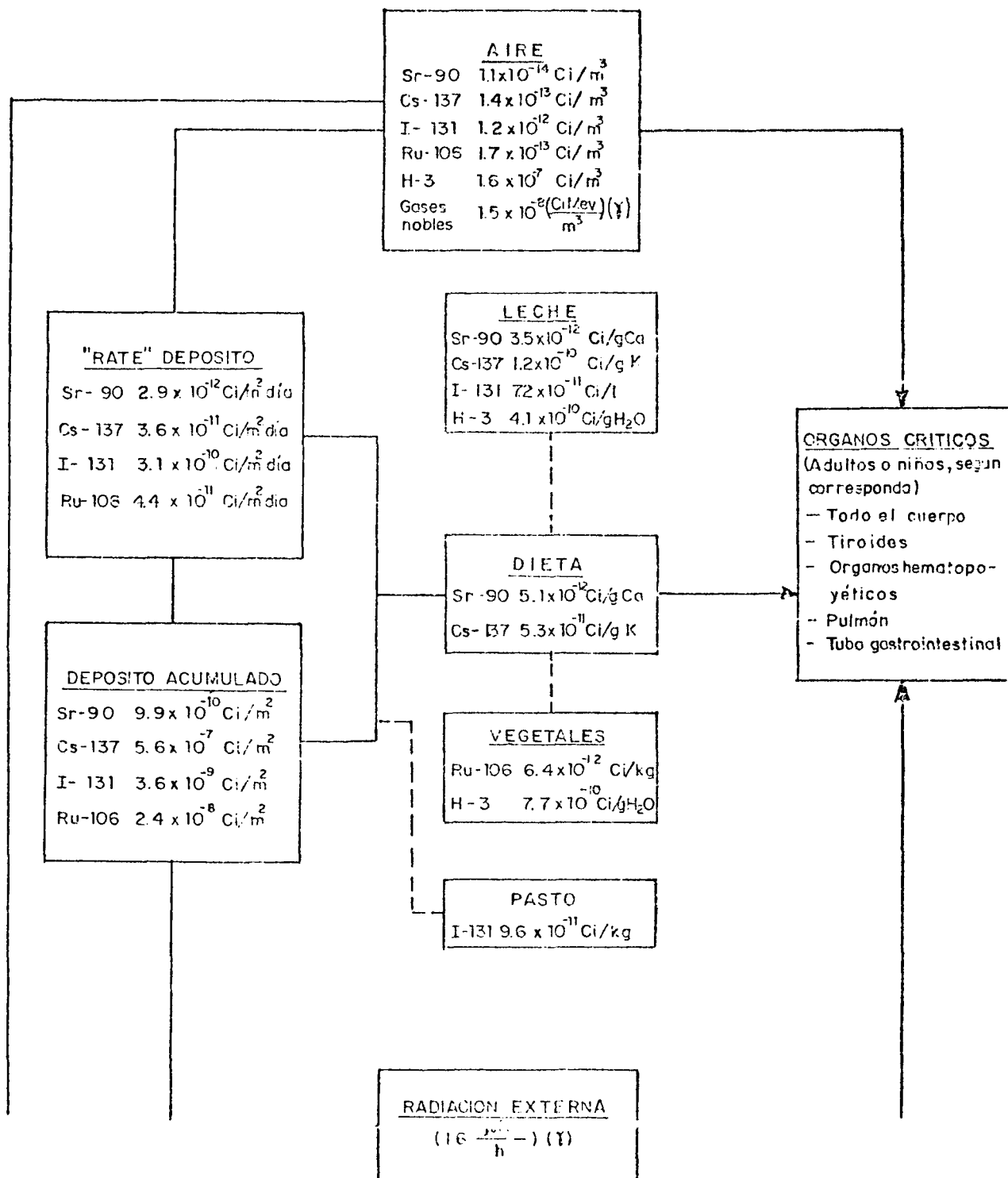
$3 \times 10^{-3} \frac{m}{s}$, de acuerdo con estudios sobre valores medios anuales en descargas a baja altura. De los datos argentinos contribuidos al UNSCEAR en los últimos diez años se dedujeron factores de transferencia a la dieta (fórmula de doble parámetro para Sr-90 y Cs-137 y método de las integrales temporales para I-131). Los factores de transferencia de Sr-90 al hombre se dedujeron del trabajo "Radioestroneio en el hombre, en función de la edad (CNEA 322), cambiando el factor dosimétrico de hueso total por él de médula (que demostró ser órgano crítico).

Se tomó como composición de las descargas las proporciones indicadas en el Informe de Seguridad de Atucha, suplementándose esta información con valores típicos para el tipo de combustible involucrado. Se tuvo también en cuenta la posible contribución de otra Central en Atucha, la que variaría algo la composición.

Los Límites Operativos Deducidos obtenidos con estos modelos y parámetros son valores independientes de las modalidades de descarga de la Central, ya que se refieren al organismo blanco y sus órganos críticos.

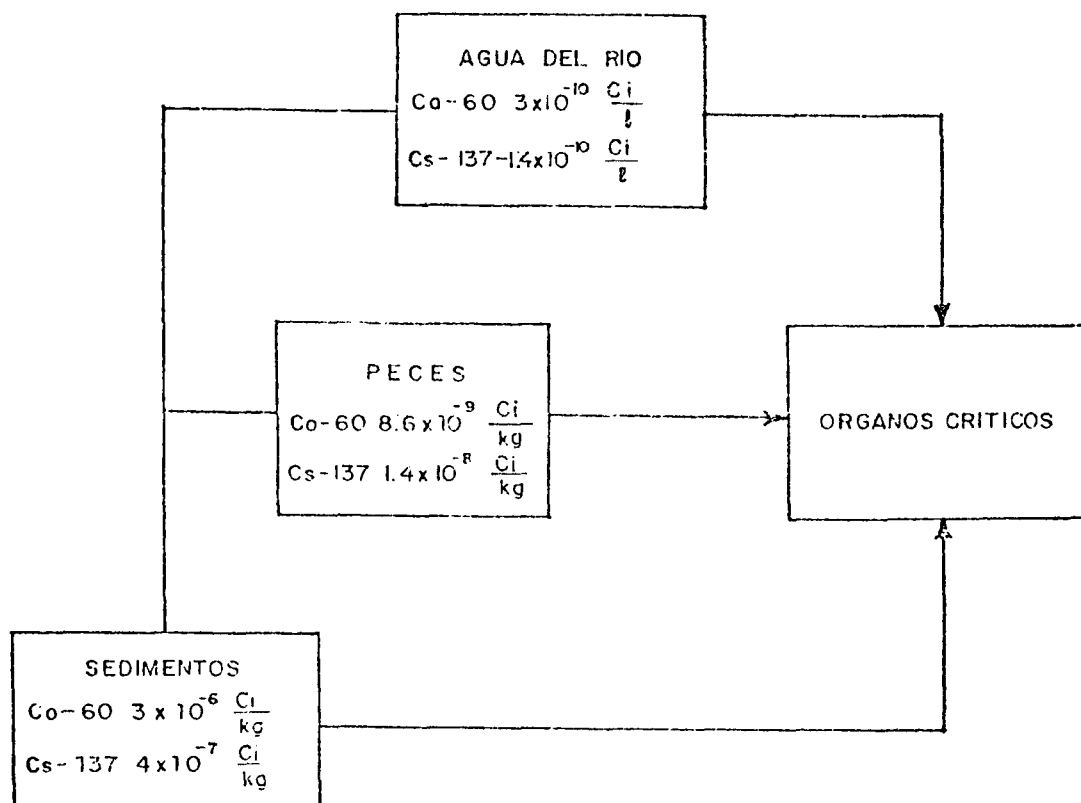
3. Límites Operativos Deducidos para Atucha

La tabla siguiente resume los valores de los LOD para el área vecina a la Central Nuclear Atucha, en relación a las descargas por chimenea:



Los valores indicados se refieren a niveles causados por el funcionamiento de la Central. El fallout radiactivo (y el fondo natural de radiación, en el caso de la exposición externa) contribuyen adicionalmente en las mediciones, y este hecho debe ser tenido en cuenta al analizar los resultados del monitoreo.

En el caso de eliminación acuática, los radionucleidos que resultan "críticos" son el Cs-137 y el Co-60. La siguiente table presenta los LOD correspondientes, que tienen en cuenta la proporción de estos nucleidos en los líquidos descargados:



También en este caso los valores se refieren a niveles causados por el funcionamiento de la Central, en adición a los debidos al fallout radiactivo.

4. Muestreo e interpretación

x 4.1 Muestras de material suspendido en el aire

Para este muestreo se recomienda instalar puestos fijos de recolección en los puntos A, B, C, D y E del plano adjunto. Esta selección tiene en cuenta la probabilidad de tener valores altos o alternativamente la presencia de más población. Estos puestos deben incluir filtración de

aerosoles (muestras de algunos miles de m^3) y recolección de vapor trit³ido. El muestreo de I-131 puede efectuarse con filtros de carbón, pero este muestreo no se considera indispensable. En cuanto a los gases nobles, se aconseja medirlos junto con otros contribuyentes a la exposición gamma externa (ver Exposición externa). El período de muestreo óptimo es semanal, pero de acuerdo con los caudales de los equipos otros períodos son aceptables.

4.2 Exposición externa

En los mismos puntos mencionados en 4.1 se aconseja colocar cuatro dosímetros integradores (films, vidrios o preferentemente TLD) a un metro del suelo, de manera de leer un juego trimestralmente y uno anualmente. Adicionalmente se recomienda medir una vez por semana con centilómetro portátil (escala en $\mu R/h$)

4.3 Leche

Se recomienda tomar muestras de leche mensualmente en los puntos B, F, G, H, para determinaciones de I-131 y trimestralmente para otros nucleidos

4.4 "Rate" de depósito

En los mismos puntos de muestreo de aire (A, B, C, D y E) conviene colocar muestreadores de "fallout", tomándose muestras de duración mensual.

4.5 Depósito acumulado

Se recomienda analizar una vez por año una muestra de suelo (5 primeros centímetros) en la vecindad del punto A.

4.6 Agua de río

La toma de muestras debe efectuarse aguas abajo unos cien metros después del canal de descarga, con una frecuencia semanal.

4.7 Sedimentos

En la misma zona de muestreo de agua, se aconseja tomar trimestralmente muestras de sedimentos. Adicionalmente conviene medir con centilómetro (en $\mu R/h$) a lo largo de la orilla (unos centenares de metros) y en el Club de Pesca, una vez por mes.

4.8 Otras muestras

Sin frecuencia prefijada, conviene de tanto en tanto tomar muestras de vegetales y pasto hasta unos tres Km de la Central, y de peces en Zárate.

4.9 Interpretación

Los resultados de los análisis (para los nucleídos incluídos en las tablas de la sección 3) deben compararse con los LOD correspondientes, introduciendo en el registro de datos la fracción $f = \frac{\text{valor medido}}{\text{LOD}}$. Cuando esta fracción f supere el 10% conviene repetir el muestreo y, de confirmarse el resultado, estudiar los registros de descargas. Si f se aproxima a 1 se debe volver a examinar los procedimientos de tratamiento de residuos o a replantear los límites de descargas.

Debe puntualizarse que el respeto de los "límites de dosis" no basta para una adecuada protección radiológica. De acuerdo con lo aconsejado por el ICRP, la autoridad competente debe limitar las descargas al ambiente a valores inferiores a la "capacidad radiológica" (es decir a aquella descarga que corresponde a los límites de dosis). Esto es debido al concepto de "tan bajo como sea razonablemente obtenible" (ICRP N°22) y a la previsión de futuras nuevas instalaciones, que no deben penalizarse en sus costos de protección. De este modo puede definirse un factor de protección $P = \frac{\text{descarga autorizada}}{\text{"capacidad radiológica"}}$, que también debe tenerse en cuenta en el monitoreaje. Los límites operativos se convierten en $P \times \text{LOD}$ y se denominan Límites Operativos Autorizados (LOA). El monitoreaje ambiental debe mostrar que estos LOA son respetados.

