



ARCAL



ININ

Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe

MÉXICO

INFORME DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE EL AÑO 2008

*Coordinación Nacional ARCAL
Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares*

M. EN C. JOSÉ RAÚL ORTIZ MAGAÑA

FEBRERO DE 2009

CONTENIDO

1.-	RESUMEN EJECUTIVO.....	1
2.-	PARTICIPACIÓN DEL COORDINADOR NACIONAL EN LAS ACTIVIDADES DE ARCAL.....	5
3.-	IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES DE ARCAL EN EL PAÍS.....	7
4.-	EXAMEN POR PROYECTO.....	11
5.-	INFORME SOBRE LA UTILIZACIÓN DE LOS CENTROS DESIGNADOS.....	29
6.-	COOPERACIÓN CON OTROS PAÍSES EN EL MARCO DE ARCAL.....	35
7.-	TABLAS RESÚMENES.....	37
	TABLA 1.- PROYECTOS EN LOS QUE EL PAÍS PARTICIPÓ DURANTE 2008.....	37
	TABLA 2.- PARTICIPACIÓN EN REUNIONES DE COORDINACIÓN.....	38
	TABLA 3.- PARTICIPACIÓN EN CURSOS REGIONALES DE CAPACITACIÓN.....	39
	TABLA 4.- PARTICIPACIÓN DE CURSOS NACIONALES DE CAPACITACIÓN.....	41
	TABLA 5.- PARTICIPACIÓN EN TALLERES REGIONALES.....	42
	TABLA 6.- PARTICIPACIÓN EN REUNIONES DE EXPERTOS.....	43
	TABLA 7.- BECAS Y VISITAS CIENTÍFICAS RECIBIDAS.....	44
	TABLA 8.- BECAS Y VISITAS CIENTÍFICAS OFRECIDAS.....	45
	TABLA 9.- EXPERTOS RECIBIDOS.....	46
	TABLA 10.- EXPERTOS ENVIADOS.....	47
	TABLA 11.- EQUIPOS, PIEZAS DE EQUIPOS Y REPUESTOS RECIBIDOS.....	48
	TABLA 12.- EQUIPOS, PIEZAS DE EQUIPO Y REPUESTOS OFRECIDOS.....	49
	TABLA 13.- CONTRATOS DE INVESTIGACIÓN ASOCIADOS.....	50
	TABLA 14.- RECURSOS RECIBIDOS POR EL PAÍS.....	51
	TABLA 15.- APORTES DEL PAÍS AL PROGRAMA ARCAL.....	52
	APÉNDICE	
	INDICADORES FINANCIEROS UTILIZADOS PARA VALORAR EL APORTE DEL PAÍS AL PROGRAMA ARCAL	53

ABREVIATURAS UTILIZADAS

ARCAL	Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe
CIAD	Centro de Investigación en Alimentos y Desarrollo
CINVESTAV	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN
CNSNS	Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias
INCAN	Instituto Nacional de Cancerología
ININ	Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares
IPN	Instituto Politécnico Nacional
LVRA	Laboratorio de Vigilancia Radiológica Ambiental, ININ
OCTA	Órgano de Coordinación Técnica de ARCAL
OIEA	Organismo Internacional de Energía Atómica
ONL	Oficial Nacional de Enlace
ORA	Órgano de Representantes de ARCAL
PCMF	Programme Cycle Management Framework
SMADF	Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal
TCLA	Technical Cooperation Latin America
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México

1.- RESUMEN EJECUTIVO

El proceso de aprobación de nuevos proyectos ARCAL para el trienio 2009-2011 contó con la participación continua y comprometida durante todo el año 2008, tanto del Coordinador Nacional como de los Coordinadores de Proyecto, requiriéndose de la revisión y modificación de las propuestas, así como del intercambio de información entre los diferentes países e integrantes de grupos de trabajo, incluyendo el OIEA. Continuando con el uso de la nueva herramienta informática implementada por el OIEA a través del sistema PCMF, se trabajó primero en la definición de los conceptos de proyecto, así como en el diseño de los proyectos incluyendo el Marco Lógico y posteriormente en los documentos de proyecto finales. En el mes de noviembre de 2008 la Junta de Gobernadores del Organismo Internacional de Energía Atómica hizo la aprobación final de los proyectos del Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe para el trienio mencionado, incluyendo la asignación de recursos financieros para el inicio de actividades en enero de 2009.

Durante el año 2008 México intervino en 9 proyectos desarrollados en el marco del Acuerdo, siendo las instituciones participantes las siguientes:

INSTITUCIONES MEXICANAS PARTICIPANTES EN PROYECTOS ARCAL DURANTE 2008

INSTITUCIONES	NÚMERO DE PROYECTOS
1. Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares	6
2. Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias	1
3. Centro de Investigación en Alimentos y Desarrollo	1
4. Instituto Nacional de Cancerología	1
TOTAL	9

En la Tabla 1 del Capítulo 7 de este informe se presenta la relación de los respectivos coordinadores de los 9 proyectos ARCAL en los que México participó en el año 2008, así como las instituciones a las que pertenecen y sus datos de localización.

El país recibió del OIEA durante el año 2008, por su participación en los proyectos ARCAL, recursos por un total de \$125,555 dólares. Los diferentes conceptos por los que se recibieron estos recursos se detallan en la Tabla 14 de este documento.

A su vez, México aportó para la realización de los proyectos en que participó en 2008 un total de \$125,240 dólares. La Tabla 15 presenta el desglose de estas aportaciones, valoradas según los indicadores aprobados por ARCAL que aparecen en el Apéndice, al final de este informe.

La participación de México en los diferentes eventos organizados en el marco del Acuerdo, tanto a nivel nacional como regional, implicó la colaboración de recursos humanos según se describe a continuación:

- 9 profesionistas participaron en reuniones de coordinación, como lo indica la Tabla 2.
- 33 participantes intervinieron en 12 eventos regionales de capacitación (cursos, talleres, entrenamientos y visitas científicas). Esta información aparece en las Tablas 3, 5 y 7.
- 1 participante asistió a la IX Reunión del Órgano de Coordinación Técnica y a la Reunión Extraordinaria del OCTA.

- 1 participante asistió a la “Reunión de Coordinación de la División para América Latina del OIEA”.

Durante 2008, en el renglón de visitantes por becas y visitas científicas, el país recibió a 4 especialistas, dato que aparece consignado en la Tabla 8 de este reporte. Recibió además a 4 expertos enviados por el OIEA, según se indica en la Tabla 9. México envió por su parte al exterior a 3 expertos, información que se presenta en la Tabla 10.

El OIEA proporcionó a México durante el año 2008, por su participación en proyectos ARCAL, equipo, piezas de repuesto y otros materiales valorados en un total de \$56,186 dólares, información que se detalla en la Tabla 11 de este documento.

El Capítulo 3 de este informe, “Impacto de las Actividades de ARCAL en el País”, describe los principales impactos derivados de los proyectos en los que el país participó durante el año 2008, de los cuales se resumen algunos de los más importantes a continuación.

En el área de “Estudios Ambientales” destaca la aprobación como Centro Designado de ARCAL, del *Laboratorio de Análisis PIXE y Determinación Gravimétrica de Muestras de Contaminación Atmosférica*, durante la reunión ordinaria del ORA en octubre de 2008. La participación de México en tres proyectos del área ambiental produjo impactos importantes para el país. El proyecto de *Evaluación de la Contaminación Atmosférica por Partículas* aportó conocimientos sobre valores confiables de concentraciones de partículas finas PM2.5 en la ciudad de Toluca, identificando los contaminantes elementales, sus concentraciones y su origen. Mediante un segundo proyecto, *Mejora de la Gestión de las Masas de Agua que están Contaminadas con Metales*, se han determinado las zonas de mayor contaminación de agua en el Curso Alto del Río Lerma, así como los contaminantes metálicos importantes y su posible origen, permitiendo a las autoridades ambientales la toma de decisiones para mitigar la contaminación en el río. El tercer proyecto en el tema ambiental, *Estudios de Correlación entre la Deposición Atmosférica y los Problemas Sanitarios de América Latina: Técnicas Analíticas Nucleares y la Vigilancia Biológica de la Contaminación Atmosférica*, permitirá correlacionar la contaminación del aire con sus impactos sobre la salud humana.

Durante 2008 México tomó parte en dos proyectos del área de “Salud Humana”. El primero de ellos, *Mejora de la Garantía de Calidad en Radioterapia en la Región de América Latina*, está contribuyendo a mejorar el tratamiento de pacientes con técnicas modernas que mejoran el control local sin dañar a los tejidos sanos a su alrededor. El servicio de Radioterapia del Instituto Nacional de Cancerología fue calificado como modelo por el OIEA para el entrenamiento en radio-oncología, física médica y para técnicos en radioterapia. El segundo proyecto, *Ejecución y Evaluación de Programas de Intervención para Prevenir y Controlar la Obesidad Infantil en América Latina*, ha proporcionado ya a los niños de las escuelas participantes la información antropométrica recabada, junto con recomendaciones en los casos que así lo ameritaban. Se contará además con un instrumento de evaluación de la composición corporal en niños de la región a fin de generar modelos predictivos aplicables en estudios epidemiológicos.

El proyecto *Armonización Regional de los Requisitos Técnicos y de la Calidad Específicas para la Vigilancia de la de Contaminación Radiactiva en Alimentos*, en el campo de “Seguridad Radiológica”, favorecerá el establecimiento de controles para vigilar la inocuidad radiológica de alimentos sujetos a la importación y a la exportación. Otro proyecto en esta área, *Aplicación de la Tecnología Nuclear para la Optimización de los Procesos Industriales y para la Protección Ambiental*, ha proporcionado capacitación a especialistas en servicios de radiotrazado,

impactando positivamente en el desarrollo y difusión de técnicas de fuentes selladas en la industria mexicana.

Para concluir, en el ámbito de las “Ciencias Físicas y Químicas”, el proyecto *Utilización de las Técnicas de Análisis Nucleares y Creación de Bases de Datos para la Caracterización y Preservación de los Objetos del Patrimonio Cultural Nacional* ha contribuido a mejorar la comunicación entre arqueólogos e investigadores, ampliando el horizonte de la aplicación de los usos pacíficos de la energía nuclear, y sin necesidad de recurrir a instituciones extranjeras para llevar a cabo los análisis de las diferentes piezas arqueológicas, gracias a que ahora se cuenta con un laboratorio para la preparación de piezas arqueológicas para su análisis por activación neutrónica.

En el Capítulo 4 “Examen por Proyecto” de este documento aparecen con mayor detalle las actividades y los resultados más relevantes obtenidos durante el año 2008 dentro de las actividades de los proyectos ARCAL en los que México intervino.

El Capítulo 5 “Informe sobre la Utilización de los Centros Designados” describe las actividades más importantes que se llevaron a cabo durante el año 2008 en los cinco “Centros Designados ARCAL” existentes en México.

Finalmente, las tablas del Capítulo 7 de este informe presentan la información desglosada acerca de la participación de México en las diferentes reuniones, talleres y eventos programados dentro de los proyectos en que intervino en el marco del Acuerdo. Asimismo se presentan datos económicos, tanto de la ayuda recibida como de las cantidades que el país aportó a los proyectos ARCAL por diversos conceptos durante el año 2008.

2.- PARTICIPACIÓN DEL COORDINADOR NACIONAL EN LAS ACTIVIDADES DE ARCAL

Durante el año 2008 culminó la etapa de aprobación de los nuevos proyectos ARCAL correspondientes al trienio 2009-2011. Estas actividades requirieron de una continua comunicación por parte de la Coordinación Nacional de ARCAL con las contrapartes de las propuestas, para su revisión, modificación y ajuste, así como del intercambio de información con los diferentes países e integrantes de los grupos de trabajo involucrados. Este proceso, en el que se utilizó nuevamente la herramienta informática PCMF implementada por el OIEA a través de medios electrónicos, implicó trabajar primero en la definición de los conceptos de proyecto, a continuación en el diseño de los proyectos y posteriormente en los documentos de proyecto finales, mismos que se revisaron y se discutieron. Asimismo, durante la IX Reunión del Órgano de Coordinación Técnica, celebrada del 12 al 16 de mayo de 2008 en la ciudad de Salta, Argentina, se llevó a cabo la priorización de los proyectos. Finalmente, en el mes de noviembre de 2008 la Junta de Gobernadores del OIEA aprobó los proyectos ARCAL a desarrollar durante el próximo trienio, así como los recursos financieros para su implementación para 2009.

Durante el mes de abril de 2008, el Coordinador Nacional dio respuesta al “Cuestionario sobre el Fortalecimiento Institucional de ARCAL”. Dicho cuestionario fue elaborado y enviado a todos los países miembros de ARCAL por la empresa Consultoría GERENS, con el objetivo de evaluar el funcionamiento de ARCAL tanto dentro de cada país como en su conjunto regional.

En representación del Coordinador Nacional de ARCAL para México, el C. José Herosillo Suárez asistió a la IX Reunión Ordinaria del OCTA y a la Reunión Extraordinaria, realizadas ambas del 8 al 16 de mayo de 2008 en la ciudad de Salta, Argentina. Asistieron también a dicha reunión los Coordinadores Nacionales de ARCAL de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Haití, Jamaica, Nicaragua, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela. Por parte del Organismo Internacional de Energía Atómica, estuvieron presentes durante la reunión el Director de la División para América Latina, Sr. Juan Antonio Casas Zamora, el Sr. Alain Cardoso, la Sra. Carmina Jiménez, el Sr. Sergio Olmos y la Sra. Eva Ciurana.

El Coordinador Nacional ARCAL de México, José Raúl Ortiz Magaña, asistió a la “Reunión de Coordinación de la División para América Latina del OIEA”, celebrada del 1 al 5 de septiembre de 2008 en Varadero, Cuba. La reunión tuvo como objetivo crear un entendimiento común acerca de las tendencias y nuevas direcciones del OIEA, determinar y crear consenso sobre nuevas prioridades y acontecimientos nacionales y regionales, definir nuevos enfoques para apoyar el programa nacional en TCLA y fortalecer las aptitudes y el conocimiento del entorno de trabajo del PCMF.

La reunión estuvo encabezada por el Director de la División para América Latina, Sr. Juan Antonio Casas Zamora, acompañado por personal del OIEA, Nathalie Colinet, Catherine Margaret Furnish y Frederick Royal Kastens. Contó también con la presencia de los Coordinadores Nacionales de los países miembros de ARCAL, así como con la de los Oficiales Nacionales de Enlace, entre ellos el de México, Sr. Sergio Ajuria Garza y Nancy de la Cruz González, asistente del ONL. Durante la misma fueron aprobadas diversas enmiendas al Manual de Procedimientos de ARCAL.

LA Coordinación Nacional ARCAL realizó durante el año 2008 la gestión de todos aquellos asuntos relacionados con la participación del país en los proyectos, incluyendo la difusión interna y externa de sus eventos y el envío al OIEA de las candidaturas propuestas por las instituciones

para participar en las actividades de capacitación programadas en ARCAL. También se mantuvo comunicación con los coordinadores de los proyectos y con diversos funcionarios del OIEA para América Latina en relación con las solicitudes de apoyo, equipamiento y demás aspectos de la gestión de los proyectos, incluyendo el suministro de información solicitada por el Organismo y por las contrapartes.

3.- IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES DE ARCAL EN EL PAÍS

ESTUDIOS DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

- RLA/1/010 ARCAL LXXXVIII “Mejora de la gestión de las masas de agua que están contaminadas con metales”.

Este proyecto permitió el establecimiento de un índice de calidad del agua regional, incluyendo algunos metales, para su posible adopción por los países participantes. A través de la capacitación y de los recursos materiales adquiridos por la participación en el proyecto, el grupo de México incrementó sus aptitudes para el estudio de la contaminación por metales en cuerpos de agua.

Específicamente, los resultados del proyecto han permitido determinar las zonas de mayor contaminación del agua en el Curso Alto del Río Lerma, así como la contribución y acumulación de metales pesados y el posible origen natural o antropogénico de algunos metales de importancia toxicológica relevante. Estos resultados permitirán a las autoridades ambientales tomar decisiones relacionadas con el control de la contaminación por descargas industriales, urbanas y agrícolas en el río, para mitigar el problema de contaminación en la zona.

- RLA/2/013 ARCAL LXXXIX “Estudios de correlación entre la deposición atmosférica y los problemas sanitarios de América Latina: Técnicas analíticas nucleares y la vigilancia biológica de la contaminación atmosférica”.

Gracias a este proyecto se logrará en los países de la región la armonización de la metodología de muestreo y selección de especies, como los líquenes. También se generarán reportes técnicos para correlacionar la contaminación del aire con sus impactos sobre la salud humana.

- RLA/7/011 ARCAL LXXX “Evaluación de la Contaminación Atmosférica por Partículas”.

El conocimiento obtenido sobre valores confiables de concentraciones de partículas finas PM2.5 en la ciudad de Toluca durante un periodo de estudio de un año, condujo a evaluar la Norma Oficial Mexicana de calidad del aire por primera vez. Lo anterior permite contar con una referencia confiable para su comparación y complemento con estudios similares realizados en otras ciudades de la región. Se logró además identificar los contaminantes elementales, así como determinar sus concentraciones, lo que permitió sugerir las fuentes de donde provienen. Los conocimientos y resultados logrados dentro del proyecto representan una contribución a las capacidades y experiencia sobre contaminación de partículas PM2.5 en la región, que contribuirá a la solución del problema de la contaminación a nivel regional.

Como impacto relevante de este proyecto está la aprobación por parte del Órgano de Representantes de ARCAL, durante su reunión ordinaria celebrada en el mes de octubre en Viena, Austria, del *Laboratorio de Análisis PIXE y Determinación Gravimétrica de Muestras de Contaminación Atmosférica* como Centro Designado de ARCAL.

SALUD HUMANA

- RLA/6/058 ARCAL XC “Mejora de la Garantía de Calidad en Radioterapia en la Región de América Latina”.

Como resultado de la auditoría integral realizada al servicio de Radioterapia por el Organismo Internacional de Energía Atómica, el Instituto Nacional de Cancerología ha sido calificado como Centro de Competencia en América Latina que sirve como modelo y puede proveer entrenamiento en radio-oncología, física médica y para técnicos en radioterapia. Asimismo, los comentarios recibidos durante la auditoría contribuirán a la mejora del servicio.

Mediante la participación en este proyecto, se pretende superar el nivel de competencia en la atención y tratamiento que se brinda a los pacientes con cáncer. La capacitación del personal incluido en los cursos del proyecto, además de elevar su nivel académico y profesional, será compartida con sus colegas para impulsar la investigación clínica en México. Además, el proyecto hará posible utilizar los instrumentos a su máxima capacidad, tratando a los pacientes con técnicas modernas que mejoran el control local sin dañar a los tejidos sanos a su alrededor. Las actividades del proyecto han demostrado que mediante una planeación correcta, es posible aumentar el número de pacientes en braquiterapia.

- RLA/6/059 ARCAL XCI “Ejecución y Evaluación de Programas de Intervención para prevenir y Controlar la Obesidad Infantil en América Latina”.

Los niños de las escuelas participantes han recibido ya la información antropométrica recabada en este proyecto, junto con recomendaciones apropiadas en los casos que así lo ameritaban, de acuerdo a los resultados. A mediano y largo plazo, se contará con un instrumento de evaluación de la composición corporal en niños para cada uno de los países participantes y una herramienta general por regiones. Esta herramienta son las ecuaciones de predicción de composición corporal por medio de antropometría y bioimpedancia eléctrica, validadas con la técnica nuclear de referencia (dilución con óxido de deuterio (D_2O)). 2,400 niños de los doce países de la región participantes en el proyecto serán analizados para la generación de modelos predictivos por país o por regiones, aplicables en estudios epidemiológicos futuros en programas de diagnóstico, intervención y seguimiento.

SEGURIDAD NUCLEAR Y RADIOLÓGICA

- RLA/5/048 ARCAL LXXIX “Armonización de los Requisitos Técnicos y Específicos de Calidad para el Control de la Contaminación Radiactiva en Alimentos”.

El impacto económico de este proyecto ya se ha hecho notar en países que anteriormente no tenían la infraestructura, e incluso en los más avanzados de la región, ya que ahora, gracias a los avances del proyecto, su nivel es muy superior al mostrado en un inicio. Esto se pudo constatar durante la reunión final de coordinación, donde se mostró de manera gráfica el avance de cada país. A través del proyecto se dio entrenamiento a personal de todos los países participantes. Además, la homologación de los procedimientos técnicos ha servido para mejorar los controles y la vigilancia en los países sobre la inocuidad radiológica de los alimentos sujetos a importación y exportación.

- RAL/8/042 RLA XCIII “Aplicación de la Tecnología Nuclear para la Optimización de los Procesos Industriales y para la Protección Ambiental”.

En este proyecto uno de los impactos más relevantes fue la capacitación de especialistas, la cual favorecerá el incremento de los servicios de radiotrazado y el desarrollo de técnicas con fuentes selladas, así como la difusión de estas técnicas en la industria mexicana. Asimismo, el sistema de adquisición de datos adquirido con fondos del OIEA permitirá realizar servicios de radiotrazado, tomografía industrial y de diagnóstico de procesos con fuentes selladas, entre otros.

CIENCIAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

- RLA/8/043 ARCAL XCIV “Utilización de las Técnicas de Análisis Nucleares y Creación de Bases de Datos para la Caracterización y Preservación de los Objetos del Patrimonio Cultural Nacional”.

El área de las aplicaciones de la tecnología nuclear en el país se vio beneficiada debido a este proyecto. En años anteriores, los arqueólogos mexicanos tenían que recurrir a instituciones extranjeras para llevar a cabo los análisis de las diferentes piezas arqueológicas. Sin embargo, gracias al equipo donado por el OIEA por la participación en el proyecto, es posible contar ahora con un laboratorio para la preparación de piezas arqueológicas para su análisis por activación neutrónica. Utilizando dicha técnica es posible reducir hasta en un 50% el tiempo programado para su análisis. También se obtuvo colaboración en la puesta en marcha de un equipo automático para el conteo de muestras radiactivas, factor que contribuirá a reducir aún más los tiempos de análisis de las muestras. Otro impacto del proyecto fue propiciar la comunicación entre arqueólogos e investigadores del ININ, ya que el interés mostrado por los arqueólogos en la aplicación de técnicas nucleares en el análisis de piezas arqueológicas, amplía el horizonte de la aplicación de los usos pacíficos de la energía nuclear.

4.- EXAMEN POR PROYECTO

RLA/1/010 ARCAL LXXXVIII

Mejora de la gestión de las masas de agua que están contaminadas con metales

Participantes:

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares:

Pedro Ávila Pérez, Coordinador

Samuel Tejeda Vega

Graciela Zarazúa Ortega

Instituto Tecnológico de Toluca:

María Guadalupe Macedo Miranda

Objetivo General

Armonizar protocolos y capacitar los recursos humanos necesarios para la evaluación de la calidad del agua y el transporte de metales en cuerpos de agua superficiales, en países de la región de Latinoamérica y el Caribe con problemas de contaminación con metales (natural o antropogénica) aplicando técnicas analíticas nucleares y complementarias, incluyendo el empleo de trazadores.

Objetivos Específicos:

- Establecer criterios de índices de calidad del agua que puedan ser aplicados en los países de la región.
- Desarrollar criterios para el diseño y establecimiento de bases de datos que permitan soportar modelos de dispersión de contaminantes en aguas superficiales, sedimentos y biota.
- Armonizar y evaluar protocolos, en particular de diseño muestral, toma de muestra, medición, análisis de resultados y reporte para la evaluación de la calidad de los cuerpos de aguas superficiales con elementos ecotóxicos, utilizando técnicas analíticas nucleares, complementarias y trazadores.
- Capacitar recursos humanos en la aplicación de estrategias y técnicas quimiométricas y de modelado de dispersión de contaminantes.

Resumen de logros

Se capacitaron dos personas en cualimetría y quimiometría y se hizo la evaluación de los resultados de una ronda de intercomparación entre los laboratorios participantes, en donde los laboratorios de México sobresalieron por sus excelentes resultados de precisión y exactitud analítica. El coordinador del proyecto realizó una visita científica y se recibió además la visita de un investigador de Cuba.

Evaluación de la ejecución del proyecto

- *Taller para la elaboración del manual de protocolos armonizados y evaluados para la toma de muestras y análisis de aguas y sedimentos.* El taller se celebró en El Salvador con el objetivo de elaborar un manual de protocolos armonizados. Además se revisaron

y discutieron los resultados de la ronda de intercomparación realizada en el 2007. Este ejercicio de intercomparación del contenido elemental de muestras de agua se realizó a través de técnicas de fluorescencia de rayos X por reflexión total y absorción atómica con horno de grafito. Los resultados con ambas técnicas mostraron una excelente precisión y exactitud, lo cual permite validar ambas técnicas para su aplicación en el análisis de muestras ambientales. Los resultados fueron presentados en el *Second International Nuclear Chemistry Congress*, celebrado del 13 al 17 de mayo de 2008 en Cancún, Quintana Roo. El artículo *Simultaneous Determination of Elemental Content in Water Samples by Total Reflection X-Ray Fluorescence and Atomic Absorption Spectrometry* ha sido enviado para su evaluación al *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*.

- *Curso a distancia de capacitación en Cualimetría y Quimiometría (virtual)*. Dos participantes de México aprobaron el curso de aplicación de modelos estadísticos cualimétricos y quimiométricos en estudios de contaminantes en el ambiente, mediante el desarrollo de un curso a distancia de la Universidad de San Martín de Buenos Aires, Argentina.
- *Visita científica a Buenos Aires, Argentina y Belo Horizonte, Brasil*. Del 3 al 11 de noviembre de 2008 se realizó una visita científica al Centro Atómico Constituyentes en Buenos Aires, Argentina y al Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN) en Belo Horizonte, Brasil. En esta visita científica se revisó y corrigió el informe final "Propuesta de Índice General de Calidad del Agua Regional" del proyecto ARCAL RLA/1/010. Se discutieron los resultados de los índices de calidad del agua (ICA) y la forma de calcular el ICA, de acuerdo a lo establecido en la reunión de Río de Janeiro y basado en el ICA canadiense. Se acordó hacer algunos ejercicios para comparar resultados en ambos países. Así mismo, se discutieron las diferentes técnicas estadísticas quimiométricas aplicadas en ambos países y los modelos desarrollados y aplicados para evaluar el transporte de metales. En Brasil se intercambiaron ideas con diferentes investigadores del centro, sobre las investigaciones que se están desarrollando en el área ambiental. Como producto de dichas discusiones se definieron algunas posibles colaboraciones en temas de interés común.
- *Visita Científica al Laboratorio de Fluorescencia de Rayos X del ININ*. Se recibió la visita científica de una investigadora de Cuba, a quien se le mostraron las técnicas de preparación de muestras y análisis de muestras ambientales a través de fluorescencia de rayos X en reflexión total.

Beneficios obtenidos

La capacitación de dos especialistas de México en la aplicación de modelos estadísticos cualimétricos y quimiométricos en estudios de contaminantes en el ambiente permite definir los criterios básicos para la aplicación de modelos estadísticos en los resultados de metales en cuerpos de agua.

Se elaboraron y complementaron procedimientos de muestreo y analíticos para el estudio de metales pesados en cuerpos de agua. Como resultado del ensayo de aptitud analítica, se validaron algunas técnicas de laboratorio utilizadas para el análisis de metales en agua.

Impacto de las actividades del proyecto

Este proyecto permitió el establecimiento de un índice de calidad del agua regional, incluyendo algunos metales, para su posible adopción por los países participantes. A través de la capacitación y de los recursos materiales adquiridos por la participación en el proyecto, el grupo de México incrementó sus aptitudes para el estudio de la contaminación por metales en cuerpos de agua.

Específicamente, los resultados del proyecto han permitido determinar las zonas de mayor contaminación del agua en el Curso Alto del Río Lerma, así como la contribución y acumulación de metales pesados y el posible origen natural o antropogénico de algunos metales de importancia toxicológica relevante. Estos resultados permitirán a las autoridades ambientales tomar decisiones relacionadas con el control de la contaminación por descargas industriales, urbanas y agrícolas en el río, para mitigar el problema de contaminación en la zona.

Recursos recibidos y aportados para la ejecución del proyecto

El total de recursos recibidos en el año por este proyecto es de US \$18,710 provenientes del OIEA. El aporte del país al proyecto está valorado en la cantidad de US \$6,000.00

RLA/2/013 ARCAL LXXXIX

Estudios de correlación entre la deposición atmosférica y los problemas sanitarios de América Latina: Técnicas analíticas nucleares y la vigilancia biológica de la contaminación atmosférica.

Participantes:

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, LVRA:

Ma de Lourdes Cervantes Naranjo, Coordinadora
Olga Leticia Ávila Aguirre
Gonzalo Valentín Alejandre
Roberto Benítez Hernández

Instituto de Física UNAM, Laboratorio de Física Aplicada. Acelerador Pelletron:

Javier Miranda Martín del Campo
José Luis Ruvalcaba Sil

Subdirección de Monitoreo SMADF, Red Automática de Monitoreo Atmosférico:

Armando Retama Hernández
Olivia Rivera Hernández
Cruz Martínez

Objetivo

Contribuir al logro de un mejor nivel sanitario para la población de los países participantes, mediante la aplicación de medidas basadas en la determinación de una correlación entre los datos epidemiológicos y la deposición de elementos tóxicos en la atmósfera, con la ayuda de técnicas nucleares y de técnicas analíticas conexas.

Resumen de logros

- Se participó en la Primera Reunión de Coordinadores de Proyecto y en el Curso Regional sobre Identificación de Biomonitores.
- Se recolectaron muestras de líquenes y bromelias y se colocaron en trasplante en 15 estaciones de monitoreo atmosférico en la Zona Metropolitana del Valle de México.
- Se trabajó en la elaboración de reportes técnicos correlacionando la contaminación atmosférica con problemas de salud.
- Se participó en eventos científicos nacionales e internacionales y se consiguió publicar en revistas con arbitraje internacional.
- Se logró la formación de recursos humanos.

Evaluación de la ejecución del proyecto

- Del 3 al 7 de marzo de 2008 se realizó en Buenos Aires, Argentina la *Primera Reunión de Coordinadores de Proyecto*. Se ha cumplido con los objetivos planteados en el documento de dicha reunión.
- Se participó en el *Curso regional sobre identificación de biomonitores adecuados y comparables en los diferentes países y armonización de técnicas de muestreo y tratamiento de muestras*, realizado en la Universidad de Córdoba, Argentina del 3 al 14

de noviembre de 2008 bajo la organización del OIEA y de la Comisión Nacional de Energía Atómica de Argentina.

- Se recolectaron *in situ* muestras de líquenes y bromelias y se colocaron en trasplante en 15 estaciones de monitoreo atmosférico en la Zona Metropolitana del Valle de México. Lo anterior se hizo con una frecuencia trimestral, durante el año.
- Se realizó la preparación de 60 muestras para pastillado, enviadas al Instituto de Física de la UNAM (acelerador Pelletron).
- Se trabajó en la elaboración de protocolos para el OIEA sobre estudios de correlación entre deposición atmosférica y problemas sanitarios en América Latina: Técnicas analíticas nucleares y biomonitoreo de la contaminación atmosférica.
- Se recibió capacitación técnica sobre biomonitoreo, técnicas analíticas y evaluación estadística de datos.
- Se trabajó en la preparación de bases de datos y material bibliográfico sobre efectos de contaminantes en salud.
- Se publicó un artículo en revista con arbitraje internacional: *The use of biomonitors and PIXE analysis in the study of air pollution in Mexico City*. L. Cervantes, O. Ávila, J.L. Ruvalcaba, J. Miranda, R. Muñoz. *X-Ray Spectrometry 2008*; 37: 156-162.
- Se participó en la Expo INCYTAM 2008 del Instituto de Ciencia y Tecnología y de la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal con el trabajo: *Estudio Ambiental del Aire en la Ciudad de México mediante el uso de líquenes y bromelias analizadas por PIXE*. L. Cervantes, O. Ávila, J.L. Ruvalcaba, J. Miranda, R. Muñoz. El trabajo obtuvo un reconocimiento por la obtención del 3er lugar del eje temático sobre Aire en la Expo.

Beneficios obtenidos

- Armonización regional de metodologías para selección y muestreo de biomonitores como líquenes y bromelias.
- Generación de reportes técnicos correlacionando la contaminación atmosférica con problemas de salud.
- Mejora de las capacidades regionales sobre el conocimiento de biomonitores y contaminación atmosférica.
- Colaboración entre instituciones académicas y gubernamentales.
- Participación en eventos científicos nacionales e internacionales.
- Publicación en revistas con arbitraje internacional.
- Formación de recursos humanos.
- Aplicación de las técnicas analíticas nucleares en investigación de contaminación atmosférica y efectos en salud.

Impacto de las actividades del proyecto

- Armonización regional de la metodología de muestreo y selección de especies, como los líquenes.
- Producción de reportes técnicos correlacionando la contaminación del aire con sus consecuencias en la salud humana.
- Desarrollo de ejercicios de calidad analítica.

Recursos recibidos y aportados para la ejecución del proyecto

El proyecto recibió durante 2008 recursos por la cantidad de US \$20,754 provenientes del OIEA. México aportó para su ejecución un total valorado en US \$10,000.

RLA/5/048 ARCAL LXXIX

Armonización de los Requisitos Técnicos y Específicos de Calidad para el Control de la Contaminación Radiactiva en Alimentos

Participantes:

Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias:

Jaime Aguirre Gómez, Coordinador

Isaura Berenice Aragón Moreno

Ligia Ruiz Esparza

Edgar Christian Romero Arriola

Enrique Rojo Arellano

Roberto Gutiérrez Silva

Objetivo

Armonización de los sistemas de monitoreo regional de control de los alimentos para ayudar a asegurar la calidad de los mismos.

Resumen de logros

Durante el año 2008 la única actividad pendiente fue realizar la reunión final de coordinación la cual se llevó a cabo sin ningún contratiempo. Así mismo se participó en el mantenimiento de la página web del proyecto, realizada por Brasil. La CNSNS envió información que está disponible en esa página para todos los países de la región.

Evaluación de la ejecución del proyecto

- Durante 2008, México, cumplió con todos ellos en tiempo y forma con los objetivos generales del proyecto. Todas las actividades comprometidas por el país en el ámbito de este proyecto se realizaron oportunamente.
- Se realizó el aporte de expertos por parte de Argentina, Brasil, Cuba, Chile y México para asesorar en la instauración de los procedimientos técnicos armonizados a todos los países participantes en el proyecto.
- En abril de 2008 se llevó a cabo la *Reunión Final de Coordinadores*, celebrada en Buenos Aires, Argentina del 14 al 18 de abril del 2008. En ella cada país presentó el resultado de todas las actividades en las que intervino, tales como visitas científicas y becas, tanto para recibir capacitación como para proporcionarla.
- Asimismo se logró, con el apoyo del OIEA, la reparación de un detector de germanio hiperpuro.

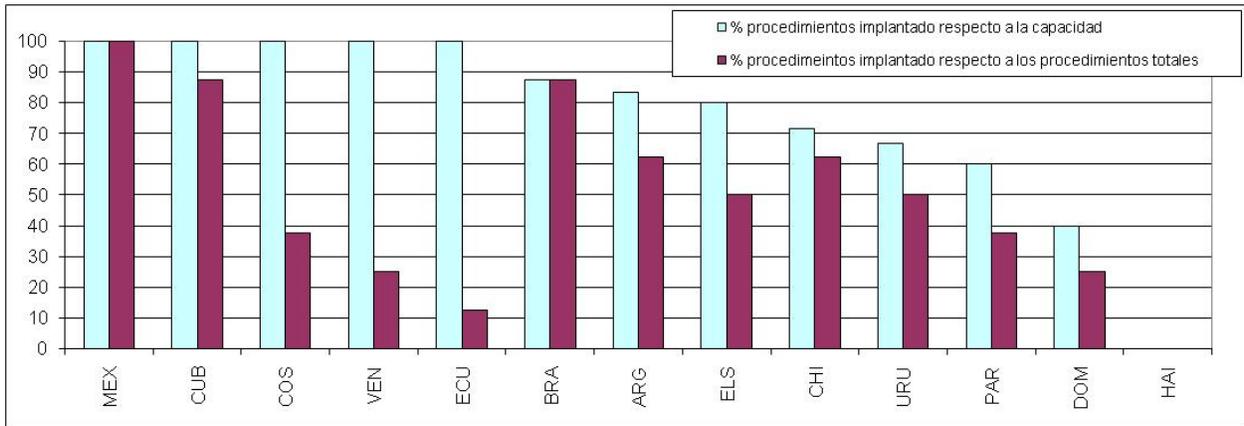
Beneficios obtenidos

Los beneficiarios principales han sido los países, específicamente las instituciones participantes en el proyecto. En la primera fase se logró la homologación de los procedimientos técnicos, los cuales han servido de base para establecer controles en los países para vigilar la inocuidad radiológica de los alimentos sujetos a la importación y a la exportación. En la segunda fase se entrenó personal de todos los países y se consiguió reparar un detector de germanio hiperpuro.

Impacto de las actividades del proyecto

El impacto económico de este proyecto ya se ha hecho notar en países que anteriormente no tenían la infraestructura, e incluso en los más avanzados de la región, ya que ahora, gracias a los avances del proyecto, su nivel es muy superior al mostrado en un inicio. Esto se pudo constatar durante la reunión final de coordinación, donde se mostró de manera gráfica el avance de cada país (Ver figura).

A través del proyecto se obtuvo entrenamiento para el personal de todos los países participantes. Por otra parte, la homologación de los procedimientos técnicos ha servido para mejorar los controles y la vigilancia en los países sobre la inocuidad radiológica de los alimentos sujetos a importación y exportación.



Estimación porcentual de la implantación de los procedimientos armonizados en los países participantes del proyecto.

Recursos recibidos y aportados para la ejecución del proyecto

El proyecto recibió durante 2008 recursos por la cantidad de US \$3,477 provenientes del OIEA. Las aportaciones que México realizó durante el año están valoradas en US \$1,400.

RLA/6/058 ARCAL XC

Mejora de la Garantía de Calidad en Radioterapia en la Región de América Latina

Participantes:

Instituto Nacional de Cancerología:

María Adela Poitevín Chacón, Coordinadora

Alma Angélica Martínez Gómez

Guadalupe E. Trejo Durán

Jesús M. Flores Castro

Lesbia Rivera Rubí

Hospital Regional de Alta Especialidad de Oaxaca:

Norma Valencia Mijares

Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía:

Edgar Joel Juárez Rodríguez

Objetivo

Administración de un tratamiento por irradiación adecuado a los pacientes de la región con cáncer.

Resumen de logros

- El servicio de Radioterapia del Instituto Nacional de Cancerología fue sido calificado por el OIEA como modelo para proveer entrenamiento en radio-oncología, física médica y para técnicos en radioterapia.
- Los métodos de tratamiento y control del cáncer se mantendrán a la vanguardia gracias a los conocimientos adquiridos mediante los cursos de capacitación impartidos dentro del proyecto en 2008. Específicamente el *Curso Regional de Capacitación en Metodología de la Investigación Clínica en Radio-Oncología*, con profesores de prestigio Internacional, apoyará en la actualización académica de los médicos en radio-oncología y promoverá la investigación científica en México. El CD recibido con información del curso permitirá compartir los conocimientos adquiridos con sus colegas.
- Un técnico radioterapeuta mexicano del INCAN fue considerado como profesor del *Curso Regional de Actualización para Tecnólogos en Radioterapia* realizado en Guayaquil. Durante el mismo, el especialista presentó sus avances sobre nuevas técnicas de simulación (virtual) y tratamiento (terapia conformal e IMRT).

Evaluación de la ejecución del proyecto

Durante el año se realizaron cuatro de las actividades programadas en el proyecto:

- La primera fue la auditoría al INCAN en México, D.F., que se realizó en tiempo y forma según estaba programada, obteniéndose un informe en el que se concluyó que es un Centro de Competencia en América Latina, que sirve como modelo además de proveer enseñanza al personal de radioterapia. El informe incluyó además recomendaciones

importantes para mejorar el servicio, desde el punto de vista de planeación, trabajo en equipo y adquisición de tecnología.

- La segunda actividad fue el *Curso Regional de Capacitación sobre Tratamiento del Cáncer Cérvico Uterino basado en Evidencia* en Sao Paulo, Brasil, al que acudieron 2 médicos mexicanos jóvenes. Una de ellos fue elegida como encargada de Braquiterapia del INCAN al demostrar que en este curso adquirió los conocimientos básicos necesarios para mejorar ese servicio.
- La tercera actividad fue el *Curso Regional de Capacitación en Metodología de la Investigación Clínica en Radio-Oncología* en Lima, Perú, donde una de las profesoras invitadas es mexicana. Asistieron 2 radio-oncólogas, una de Oaxaca. Este curso inicialmente mejorará la práctica de estas médicas y redundará en la investigación clínica que iniciarán.
- La cuarta actividad fue el *Curso Regional de Actualización para Tecnólogos en Radioterapia* realizado en Guayaquil, Ecuador, donde uno de los profesores invitados es mexicano. Al curso asistieron 2 técnicos quienes, siendo la base de los tratamientos cotidianos en radioterapia, los conocimientos adquiridos les permitirán ser más prácticos en su trabajo diario, así como transmitir a sus colegas lo que aprendieron.

México se propuso como sede para realizar una base de datos del personal de radioterapia, dentro de una de las actividades del proyecto. Sin embargo, esta actividad no fue realizada debido a asuntos jurídico-legales que impidieron que el INCAN fuera la sede.

Beneficios obtenidos

- El principal beneficio es alcanzar el nivel de competencia en la atención y tratamientos que se brindan a los pacientes con cáncer.
- El personal incluido en los cursos del proyecto participa en divulgar la enseñanza y muestra interés en elevar su nivel académico y profesional. Además compartirá con sus colegas los conocimientos adquiridos para impulsar la investigación clínica en México.

Impacto de las actividades del proyecto

- Como resultado de la auditoría integral realizada al servicio de Radioterapia por el Organismo Internacional de Energía Atómica, el Instituto Nacional de Cancerología ha sido calificado como Centro de Competencia en América Latina que sirve como modelo y puede proveer entrenamiento en radio-oncología, física médica y para técnicos en radioterapia. Asimismo, los comentarios recibidos durante la auditoría contribuirán a la mejora del servicio.
- Mediante la participación en este proyecto, se pretende superar el nivel de competencia en la atención y tratamiento que se brinda a los pacientes con cáncer. La capacitación del personal incluido en los cursos del proyecto, además de elevar su nivel académico y profesional, será compartida con sus colegas para impulsar la investigación clínica en México.
- El proyecto hará posible utilizar los instrumentos a su máxima capacidad, tratando a los pacientes con técnicas modernas que mejoran el control local sin dañar a los tejidos

sanos a su alrededor. Las actividades del proyecto han demostrado que mediante una planeación correcta, es posible aumentar el número de pacientes en braquiterapia.

Recursos recibidos y aportados para la ejecución del proyecto

Durante el año, el total de recursos recibidos por este proyecto fue de US \$11,667, provenientes del OIEA, mientras que las aportaciones valoradas de México totalizaron US \$9,000.

RLA/6/059 ARCAL XCI

Ejecución y Evaluación de Programas de Intervención para Prevenir y Controlar la Obesidad Infantil en América Latina

Participantes:

Centro de Investigación en Alimentos y Desarrollo (CIAD), Hermosillo, Sonora

Mauro Valencia Juillerat, Coordinador

Silvia Moya

Bertha Isabel Pacheco Moreno

Ana Cristina Gallegos Aguilar

Gloria Morales Figueroa

Objetivo

Contar con programas de intervención destinados a la prevención de la obesidad infantil en América Latina y que éstos sean evaluados en sus resultados.

Resumen de logros

- Se hizo el estudio de 168 niños de entre 6 y 10 años a los que se les dosificó con óxido de deuterio (D_2O). Se colectaron datos antropométricos, sociodemográficos y de bioimpedancia eléctrica y las muestras fueron enviadas a Chile para su análisis por espectrometría de masas.
- Se están verificando los datos para su análisis en una reunión programada para 2009, para discutir el desarrollo y validación de ecuaciones de BIE y antropometría basadas en la metodología de dilución con D_2O .
- Se llevó a cabo un estudio de validación de la técnica de dilución con D_2O en una muestra de 60 niños en un rango de edad más amplio (6-14 años), que incluye a los sujetos del estudio nacional, de 6-10 años. Los resultados mostraron la precisión del método de dilución con D_2O con respecto al modelo de 4 compartimentos, habiéndose publicado ya los primeros resultados.

Evaluación de la ejecución del proyecto

- El trabajo realizado en el año incluyó el estudio de 168 niños de entre 6 y 10 años provenientes de 7 entidades del país (Sonora, Chihuahua, Hidalgo, Puebla, Yucatán, Chiapas y Distrito Federal), así como de 13 municipios y 26 escuelas de las regiones Norte, Centro y Sureste de México. Se colectaron datos antropométricos, sociodemográficos y de bioimpedancia eléctrica y se dosificó a los 168 niños con óxido de deuterio (D_2O), previa autorización del Comité de Ética Institucional. Las muestras fueron enviadas al INTA de Chile y se tienen ya los datos analizados por espectrometría de masas.
- Actualmente se está verificando el análisis y limpieza de datos para su debido procesamiento, a fin de conjuntarlos con los datos de los otros países en una reunión programada para 2009 para discutir el desarrollo y validación de ecuaciones de BIE y antropometría basadas en la metodología de dilución con D_2O .

- Adicionalmente se llevó a cabo un estudio de validación de la técnica de dilución con D₂O utilizada en el estudio nacional, en una muestra de 60 niños en un rango de edad más amplio (6-14 años), pero que incluye a los sujetos del estudio nacional de 6-10 años. La validación se llevó a cabo comparando el método de dilución contra el modelo de 4 compartimentos, en donde se combinan las técnicas de densidad corporal, absorciometría dual de rayos X y el mismo método de dilución. Los resultados mostraron que el método de dilución con D₂O fue exacto, preciso y sin sesgo con respecto al modelo de 4 compartimentos, lo cual puede ser útil para la región. A la fecha ya se han publicado los primeros resultados.
- Los datos de composición corporal y antropometría fueron enviados a la coordinación del proyecto en Guatemala con el Dr. Manuel Ramírez Zea, para ser integrados a la base de datos de los países participantes. Adicionalmente, los resultados se llevarán al taller sobre *Diseño de Ecuaciones de Predicción de la Composición Corporal por Antropometría y Bioimpedancia Basados en la Técnica de Dilución con Deuterio*, a celebrarse en Ecuador durante el 2009. Dicha reunión había sido programada en México, sin embargo la sede fue cambiada a Ecuador.

Beneficios obtenidos

Los algoritmos generados, basados en la técnica de dilución con óxido de deuterio, servirán para estimar la composición corporal en niños. Estos algoritmos validados para antropometría y bioimpedancia podrán ser empleados en estudios futuros por diferentes usuarios de los sectores Salud y Nutrición, y por el mismo grupo de ARCAL en la evaluación de programas de intervención para la reducción del sobrepeso y la obesidad en América Latina.

Impacto de las actividades del proyecto

- A corto plazo, la información antropométrica ha sido entregada a las escuelas participantes, junto con recomendaciones apropiadas en los casos de los niños que así lo ameritaban, de acuerdo a los resultados.
- A mediano y largo plazo se contará con una herramienta básica para la evaluación de la composición corporal en niños de los países participantes, y con una herramienta general por regiones. Esta herramienta son las ecuaciones de predicción de composición corporal utilizando antropometría y bioimpedancia eléctrica validadas con la técnica nuclear de referencia (dilución con óxido de deuterio (D₂O)).
- Con la participación de los doce países en el proyecto, se tendrán aproximadamente 2,400 niños analizados para la generación de los modelos predictivos por país o por regiones, aplicables en estudios epidemiológicos futuros para programas de diagnóstico, intervención y seguimiento.

Recursos recibidos y aportados para la ejecución del proyecto

El proyecto recibió durante 2008 recursos por la cantidad de US \$16,490 provenientes del OIEA. México por su parte aportó para su ejecución un total valorado en US \$21,907.

RLA/7/011 ARCAL LXXX

Evaluación de la contaminación atmosférica por partículas

Participantes

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares:

Francisca Aldape Ugalde, Coordinadora

Javier Flores Maldonado

Secretaría del Medio Ambiente, Gobierno del Distrito Federal:

Armando Retama Hernández

Olivia Rivera Hernández

Objetivo

Apoyar el desarrollo de políticas apropiadas de control de calidad del aire, programas y herramientas de gestión, diseñadas, acordadas y propuestas para ser adoptadas por las autoridades relevantes.

Resumen de logros

Este proyecto concluyó en 2008 con la realización de la única actividad pendiente, la Reunión Final de Coordinadores de Proyecto.

Evaluación de la ejecución del proyecto

- La Coordinadora del Proyecto, Francisca Aldape Ugalde y el C. Javier Flores Maldonado, asistieron a la *Reunión Final de Coordinadores de Proyecto*, la cual se llevó a cabo del 18 al 22 de febrero de 2008 en Santo Domingo, República Dominicana.
- En el mes de octubre fue aprobado como Centro Designado de ARCAL el *Laboratorio de Análisis PIXE y Determinación Gravimétrica de Muestras de Contaminación Atmosférica*.

Impacto de las actividades del proyecto

- El principal impacto de este proyecto fue la aprobación por parte del Órgano de Representantes de ARCAL, durante su reunión ordinaria realizada en el mes de octubre de 2008 en Viena, Austria, del *Laboratorio de Análisis PIXE y Determinación Gravimétrica de Muestras de Contaminación Atmosférica* como Centro Designado de ARCAL.
- Por otra parte, el conocimiento obtenido sobre valores confiables de concentraciones de partículas finas PM2.5 en la ciudad de Toluca durante un periodo de estudio de un año, condujo a evaluar la Norma Oficial Mexicana de calidad del aire por primera vez. Lo anterior permite contar con una referencia confiable para su comparación y complemento con estudios similares realizados en otras ciudades de la región. Se logró además identificar los contaminantes elementales, así como determinar sus concentraciones, lo que permitió sugerir las fuentes de donde provienen. Los conocimientos y resultados logrados dentro del proyecto representan una contribución a

las capacidades y experiencia sobre contaminación de partículas PM2.5 en la región, que contribuirá a la solución del problema de la contaminación a nivel regional.

Recursos recibidos y aportados para la ejecución del proyecto

Los recursos recibidos por el país para este proyecto en 2008 ascienden a US \$5,923 provenientes del OIEA, mientras que la aportación de México está valorada en US \$1,800.

RLA/8/042 ARCAL XCIII

Aplicación de la Tecnología Nuclear para la Optimización de los Procesos Industriales y para la Protección Ambiental

Participantes

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares:

Gustavo Molina, Coordinador

Jorge Vizuet González

Objetivo

Contribuir a la optimización de los procesos industriales y a la protección ambiental en los Estados Miembros mediante la tecnología radioisotópica.

Resumen de logros

- El personal participante recibió capacitación.
- Se recibió del OIEA un sistema de adquisición de datos de 12 canales para radiotrazado. El ININ por su parte, compró 7 sondas para este equipo, adicionales a las 5 que ya se tenían, para completar el sistema de adquisición.
- Se recibió un detector BGO para construir un prototipo de análisis de activación neutrónica por gammas inmediatas para aplicaciones en minería. Se desarrolló software para este propósito.

Evaluación de la ejecución del proyecto

Reunión de Coordinadores de Proyecto

Del 2 al 6 de noviembre de 2008 se llevó a cabo en Tiradentes, Brasil, la segunda reunión de coordinadores del proyecto, en la que se evaluaron y aprobaron las actividades para el desarrollo del proyecto. Simultáneamente se desarrolló el *Congreso Tracer 5* en donde se tuvo la oportunidad de asistir a algunas conferencias.

Curso Regional de capacitación sobre aplicación de técnicas nucleares para la optimización de procesos industriales y protección al medio ambiente.

Este curso se llevó a cabo del 24 al 28 de marzo en Santiago de Chile, capacitándose a un profesionalista.

Curso Regional de capacitación sobre aplicación de técnicas nucleares para la optimización de procesos industriales.

Fue realizado en Caracas, Venezuela del 24 al 27 de junio y durante el mismo recibió capacitación en estas técnicas un técnico superior.

Curso Regional de capacitación sobre estudios de interconexiones de pozos petroleros y dispersión de contaminantes con la tecnología de radiotrazadores

Realizado en Belo Horizonte, Brasil, del 27 al 31 de octubre de 2008. En dicho curso se capacitó un profesionalista en estas técnicas.

Capacitación de visitantes

Durante 2008 se recibió la visita de un becario de la república de Ecuador, quien estuvo un mes realizando una estancia de capacitación en técnicas de radiotrazado en la industria petrolera.

Provisión de equipos y componentes especiales

Se recibió la totalidad del equipo contemplado en el programa original, consistente en un detector BGO de 3"x3" y un sistema de adquisición de datos de 12 canales, con un costo total de \$15,954.00 dólares americanos.

Beneficios obtenidos

Se obtuvo entrenamiento para tres especialistas de México, con la finalidad de actualizar, mejorar y brindar servicios de calidad en las técnicas de trazadores.

El equipo recibido abre una gama de posibilidades en varios campos de aplicación, como la minería, cemento, petróleo, industria química, etc.

Impacto de las actividades del proyecto

La capacitación de especialistas favorecerá el incremento de los servicios de radiotrazado y el desarrollo de técnicas con fuentes selladas, así como la difusión de estas técnicas en la industria mexicana. Asimismo, el sistema de adquisición de datos adquirido con fondos del OIEA permitirá realizar servicios de radiotrazado, tomografía industrial y de diagnóstico de procesos con fuentes selladas, entre otros.

Recursos recibidos y aportados para la ejecución del proyecto

El total de recursos recibidos por este proyecto es de US \$24,674 provenientes del OIEA. El aporte del país al proyecto está valorado en la cantidad de US \$11,000.

RLA/8/043 ARCAL XCIV

Utilización de las Técnicas de Análisis Nucleares y Creación de Bases de Datos para la Caracterización y Preservación de los Objetos del Patrimonio Cultural Nacional

Participantes:

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares:

Dolores Tenorio Castilleros, Coordinadora
Melania Jiménez Reyes
Fabiola Monroy Guzman
Jesús Muñoz Lujano

Instituto Nacional de Antropología e Historia:

Ángel García Cook
Alejandra Castañeda Gómez del Campo
Alejandra Abrego Rivas
Alba Téllez Nieto

Objetivo

Contribuir al estudio y la preservación del patrimonio cultural nacional, suministrando información analítica para la caracterización y contextualización de objetos del patrimonio cultural, mediante el uso conjunto de instalaciones disponibles para estos fines en América Latina.

Resumen de logros

- Empleando la técnica de análisis por activación neutrónica se logró llevar a cabo el análisis cuantitativo de 100 muestras de obsidiana del sitio arqueológico de Cantona, en el estado de Puebla, México. Para determinar la procedencia de estas muestras, se llevó a cabo el estudio estadístico de los resultados de los análisis de obsidiana con el programa de análisis estadístico de multivariantes escrito en lenguaje GAUSS por el Dr. Hector Neff.
- Tres arqueólogas de la Escuela Nacional de Antropología e Historia están aprendiendo a utilizar las técnicas nucleares en el análisis de cerámicas mayólicas.
- Se impartió la conferencia *Estado de la investigación en la región de Tabasco y norte de Chiapas. Perspectivas para el desarrollo intercultural. Poblado de Oxolotán, Tacotalpa, Tabasco* durante el XXII Congreso Nacional de Química Analítica y XII Simposio Estudiantil, Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Química, 23 al 27 de junio de 2008.
- En el XI Congreso Mexicano de Historia de las Ciencias de la Tecnología, realizado del 26 al 28 de noviembre de 2008 por la Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y de la Tecnología en la ciudad de México D. F., se presentó el trabajo: *La arqueometría en la historia reciente de la arqueología Mexicana: una visión desde el ININ*. O. Jaimes-Riveron, D. Tenorio, F. Monroy-Guzman, M. Jiménez-Reyes.

Evaluación de la ejecución del proyecto

- Se prepararon las muestras de obsidiana para analizarlas con la técnica de análisis por activación neutrónica utilizando el micromolino donado por el OIEA, el cual facilitó el proceso al reducir el tiempo de preparación en un 50%.
- Se llevó a cabo el conteo de las muestras de obsidiana irradiadas empleando un equipo de detección gamma y la tarjeta Trump PCI 18K para mediciones de radiación con software Maestro-32 donada por el organismo, gracias a lo cual el conteo se hizo en la mitad de tiempo programado.
- Se efectuó la compra del generador de rayos X Pyroelectric con fondos del OIEA, el cual posibilitó el análisis de elementos con mayor porcentaje de concentración en las muestras de obsidiana mediante el equipo de fluorescencia de rayos X portátil.
- El Taller Regional sobre Evaluación de Datos Estadísticos, celebrado en San José de Costa Rica en febrero de 2008 ha contribuido a uniformizar el análisis estadístico de los diferentes resultados de las actividades registradas en el proyecto. Con este taller habrá mayor concordancia en el reporte de los estudios estadísticos de los resultados obtenidos en el análisis de piezas del Patrimonio Cultural.

Beneficios obtenidos

Uno de los principales beneficios de este proyecto es haber propiciado la comunicación entre los arqueólogos y los investigadores del ININ. El interés demostrado por las arqueólogas en la aplicación de técnicas nucleares en el análisis de piezas arqueológicas amplía el horizonte de la aplicación de los usos pacíficos de la energía nuclear entre las jóvenes generaciones.

Impacto de las actividades del proyecto

Anteriormente, los arqueólogos mexicanos recurrían a instituciones extranjeras para llevar a cabo el análisis de las diferentes piezas arqueológicas. Ahora, gracias al equipo donado por el OIEA por la participación en el proyecto, es posible contar con un laboratorio para la preparación de piezas arqueológicas para su análisis por activación neutrónica. Mediante el empleo de dicha técnica es posible reducir hasta en un 50% el tiempo programado para el análisis de las muestras.

La puesta en marcha de un equipo automático para el conteo de muestras radiactivas, gracias a la colaboración recibida en el proyecto, contribuirá a reducir aún más los tiempos de análisis de las piezas.

El proyecto ha propiciado la comunicación entre arqueólogos e investigadores del ININ, debido al interés mostrado por los arqueólogos en la aplicación de las técnicas nucleares en el análisis de piezas arqueológicas, ampliando el horizonte de aplicaciones pacíficas de la energía nuclear.

Recursos recibidos y aportados para la ejecución del proyecto

El proyecto recibió durante 2008 recursos por la cantidad de US \$21,695 provenientes del OIEA. México por su parte aportó para su ejecución un total valorado en US \$25,231.

5.- INFORME SOBRE LA UTILIZACIÓN DE LOS CENTROS DESIGNADOS

Los Centros Designados ARCAL en México son los siguientes:

1. Centro para Mantenimiento, Reparación y Diseño de Instrumentación Nuclear
2. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados – Laboratorio de Microbiología Ambiental
3. Laboratorio de Monitoreo Ambiental
4. Centro Regional para la Calibración Eléctrica y la Reparación y Mantenimiento de Equipos Dosimétricos Utilizados en Radioterapia
5. Laboratorio de Análisis PIXE y Determinación Gravimétrica de Muestras de Contaminación Atmosférica

Las principales actividades desarrolladas durante el año 2008 en cada una de estas instalaciones se describen a continuación.

1. Centro Regional para Mantenimiento, Reparación y Diseño de Instrumentación Nuclear

Ubicación: Gerencia de Sistemas, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares.

Director del Centro: Dr. Francisco Javier Ramírez Jiménez.

Descripción del Centro: Este Centro Regional se dedica a realizar actividades de reparación de detectores de radiación de estado sólido de silicio-litio y de germanio hiperpuro. También hace la reparación de instrumentación electrónica nuclear como preamplificadores sensibles a carga, amplificadores de espectroscopía, convertidores analógico- digital y analizadores multicanal.

Utilización del Centro durante 2008:

- Se proporcionaron servicios de reparación, mantenimiento y calibración para detectores de radiación de estado sólido de silicio-litio y de germanio hiperpuro, para las diferentes áreas del ININ. Se realizó la reparación de instrumentación electrónica nuclear, como preamplificadores sensibles a carga, amplificadores de espectroscopía, convertidores analógico-digitales y analizadores multicanal.
- Se proporcionó asesoría en instrumentación nuclear a la Planta Nucleoeléctrica de Laguna Verde a lo largo del año.
- Se realizaron actividades correspondientes al contrato de investigación del OIEA “Development of QC procedures for Maintenance and Repair of Nuclear Instruments”, en el que se elaboraron 14 procedimientos para prueba y verificación de instrumentación nuclear.
- El Centro Designado fue sede de la reunión final del Proyecto de Investigación Coordinado sobre “Desarrollo de Procedimientos de AC/CC Armonizados para el Mantenimiento y Reparación de Instrumentos Nucleares”, realizado del 1 al 4 de diciembre de 2008, con la participación de 10 especialistas internacionales.
- Con la presentación del informe general de las actividades realizadas en el Centro Designado, *The Nuclear Instrumentation Center in Mexico*, se participó en el *IAEA Technical Meeting on the Role and Utilization of Regional Resource Centres in Nuclear Instrumentation*, realizado en Viena, Austria, del 2 al 6 de junio de 2008.

2. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados – Laboratorio de Microbiología Ambiental

Ubicación: Laboratorio de Técnicas Nucleares del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV), Unidad Irapuato.

Director del Centro: Dr. Juan José Peña Cabriales.

Descripción del Centro: El Laboratorio de Microbiología Ambiental de la Unidad Irapuato del CINVESTAV-IPN es una instalación en la que el uso de las técnicas nucleares para estudios de la relación planta-microorganismo-suelo es de uso cotidiano. El laboratorio opera dentro de una red de investigación a nivel nacional cuyos estudios están enfocados a la generación y aplicación de tecnologías de interés agrícola, agrobiotecnológico y ambiental en diferentes sistemas. Además del Centro Designado ARCAL, esta red involucra a investigadores del Colegio de Postgraduados (Montecillo y Tabasco), el Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales-UMSNH y el INIFAP-Celaya y recientemente el Centro Universitario de Investigación y Desarrollo Agropecuario (CUIDA) de la Universidad de Colima.

Utilización del Centro durante 2008:

Como parte de la red antes mencionada a la que pertenece, los objetivos de investigación enmarcados a los proyectos de investigación propios del laboratorio y de colaboración son:

- 1) Generar y validar nuevos fertilizantes compuestos de alta eficiencia agronómica, así como sus dinámicas (pérdidas y residualidad) en sistemas de labranza;
- 2) Generar prácticas de manejo de suelo, microorganismos y fertilizantes que permitan la incorporación de los suelos ácidos a la producción de cereales como maíz y sorgo.

Para el cumplimiento de dichos objetivos, en estos proyectos se recurre a la implementación de técnicas de ^{15}N y ^{32}P para cuantificar el aporte nutrimental de las tecnologías de campo generadas. Además, se realiza asistencia de investigación a empresas de agroquímicos nacionales sobre la evaluación de nuevos productos, entre los que se destacan HUMEX^{MR}, COSMOCEL^{MR}, PETRAMIN^{MR} y UNIVEX^{MR}. Al respecto, la función del Laboratorio de Microbiología Ambiental es diseñar y asesorar en los experimentos de campo que involucren el uso de técnicas isotópicas (^{15}N , ^{32}P , Sonda de Neutrones, etc.). Asimismo, dentro de sus funciones el laboratorio realiza el análisis químico-isotópico de las muestras biológicas obtenidas de los diferentes ensayos, así como la interpretación de la información generada de la red de investigación antes mencionada.

3. Laboratorio de Monitoreo Ambiental

Ubicación: Gerencia de Seguridad Radiológica, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares.

Directora del Centro: Bióloga María de Lourdes Cervantes Naranjo.

Descripción del Centro: El laboratorio diseña y realiza el Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental (PVRA) del Centro Nuclear (CN) y el del Centro de Almacenamiento de Desechos Radioactivos (CADER) del ININ. Para ambos programas se realiza el muestreo, preparación y análisis alfa-beta total y espectrometría gamma de muestras de suelo, alimentos vegetales,

filtros de cartucho para yodo-131, partículas suspendidas, agua potable y superficial, leche, colocación de dosímetros termoluminiscentes (TLD), mediciones con cámara de ionización de alta presión (CIAP), trucha y alga. Se realiza también la medición de radiactividad en muestras de agua, diversos alimentos y pruebas de fuga de servicios internos y externos, independientes del PVRA. El Laboratorio Ambiental muestrea, prepara, analiza e interpreta los espectros de muestras analizadas por PIXE, y hace la evaluación y tratamiento estadístico de datos de los trasplantes de líquenes y thillandsias correspondientes al proyecto RLA/2/013 (ARCAL LXXXIX) sobre biomonitores de contaminación atmosférica.

Utilización del Centro durante 2008:

- Se realizó el diseño de 2 programas de monitoreo radiológico ambiental para las dos instalaciones nucleares arriba referidas.
- Se realizaron las actividades de muestreo, preparación y procesamiento de muestras así como su análisis. Específicamente, se realizó el análisis alfa - beta total y espectrometría gamma de las siguientes muestras: suelo (39), alimentos vegetales (14), filtros de cartucho para yodo-131 (92), partículas suspendidas (170), agua potable y superficial (26), leche (24), colocación de dosímetros termoluminiscentes (TLD) (114) , mediciones con cámara de ionización de alta presión (CIAP) (30), trucha (2) y alga (1), así como la medición de radiactividad en muestras de agua, diversos alimentos y pruebas de fuga de servicios internos y externos, independientes del (PVRA).
- Se llevó a cabo el reentrenamiento del personal ocupacionalmente expuesto del Laboratorio de Monitoreo Ambiental en Seguridad Radiológica.
- Continuó la relación de trabajo con el Departamento de Física Experimental del Instituto de Física de la UNAM, así como con la Dirección de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal.
- En cuanto la relación con instituciones internacionales, se mantuvo contacto con el Laboratorio de Técnicas Analíticas Nucleares de la Comisión Nacional de Energía Atómica, en Buenos Aires, Argentina.
- En el renglón de publicaciones:
 - a) Se publicó en la revista con arbitraje internacional *X-Ray Spectrometry 2008* el artículo *The use of biomonitors and PIXE analysis in the study of air pollution in Mexico City* cuyos autores son L. Cervantes, O. Ávila, J.L. Ruvalcaba, J. Miranda, R. Muñoz.
 - b) Se tuvo participación en la Expo INCYTAM 2008 del Instituto de Ciencia y Tecnología y de la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal con el trabajo: *Estudio Ambiental del Aire en la Ciudad de México mediante el uso de líquenes y bromelias analizadas por PIXE*. Sus autores son: L. Cervantes, O. Ávila, J.L. Ruvalcaba, J. Miranda, R. Muñoz. El trabajo obtuvo un reconocimiento por la obtención del 3er lugar del eje temático "Aire" en la Expo.

4. Centro Regional para la Calibración Eléctrica, Reparación y Mantenimiento de Equipos Dosimétricos Utilizados en Radioterapia

Ubicación: Departamento de Sistemas Electrónicos, Gerencia de Sistemas, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares.

Director del Centro: Ing. Pedro Cruz Estrada.

Descripción del Centro: Este Centro Regional se dedica a actividades de reparación, mantenimiento y calibración eléctrica de electrómetros y cámaras de ionización. Por otra parte, brinda asesoría técnica al personal del sector salud y centros de investigación nacionales e internacionales. También brinda apoyo técnico a diferentes grupos del ININ, quienes realizan control de calidad en equipos de rayos X del sector salud de México y calibración de herramientas para control de calidad.

Utilización del Centro durante 2008:

- Se proporcionaron servicios de reparación, mantenimiento y calibración eléctrica de electrómetros y cámaras de ionización del Centro de Metrología de Radiaciones Ionizantes del ININ y de diferentes instituciones del sector salud.
- Se proporcionaron servicios de reparación a diferentes herramientas utilizadas para control de calidad en equipos de rayos X del área de Protección Radiológica del ININ.
- Se capacitó al Sr. Edgar Figueredo Ticona de Bolivia, en el uso y funcionamiento de diferentes detectores de radiación (principalmente cámaras de ionización). Este estudiante estuvo en el centro regional a través de una beca del OIEA.
- Se elaboraron para el OIEA dos procedimientos para verificar detectores proporcionales y cámaras de ionización, dentro del proyecto "Development of harmonized QA/QC procedures for maintenance and repair of nuclear instruments".
- Se asistió a la reunión técnica para definir el rol y utilización de los centros regionales en instrumentación nuclear, la cual se realizó en las oficinas del OIEA en Viena, Austria.

5. Laboratorio de Análisis PIXE y Determinación Gravimétrica de Muestras de Contaminación Atmosférica

Ubicación: Departamento de Estudios del Ambiente, Gerencia de Ciencias Ambientales, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares.

Directora del Centro: Dra. Francisca Aldape Ugalde.

Descripción del Centro: Este Centro Designado ARCAL ofrece servicios y capacitación en el área de Análisis Elemental por la Técnica PIXE y en la de Análisis Gravimétrico. Proporciona además servicios de asesoría en estrategias de colección de muestras y en la producción de partes de colectores y dispositivos para manejo de filtros o de muestras. También desarrolla labores de asesoría en la localización de sitios representativos de monitoreo, en la implementación de redes de monitoreo y en la identificación de fuentes contaminantes usando técnicas de análisis estadístico. Posee amplia experiencia en la participación en ejercicios de

intercomparación entre laboratorios analíticos dedicados al estudio de la contaminación del aire y entre su equipamiento se cuenta con un acelerador de 2 MeV dedicado a aplicaciones, además de una línea PIXE con todos sus accesorios y dispositivo para uniformizar el haz.

Utilización del Centro durante 2008:

El *Laboratorio de Análisis PIXE y Determinación Gravimétrica de Muestras de Contaminación Atmosférica* fue aprobado como Centro Designado ARCAL en el mes de octubre de 2008 por el Órgano de Representantes de ARCAL durante su reunión ordinaria. Por lo anterior, sus operaciones darán inicio en el año 2009.

6.- COOPERACIÓN CON OTROS PAÍSES EN EL MARCO DE ARCAL

Además de las actividades descritas en este informe como parte de la ejecución de las tareas de cada proyecto, no se llevaron a cabo durante el año otras actividades de cooperación con los países en el marco del Acuerdo.

7.- TABLAS RESÚMENES

TABLA 1
PROYECTOS EN LOS QUE EL PAÍS PARTICIPÓ DURANTE 2008

Nº	Título del proyecto	Código ARCAL	Institución contraparte	Nombre de la contraparte
1	Fomento de la CTPD y fortalecimiento del Acuerdo regional a fin de contribuir al programa regional de CT para América Latina	RLA/0/035 ARCAL LXXXVII	Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares	José Raúl Ortiz Magaña Coordinación ARCAL Tel. +52 (55) 5329 7216 Fax. +52 (55) 5329 7325 E-mail: joseraul.ortiz@inin.gob.mx
2	Mejora de la gestión de las masas de agua que están contaminadas con metales	RLA/1/010 ARCAL LXXXVIII	Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares	Pedro Ávila Pérez Gerencia de Ciencias Ambientales Tel. +52 (55) 5329 7200 Ext. 2600 Fax. +52 (55) 5329 7297 E-mail: pedro.avila@inin.gob.mx
3	Estudios de correlación entre la deposición atmosférica y los problemas sanitarios en América Latina: Técnicas analíticas nucleares y la vigilancia biológica de la contaminación atmosférica	RLA/2/013 ARCAL LXXXIX	Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares	María de Lourdes Cervantes Naranjo Gerencia de Seguridad Radiológica Tel. +52 (55) 5329 7200 Ext. 3240 Fax. +52 (55) 5329 7297 E-mail: lourdes.cervantes@inin.gob.mx
4	Armonización de los requisitos técnicos y específicos de calidad para el control de la contaminación radiactiva en alimentos	RLA/5/048 ARCAL LXXIX	Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias	Jaime Aguirre Gómez Departamento de Vigilancia Radiológica Ambiental Tel. +52 (55) 5329 7242 Fax. +52 (55) 5329 7297 E-mail: jaguirre@cnsns.gob.mx
5	Mejora de la Garantía de Calidad en Radioterapia en la Región de América Latina	RLA/6/058 ARCAL XC	Instituto Nacional de Cancerología	Ma Adela Poitevin Chacón Subdirectora de Radioterapia Tel. +52 (55) 5628 0419 E-mail: adepoite@prodigy.net.mx
6	Ejecución y Evaluación de Programas de Intervención para Prevenir y Controlar la Obesidad Infantil en América Latina	RLA/6/059 ARCAL XCI	Centro de Investigación en Alimentos y Desarrollo Hermosillo, Sonora	Mauro Valencia Juillerat Hermosillo, Sonora Tel. +52 (662) 280 0094 Fax. +52 (662) 280 0055 E-mail: mauro@cascabel.ciad.mx
7	Evaluación de la contaminación atmosférica por partículas	RLA 7/011 ARCAL LXXX	Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares	Francisca Aldape Ugalde Gerencia de Ciencias Ambientales Tel. +52 (55) 5329 7200 Ext. 2646 Fax. +52 (55) 5329 7297 E-mail: francisca.aldape@inin.gob.mx
8	Aplicación de la Tecnología Nuclear para la Optimización de los Procesos Industriales y para la Protección Ambiental	RLA/8/042 ARCAL XCIII	Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares	Gustavo Molina Gerencia de Seguridad Radiológica Tel. +52 5329 7200 Ext. 3430 Fax. +52 (55) 5329 7297 E-mail: gustavo.molina@inin.gob.mx
9	Utilización de las Técnicas de Análisis Nucleares y Creación de Bases de Datos para la Caracterización y Preservación de los Objetos del Patrimonio Cultural Nacional	RLA/8/043 ARCAL XCIV	Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares	Dolores Tenorio Castilleros Gerencia de Ciencias Básicas Tel. +52 (55) 5329 7200 Ext. 3262 Fax. +52 (55) 5329 7297 E-mail: dolores.tenorio@inin.gob.mx

TABLA 2
PARTICIPACIÓN EN REUNIONES DE COORDINACIÓN

N°	Nombre de la Reunión	Código ARCAL	Lugar (ciudad, país)	Fecha	Nombre de los Participantes	Institución/país de origen
1	IX Reunión del OCTA y Reunión Extraordinaria del OCTA	RLA/0/035 ARCAL LXXXVII	Ciudad de Salta, Argentina	4 al 16 de mayo 2008	José Hermosillo	ININ, México
2	Reunión de Coordinación de la División para América Latina del OIEA y Reunión Extraordinaria del OCTA	RLA/0/032 (NO ARCAL)	Varadero, Cuba	31 de agosto al 5 de septiembre de 2008	José Raúl Ortiz Magaña	ININ, México
3	Nutrición: nuevos proyectos regionales, taller de coordinación (Referencia RLA2007022 y RLA2007047)	RLA/0/036-9001 (NO ARCAL)	Valencia, Venezuela	9 al 13 de junio de 2008	Mauro Valencia Martha Ballesteros	CIAD, Hermosillo, Son. México
4	Reunión Inicial de Coordinadores	RLA/2/013 ARCAL LXXXI	Buenos Aires, Argentina	3 al 7 de marzo 2008	María de Lourdes Cervantes Naranjo	ININ, México
5	Reunión Final de Coordinadores	RLA/5/048 ARCAL LXXIX	Buenos Aires, Argentina	14 al 18 de abril del 2008	Jaime Aguirre	
6	Reunión Final de Coordinadores	RLA/7/011 ARCAL LXXX	Santo Domingo, Rep. Dominicana	18 al 22 de febrero de 2008	Francisca Aldape Javier Flores Maldonado	ININ, México ININ, México
7	Reunión Intermedia de Coordinadores	RLA/8/042 ARCAL XCIII	Tridentes, Brasil	2 al 6 de noviembre de 2008	Gustavo Molina	ININ, México

TABLA 3
PARTICIPACIÓN EN CURSOS REGIONALES DE CAPACITACIÓN

N°	Nombre del curso	Código ARCAL	Lugar (ciudad, país)	Fecha	Nombre de los Participantes	Institución/país de origen
1	Curso a distancia (virtual) de capacitación en Cualimetría y Quimiometría	RLA/1/010 ARCAL LXXXVIII	Universidad de San Martín de Buenos Aires Argentina	1 de diciembre de 2007 al 31 de marzo de 2008	Graciela Zarazúa Ortega Guadalupe Macedo Miranda	ININ, México Instituto Tecnológico de Toluca, México
2	Identificación de biomonitores adecuados y comparables en los diferentes países de Latinoamérica, armonización de técnicas de muestreo y tratamiento de muestras previo a su análisis.	RLA/2/013 ARCAL LXXXIX	Córdoba, Argentina	3 al 14 de noviembre de 2008	Ma. de Lourdes Cervantes Naranjo Mauricio Ramos Osuna	ININ, México UNAM, México
3	Curso Regional de Capacitación sobre Tratamiento del Cáncer Cérvico Uterino basado en Evidencia	RLA/6/058-002 ARCAL XC	Sao Paulo, Brasil	10 al 14 de marzo de 2008	Elizabeth Trejo Jesús M. Flores	INCAN, México
4	Curso Regional de Actualización para Tecnólogos en Radioterapia	RLA/6/058 ARCAL XC	Guayaquil, Ecuador	17 al 21 de noviembre de 2008	Alma Martínez Edgar Joel Juárez	INCAN, México Hospital General de México (SSA).
5	Curso Regional de Capacitación en Metodología de la Investigación Clínica en Radio-oncología.	RLA/6.058-003 ARCAL XC	Lima, Perú	29 de septiembre al 3 de octubre de 2008	Lesbia Rivera Norma Valencia	INCAN, México Hospital Regional de Alta Especialidad, Oaxaca
6	Curso regional sobre evaluación mediante la técnica de dilución del deuterio de la composición corporal y la ingesta de leche materna	RLA/6/059 ARCAL XCI	Hermosillo, Son. México	8 al 12 de diciembre de 2008	Dolly Hervas Eid Maruska Muñoz V. Eugenia de las Mercedes Jeanette Patricia Sosa Gladis E. Aguilar Elda Carolina Guerra Ana María Lozano Ma. del Carmen Morales Asha Badaloo Marvin Reid José Antonio Arce Antonio Largaespada Altagracia Fulcar Vianney Curiel C. Armida Espinoza Priscila Saucedo Profesores: Mauro Valencia Gabriela Salazar Graciela Caire Heliodoro Alemán M. Rosa Olivia Méndez Adriana Bolaños Alma E. Robles Sardin José Antonio Ponce	Bolivia Bolivia Ecuador Ecuador El Salvador El Salvador Honduras Honduras Jamaica Jamaica Nicaragua Nicaragua R. Dominicana México México México México México México México México México México

7	Curso Regional de Capacitación sobre aplicaciones de radiotrazadores en procesos minero-metalúrgicos y del medio ambiente relacionado	RLA/8/042 ARCAL XCIII	Santiago de Chile	24 al 28 de marzo de 2008	Jorge Vizuet González	ININ, México
8	Curso Regional de Capacitación sobre Estudios de Interconexiones de Pozos Petroleros y dispersión de contaminantes con la Tecnología de Radiotrazadores	RLA/8/042 ARCAL XCIII	Belo Horizonte, Brasil	27 al 31 de octubre de 2008	Teodoro García	ININ, México
9	Curso Regional de capacitación sobre aplicación de técnicas nucleares para la optimización de procesos industriales.	RLA/8/042 ARCAL XCIII	Caracas, Venezuela	24 al 27 de junio de 2008	Jorge Flores Montoya	ININ, México

TABLA 4
PARTICIPACIÓN EN CURSOS NACIONALES DE CAPACITACIÓN

N°	Nombre del curso	Código ARCAL	Lugar (ciudad)	Fecha	Nombre de los Participantes	Institución de origen

TABLA 5
PARTICIPACIÓN EN TALLERES REGIONALES

N°	Nombre del taller	Código ARCAL	Lugar (ciudad, país)	Fecha	Nombre de los Participantes	Institución/país de origen
1	Taller para la elaboración del manual de protocolos armonizados y evaluados para la toma de muestras y análisis de aguas y sedimentos	RLA/1/010 ARCAL LXXXVIII	San Salvador, El Salvador	5 al 9 de mayo de 2008	Graciela Zarazúa Ortega Guadalupe Macedo Miranda	ININ, Instituto Tecnológico de Toluca, México
2	Taller Regional sobre Evaluación de Datos Estadísticos.	RLA/8/043 ARCAL XCIV	San José, Costa Rica.	11 al 15 de febrero de 2008	Melania Jiménez Reyes	ININ, México

TABLA 6
PARTICIPACIÓN EN REUNIONES DE EXPERTOS

N°	Nombre de la reunión	Código ARCAL	Lugar (ciudad, país)	Fecha	Nombre de los participantes	Institución/país de origen

TABLA 7
BECAS Y VISITAS CIENTÍFICAS RECIBIDAS

Código de la beca o visita	Código ARCAL	Lugar (institución, ciudad, país)	Fecha de inicio y término	Nombre de los participantes	Institución de origen
MEX/08009V	RLA/1/010 ARCAL LXXXVIII	Centro Atómico Constituyentes, Buenos Aires, Argentina y Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN), Belo Horizonte, Brasil	3 al 11 de noviembre de 2008	Pedro Ávila Pérez	ININ, México

TABLA 8
BECAS Y VISITAS CIENTÍFICAS OFRECIDAS

Código de la beca o visita	Código ARCAL	Lugar (institución, ciudad)	Fecha de inicio y término	Nombre de los participantes	Institución y país de origen
CUB/08044V	RLA/1/010 ARCAL LXXXVIII	ININ, Salazar, Edo. de México	3 al 7 de noviembre de 2008	Marvic Ortueta Milán	CEADEN, Cuba
C6/VEN/08007	RLA/6/058 ARCAL XC	INCAN-México	2 de junio al 29 de agosto de 2008	Lilian Castro	Venezuela
C6/ECU/09004	RLA/6/058 ARCAL XC	INCAN-México	3 de noviembre de 2008 al 2 de febrero de 2009	Francisco Santiago Dávila Cordero	Ecuador
ECU/09003	RLA/8/042 ARCAL XCIII	ININ, Salazar, Edo. de México	16 de noviembre al 16 de diciembre de 2008	Irving Salazar Lanas	Petroecuador, Ecuador

TABLA 9
EXPERTOS RECIBIDOS

Nombre del experto	Institución y país de origen	Código ARCAL	Materia de asesoría/ N° de actividad del proyecto	Fecha de inicio y término	Institución receptora
Paulo Novaes	Brasil	RLA/6/058 ARCAL XC	Auditoria Quatro	14 al 18 de enero de 2008	INCAN
Doris Millán	Venezuela	RLA/6/058 ARCAL XC	Auditoria Quatro	14 al 18 de enero de 2008	INCAN
Francisco Aguirre	EUA	RLA/6/058 ARCAL XC	Auditoria Quatro	14 al 18 de enero de 2008	INCAN
Gabriela Salazar	Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos, Santiago de Chile	RLA/6/059 ARCAL XCI	Experta en Curso Regional de Proyecto	8 al 12 de diciembre de 2008	CIAD

TABLA 10
EXPERTOS ENVIADOS

Nombre del experto	Institución de origen	Código ARCAL	Materia de asesoría/ N° de actividad del proyecto	Fecha de inicio y término	Institución y país visitado
Maricruz Perezamador	Centro Médico Nacional Siglo XXI, México	RLA/6/058-003 ARCAL XC	Curso Regional de Capacitación en Metodología de la Investigación Clínica en Radio-Oncología	29 de septiembre al 3 de octubre de 2008	Lima, Perú
Mauro Valencia Martha Ballesteros	CIAD-Hermosillo, Son, México	RLA/0/036-9001 (NO ARCAL)	Reunión para la formulación del proyecto regional en nutrición, a ser considerado para el ciclo 2009-2011.	9 al 13 de junio de 2008	Valencia, Venezuela

TABLA 11
EQUIPOS, PIEZAS DE EQUIPOS Y REPUESTOS RECIBIDOS

Nombre del equipo	N° Orden de compra	Código ARCAL	Proveedor	Valor (US \$)	Confirmación de recepción
Molino Criogénico	RLA/2/01386467N	RLA/2/013 ARCAL LXXXIX	Fisher Scientific	\$9,355	Noviembre 2008
Materiales de Referencia	RLA/2/01387568N		OIEA	\$1,340	Noviembre 2008
ActiHeart y 6 AH ActiHeart monitor 1 AH ActiHeart reader and battery charger 1 AH ActiHeart software manual 1 AH multicharger unit (lot)	RLA6059/80532B	RLA/6/059 ARCAL XCI	MiniMitter Co, Inc	\$6,035	Diciembre 2008
Rectificadores para acelerador	RLA7/011-84803L	RLA/7/011 ARCAL LXXX	High Voltaje Engineering	\$4,060	Febrero 2008
1 Detector BGO y sistema de adquisición de datos de 12 canales	RLA8042-83546K	RLA/8/042 ARCAL XCIII	LUDLUM	\$15,954	Noviembre 2008
1. Vibratory micro mill pulverisette O No. serie 31088- 00602000 2. Mortar, material: Agate No. serie 31088-40015005 3. Grinding ball, material: Agate, 50 mm dia, polished, No. serie 31088-40017005 4. Grinding ball, material: Agate, 70 mm dia, polished, No. serie 31088-40021005	RLA8043-82099V	RLA/8/043 ARCAL XCIV	Fristch D-55743 Idar Oberrstein Alemania	\$6,899	Febrero 2008
Tarjeta trump pci 18K para mediciones de radiación con software Maestro-32	RLA8043-82103V		Ametek Advanced Measurement Technology	\$4,760	Febrero 2008.
Cool-X Pyroelectric X-ray Generator	RLA8043-82294		Ametek Advanced Measurement Technology.	\$7,783	Febrero 2008
TOTAL				\$56,186	

TABLA 12
EQUIPOS, PIEZAS DE EQUIPO Y REPUESTOS OFRECIDOS

Nombre del equipo	Código ARCAL	Valor (US \$)	Institución y país receptor	Fecha de despacho	Fecha confirmación de recepción

TABLA 13
CONTRATOS DE INVESTIGACIÓN ASOCIADOS

N° del Contrato	Título de la investigación	Título del proyecto	Código ARCAL	Nombre del investigador	Institución contraparte	Monto (US \$)

TABLA 14
RECURSOS RECIBIDOS POR EL PAÍS

Código ARCAL	Recursos recibidos OIEA (US \$)	Otros aportes (US \$)	Subtotales (US \$)
RLA/0/032 (NO ARCAL)	\$560 Viáticos y Pasajes		\$560
RLA/0/035 ARCAL LXXXVII	\$1,605 Viáticos y Pasajes		\$1,605
RLA/1/010 ARCAL LXXXI	\$18,710 Viáticos y Pasajes		\$18,710
RLA/2/013 ARCAL LXXXIX	\$10,059 Viáticos y Pasajes \$10,695 Material y Equipo		\$20,754
RLA/5/048 ARCAL LXXIX	\$3,477 Viáticos y Pasajes		\$3,477
RLA/6/058 ARCAL XC	\$11,667 Viáticos y Pasajes		\$11,667
RLA/6/059 ARCAL XCI	\$5,955 Viáticos y Pasajes \$6,035 Material y Equipo \$4,500 Apoyo para curso en el CIAD		\$16,490
RLA/7/011 ARCAL LXXX	\$1,863 Viáticos y Pasajes \$4,060 Equipo		\$5,923
RLA/8/042 ARCAL XCIII	\$8,720 Viáticos y Pasajes \$15,954 Equipo		\$24,674
RLA/8/043 ARCAL XCIV	\$982 Viáticos y Pasajes \$19,442 Equipo \$1,271 Taller de Estadística		\$21,695
TOTAL			\$125,555

TABLA 15
 APORTES DEL PAÍS AL PROGRAMA ARCAL

Código ARCAL	Recursos aportados valorados (US \$) (Referirse a los indicadores en el Apéndice)	Subtotales (US \$)
RLA/0/035 ARCAL LXXXVII	11) \$38,902	\$38,902
RLA/1/010 ARCAL LXXXVIII	11) \$6,000	\$6,000
RLA/2/013 ARCAL LXXXIX	11) \$10,000	\$10,000
RLA/5/048 ARCAL LXXIX	11) \$1,400	\$1,400
RLA/6/058 ARCAL XC	11) \$9,000	\$9,000
RLA/6/059 ARCAL XCI	2) \$3,300 11) \$18,607	\$21,907
RLA/7/011 ARCAL LXXX	11) \$1,800	\$1,800
RLA/8/042 ARCAL XCIII	11) \$11,000	\$11,000
RLA/8/043 ARCAL XCIV	11) \$24,981 12) \$250	\$25,231
TOTAL		\$125,240

APÉNDICE

INDICADORES FINANCIEROS UTILIZADOS PARA VALORAR EL APOORTE DEL PAÍS AL PROGRAMA ARCAL

1) Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo	US \$3,300 por persona por semana
2) Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/ Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	US \$3,300.00 por semana
3) Gastos locales en eventos nacionales (aquellos que se encuentren en el Plan de Actividades)	US \$2,000.00 por semana
4) Becarios cuyos gastos locales son asumidos por el país	US \$3,500.00 por mes por becario
5) Publicaciones	De acuerdo al costo
6) Creación y/o actualización de Base de Datos	Según corresponda
7) Gastos locales por sede de Reuniones del Órgano de Coordinación Técnica (OCTA)	US \$30,000.00 por semana
8) Reparación de equipos/instrumentos	Según corresponda
9) Envío de reactivos/fuentes radiactivas/otros materiales/radioisótopos	Según corresponda
10) Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales).	Según corresponda
11) Horas/hombre trabajadas como aporte al Programa ARCAL (estipuladas con base en los honorarios abonados por la institución del país al Coordinador Nacional, Coordinadores de Proyecto y otros especialistas)	Máximo de 30% h/h al mes/ Coord. Nacional y máximo de 25% h/h al mes/Coord. Proyecto y otros especialistas
12) Aportes en la ejecución de cada Proyecto: a) Viáticos de profesionales que han aportado su colaboración en ejecución de alguna actividad del proyecto como experto en el país b) Transporte interno c) Viajes al exterior a reuniones no sufragadas por el Organismo, insumos/ gastos efectuados, no sufragados por el Organismo d) En ejecución de alguna actividad del proyecto	Máximo US \$100.00/día Según corresponda Según corresponda Según corresponda