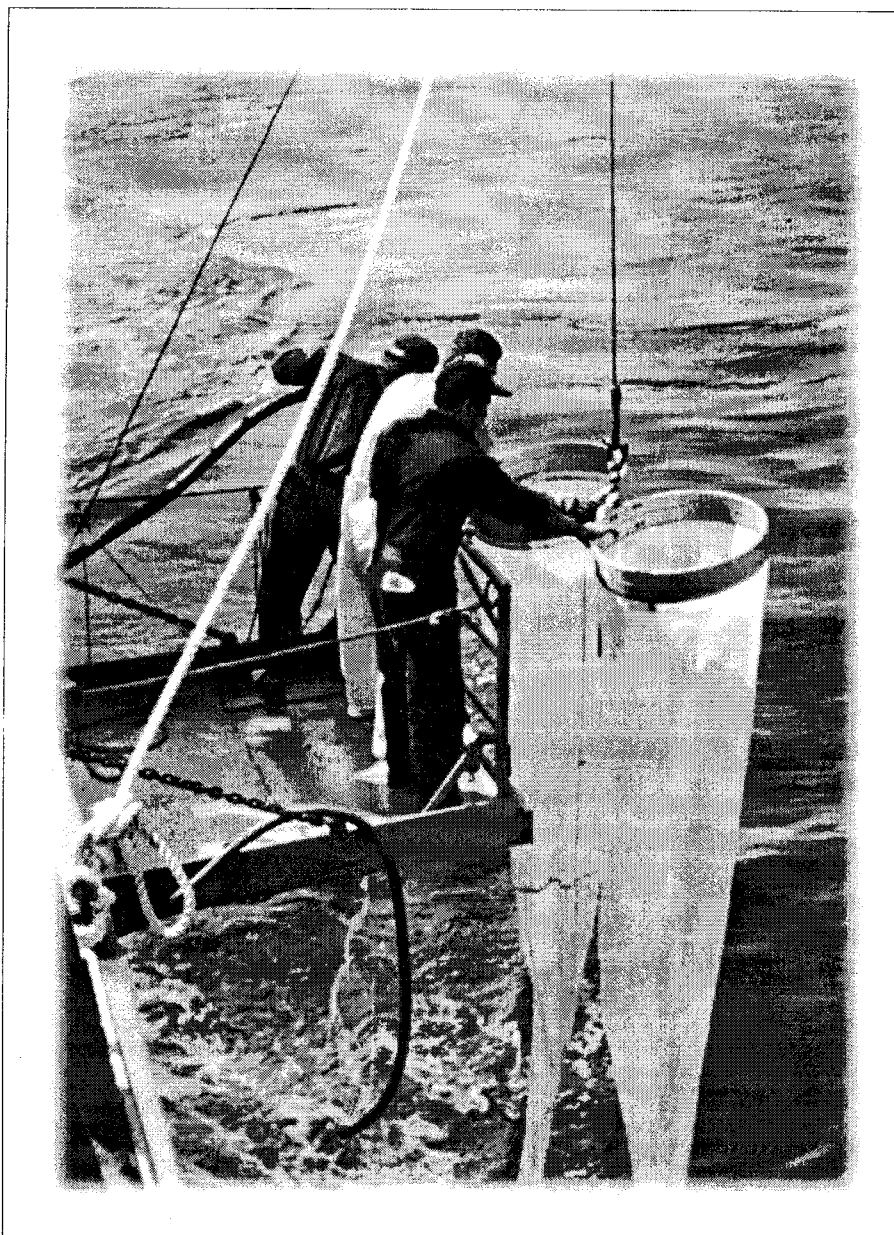


INFORME DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA RADIOLOGICA AMBIENTAL 1994-1998



Instituto Peruano de Energía Nuclear

Centro Nuclear "Oscar Miroquesada de la Guerra"

INFORME DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA RADIOLOGICA AMBIENTAL 1994-1998

Elaborado por:

Departamento de Control Ambiental

Dra. Susana Gonzales Villalobos

Lic. José Osoro Rebaza

Ing. Jorge Martínez Gastelú

Quím. Edith López Moreno

Sr. Raúl Jara Martínez

Sr. Aurelio Anaya Pianto

Editado por:

Dirección General de Seguridad Radiológica

Instituto Peruano de Energía Nuclear.

Lima-Setiembre de 1999.

INDICE	Pag.
1. Introducción	5
2. Programas de Vigilancia Radiológica Ambiental - PVRA	7
2.1. Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental - Centro Nuclear "RACSO" (PVRA-CNR)	7
2.2. Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental en aire a nivel nacional (PVRA - NN)	7
2.3. Programa de Vigilancia Radiológica Marina en el litoral peruano (PVRM)	8
2.4. Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental en la región antártica	8
3. Servicios	9
3.1. Informes de ensayo de radiactividad en alimentos y en equipos que utilizan fuentes de radiación	9
4. Procedimientos e infraestructura.	10
4.1. Muestreo, tratamiento y acondicionamiento de muestras ambientales	10
4.2. Laboratorio de Radiometría	10
4.3. Laboratorio de Radioquímica Ambiental	12
4.4. Estación Meteorológica de Huarangal	12
5. Resultados	13
6. Conclusiones	14
7. Anexos	15
Anexo 1: Tablas de datos	17
Anexo 2: Glosario de términos	25
Anexo 3: Referencias	29

1. INTRODUCCION

El Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) tiene entre sus funciones el realizar acciones para vigilar permanentemente los niveles de radiactividad en el medio ambiente y prestar servicios a distintos sectores de la producción. En tal sentido, se ejecuta el Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental-PVRA, el mismo que tiene aplicación local en la zona de influencia del Centro Nuclear "RACSO" y connotación nacional con el monitoreo radiológico en el litoral peruano y en aire a nivel nacional.

La vigilancia radiológica ambiental se realiza ante la posibilidad de accidentes en instalaciones nucleares y/o eventos nucleares que pudieran afectar nuestro entorno ecológico, permitiendo estimar el riesgo potencial para la salud de la población y verificar que los límites de dosis estipulados en el Reglamento de Seguridad Radiológica (D. S. N° 009-97-EM) no sean excedidos.

Para la ejecución de tales trabajos se han conjugado esfuerzos e intereses interinstitucionales para el logro de objetivos dentro del contexto global de la conservación ambiental que involucra todas las actividades y programas de desarrollo nacional.

En el área de investigación, el Instituto Peruano de Energía Nuclear coadyuvando esfuerzos en la ejecución de estudios que conlleven al conocimiento y a la protección del medio ambiente global, inició en 1996, la evaluación de radiactividad ambiental en el área que ocupa el Perú en el continente antártico.

El presente documento constituye el informe sobre los resultados obtenidos en el Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental entre los años 1994 y 1998 e incluye información sobre los niveles de radiactividad en muestras ambientales antárticas. Las mencionadas actividades han sido desarrolladas por el Departamento de Control Ambiental de la Dirección de Protección Radiológica - Dirección General de Seguridad Radiológica del IPEN.

De esta manera, el Instituto Peruano de Energía Nuclear cumple con una de sus misiones fundamentales relativas a la protección del hombre y del medio ambiente en lo referido a los riesgos que conllevan las radiaciones ionizantes.

2. PROGRAMAS DE VIGILANCIA RADIOLOGICA AMBIENTAL - PVRA.

El objetivo de los programas de vigilancia radiológica ambiental - PVRA, es evaluar los niveles de radiactividad artificial en diferentes componentes del medio ambiente ante la eventualidad de accidentes en instalaciones nucleares y/o ensayos nucleares que pudieran afectar al hombre y su entorno ecológico, salvaguardando la salud de la población.

2.1. PROGRAMA DE VIGILANCIA RADIOLOGICA AMBIENTAL - CENTRO NUCLEAR "RACSO" (PVRA-CNR)

El Centro Nuclear Oscar Miroquesada de la Guerra - CN "RACSO", se encuentra ubicado en el valle del río Chillón, a 28 Km. al norte de la ciudad de Lima, a 400 m.s.n.m., a 77 grados de longitud oeste y 11 grados de latitud sur.

De las instalaciones que conforman el CN "RACSO" son de interés, desde el punto de vista ambiental, el reactor de 10 MWt (RP-10) y la planta de producción de radioisótopos (PPR). Tales instalaciones iniciaron su operación en Diciembre de 1989.

El PVRA - CNR se desarrolla con la finalidad de evaluar los niveles de radiactividad en diferentes componentes ambientales de la zona de influencia del CN "RACSO" debido a la operación normal de la citada instalación.

El PVRA - CNR se muestra en la Tabla N° 1 del Anexo 1 de este informe.

2.2. PROGRAMA DE VIGILANCIA RADIOLOGICA AMBIENTAL EN AIRE A NIVEL NACIONAL (PVRA-NN)

En las últimas tres décadas, el planeta ha recibido una importante cantidad de radionucleídos artificiales (producto de ensayos nucleares atmosféricos y accidentes nucleares), estos han sido dispersados en el aire como "fallout" troposférico y estratosférico.

El PVRA - NN, involucra el monitoreo radiológico en aire en las diferentes estaciones de muestreo instaladas en el territorio nacional y tiene como objetivo evaluar los niveles de radiactividad debidos al "fallout" internacional.

El alcance previsto para la ejecución del programa en aire a nivel nacional, es el indicado en la Tabla N° 2 del Anexo 1.

2.3. PROGRAMA DE VIGILANCIA RADIOLOGICA MARINA EN EL LITORAL PERUANO (PVRM)

Se ha verificado que los niveles de radiactividad se incrementaron globalmente debido a las pruebas nucleares efectuadas en la superficie terrestre durante la década de los 60 y que la mayor parte de los desechos radiactivos producidos por los ensayos nucleares subterráneos se encuentran localizados en el subsuelo evidenciando la necesidad de monitorear radiológicamente el ecosistema marino.

Constituyen objetivos de este programa, el evaluar los niveles de radiactividad en el medio marino a fin de implementar una base de datos que sirva de referencia para estudios futuros y contar con capacidad de respuesta frente a la comunidad nacional e internacional ante los potenciales riesgos que representan la ocurrencia de eventos nucleares antropogénicos.

El Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) con el apoyo del Instituto del Mar del Perú (IMARPE), realiza desde 1993, el Programa de Vigilancia Radiológica Marina en el Litoral Peruano.

Durante el período 1993-1998, se ha participado en ocho cruceros oceanográficos y se han efectuado 1011 análisis por espectrometría gamma para elementos radiactivos artificiales. En la Tabla N° 3 del Anexo 1 se muestra este Programa.

2.4. PROGRAMA DE VIGILANCIA RADIOLOGICA AMBIENTAL EN LA REGION ANTARTICA

El Perú, en el marco de su política antártica y en su condición de Miembro Consultivo del Tratado Antártico, desarrolla programas de investigación científica en el continente antártico.

En este contexto, el Instituto Peruano de Energía Nuclear, realiza trabajos de investigación destinados a promover el conocimiento científico de la región antártica, a asegurar la conservación de sus recursos y a proteger su ecosistema.

Desde 1996, el IPEN ha participado en las Expediciones Científicas a la Antártida con proyectos de investigación relativos a la evaluación radiológica ambiental y uso de técnicas nucleares para control ambiental.

En la Tabla N° 4 del Anexo 1 se muestra el programa de vigilancia radiológica en la región antártica.

3. SERVICIOS

3.1. INFORMES DE ENSAYO DE RADIATIVIDAD EN ALIMENTOS Y EN EQUIPOS QUE UTILIZAN FUENTES DE RADIACION

Las nuevas tecnologías que involucran el uso de radiaciones ionizantes aportan grandes beneficios al desarrollo global, pero a su vez representan potenciales riesgos para la salud humana; evidenciando la necesidad de realizar controles radiológicos para cumplir con lo estipulado en el Reglamento de Seguridad Radiológica (D. S. 009-97-EM).

En este sentido, en el marco de los servicios prestados a usuarios externos, muestras de alimentos y frotices tomados de los equipos que utilizan fuentes de radiación son analizados por espectrometría gamma para determinar radionucleídos específicos y emitir el correspondiente Informe de Ensayo de Radiactividad.

4. PROCEDIMIENTOS E INFRAESTRUCTURA

4.1. MUESTREO, TRATAMIENTO Y ACONDICIONAMIENTO DE COMPONENTES AMBIENTALES

En el marco de los programas de vigilancia establecidos, se colectan aerosoles, aguas, muestras biológicas y geológicas, los cuales son sometidos a tratamientos físicos y químicos para su acondicionamiento en recipientes de geometría apropiada para su medición radiométrica.

4.2. LABORATORIOS DE RADIOMETRIA

4.2.1. RADIOMETRIA GAMMA

Sistemas de Medición

Se cuenta con dos detectores de centelleo sólido compuestos de NaI(Tl) y dos detectores semiconductores de germanio hiperpuro (HpGe) que se encuentran asociados a módulos de alto voltaje, preamplificadores y amplificadores marca Canberra y mediante un módulo Mixer-Router a una tarjeta electrónica multicanal Canberra-S-100 y a una PC compatible Pentium.

Parámetros de Análisis

Se utilizan diversas geometrías de contaje de acuerdo al tipo de muestra analizada. Los tiempos de contaje oscilan entre 2000 a 4000 segundos cuando se evalúan radionucleidos específicos y de 10000 a 60000 segundos cuando se realizan los análisis isotópicos gamma en los detectores semiconductores.

Calibración

Se realizan calibraciones para cada tipo de geometría de contaje utilizando soluciones estándar de Eu-152 para los detectores semiconductores y patrones de radionucleidos específicos para los detectores de centelleo sólido. La Eficiencia (E), el Límite de Detección instrumental (LD) así como la Concentración Mínima Detectable (CMD), están dadas por las siguientes fórmulas:

$$E = [\text{Integral} - \text{Fondo}] * [\text{Actividad actual (Bq)} * \text{tiempo de contaje(s)} * \text{Emisión}]^{-1}$$

$$LD = 4.66 * [\text{Fondo}]^{0.5} * [\text{Eficiencia} * \text{Tiempo de Contaje(s)} * \text{Emisión}]^{-1}$$

$$CMD = \text{Límite de Detección} / \text{Peso o Volúmen analizado}$$

Evaluación

Los espectros obtenidos son evaluados mediante el empleo de hojas de cálculo electrónicas (Excel) y los resultados son expresados en Bequerelios por kilogramo de peso seco, litro o metro cúbico, dependiendo del tipo de muestra.

4.2.2. RADIOMETRIA BETA

Se utiliza un detector de centelleo plástico marca LAS-Telecom específico para partículas beta con un fondo de 3 cuentas por minuto (cpm). El detector y blindaje están asociados a un registrador de cuentas o contador el cual puede operar en la modalidad de manual o automático.

Parámetros de Análisis

Las muestras fueron adaptadas a la geometría específica de contaje, la cual consiste en una plancheta de 3 cm de diámetro. Los contajes oscilaron entre 30 a 120 minutos dependiendo de la actividad de la muestra.

Calibración

El sistema es calibrado con K-40, utilizando cloruro de potasio anhidro (KCl) elaborando la curva de eficiencia en función de su densidad másica. La Eficiencia (E), el Límite de Detección Instrumental (LD) así como la Concentración Mínima Detectable (CMD), están dadas por las siguientes fórmulas:

$$E = \frac{[Ctas.Total - Ctas.Fondo]}{[Actividad\ del\ K-40\ (Bq) * Tiempo\ de\ Contaje\ (s) * Emisión]}^1$$

$$LD = 4.66 * [Fondo]^0.5 * [Eficiencia * Tiempo\ de\ Contaje(s) * Emisión]^{-1}$$

$$CMD = \text{Límite de Detección} / \text{Peso o Volumen analizado.}$$

Evaluación

Los resultados obtenidos son evaluados mediante el empleo de hojas de cálculo electrónicas (Excel) y los resultados son expresados como actividad Beta Total Equivalente a K-40 en Bequerelios por kilogramo de peso seco, litro o metro cúbico dependiendo del tipo de muestra.

4.3. LABORATORIO DE RADIOQUIMICA AMBIENTAL

La detección de actividades muy bajas se realiza utilizando métodos radioquímicos de concentración de radionucleidos específicos como Sr-90, Cs-137, Ra-226, Th-230, Pb-210, Po-210 y transuránidos.

Determinación Radioquímica de Cesio-137 (Cs^{137})

Volúmenes de 100 litros de agua de mar son acidificados con ácido nítrico, luego se les añade un portador de Cesio estable y fosfomolibdato de amonio (FMA) sintetizado en el laboratorio, sometiéndolo a agitación continua. Posteriormente se deja decantar por 24 horas, se elimina el sobrenadante mediante sifoneo y se recolecta el precipitado Cs-FMA en un frasco de 200 ml. para su lectura por espectrometría gamma de alta resolución (HpGe) por 5000 segundos.

Determinación de Estroncio-90 (Sr^{90})

Muestras sólidas de hueso, caparazón de caracol, leche en polvo etc. se calcinan a 650°C, se les añade portadores de Bario, Estroncio y Calcio. Se elimina el Magnesio acidificando la solución a pH 3.8 con el EDTA. El Bario y Estroncio son absorbidos por la resina de intercambio iónico y el Calcio al acomplejarse con el EDTA pasa libremente. El Estroncio es precipitado luego de que el Bario y Estroncio fueron eluidos. El Estroncio-89 y el Estroncio-90 son medidos por contaje beta a través del crecimiento del Ytrio-90.

4.4. ESTACION METEOROLOGICA DE HUARANGAL

El Instituto Peruano de Energía Nuclear cuenta con la estación climatológica ordinaria - CO Huarangal, la que se mantiene operativa desde 1980 con el apoyo del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI y con la Estación Meteorológica Automática Weather Monitor II que se encuentra operativa desde Enero de 1999. Estas estaciones poseen los instrumentos y sensores apropiados que permiten llevar el control permanente de los parámetros meteorológicos en el área de influencia del Centro Nuclear "RACSO", obteniéndose la información necesaria aplicable a los potenciales casos de emergencia radiológica así como para estudios de dispersión atmosférica.

5. RESULTADOS

En la Tabla N° 5 del Anexo 1 se muestran los resultados del Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental en el Centro Nuclear RACSO; observándose la presencia de Te-123m, Co-60 y Cs-137 en muestras de suelo y sedimento.

La presencia de muy bajas concentraciones de Cs-137 en muestras de suelo son atribuidas al incremento global de la radiactividad ambiental ocasionada por el fallout estratosférico, mientras que en el sedimento cloacal se debe a las evacuaciones controladas de los laboratorios que manipulan fuentes líquidas de baja actividad.

En la Tabla N° 6 del Anexo 1, se presentan los valores de I-131 registrados por las descargas de la chimenea de la PPR. Puede observarse que niveles bajos de radiactividad fueron eventualmente detectados en los jardines del RP-10 (zona de emplazamiento), sin embargo, en la Estación Meteorológica (primer punto de muestreo del área de influencia) los resultados encontrados indican valores que están dentro del orden de magnitud del límite de detección instrumental.

En la Tabla N° 7, se muestra los resultados relativos al Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental en aire a nivel nacional desde 1966 hasta 1998.

En la Tabla N° 8 se muestran los resultados del Programa de Vigilancia Radiológica Marina en el litoral peruano efectuado entre 1994 y 1998, observándose valores que se encuentran por debajo de los límites de detección instrumental.

En la Tabla N° 9 se muestran los resultados de la actividad gamma en muestras antárticas. Puede observarse concentraciones de Cs-137 en muestras de sedimento y líquenes. Los niveles de radiactividad encontrados, si bien es cierto, indican la presencia de radiactividad artificial en la región antártica, pueden considerarse como niveles en un rango normal de fluctuación después de los ensayos nucleares de décadas pasadas. Por otro lado, altas concentraciones de Berilio-7, radionucleido natural, han sido verificadas en muestras de líquenes antárticos (Usnea antártica).

En la Tabla N° 10 se muestran los resultados de la determinación radioquímica de Cs-137 en aguas de mar empleando fosfomolibdato de amonio, realizados durante 1997 y 1998.

En la Tabla N° 11 se muestran los resultados de la determinación radioquímica

de Sr-90 por intercambio iónico en muestras biológicas, realizados en 1997 y 1998.

6. CONCLUSIONES

Los niveles de radiactividad detectados en muestras biológicas y ambientales, provenientes de la zona de influencia del Centro Nuclear "RACSO" durante el período 1994-1998, se encuentran dentro del orden de magnitud del límite de detección instrumental de los equipos utilizados.

Los resultados del Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental en aire a nivel nacional, indican ausencia de radiactividad artificial en el período 1994-1998.

Los resultados del Programa de Vigilancia Radiológica Marina en el litoral peruano indican ausencia de radiactividad artificial en el período 1994-1998.

El Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental ejecutado por el Instituto Peruano de Energía Nuclear, reporta que la población peruana no ha sufrido compromiso radiosanitario durante el período 1994-1998.

El Cesio-137, radionucleído artificial, ha sido detectado en sedimento y líquenes provenientes de la región antártica, sin embargo, estos niveles a pesar de indicar la presencia de radiactividad artificial no constituyen un peligro potencial para el ecosistema antártico, pudiendo ser atribuido al incremento global de los niveles de radiactividad después de los ensayos nucleares atmosféricos de la década de los 60.

Anexos

TABLA N° 1
PROGRAMA DE VIGILANCIA RADIOLOGICA AMBIENTAL
CENTRO NUCLEAR RACSO

VIA DE EXPOSICION: AIRE

Muestra	Frecuencia de muestreo	Análisis	Frecuencia de Análisis
Aerosoles (Polvo en Aire)	Quincenal	Beta-Cs ¹³⁷ Gamma HpGe	Quincenal Semestral
Aerosoles (I-131 en aire)	Semanal	I ¹³¹	Semanal
Suelo	Bimestral	Beta-Cs ¹³⁷ Gamma HpGe	Bimestral Trimestral
Deposito de I ¹³¹ (Carbon act.)	Quincenal	I ¹³¹	Quincenal

VIA DE EXPOSICION: AGUA

Muestra	Frecuencia de muestreo	Análisis	Frecuencia de Análisis
Agua y sedimento cloacal	Mensual	Beta-Cs ¹³⁷ Gamma HpGe	Mensual Semestral
Agua superficial, subterránea, potable y sedimento de río	Trimestral	Beta-Cs ¹³⁷ Gamma HpGe	Trimestral Semestral

VIA DE EXPOSICION: ALIMENTOS

Muestra	Frecuencia de muestreo	Análisis	Frecuencia de Análisis
Leche de Vaca	Bimestral	Beta-Cs ¹³⁷ Gamma HpGe	Bimestral Trimestral
Prod. Agrícolas y Forraje	Trimestral	Beta-Cs ¹³⁷ Gamma HpGe	Trimestral Trimestral

TABLA N° 2
PROGRAMA DE VIGILANCIA RADIOLOGICA AMBIENTAL
EN AIRE A NIVEL NACIONAL

VIA DE EXPOSICION: AIRE

Muestra	Frecuencia de muestreo	Zonas de muestreo	Análisis	Frecuencia de Análisis
Aerosoles (Polvo en Aire)	Mensual	Observatorio Huancayo IGP Estación SENAMHI - Arequipa Estación SENAMHI - Piura Estación SENAMHI - Cusco Estación Centro Nuclear "RACSO"	Beta-Cs ¹³⁷ Gamma	Mensual Trimestral

TABLA N° 3
PROGRAMA DE VIGILANCIA RADIOLOGICA MARINA
EN EL LITORAL PERUANO

Áreas de Muestreo	Tipo de Muestra	Análisis
Paíta	Agua de Mar Sedimento Marino Muestras hidrobiológicas	Beta-Cs ¹³⁷ Gamma HpGe
Punta Aguja	Agua de Mar Sedimento Marino	Beta-Cs ¹³⁷ Gamma HpGe
Chimbote	Agua de Mar Sedimento Marino	Beta-Cs ¹³⁷ Gamma HpGe
Callao	Agua de Mar Sedimento Marino Muestras hidrobiológicas	Beta-Cs ¹³⁷ Gamma HpGe
San Juan	Agua de Mar Sedimento Marino	Beta-Cs ¹³⁷ Gamma HpGe
Ilo	Agua de Mar Sedimento Marino Muestras hidrobiológicas	Beta-Cs ¹³⁷ Gamma HpGe

TABLA N° 4
PROGRAMA DE VIGILANCIA RADIOLOGICA
EN LA REGION ANTARTICA

Tipo de Muestra	Areas de Muestreo	Análisis
Algas Pardas	Playa Naylamp Playa del Inca	Beta-Gamma
Algas Rojas	Playa Naylamp Playa del Inca	Beta-Gamma
Líquenes	Cerro Salkantay Estación Machu Picchu	Beta-Gamma
Musgo	Estación Machu Picchu	Beta-Gamma
Gramíneas	Punta Crepín	Beta-Gamma
Arena	Estación Machu Picchu	Beta-Gamma
Suelo	Estación Machu Picchu Radar MST	Beta-Gamma
Sedimento Marino	Ensenada Mackellar	Beta-Gamma
Agua de mar	Ensenada Mackellar Base Frei	Beta-Gamma
Restos óseos	Punta Crepín	Beta-Gamma
Hielo Glaciar	Glaciar Lange Glaciar Domeyko	Beta-Gamma
Aerosoles	Ensenada Mackellar	Beta-Gamma

PROGRAMA DE VIGILANCIA RADIOLOGICA AMBIENTAL EN EL CENTRO NUCLEAR
 RACSO - ANALISIS RADIOMETRICO GAMMA 1994 -1998

Muestra	Area de Muestreo	1994				1995				1996				1997				1998				Unidad
		Te ^{132m}	Cs ¹³⁷	Co ⁶⁰	Te ^{132m}	Cs ¹³⁷	Co ⁶⁰	Te ^{132m}	Cs ¹³⁷	Co ⁶⁰	Te ^{132m}	Cs ¹³⁷	Co ⁶⁰	Te ^{132m}	Cs ¹³⁷	Co ⁶⁰	Te ^{132m}	Cs ¹³⁷	Co ⁶⁰			
Polvo en Aire	C5	<2.1e-2	<1.8e-2	<1.7e-2	<2.1e-2	<1.8e-2	<1.7e-2	<2.1e-2	<1.8e-2	<1.7e-2	<2.1e-2	<1.8e-2	<1.7e-2	<2.1e-2	<1.8e-2	<1.7e-2	<2.1e-2	<1.8e-2	<1.7e-2	Bq/m ³		
	D5	<2.1e-2	<1.8e-2	<1.7e-2	<2.1e-2	<1.8e-2	<1.7e-2	<2.1e-2	<1.8e-2	<1.7e-2	<2.1e-2	<1.8e-2	<1.7e-2	<2.1e-2	<1.8e-2	<1.7e-2	<2.1e-2	<1.8e-2	<1.7e-2	Bq/m ³		
Agua de Rio	J6	<2.4e+0	<4.1e-2	<1.1e+0	<2.4e+0	<4.1e-2	<1.1e+0	<2.4e+0	<4.1e-2	<1.1e+0	<2.4e+0	<4.1e-2	<1.1e+0	<2.4e+0	<4.1e-2	<1.1e+0	<2.4e+0	<4.1e-2	<1.1e+0	Bq/L		
Agua de Riesgo	G6	<2.4e+0	<4.1e-2	<1.1e+0	<2.4e+0	<4.1e-2	<1.1e+0	<2.4e+0	<4.1e-2	<1.1e+0	<2.4e+0	<4.1e-2	<1.1e+0	<2.4e+0	<4.1e-2	<1.1e+0	<2.4e+0	<4.1e-2	<1.1e+0	Bq/L		
Agua Cloacal	E5	<2.4e+0	<4.1e-2	<1.1e+0	<2.4e+0	<4.1e-2	<1.1e+0	<2.4e+0	<4.1e-2	<1.1e+0	<2.4e+0	<4.1e-2	<1.1e+0	<2.4e+0	<4.1e-2	<1.1e+0	<2.4e+0	<4.1e-2	<1.1e+0	Bq/L		
Agua Potable	C6	<2.4e+0	<4.1e-2	<1.1e+0	<2.4e+0	<4.1e-2	<1.1e+0	<2.4e+0	<4.1e-2	<1.1e+0	<2.4e+0	<4.1e-2	<1.1e+0	<2.4e+0	<4.1e-2	<1.1e+0	<2.4e+0	<4.1e-2	<1.1e+0	Bq/L		
Sedimento Cloacal	E5	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	Bq/Kg		
Sedimento de Rio	J5	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	Bq/Kg		
Suelo	B4	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	Bq/Kg		
	B6	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	Bq/Kg		
	D3	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	Bq/Kg		
	E5	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	Bq/Kg		
	H5	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	<4.1e+1	<2.7e+1	<2.1e+1	Bq/Kg		
Prod. Agrícolas	Pa. Monte	<2.4e+0	<2.5e+0	<1.1e+0	<2.4e+0	<2.5e+0	<1.1e+0	<2.4e+0	<2.5e+0	<1.1e+0	<2.4e+0	<2.5e+0	<1.1e+0	<2.4e+0	<2.5e+0	<1.1e+0	<2.4e+0	<2.5e+0	<1.1e+0	Bq/Kg		
Leche	Qlona	<2.4e+0	<2.5e+0	<1.1e+0	<2.4e+0	<2.5e+0	<1.1e+0	<2.4e+0	<2.5e+0	<1.1e+0	<2.4e+0	<2.5e+0	<1.1e+0	<2.4e+0	<2.5e+0	<1.1e+0	<2.4e+0	<2.5e+0	<1.1e+0	Bq/L		

TABLA N° 6
I¹³ EN EL CENTRO NUCLEAR 'RACSO'
(Bequerelios/m³)
1994-1998

Meses	JARDINES DEL RP-10				
	1994	1995	1996	1997	1998
Enero	< C.M.D.	< C.M.D.	0,0064 ± 0,001	0,0420 ± 0,006	0,0318 ± 0,006
Febrero	< C.M.D.	< C.M.D.	0,0260 ± 0,005	0,8100 ± 0,058	0,0326 ± 0,018
Marzo	< C.M.D.	< C.M.D.	3,5000 ± 1,870	< C.M.D.	0,1780 ± 0,133
Abril	0,0140 ± 0,003	< C.M.D.	0,0083 ± 0,001	0,7000 ± 0,265	0,1810 ± 0,135
Mayo	0,0650 ± 0,008	0,0860 ± 0,009	0,0090 ± 0,003	0,0250 ± 0,005	0,5300 ± 0,073
Junio	0,2200 ± 0,047	0,2200 ± 0,047	0,0210 ± 0,005	0,0820 ± 0,009	0,1690 ± 0,130
Julio	0,1100 ± 0,033	0,0190 ± 0,004	0,1100 ± 0,033	0,6200 ± 0,079	0,8400 ± 0,092
Agosto	0,2700 ± 0,052	0,0150 ± 0,004	0,0970 ± 0,010	0,0270 ± 0,005	0,0768 ± 0,028
Setiembre	0,1300 ± 0,036	0,0640 ± 0,008	0,0610 ± 0,008	0,4200 ± 0,065	0,5400 ± 0,073
Octubre	0,4200 ± 0,065	0,2700 ± 0,052	0,0120 ± 0,003	0,0330 ± 0,006	0,0314 ± 0,018
Noviembre	0,2300 ± 0,048	0,4400 ± 0,066	0,0110 ± 0,003	< C.M.D.	0,0260 ± 0,005
Diciembre	0,0920 ± 0,001	0,3300 ± 0,057	2,8000 ± 1,673	0,0110 ± 0,003	0,1100 ± 0,033

Meses	ESTACION METEOROLOGICA				
	1994	1995	1996	1997	1998
Enero	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.
Febrero	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.
Marzo	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.
Abril	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.
Mayo	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.
Junio	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.
Julio	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.
Agosto	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.
Setiembre	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.
Octubre	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.
Noviembre	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.
Diciembre	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.	< C.M.D.

C.M.D. = Concentración Mínima Detectable = 0,0022 Bequerelios/ m³

TABLA N° 7

RESULTADOS DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA RADIOLOGICA EN AIRE A NIVEL NACIONAL (PVRA - NN)

**RADIATIVIDAD BETA TOTAL EQUIVALENTE EN AIRE
(Bequerelios/m³)
1966 - 1998**

Año	Lima	Huancayo	Arequipa
1966	49,2 ± 0,221		
1967	32,2 ± 0,18		
1968	67,5 ± 0,25		
1969	4,100 ± 2,02		
1970	109,000 ± 10,44		
1971	40,000 ± 6,32		8,500 ± 2,92
1972	26,300 ± 5,13		
1973	19,200 ± 4,38	16,500 ± 4,06	39,000 ± 6,24
1974	35,200 ± 5,93		0,400 ± 0,20
1975	1,200 ± 1,09		
1976	0,500 ± 0,22		
1977			0,200 ± 0,14
1978	0,900 ± 0,30	0,100 ± 0,03	
1979	0,900 ± 0,30	0,100 ± 0,03	
1980		0,400 ± 0,20	0,200 ± 0,14
1981	0,800 ± 0,28	0,100 ± 0,03	0,200 ± 0,14
1982	1,500 ± 1,22	0,200 ± 0,14	1,500 ± 1,22
1983		0,200 ± 0,14	0,100 ± 0,03
1984		0,300 ± 0,17	0,200 ± 0,14
1985		0,300 ± 0,17	
1986	0,300 ± 0,17	0,100 ± 0,03	
1987			
1988			
1989	0,300 ± 0,17		
1990	0,500 ± 0,22		
1991	0,300 ± 0,17	0,200 ± 0,14	0,300 ± 0,17
1992	0,300 ± 0,17	0,100 ± 0,03	
1993	0,100 ± 0,03	0,200 ± 0,14	0,300 ± 0,17
1994	0,300 ± 0,17	0,200 ± 0,14	0,200 ± 0,14
1995	0,400 ± 0,20	0,200 ± 0,14	0,200 ± 0,14
1996	0,200 ± 0,14	0,150 ± 0,12	0,200 ± 0,14
1997	0,225 ± 0,15	0,225 ± 0,15	0,225 ± 0,15
1998	0,200 ± 0,14	0,225 ± 0,15	0,200 ± 0,14

Concentración Máxima Permissible en Aire : 11,1 Bq/m³

TABLA N° 8

**RESULTADOS DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA RADIOLOGICA MARINA
ANALISIS RADIOMETRICO GAMMA 1994-1998**

Areas de Muestreo	Tipo de Muestra	Cs-137	Co-60	I-131	Unidades
Punta Aguja	Agua de Mar	< 4,1e-2	< 1,1e+0	< 2,5e+0	Bq/L
	Sedimento Marino	< 4,3e+1	< 2,1e+1	< 4,3e+1	Bq/kg
Paita	Agua de Mar	< 4,1e-2	< 1,1e+0	< 2,5e+0	Bq/L
	Sedimento Marino	< 4,3e+1	< 2,1e+1	< 4,3e+1	Bq/kg
	Productos Hidrobiológicos	< 2,1e+1	< 2,1e+1	< 4,3e+1	Bq/kg
Chimbote	Agua de Mar	< 4,1e-2	< 1,1e+0	< 2,5e+0	Bq/L
	Sedimento Marino	< 4,3e+1	< 2,1e+1	< 4,3e+1	Bq/kg
Callao	Agua de Mar	< 4,1e-2	< 1,1e+0	< 2,5e+0	Bq/L
	Sedimento Marino	< 4,3e+1	< 2,1e+1	< 4,3e+1	Bq/kg
	Productos Hidrobiológicos	< 2,1e+1	< 2,1e+1	< 4,3e+1	Bq/kg
San Juan	Agua de Mar	< 4,1e-2	< 1,1e+0	< 2,5e+0	Bq/L
	Sedimento Marino	< 4,3e+1	< 2,1e+1	< 4,3e+1	Bq/kg
Ilo	Agua de Mar	< 4,1e-2	< 1,1e+0	< 2,5e+0	Bq/L
	Sedimento Marino	< 4,3e+1	< 2,1e+1	< 4,3e+1	Bq/kg
	Productos Hidrobiológicos	< 2,1e+1	< 2,1e+1	< 4,3e+1	Bq/kg

TABLA N° 9

**RADIATIVIDAD GAMMA EN MUESTRAS ANTARTICAS
1996-1998**

Muestra	Unidad	ANTAR VII 1996	ANTAR VIII 1997	ANTAR IX 1998	ANTAR X 1999
Liquenes	Bq/kg	18,9000 ± 4,35	< CMD1	1,1973 ± 1,09	3,1595 ± 1,78
Gramíneas	Bq/ kg	< CMD1	< CMD1	< CMD1	1,3741 ± 1,17
Algas Pardas	Bq/ kg	< CMD1	< CMD1	< CMD1	7,8355 ± 2,80
Algas Rojas	Bq/ kg	< CMD1	< CMD1	< CMD1	1,0434 ± 1,01
Musgo	Bq/ kg	< CMD1	< CMD1	< CMD1	1,7093 ± 1,31
Restos óseos	Bq/ kg	< CMD1	< CMD1	< CMD1	< CMD1
Krill	Bq/ kg				< CMD1
Aerosoles	Bq/m ³	< CMD2	< CMD2	< CMD2	< CMD2
Glacial Lange	Bq/L	< CMD3	< CMD3	< CMD3	< CMD3
Glacial Domeyko	Bq/L	< CMD3	< CMD3	< CMD3	< CMD3
Agua de mar	Bq/L	< CMD3	< CMD3	6,0669 ± 2,46	0,0120 ± 0,01
Suelo	Bq/ kg	9,0000 ± 2,99	1,4328 ± 1,20	2,0304 ± 1,42	2,9068 ± 1,70
Arena	Bq/ kg	5,4000 ± 2,32	1,2651 ± 1,12	1,4778 ± 1,22	3,0824 ± 1,76
Sedimento Marino	Bq/ kg	28,6000 ± 5,35	< 58,1000	1,3970 ± 1,18	2,7519 ± 1,65

CMD1 = 0,6489 Bq/kg

CMD2 = 0,0023 Bq/m³

CMD3 = 0,0307 Bq/L

TABLA N° 10

**DETERMINACION RADIOQUIMICA DE Cs-137 EN
AGUAS DE MAR (1997/1998)**

Procedencia	Muestra	Volumen Muestreado (L)	Actividad de Cs-137 (Bq/L)
Ancón	Agua de Mar	100	<8,8e-03
Paita	Agua de Mar	100	<1,5e-04
Punta Falsa	Agua de Mar	50	<2,5e-04
Chimbote	Agua de Mar	80	<8,7e-05
Callao	Agua de Mar	100	<2,3e-05
Pisco	Agua de Mar	65	<5,4e-05

TABLA N° 11

**DETERMINACION RADIOQUIMICA DE ESTRONCIO-90
EN MUESTRAS BIOLÓGICAS (1997/1998)**

Tipo de Muestra	Actividad (Bq/Kg)
Leche de establo (PVRA-CNR)	0,182
Hueso de ballena (ANTAR VII)	< 0,055
Caparazón de caracol	< 0,055
Agua de río (Chillón)	< 0,055
Sales de Agua de Mar (ANTAR IX)	< 0,560
Hueso de Ballena (ANTAR IX)	< 0,990
Hueso de Ballena (ANTAR VIII)	<0,690

GLOSARIO DE TERMINOS

Actividad: Es el número de transiciones nucleares espontáneas en un intervalo de tiempo.

Becquerel: Es la unidad de actividad y equivale a una desintegración por segundo, $1 \text{ Bq} = \text{s}^{-1}$.

Beta Total: Indicador del nivel de contaminación radiológica ambiental.

Dosis: Medida de la radiación que recibe o absorbe un medio y que se utiliza indistintamente para expresar dosis absorbida, dosis en órganos, dosis equivalente, dosis efectiva, dosis comprometida o dosis efectiva comprometida, cuando es necesario indicar los términos modificantes para definir la cantidad de interés.

Dosis Absorbida (D): Magnitud fundamental definida por la expresión: $D = d(e)/d(m)$, en la que D es la dosis absorbida, $d(e)$ es la energía media impartida por la radiación ionizante a la materia en un elemento de volumen y $d(m)$ es la masa de materia existente en ese elemento de volumen. La unidad de dosis absorbida es el joule/kilogramo (J/Kg) y su nombre especial es el Gray (Gy).

Dosis colectiva: Exposición de una población a la radiación total determinada como el producto del número de individuos expuestos a una fuente por su dosis promedio de radiación.

Dosis Equivalente (H): Dosis absorbida en un órgano o tejido multiplicada por el correspondiente factor de ponderación de la radiación W_r :

$$H_{tr} = W_r D_{t,r}$$

donde $D_{t,r}$ es la dosis absorbida media en el órgano o tejido T y W_r es el factor de ponderación de la radiación. La unidad de dosis equivalente es J/Kg, denominada Sievert (Sv).

Dosis Equivalente Efectiva (He) : Es la dosis equivalente en los distintos órganos considerando un factor de riesgo para cada uno de ellos; cuando todo el cuerpo es irradiado uniformemente. Su unidad es el Sievert (Sv).

Efecto Determinístico: Efecto de la radiación para el que existe por lo general una dosis umbral por encima de la cual la severidad del efecto se incrementa al elevarse la dosis.

Efecto Estocástico: Efecto de la radiación que se produce por lo general sin un nivel umbral de dosis cuya probabilidad es proporcional a la dosis y cuya severidad es independiente de la dosis.

Exposición: Exposición de personas a la radiación o sustancias radiactivas que puede ser externa, debido a fuentes situadas fuera del cuerpo humano o interna causada por fuentes existentes dentro del cuerpo humano.

Exposiciones naturales: Exposiciones causadas por fuentes naturales.

Efluente Radiactivo: Materiales radiactivos líquidos o en forma de aerosol que son descargados al medio ambiente.

"Fallout" Internacional: Nube de radionucleidos que es transportada a través de la atmósfera y depositada en regiones muy alejadas de la fuente radiactiva.

Fuente: Entidad física que puede causar exposición a la radiación, concretamente emitiendo radiación ionizante o liberando sustancias radiactivas.

Fuentes Naturales: Fuentes de radiación existentes en la naturaleza entre ellas la radiación cósmica y las fuentes de radiación terrestres existentes, sin que haya mediado la intervención humana para ello.

Grupo Crítico: Grupo de miembros del público cuya exposición para una fuente de radiación dada y una vía de exposición dada, es razonablemente homogénea y es característica de los individuos que reciben la dosis equivalente más alta.

Impacto Radiológico : Riesgo radiológico originado a la población por el funcionamiento de una instalación nuclear y/o radiactiva.

Laboratorio de Radiometría: Ambiente especialmente adaptado para realizar mediciones de radiactividad en muestras ambientales.

Límite de dosis: Máximas dosis equivalentes recomendadas por la autoridad competente.

Monitoreo: Es la medición de radiación con el propósito de evaluar y/o controlar la exposición del hombre y su ambiente.

Monitoreo Radiológico Ambiental: Es aquel monitoreo realizado en la zona de influencia de una instalación que manipula fuentes de radiación o materiales radiactivos.

Oficial de Radioprotección: Persona a cuyo cargo está la protección radiológica de una zona controlada en una instalación nuclear y/o radiactiva.

Protección y Seguridad: Protección de personas contra la exposición indebida a la radiación ionizante y a sustancias radiactivas, así como la seguridad de las fuentes de radiación, incluidos los medios para conseguir esa protección y seguridad, prevenir accidentes y atenuar las consecuencias de éstos si ocurrieran.

Protección Radiológica: Conjunto de normas y medidas destinadas a prevenir o minimizar los riesgos que podrían derivarse de la exposición a las radiaciones ionizantes.

Radiación Ionizante: Radiación de energía suficientemente alta para producir pares de iones en una materia o en materias biológicas.

Reglamento de Protección Radiológica: Conjunto de reglas y disposiciones elaboradas con el fin de efectuar un trabajo sin riesgos indebidos dentro de una instalación radiactiva.

Radiación Natural: Radiación ionizante procedente de sustancias radiactivas naturalmente presentes en el hombre, en el ambiente y de origen cósmico.

Radiactividad: Propiedad que presentan algunos nucleídos de desintegrarse espontáneamente.

Radiactividad artificial: Radiactividad de los productos de una reacción nuclear provocada por el hombre.

Reactor Nuclear: Instalación en la que puede iniciarse, mantenerse y controlarse una reacción nuclear en cadena.

Radionucleído: Especie atómica cuyo núcleo contiene un número característico de neutrones y protones así como un estado energético específico.

Residuo Radiactivo: Cualquier material que contiene o está contaminado con radionucleídos para el cual no se prevé ningún uso.

Riesgo: Magnitud de atributos múltiples con la que se expresa peligro o probabilidad de consecuencias nocivas o perjudiciales vinculadas a exposiciones reales o potenciales.

Vigilancia Radiológica: Medición de la exposición, la dosis o la contaminación por razones relacionadas a la evaluación o control de la exposición a la radiación o a sustancias radiactivas.

Vigilancia Radiológica Ambiental: La medición de la radiación o de la radiactividad con fines de evaluación o control, involucrando su interpretación y registro.

Zona de Influencia: Área más allá de los límites de una instalación en donde la operación de la instalación, puede contribuir significativamente a la dosis de radiación, al grupo crítico o a los niveles de radiación en el ambiente.

REFERENCIAS

Comisión Nacional de Energía Atómica - Instituto Peruano de Energía Nuclear. **Evaluación de la Zona de Emplazamiento y del Area de Influencia del Centro Nuclear de Investigaciones del Perú.** 1981.

Rivera, D.; Osores, J.; Gonzales, S.; Yamada, L.; Ramirez, V.; Jara, R. **Evaluación Radiológica Ambiental en torno al Centro Nuclear RACSO,** Lima 1990.

Gonzales, S.; Osores, J.; Jara, R. **Informe Radiológico Ambiental 1990 - 1993.** Instituto Peruano de Energía Nuclear, Lima - Perú.

Reglamento de Seguridad Radiológica 1997. Decreto Supremo N° 009-97-EM.

Ballestra, S. 1990. **IAEA Intercomparison Sample IAEA368 (Pacific Ocean Sediment) for determination of Artificial and Natural Radionucleides.** International Laboratory of Marine Radioactivity. Monaco.

IAEA 1989. **Measurement of Radionuclides in Food and the Environment.** IAEA Technical Report Series Nro. 295. Viena 170 págs.

Tomicic, M. I.; Piñones, O.; Landabur, P. J. y Segura Y. C. 1991. **Informe Técnico: Radiactividad Ambiental en Chile 1990.** Comisión Chilena de Energía Nuclear.

IAEA 1976. **Technical Report Series Nro. 172. Effects of ionizing radiation on aquatic organisms and ecosystems.**

IAEA 1975. **Technical Report Series Nro. 169. Reference Methods for Marine Radioactivity Studies II.**

Woodhead and Pentreath. 1992. **The dispersal of radionuclides in the sea.**

AGRADECIMIENTO

El Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) agradece la colaboración, participación y apoyo brindado por las siguientes instituciones nacionales, gracias a lo cual se mantienen operativos los programas de vigilancia radiológica ambiental:

- Instituto del Mar del Perú-IMARPE.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología-SENAMHI.
- Instituto Geofísico del Perú-IGP.
- Comisión Nacional de Asuntos Antárticos-CONAAN.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-CONCYTEC.

También se agradece el apoyo en la actividad de muestreo del Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental del CN RACSO, brindado por el Establo Pía Monte, del distrito de Carabaylo - Lima.

Sede Central :

Av. Canadá 1470 - San Borja - Lima 14 - Perú
Teléfono (511) 224-8998 , (511) 224-8951
Telefax (511) 224-8991 , 224-8987

Centro Nuclear :

Av. José Sacco s/n - Carabaylo - Lima 6 - Perú
Teléfono (511) 488-5050 , (511) 488-5040
Telefax (511) 488-5233 , (511) 488-5224, (511) 548-4804

Planta de Producción de Radioisotopos :

Av. José Sacco s/n - Carabaylo - Lima 6 - Perú
Teléfono (511) 488-5050, (511)488-5040, (511) 548-4801
Telefax (511) 488-5224

Oficina Técnica de la Autoridad Nacional :

Canaval Moreyra 425 - San Isidro - Lima 27 - Perú
Teléfono (511) 442-2330, (511) 222-8376, (511) 222-8286
Telefax (511) 442-2330

Centro de Medicina Nuclear :

Av. Aviación 3799 - Surquillo - Lima 34 - Perú
Teléfono (511) 448-5141
Telefax (511) 448-5141

Planta de Irradiación Multiuso :

Km. 3.5 Carretera Central - Santa Anita - Lima 43 - Perú
Teléfono (511) 494-2350, (511) 494-2356, (511) 494-2360
Telefax (511) 494-2369

Centro Superior de Estudios Nucleares :

Av. Canadá 1470 - San Borja - Lima 14 - Perú
Teléfono (511) 224-2350, (511) 224-2360
Telefax (511) 224-8991, (511) 224-8987

Dirección Internet :

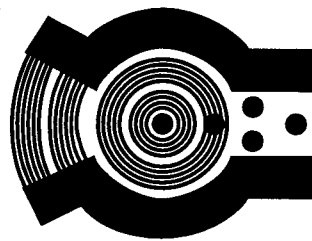
Http : //www.ipen.gob.pe
Email : postmaster@ipen.gob.pe

Contactos

Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental:

sgonzales@ipen.gob.pe
Josores@ipen.gob.pe





IPEN