

VIGILANCIA AMBIENTAL

CENTRAL NUCLEAR ATUCHA I



Se tomaron en total 160 muestras en los diferentes puntos de muestreo, sobre las que se realizaron 200 determinaciones y análisis radioquímicos.

Las muestras de agua de río y sedimentos fueron tomadas con una frecuencia mensual, en el Club de Pesca de la zona, a unos 3 km río abajo de la central (punto 3, figura 11, pág. 55). Las muestras de agua potable fueron tomadas de un pozo ubicado dentro de un radio de 5 km de la central (punto 1, figura 11), con una frecuencia mensual. Sobre estas muestras se realizó la determinación de tritio con una frecuencia mensual, y las determinaciones de cesio 137 y estroncio 90 en muestras promediadas trimestralmente.

En las mismas zonas donde se tomaron muestras de agua de río, se realizó la captura de peces con una frecuencia mensual, expresándose los resultados como promedios trimestrales.

Las muestras de leche fueron recolectadas en forma semanal, en zonas de pastoreo ubicadas dentro de un radio de 10 km de la central (punto 1, figura 11, pág. 55), determinándose yodo 131 en una muestra mensual, y cesio 137 y cobalto 60 sobre muestras conjuntas trimestrales. Las muestras de pasto fueron recolectadas, en un radio de 5 km de la central (punto 2, figura 11).

Con respecto al monitoraje de alimentos, se seleccionaron los cultivos más próximos a la central y se obtuvieron muestras de algunos productos de quintas, con una frecuencia mensual. Las muestras fueron analizadas expresándose los resultados en forma trimestral.

La determinación de la concentración de cesio 137 en muestras correspondientes a leche, verduras de hoja y de raíz, y peces, se realizó por espectrometría gamma, en condiciones geométricas normalizadas, sobre comprimidos de cenizas de las muestras calcinadas.

La concentración de estroncio 90 fue determinada por una técnica que incluye la calcinación de la muestra, separación del itrio 90 en equilibrio, y medición por centelleo líquido de la radiación Cerenkov emitida.

La determinación de la concentración de yodo 131 se llevó a cabo por precipitación del radionucleido, tanto el que está unido a proteínas como el que está presente en forma iónica, y posterior medición en un detector de germanio hiperpuro. Las mediciones se realizaron sobre muestras que fueron recolectadas mensualmente y los resultados se expresan como promedios trimestrales.

En los siguientes cuadros se presenta la concentración de actividad en las diferentes muestras analizadas:



Concentración de actividad en agua del río Paraná (Bq/l)				
período	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
octubre 00	1,1			
noviembre 00	0,74	<2,3 E-3	2,2 E-3	<2,0 E-4
diciembre 00	0,5			
enero	4,4			
febrero	<0,2	<3,0 E-3	<2,0 E-3	<2,0 E-4
marzo	0,5			
abril	2,1			
mayo	4,5	<1,3 E-3	<1,6 E-2	<2,0 E-4
junio	0,4			
julio	0,4			
agosto	0,7	<1,2 E-3	<1,2 E-3	<2,0 E-4
septiembre	0,2			

Nota: Las mediciones de cesio, cobalto y estroncio se realizan sobre muestras trimestrales.

Concentración de actividad en peces del río Paraná (Bq/kg)			
período	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
4º trimestre 00	<0,02	<0,02	0,06
1º trimestre	<0,02	<0,02	0,06
2º trimestre	<0,01	0,03	0,04
3º trimestre	0,03	<0,01	---

Nota: muestra conjunta de bagre, boga, dorado, armado, tararira y patí.

Concentración de actividad en sedimentos de la zona de la CNA I (Bq/kg)		
período	cesio 137	cobalto 60
4º trimestre 00	<0,6	<0,6
1º trimestre	<0,6	<1,4
2º trimestre	<0,6	0,8
3º trimestre	<0,8	<1,0

Concentración de actividad en agua potable de la CNA I (Bq/l)				
período	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
4º trimestre 00	<0,2	<1,2 E-3	<8,0 E-4	<5,0 E-4
1º trimestre	<0,2	<1,2 E-3	<1,0 E-3	<2,0 E-4
2º trimestre	<0,2	<2,3 E-3	<2,5 E-3	<2,0 E-4
3º trimestre	<0,2	<1,5 E-3	<1,0 E-3	<2,0 E-4

Nota: los datos del muestreo ambiental presentados corresponden al período comprendido entre el 1º de octubre de 2000 y el 30 de setiembre de 2001, debido a que al cierre de la edición del presente Informe las muestras correspondientes al 4º trimestre de 2001 se hallaban en la etapa de procesamiento.

Concentración de actividad en alimentos de la zona de la CNA I (Bq/kg)								
período	4° trimestre 00		1° trimestre		2° trimestre		3° trimestre	
especie	cesio 137	estroncio 90	cesio 137	estroncio 90	cesio 137	estroncio 90	cesio 137	estroncio 90
verduras de hoja ¹	<0,01	0,05	<0,01	0,03	<0,01	0,05	<0,011	0,025
verduras de raíz ²	0,02	0,04	<0,02	<0,02	<0,02	0,08	< 0,007	0,02
otras ³	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,006	<0,08	<0,005	0,02
frutas ⁴	<0,01	0,03	<0,01	0,02	<0,008	0,08	<0,009	0,085

Nota: ¹ lechuga, acelga, repollo, radicheta, espinaca, escarola.

² batata, remolacha, cebolla y puerro

³ chaucha, zapallito, habas, pepino, morrón, tomate, calabaza

⁴ naranja, pomelo, limón, durazno, ciruela, kiwi, mandarina y pera

--- muestra no disponible durante el trimestre

Concentración de actividad en leche de la zona de la CNA I (Bq/l)			
período	yodo 131	cesio 137	estroncio 90
4° trimestre 00	<0,3	<0,01	0,02
1° trimestre	<0,2	<0,01	0,02
2° trimestre	<0,1	<0,005	0,02
3° trimestre	<0,2	<0,007	---

Concentración de actividad en pasto de la zona de la CNA I (Bq/m ²)			
período	yodo 131	cesio 137	cobalto 60
4° trimestre 00	<2,5	<3,0	<3,0
1° trimestre	<5,4	<5,4	<3,5
2° trimestre	<3,5	<3,2	<3,8
3° trimestre	<1,4	<1,7	<1,5

Concentración de actividad en muestras de dieta de la CNA I (Bq/l)			
período	cesio 137	estroncio 90	cobalto 60
2° trimestre	<0,04	<0,02	<0,04
3° trimestre	<0,01	0,03	<0,02

Nota: La dieta de la CNA I se comenzó a muestrear a partir del 2° trimestre de 2001.

No se detectaron niveles importantes de contaminación atribuible al funcionamiento de la central, con excepción de trazas de cobalto en muestras de sedimentos. Se detectaron niveles muy bajos de estroncio 90 en algunas muestras de vegetales y peces, valores que pueden atribuirse al fallout ambiental.

El significado radiológico de los resultados obtenidos a partir del monitoreo ambiental realizado en los alrededores de la central nuclear, se determina mediante la estimación de las dosis en los miembros del público. Las dosis se calculan para el individuo promedio del grupo crítico, suponiendo que todos los alimentos que se consumen en la zona son de origen local y resultó menor que 3,0 E-3 mSv. Este valor se encuentra muy por debajo del valor límite de dosis establecido en la normativa vigente (1 mSv). Cabe aclarar que en este caso, la dosis calculada en el grupo crítico se compara con el límite de dosis para el público, dado que los radionucleidos identificados en las muestras ambientales son consecuencia de todas las prácticas que descargan materiales radiactivos al ambiente.



CENTRAL NUCLEAR EMBALSE

Durante 2001 se recolectaron en total 225 muestras y sobre las mismas se realizaron 280 análisis y determinaciones radioquímicas.

Las muestras de leche fueron obtenidas de un tambo ubicado dentro de un radio de 5 km de la central nuclear (punto 2, figura 12, pág. 56), en forma semanal, determinándose yodo 131 en forma mensual, y cesio 137 y estroncio 90, trimestralmente.

Las muestras de agua del lago fueron tomadas con una frecuencia mensual de la Unidad Turística (punto 1, figura 12, pág. 56). Las muestras de agua potable se tomaron de una vivienda particular, conectada a la red de distribución domiciliaria de la ciudad de Embalse, con una frecuencia de muestreo mensual. Se determinó tritio, tanto en agua del lago como en agua potable, y con una frecuencia trimestral, se determinaron cesio 137 y estroncio 90. Las muestras de condensado de humedad fueron tomadas con un equipo ubicado a 350 metros de la chimenea de descargas gaseosas de la central (punto 3, figura 12). Mensualmente, se tomaron muestras de sedimentos en el punto correspondiente a la Unidad Turística Embalse (punto 1, figura 12).

La captura de peces de diferentes especies fue realizada de distintas partes del lago, con una frecuencia mensual, expresándose los resultados como promedios trimestrales.

Con respecto al monitoreo de alimentos producidos en la zona, se seleccionaron, obtuvieron y analizaron muestras de algunos productos de una quinta, ubicada a 5 km de la central nuclear en dirección noreste, expresándose los resultados obtenidos como promedios trimestrales.

La determinación de la concentración de cesio 137 en muestras correspondientes a leche, verduras de hoja y de raíz, y peces, se realizó por espectrometría gamma, en condiciones geométricas normalizadas, sobre comprimidos de cenizas de las muestras calcinadas.

Las concentraciones de estroncio 90 y de yodo 131 fueron determinadas de la misma forma que se describió en el caso de la CNA I.

Los valores de actividad medidos en las muestras mencionadas se pueden observar en los cuadros de la página siguiente.

En los cuadros siguientes se presenta la concentración de actividad en las distintas muestras procesadas.

Concentración de actividad en agua del lago de Embalse de Río Tercero (Bq/l)				
período	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
octubre 00	27			
noviembre 00	20	<1,2 E-3	<1,2 E-3	<3,0 E-4
diciembre 00	30			
enero	30			
febrero	22	<8,0 E-4	<1,2 E-3	3,0 E-4
marzo	16			
abril	16			
mayo	---	<2,0 E-3	<1,5 E-3	3,0 E-4
junio	16			
julio	12			
agosto	51	<2,3 E-3	<2,3 E-3	3,0 E-4
setiembre	54			

Nota: Las mediciones de cesio, cobalto y estroncio se realizaron sobre muestras trimestrales.



Concentración de actividad en muestras de condensado de humedad (Bq/m ³)			
período	tritio	período	tritio
octubre 00	1,5	abril	1,6
noviembre 00	3,0	mayo	1,1
diciembre 00	2,3	junio	0,6
enero	2,4	julio	0,5
febrero	1,7	agosto	0,7
marzo	1,4	setiembre	---

Concentración de actividad en sedimentos del lago de Embalse de Río Tercero (Bq/kg)					
período	cesio 137	cobalto 60	período	cesio 137	cobalto 60
4º trimestre 00	5,7	3,7	2º trimestre	2,3	1,2
1º trimestre	3,2	1,3	3º trimestre	1,5	0,8

Concentración de actividad en agua potable de la ciudad de Embalse (Bq/l)				
período	tritio	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
4º trimestre 00	21	<2,0 E-3	<2,0 E-3	2,0 E-4
1º trimestre	23	<1,2 E-3	<1,2 E-3	<2,0 E-4
2º trimestre	20	<3,5 E-3	<3,0 E-3	<3,0 E-4
3º trimestre	48	<1,2 E-3	<1,0 E-3	4,0 E-4

Concentración de actividad en leche de la zona de la CNE (Bq/l)			
período	cesio 137	estroncio 90	yodo 131
4º trimestre 00	<0,01	<0,01	<0,2
1º trimestre	<0,01	0,01	<0,2
2º trimestre	---	---	---
3º trimestre	<0,01	---	<0,2

Concentración de actividad en pasto de la zona de la CNE (Bq/m ²)			
período	cesio 137	cobalto 60	yodo 131
4º trimestre 00	<3,3	<3,3	<3,3
1º trimestre	<5,9	<4,5	<4,9
2º trimestre	<6,1	<2,8	<6,8
3º trimestre	<2,3	<1,5	<2,1



Concentración de actividad en alimentos de la zona de la CNE (Bq/kg)								
período	4° trimestre 00		1° trimestre		2° trimestre		3° trimestre	
especie	cesio 137	estroncio 90	cesio 137	estroncio 90	cesio 137	estroncio 90	cesio 137	estroncio 90
Verduras de hoja ¹	<0,02	0,04	<0,01	0,04	<0,01	0,03	<0,008	0,045
verduras de raíz ²	<0,02	0,09	<0,02	0,03	<0,01	0,09	<0,005	0,043
otras ³	<0,02	0,02	<0,007	0,02	<0,01	0,04	---	---
frutas ⁴	---	---	<0,02	0,02	---	---	<0,008	0,063

Nota: ¹ radicheta, acelga, lechuga, repollo, espinaca y perejil.
² remolacha, cebolla, apio y puerro
³ zapallito, pepino, brócoli, berenjena, tomate, morrón y chaucha.
⁴ durazno y naranja
 --- muestra no disponible durante el trimestre

Concentración de actividad en peces del lago de Embalse de Río Tercero (Bq/kg)			
período	cesio 137	Cobalto 60	estroncio 90
4° trimestre 00	0,06	<0,02	0,04
1° trimestre	0,05	<0,02	0,03
2° trimestre	<0,03	<0,03	0,06
3° trimestre	0,025	<0,02	0,07

Nota: Muestra conjunta de pejerrey, boga, mojarra, sardina, carpa y armado.

Concentración de actividad en muestras de dieta de la CNE (Bq/l)			
período	cesio 137	estroncio 90	cobalto 60
2° trimestre	<0,03	---	<0,03
3° trimestre	<0,006	---	<0,008

Nota: Esta matriz se comenzó a muestrear a partir del 2° trimestre de 2001.

Se detectó la presencia de tritio en muestras de agua de lago y agua potable y niveles muy bajos de cesio 137 y cobalto 60 en muestras puntuales de sedimentos y peces del lago de Embalse de Río Tercero. También se detectaron niveles muy bajos de estroncio 90 en algunas muestras de peces y vegetales, valores que pueden atribuirse al fallout ambiental.

La presencia de tritio en el agua del lago se debe a la descarga de efluentes generados en los procesos de purificación y desgasado de agua del circuito primario de refrigeración del reactor. Cabe aclarar que el nivel de concentración de tritio en el agua del lago está relacionado con las variaciones estacionales del nivel de agua del embalse.

La dosis al grupo crítico, estimada basándose en la exposición a las vías críticas correspondientes a los radionucleidos identificados en las muestras recogidas, resultó menor que 2 E-3 mSv, valor muy por debajo del límite de dosis establecido en la normativa vigente (1 mSv).

CENTRO ATÓMICO EZEIZA

En el plan de monitoreo efectuado durante el año 2001, se recolectaron 540 muestras y se efectuaron 1260 determinaciones de los distintos radionucleidos de interés.

Las muestras de agua y sedimentos del arroyo Aguirre fueron tomadas con una frecuencia mensual, antes, después y dentro del centro (puntos 5, 6, 7, 8, 9 y 10, figura 13, pág. 57). También se analizaron muestras provenientes de los tanques de agua potable de dicho centro (puntos AP₁, AP₂, AP₃ y AP₄) y muestras de agua potable de los alrededores del centro (puntos AP₅, AP₆, AP₇, AP₈, AP₉, AP₁₀ y AP₁₁).

Las mediciones de las muestras correspondientes a leche, verduras de hoja y de raíz, se realizaron por espectrometría gamma, sobre comprimidos de cenizas de las muestras calcinadas.

Las concentraciones de estroncio 90 y de yodo 131 fueron determinadas conforme a la técnica descrita en el caso de la CNA I.

En los cuadros siguientes se indican las concentraciones de actividad medidas en las diferentes muestras.

Concentración de actividad de muestras de aerosoles en aire ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$)					
período	cesio 137	cobalto 60	período	cesio 137	cobalto 60
octubre 00	<2,5	<2,2	abril	<5,4	<3,7
noviembre 00	<3,5	<3,2	mayo	<3,7	4,6
diciembre 00	<4,0	<3,5	junio	<2,6	4,5
enero	15,7	<3,2	julio	<2,4	<2,0
febrero	6,2	6,1	agosto	<2,8	<1,9
marzo	13,6	<3,9	setiembre	4,1	<2,6

Concentración de actividad en leche de la zona del CAE (Bq/l)				
período	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	yodo 131
4º trimestre 00	<0,02	<0,02	0,03	<0,2
1º trimestre	<0,02	<0,02	0,02	<0,3
2º trimestre	<0,008	<0,01	<0,02	<0,2
3º trimestre	<0,006	<0,006	---	<0,1

Concentración de actividad en agua potable del CAE (Bq/l)												
período	4º trimestre 00			1º trimestre			2º trimestre			3º trimestre		
especie	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
AP1	<1,3 E-3	<1,2 E-3	4,0 E-4	<6,0 E-3	<6,0 E-3	1,0 E-3	<1,0 E-3	<1,0 E-3	1,0 E-4	<2,0 E-3	<2,3 E-3	3,0 E-4
AP2	<2,3 E-3	<1,7 E-3	<1,0 E-4	<4,0 E-3	<5,0 E-3	1,2 E-3	<1,0 E-3	<1,0 E-3	2,0 E-4	<8,0 E-4	<1,3 E-3	3,0 E-4
AP3	<2,3 E-3	<1,7 E-4	3,0 E-4	<4,0 E-3	<4,0 E-3	1,8 E-3	<2,3 E-3	<2,2 E-3	<2,0 E-4	<2,3 E-3	<1,3 E-3	---
AP4	<1,3 E-3	<1,2 E-3	2,0 E-4	<4,0 E-3	<4,0 E-3	1,3 E-3	<1,0 E-3	<7,0 E-34	1,0 E-4	<1,2 E-3	<1,0 E-3	---





Concentración de tritio en aguas potables del CAE y sus alrededores (Bq/l)				
punto de muestreo	4° trimestre 00	1° trimestre	2° trimestre	3° trimestre
AP ₁ (guardería)	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
AP ₂ (RA 3)	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
AP ₃ (LPR)	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
AP ₄ (Plantas Químicas)	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
AP ₅ (Tosquera)	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
AP ₆ (Club Fuerza Aérea)	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
AP ₇ (Club Aerodelismo)	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
AP ₈ (Club UPCN)	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
AP ₉ (Barrio SEC)	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
AP ₁₀ (Cantina Don Pepe)	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
AP ₁₁ (Club Empleados de Comercio)	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0

Nota: los puntos AP₅-AP₁₁ no se indican en la figura 13 debido a que son puntos de muestreo más alejados del CAE.

Concentración de actividad en muestras de agua de lluvia en el CAE (Bq/m ³)			
período	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90
4° trimestre 00	0,1	0,25	<0,02
1° trimestre	0,3	0,28	<0,02
2° trimestre	<0,1	<0,13	0,02
3° trimestre	<0,2	0,15	<0,01

Concentración de actividad en muestras de pasto en el CAE (Bq/m ²)			
período	cesio 137	cobalto 60	yodo 131
4° trimestre 00	<7,7	<6,1	<7,8
1° trimestre	<6,1	<4,4	<6,4
2° trimestre	<5,6	<3,2	<5,3
3° trimestre	<4,9	<2,6	<4,1

Los resultados presentados en la tabla surgen de promediar los niveles encontrados en los puntos 1, 2, 3 y 4 de la figura 13, página 57.

Concentración de actividad en agua del arroyo Aguirre (Bq/l)								
período	4° trimestre 00		1° trimestre		2° trimestre		3° trimestre	
puntos	cesio 137	cobalto 60	cesio 137	cobalto 60	cesio 137	cobalto 60	cesio 137	cobalto 60
5	<0,7	<0,6	<0,4	<0,2	<0,4	<0,2	<0,4	<0,2
6	<0,5	<0,2	<0,5	<0,2	<0,5	<0,4	<0,2	<0,1
7	<0,5	<0,4	<0,6	<0,2	<0,5	<0,2	<0,5	<0,4
8	<0,6	<0,2	<0,7	<0,5	<0,7	<0,5	<0,4	<0,2
9	<0,9	<0,4	<0,5	<0,4	<0,5	<0,3	<0,6	<0,3
10	<0,5	<0,7	<0,6	<0,5	<1,0	<0,5	<0,7	<0,6

Concentración de actividad en sedimentos del arroyo Aguirre (Bq/kg)								
período	4° trimestre 00		1° trimestre		2° trimestre		3° trimestre	
puntos	cesio 137	cobalto 60	cesio 137	cobalto 60	cesio 137	cobalto 60	cesio 137	cobalto 60
5	<0,9	<1,9	1,2	<0,6	0,8	<0,5	<1,0	<0,9
6	2,2	<1,1	1,5	<0,9	7,0	<0,7	3,3	1,3
7	15,3	4,0	10,9	53,2	21,3	2,8	14,2	2,6
8	232,0	102,0	27,7	6,8	131,0	22,5	271,0	32,5
9	23,0	12,3	100,0	19,3	54,7	18,4	254,0	3,6
10	17,6	4,9	39,0	5,7	171,0	77,0	39,2	6,5

Concentración de actividad en alimentos de la zona del CAE (Bq/kg)								
período	4° trimestre 00		1° trimestre		2° trimestre		3° trimestre	
especie	cesio 137	estroncio 90	cesio 137	estroncio 90	cesio 137	estroncio 90	cesio 137	estroncio 90
Verduras de hoja ¹	<0,01	0,03	<0,01	0,01	<0,009	0,01	<0,008	0,051
Verduras de raíz ²	<0,01	0,03	<0,02	0,05	<0,02	<0,03	<0,006	0,042
otras ³	---	---	<0,01	<0,005	<0,01	<0,009	---	---

Nota: ¹ radicheta, hinojo, escarola, acelga, lechuga, repollo y perejil
² remolacha, cebolla, apio y puerro
³ calabaza y berenjena
 --- significa muestra no disponible, debido a que las matrices son estacionales.

Se detectaron niveles de cesio 137, cobalto 60 y trazas de otros productos de fisión y activación en algunas muestras de sedimentos del arroyo. Asimismo se encontraron trazas de cesio y cobalto en algunas muestras de aire. En muestras del arroyo Aguirre, se realizaron, además de las determinaciones indicadas anteriormente mediciones de Teluro 123 m y Cesio 134 sin que se detectaran valores radiológicamente significativos.

La dosis en el grupo crítico, obtenida en base a los radionucleidos identificados en las muestras recogidas, resultó menor que 2,0 E-3 mSv. Este valor se encuentra dos órdenes de magnitud por debajo del límite de dosis para el público (1 mSv).

Cabe aclarar que, debido a las distintas series de ensayos de armas nucleares en la atmósfera que se efectuaron entre las décadas del '40 y del '70, existe un importante inventario de productos de fisión en el ambiente, en particular, de estroncio 90. Por lo tanto, es natural que en algunas muestras ambientales se haya detectado la presencia de estroncio 90, como puede apreciarse en los cuadros anteriores.

CENTRO ATÓMICO BARILOCHE

Durante 2001 se tomaron 17 muestras de agua y 3 de sedimentos, realizándose un total de 60 determinaciones y análisis radioquímicos. Los puntos de muestreo pueden observarse en la figura 14, pág. 58. La siguiente tabla muestra los valores obtenidos.

Tipo de muestra	cesio 137	cobalto 60	estroncio 90	tritio
Agua potable de la Ciudad de San Carlos de Bariloche	<0,005 Bq/l	<0,005 Bq/l	<0,005 Bq/l	<3,6 Bq/l
Valor promedio de aguas de la zona	<0,14 Bq/l	<0,14 Bq/l	---	< 3,2 Bq/l
Valor promedio en sedimentos de la zona	4,5 Bq/kg	<0,8 Bq/kg	---	---



COMPLEJOS MINERO FABRILES DE URANIO

Complejo minero fabril SAN RAFAEL

Durante 2001 se recolectaron 22 muestras de agua y 19 muestras de sedimentos. Se realizaron, sobre estas muestras recolectadas, un total de 82 determinaciones y análisis radioquímicos. Se detallan a continuación los valores promedios obtenidos (véase figura 15, pág. 59).

Tipo de muestra	Valor promedio
uranio natural en agua potable	0,002 mg/l (ppm)
uranio natural en aguas	0,0008 mg/l (ppm)
uranio natural en sedimentos	1,5 mg/kg (ppm)

Tipo de muestra	Valor promedio
radio 226 en agua potable	<2,2 mBq/l
radio 226 en aguas	<2,4 mBq/l
radio 226 en sedimentos	61 Bq/kg

Ex Complejo fabril MALARGÜE

Durante 2001 se recolectaron 23 muestras de aguas y 8 de sedimentos, realizándose sobre las mismas un total de 62 análisis. Se detallan a continuación los valores promedios obtenidos, expresados como media geométrica (véase figura 16, pág. 60).

Tipo de muestra	Valor promedio
uranio natural en agua potable	0,0008 mg/l (ppm)
uranio natural en aguas	0,008 mg/l (ppm)
uranio natural en sedimentos	1,5 mg/kg (ppm)

Tipo de muestra	Valor promedio
radio 226 en agua potable	<2,2 mBq/l
radio 226 en aguas	<2,8 mBq/l
radio 226 en sedimentos	39 Bq/kg
tasa de emanación de radón	7,1 Bq/m ² .s

Complejo fabril CÓRDOBA

Durante 2001, se midieron 60 muestras de radón en aire y se recolectaron 6 muestras de agua y 5 de sedimentos, realizándose sobre las mismas un total de 22 determinaciones y análisis radioquímicos. Se detallan a continuación los valores promedios obtenidos, expresados como media geométrica (véase figura 18, pág. 61).

Tipo de muestra	Valor promedio
uranio natural en agua	0,008 mg/l (ppm)
uranio natural en sedimentos	1,9 mg/kg (ppm)
radio 226 en agua	4,1 mBq/l
radio 226 en sedimentos	35 Bq/kg

Tipo de muestra	Valor promedio
tasa de emanación de radón	3,2 Bq/m ² .s
concentración de radón en aire medida en el perímetro	42 Bq/m ³

Ex Complejo minero fabril LOS GIGANTES

Durante 2001 se recolectaron 17 muestras de aguas superficiales y una muestra de agua potable en la localidad de Villa Carlos Paz, ya que el embalse del lago San Roque está alimentado por agua proveniente del río San Antonio, que tiene como afluente al río Cajón. Además, se recolectaron 14 muestras de sedimentos y se determinó la tasa de emanación de gas radón en las escombreras de mineral de uranio. Se presentan a continuación los valores promedios obtenidos en las distintas muestras, expresados como media geométrica. (Véase figura 19, pág. 61).

Tipo de muestra	Valor promedio
uranio natural en agua potable (Villa Carlos Paz)	0,001 mg/l (ppm)
uranio natural en aguas	0,002 mg/l (ppm)
uranio natural en sedimentos	26,7 mg/kg (ppm)

Tipo de muestra	Valor promedio
radio 226 en agua potable (Villa Carlos Paz)	4,7 mBq/l
radio 226 en aguas	7,4 mBq/l
radio 226 en sedimentos	284 Bq/kg

Ex Complejo minero fabril LA ESTELA

Durante 2001 se tomaron 10 muestras de agua y 7 de sedimentos, determinándose en ambos tipos de muestras la concentración de uranio natural y radio 226. Se detallan a continuación los valores promedios obtenidos, expresados como media geométrica. (Véase figura 20, pág. 62).

Tipo de muestra	Valor promedio
uranio natural en agua	0,02 mg/l (ppm)
uranio natural en sedimentos	16,4 mg/kg (ppm)
uranio natural en agua potable (Merlo)	0,0008 mg/l (ppm)

Tipo de muestra	Valor promedio
radio 226 en agua	6 mBq/l
radio 226 en sedimentos	181 Bq/kg
radio 226 en agua potable (Merlo)	<2,3 mBq/l

Ex Complejo minero fabril LOS COLORADOS

Durante 2001 se tomaron 13 muestras en aguas superficiales, 1 muestra de agua potable de la ciudad de Patquía y 3 muestras de sedimentos, realizándose 30 determinaciones sobre las mismas. Se llevó a cabo, también, la medición de la tasa de emanación del gas radón en escombreras de mineral. Se detallan a continuación los valores promedios obtenidos.

Tipo de muestra	Valor promedio
uranio en agua potable (Patquía)	0,03 mg/l (ppm)
uranio natural en agua	0,006 mg/l (ppm)
uranio natural en sedimentos	1,2 mg/kg (ppm)

Tipo de muestra	Valor promedio
radio 226 en agua potable (Patquía)	<2,4 mBq/l
radio 226 en agua	12 mBq/l
radio 226 en sedimentos	47,8 Bq/kg

Ex Complejo minero fabril TONCO

Durante 2001 se tomaron 25 muestras de aguas superficiales y 26 muestras de sedimentos, realizándose 102 determinaciones sobre las mismas. Se detallan a continuación los valores promedios obtenidos.

Tipo de muestra	Valor promedio
uranio natural en agua	0,09 mg/l (ppm)
uranio natural en sedimentos	1,5 mg/kg (ppm)

Tipo de muestra	Valor promedio
radio 226 en agua	5,8 mBq/l
radio 226 en sedimentos	56,2 Bq/kg

Ex Complejo minero fabril PICHINÁN

Durante 2001 se tomaron 25 muestras de aguas superficiales y 22 muestras de sedimentos, realizándose 94 determinaciones sobre las mismas. Se detallan a continuación los valores promedios obtenidos.

Tipo de muestra	Valor promedio
uranio en agua potable (Rawson)	0,0005 mg/l (ppm)
uranio en agua potable (Trelew)	0,0007 mg/l (ppm)
uranio natural en aguas	0,0007 mg/l (ppm)
uranio natural en sedimentos	0,93 mg/kg (ppm)

Tipo de muestra	Valor promedio
radio 226 en agua potable (Rawson)	2,4 mBq/l
radio 226 en agua potable (Trelew)	<2,3 mBq/l
radio 226 en aguas	3 mBq/l
radio 226 en sedimentos	45,9 Bq/kg



Conclusiones

Los valores medidos sobre las muestras obtenidas durante el monitoreo ambiental, en los alrededores de las diferentes complejos minero fabriles de uranio, indican que no se observan diferencias estadísticamente significativas entre los niveles determinados aguas arriba y aguas abajo de las instalaciones. Por otra parte, los valores medidos se encuentran muy por debajo de los valores de referencia para agua aceptados por la Autoridad Regulatoria Nuclear: 1,0 mg/l (ppm) para uranio natural y 180 mBq/l para radio 226.

MONITORAJE AMBIENTAL NO RELACIONADO CON LAS INSTALACIONES NUCLEARES

Fuentes artificiales

Se analizaron muestras de frutas y verduras de diferentes especies que fueron adquiridas en el Mercado Central de Buenos Aires y distintos componentes de una dieta promedio semanal, cuya provisión es adquirida de diferentes bocas de expendio, siendo por lo tanto representativa de una dieta estándar del Gran Buenos Aires. Los análisis se llevaron a cabo sobre muestras conjuntas trimestrales.

La concentración de actividad medida en 180 muestras analizadas, realizándose sobre las mismas 160 determinaciones, se presenta en los cuadros siguientes:

Concentración de actividad en muestras de aerosoles en aire ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$)			
período	cesio 137	período	cesio 137
octubre 00	<2,0	abril	<3,2
noviembre 00	<9,2	mayo	<2,5
diciembre 00	<1,9	junio	<2,7
enero	<2,0	julio	<1,9
febrero	<2,1	agosto	<2,7
marzo	<3,1	setiembre	---

Concentración de actividad en leche (Bq/l)		
período	cesio 137	estroncio 90
4º trimestre 00	<0,008	0,02
1º trimestre	<0,007	0,007
2º trimestre	<0,004	0,01
3º trimestre	<0,008	---

Concentración de actividad en muestras de dieta (Bq/kg)		
período	cesio 137	estroncio 90
4º trimestre 00	0,03	0,04
1º trimestre	< 0,02	<0,01
2º trimestre	<0,009	<0,02
3º trimestre	<0,03	<0,03

Concentración de actividad en muestras de agua de lluvia (Bq/m ³)		
período	cesio 137	estroncio 90
4º trimestre 00	<0,7	<0,08
1º trimestre	<0,7	<0,08
2º trimestre	<0,5	<0,08
3º trimestre	<0,5	---

Concentración de actividad en alimentos adquiridos en el Mercado Central de Buenos Aires (Bq/kg)								
período	4° trimestre 00		1° trimestre		2° trimestre		3° trimestre	
especie	cesio 137	estroncio 90	cesio 137	estroncio 90	cesio 137	estroncio 90	cesio 137	estroncio 90
Verduras de hoja ¹	<0,01	0,01	<0,01	0,03	<0,01	0,06	<0,01	---
verduras de raíz ²	<0,01	0,02	<0,01	0,03	<0,01	<0,07	<0,007	0,01
otras ³	<0,009	0,01	<0,009	0,008	<0,005	0,01	<0,01	0,01
frutas ⁴	<0,009	0,02	<0,009	0,03	<0,03	<0,04	<0,007	0,02

Nota: ¹ radicheta, acelga, lechuga, repollo, apio, brócoli, espinaca y escarola.
² remolacha, cebolla, papa y batata
³ zapallito, berenjena, tomate, pepino, morrón y chaucha.
⁴ manzana, durazno, mandarina, pomelo, pera, kiwi, banana y naranja
 --- muestra no disponible durante el trimestre debido a que las matrices son estacionales.

Fuentes naturales: Medición de radón en viviendas

A continuación se indican las localidades del país donde se efectuaron las mediciones de radón:

Lugar de muestreo	Promedio (Bq/m ³)	Número de viviendas	Sistema de medición*
Malargüe (provincia de Mendoza)	44,8	268	1,2,3,4
Ciudad de Mendoza (provincia de Mendoza)	49,6	139	1,2
General Alvear (provincia de Mendoza)	45,0	106	1
San Rafael (provincia de Mendoza)	32,1	453	1,4
Corrientes (provincia de Corrientes)	48,0	109	1
Ciudad de Buenos Aires	26,0	364	1,2,3
Resistencia (provincia de Chaco)	49,0	35	1
Rosario (provincia de Santa Fe)	31,0	61	1
San Luis (provincia de San Luis)	30,7	204	1
Trelew, Puerto Madryn, Rawson, Gastre y Esquel (provincia de Chubut)	33,0	70	1
Santiago del Estero (provincia de Santiago del Estero)	28,0	62	1
Bariloche (provincia de Río Negro)	29,0	38	1
Cosquín (provincia de Córdoba)	48,2	70	1
Ciudad de Córdoba (provincia de Córdoba)	29,4	174	1,4
Promedio	35,5	2153	

* Sistema de medición: 1 Makrofol, 2 Electrets, 3 Carbón activado, 4 CR-39

El valor medio de la concentración de radón, considerando las 2153 viviendas monitoreadas, desde 1983 hasta 2001 en todo el país, resultó ser de 35,5Bq/m³, con una media geométrica de 24,2 Bq/m³.

Cabe recordar que la Norma Básica de Seguridad Radiológica establece que, cuando la concentración promedio anual de radón en el interior de las viviendas exceda los 400 Bq/m³, se deben adoptar medidas para reducir la concentración del gas radón, como, por ejemplo, ventilar los ambientes.

Del análisis de los resultados obtenidos se observa que los valores promedios de las distintas ciudades argentinas no superan los 50 Bq/m³, encontrándose solamente muy pocos valores individuales por encima de 200 Bq/m³ y ninguno supera 400 Bq/m³.





Por ello, se concluye en base a los resultados obtenidos hasta el momento que en la Argentina los niveles de radón en el interior de viviendas se encuentran dentro de los valores aceptables para la población.