



ARCAL

***ACUERDO REGIONAL DE COOPERACIÓN PARA LA PROMOCIÓN DE LA
CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA NUCLEARES EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE***

INFORME ANUAL

Año: 2023

País: Colombia



INTRODUCCIÓN

El presente informe detalla las actividades llevadas a cabo por las contrapartes nacionales de Colombia en el contexto de los proyectos ARCAL que estuvieron activos desde enero hasta diciembre de 2023. Este reporte ha sido meticulosamente elaborado por el Coordinador Nacional de ARCAL, quien ha recopilado y analizado los informes proporcionados por los Coordinadores Nacionales de cada proyecto.

Cada uno de los informes presentados por los Coordinadores de Proyecto ofrece una visión detallada de los avances logrados y de los desafíos encontrados durante el período de 2023 en la implementación de los mencionados proyectos. Dichos progresos y dificultades se han consolidado de manera integral en el presente informe, brindando así una visión comprehensiva de la ejecución de los proyectos ARCAL por parte de las contrapartes nacionales en Colombia.

CONTENIDO DEL INFORME

1. RESUMEN EJECUTIVO:

Durante el año 2023, las entidades e instituciones colombianas que actúan como contraparte de los proyectos regionales ARCAL participaron en las actividades programadas como parte del plan de trabajo de cada uno de los proyectos.

- a) El país participó en un total de trece (10) proyectos.
- b) El monto total de recursos aportados por las entidades nacionales alcanzó un valor aproximado de 97.506.86 Euros
- c) Los expertos colombianos participaron en diferentes eventos regionales de capacitación y reuniones de coordinación de proyecto, que se vio favorecido por la virtualidad logrando una mayor participación.

A continuación, se resumen los resultados más relevantes durante 2023 en marco de los proyectos ARCAL a los que Colombia hizo adhesión dentro de las áreas temáticas prioritarias establecidas en el PER 2022-2029:

2. PARTICIPACIÓN DE EL COORDINADOR NACIONAL EN LAS ACTIVIDADES DE ARCAL:

Las principales actividades realizadas por el Coordinador Nacional en apoyo a la ejecución del Programa durante el 2023 estuvieron enmarcadas en:



Trámite de las nominaciones para cursos, talleres, reuniones de expertos, y demás actividades, de acuerdo con las solicitudes de los coordinadores nacionales de proyectos a través de las plataformas intouch+ y PCMF en cumplimiento de los planes de trabajo de cada uno de los proyectos.

Reuniones periódicas con los coordinadores de proyecto, para revisar los avances de los planes de trabajo, los cronogramas y evaluar el nivel de ejecución de estos, así como gestionar el apoyo que requieren para el cumplimiento de los objetivos de ellos proyectos.

Recepción y distribución de la información y materiales recibidos desde la secretaria del OIEA y como de los órganos de coordinación del acuerdo ARCAL.

Además, se participó en las reuniones realizadas en el país en marco de las reuniones, talleres y actividades de los proyectos ARCAL.

3. RESULTADOS, DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DE LOS PROYECTO Y DEL ACUERDO:

ENERGÍA

RLA2/017 “Apoyo a la preparación de planes de desarrollo de energía sostenible a escala regional (ARCAL CLXVII)” Contraparte Nacional: Unidad de Planeación Minero-Energética – UPME, Coordinador Nacional José Lenin Morillo Director de Demanda – UPME.

La Unidad de Planeación Minero Energética –UPME, realiza la planeación del desarrollo sostenible de los sectores de Minas y Energía de Colombia, para la formulación de las políticas de Estado y la toma de decisiones en beneficio del País, mediante el procesamiento y el análisis de información. El objetivo de la UPME es planear en forma integral, indicativa, permanente y coordinada con las entidades del sector minero energético, tanto públicas como privadas, el desarrollo y aprovechamiento de los recursos energéticos y mineros, producir y divulgar la información minero energética requerida. Algunos de los documentos divulgados por la entidad son:

Plan Energético Nacional.

Plan de Expansión de Generación y Transmisión.

Plan de Abastecimiento para el suministro y transporte de gas natural.

Proyecciones de Demanda para los diferentes energéticos.

Teniendo en cuenta lo anterior, la participación de Colombia a través de la UPME en condición de contraparte en el marco del proyecto fue de suma importancia para la consolidación y ampliación de conocimientos, que permitiera el fortalecimiento de capacidades de los profesionales de la entidad para la formulación de los estudios y divulgación de la información que se encuentra en cabeza de la entidad, fortalecimiento que se logró, con la participación en los talleres Regionales sobre el Análisis de la Demanda en Energía a Nivel Regional usando el Modelo del OIEA “MAED” que se desarrollaron en el mes de enero y mayo de 2021, así como, recibió el entrenamiento solicitado de forma



virtual para estudios de demanda realizados con el modelo MAED, para una de las profesionales de la Subdirección de Demanda.

Como resultado final y de acuerdo con la participación de Colombia es un beneficiario directo de los cursos de entrenamiento y talleres regionales virtuales.

Con los talleres y entrenamientos en los que participó Colombia, se logró:

El fortalecimiento de las capacidades técnicas que permitieron en materia de formulación y actualización de estudios de demanda a nivel nacional hasta el año 2050.

Capacitar al personal en el uso de herramientas de planificación energética para mejorar la elaboración de estudios estratégicos nacionales.

Evaluar el impacto por escasez de algún tipo de combustible o recurso energético.

Algunas de las dificultades y problemáticas presentados durante el desarrollo del proyecto: Cambios en la asignación de funciones de los profesionales que participan o participaron en los proyectos.

Cambios en el país que generaron la toma de decisiones pudieron afectar la participación en algunas de las actividades.

SEGURIDAD ALIMENTARIA

RLA/5/080 “Fortalecimiento de la colaboración regional entre laboratorios oficiales para hacer frente a nuevos desafíos relacionados con la inocuidad de los alimentos (ARCAL CLXV)” Contraparte Nacional: Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. Coordinador Nacional: David Esquivel Valderrama Coordinador Laboratorio nacional LANIA.

Durante 2023 se realizaron actividades como la asistencia a la reunión regional sobre Innovación en inocuidad alimentaria impulsada por datos, a realizarse en la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal en la Ciudad de Panamá, Panamá, del 25 al 26 de mayo de 2023.

En el desarrollo de las actividades del proyecto en el 2023, se logró la consolidación de una herramienta regional (1 base de datos regional) y a su vez apoyo de una comunidad de laboratorios oficiales para enfrentar los retos emergentes en inocuidad alimentaria buscando el aprovechamiento de los datos oficiales de cada entidad responsable de los planes de monitoreo en cada país, y constituyendo un comité regional para el intercambio de datos en la red RALACA, nombrado RALACA-DSC.

COMPRA DE EQUIPOS E INSUMOS: Durante la vigencia el organismo notificó el envío de un cromatógrafo iónico, el cual se espera recibir durante la vigencia 2024.

RLA/5/089 Evaluación del impacto de los metales pesados y otros contaminantes en suelos contaminados por actividades antropogénicas y de origen natural Contraparte Nacional: Universidad de Antioquia Profesor Gustavo Antonio Peñuela, Escuela Ambiental

Durante 2023 se participó en la primera reunión de Coordinación, realizada de manera virtual del 21 al 24 de marzo, en la cual se hizo una presentación sobre la situación en el país relativo a la contaminación de suelos, la presentación del equipo de proyecto de país



ARCAL
ACUERDO REGIONAL DE COOPERACIÓN PARA LA PROMOCIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA
NUCLEARES EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

propuesto, capacidades existentes (humanas e infraestructura), propuesta de proyecto piloto de demostración, y las necesidades/expectativas del proyecto.

Participó en la reunión de comunicaciones, realizada de manera virtual el 17 de junio, para establecer una guía de comunicación de todos los países que participan del ARCAL.

El Coordinador ha estado participando en el Grupo técnico ICPMS/ICPAES, liderado por la Profesora Helena E. L. Palmieri

Participación de los especialistas en el proyecto: Los especialistas Leydy Alarcon y Cesar Bernal del INVEMAR; Sara Gallego Boris Ávila GDCON-UdeA han estado participando en el Grupo técnico ICPMS/ICPAES.

Se tuvo la oportunidad de participar en el primer taller realizado en Lima, Perú, del 21 al 28 de noviembre de 2022. El objetivo principal de este evento fue armonizar los protocolos de muestreo de suelos contaminados por metales pesados, así como discutir estrategias de aplicación en las zonas de demostración. En dicho taller, la Contrapartida Nacional Principal fue Sara Elisa Gallego Ríos, representando al GDCON de la Universidad de Antioquia, mientras que Leydy Johanna Alarcón Murillo desempeñó el rol de Contrapartida Nacional en representación del INVEMAR.

El segundo taller se llevó a cabo en las instalaciones de la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN) en Santiago de Chile, del 22 al 27 de mayo del 2023. Durante este evento, se llevaron a cabo actividades teóricas y la caracterización del área de estudio para la aplicación en suelos potencialmente contaminados por metales pesados. Se aplicó el protocolo armonizado de muestreo de suelo y preparación de muestras para el análisis de metales, utilizando tanto técnicas convencionales como nucleares. Este taller contó con la participación de representantes de los 18 países involucrados. En esta ocasión, Sara Elisa Gallego Ríos nuevamente desempeñó el papel de Contraparte Principal, representando al GDCON de la Universidad de Antioquia

Durante el año 2023, se llevaron a cabo tres actividades fundamentales en la ejecución del proyecto:

- En la primera reunión de coordinadores, se destacó la importancia de comprender el estado actual de cada país participante, así como las perspectivas de las contrapartes regionales. Esto permitió retroalimentar a las instituciones nacionales y mejorar la planificación del estudio piloto propuesto en cada país.

- Durante la reunión de comunicaciones, se subrayó la relevancia de difundir ampliamente este tipo de proyectos a nivel nacional. Esta difusión puede aumentar la visibilidad de los resultados obtenidos y generar un mayor impacto en los entes reguladores nacionales.

- En el Workshop sobre la Armonización de Protocolos para el Muestreo de Suelos Contaminados por Metales Pesados y la Estrategia de Implementación en Áreas de Demostración, los profesionales nacionales pudieron armonizar los protocolos de muestreo, las técnicas analíticas y los metales de interés dentro del proyecto. Esto contribuyó a estandarizar las prácticas y mejorar la efectividad del trabajo realizado.



SALUD HUMANA

RLA/6/084 “Fortalecimiento del desarrollo de recursos humanos a nivel regional en las diferentes ramas de la radiofarmacia (ARCALCLXIX)”. Contraparte Nacional Instituto Nacional de Cancerología, Coordinador Nacional Javier Antonio Rada Lozano.

Se participó en las siguientes actividades:

1. Se constituyó un comité dentro de los miembros de los países participantes para elaborar la estrategia de capacitación en Radiofarmacia para la región. En este comité participaron Uruguay, Cuba, Colombia, Panamá, Jamaica, Argentina y Méjico, se realizaron más de 10 reuniones y se obtuvo un programa preliminar de 5 módulos en la modalidad de capacitación semipresencial y prácticas de laboratorio. Colombia en cabeza de Nidia Esperanza Delgado López participó en el desarrollo del módulo 1 y 3

- a. Módulo 1: Bases físicas y biológicas de la Radiofarmacia
- b. Module 2: SPECT Radiopharmaceuticals.
- c. Módulo 3: Radiofármacos PET
- d. Módulo 4: Radiofármacos terapéuticos
- e. Módulo 5 : Buenas Practicas de Fabricación y validaciones

2. Se realizó el curso virtual regional EVT2000244 Virtual Regional Train-The-Trainers Course in Radiopharmacy, del 13-17 diciembre de 2021. Colombia envió 3 candidatos para participar, con experiencia mayor a 5 años en producción de radiofármacos PET SPECT y Terapias y experiencia en docencia, pero ninguno aprobado por el Oficial de enlace. Se aprobó posteriormente la participación en este proyecto de dos profesionales Químicos farmacéuticos que participaron como docentes en SPECT y Terapias con radionúclidos.

3. Se requirieron dos expertos para evaluar la estrategia de capacitación en Radiofarmacia elaborada por el comité y se han sostuvieron 2 reuniones que arrojaron resultado satisfactorio en el desarrollo del programa

4. El Instituto Nacional de Cancerología está adelantado la posibilidad de acuerdos marco con varias universidades entre las que se incluyen la Universidad Nacional de Colombia, universidad del Bosque con el propósito de estudiar la posibilidad de apoyo a un programa nacional en Radiofarmacia y con el Colegio Nacional de Químicos Farmacéuticos y censo inicial del personal interesado en la asistencia a un diplomado en Buenas Prácticas de Radiofarmacia, se inician conversaciones con la y Universidad del Atlántico a fin de crear convenio Marco.

5. Hubo una reducción en los recursos destinados a este proyecto en el año 2021-2022 por lo que No se pudieron desarrollar varias de las actividades programadas. Por tanto se tomo la decisión de desarrollar únicamente una de las actividades denominada “regional training course (pilot) on radiopharmaceuticas” la cual fue sede el Instituto Nacional de cancerología, “Curso Regional de Capacitación sobre Radiofármacos, que se realizó en la ciudad de Bogotá del 13 al 17 de marzo de 2023” con aceptación y buenas calificaciones de parte del personal asistente tanto del OIEA como del país.



Resultados

- Fortalecimiento de la capacidad docente de los Profesionales que trabajan y enseñan radiofarmacia en las radiofarmacia de Latinoamérica y el caribe.
- Resolución de dudas durante la práctica habitual en un Radiofarmacia.
- Consenso general para la creación de grupos de apoyo y fortalecer las relaciones profesionales relacionadas en la región.
- Capacitación por parte de docentes con amplia experiencia en radiofarmacias de variada complejidad a Profesionales Químicos Farmacéuticos Líderes de las radiofarmacias del país.
- Unificación de conceptos a profesionales Químicos Farmacéuticos que laboran en las Radiofarmacias de mediana y alta complejidad del país.
- Creación de base de datos de radiofarmacias del país y profesionales referentes en cada una de ellas.
- Petición general sobre la necesidad de continuar con los entrenamientos en temas específicos en radiofarmacia.

RLA/6/085 “fortalecimiento de las capacidades los centros Ciclotrón/PET en la región (ARCAL CLXXXIII)”. Contraparte Nacional Instituto Nacional de Cancerología, Coordinador Nacional Javier Antonio Rada Lozano.

Durante el primer año del proyecto se participó en las siguientes actividades:

1. La primera reunión de coordinación realizada de manera virtual del 6-8 de abril de 2022, junto con los siguientes países: Argentina (ARG), Bolivia (BOL), Brasil (BRA), Chile (CHI), Colombia (COL), Costa Rica (COS), Cuba (CUB), Republica Dominicana (DOM), Ecuador (ECU), México (MEX), Perú (PER), y Uruguay (URU). Se realizó la línea base de la región y se discutió un plan detallado de trabajo para los siguientes dos años. Se concluyó que el recurso humano (HR) calificado es esencial para garantizar el funcionamiento óptimo de las instalaciones de ciclotrón para la producción de radionúclidos y radiofármacos para los estudios moleculares PET, a esta reunión asistió la Química farmacéutica Nidia Esperanza Delgado.
2. Se realizó un cronograma de actividades y Colombia se comprometió a ser sede para una de las actividades programadas que corresponde a producción y control de calidad de FDG y NaF. (Curso Regional de Capacitación sobre Radiofármacos PET [Regional Training Course on Production and Quality Control of 18F-FDG and 18F-NaF (COLQ22023) evento que se realizó entre 15 al 19 de mayo 2023 en las instalaciones del Instituto Nacional de Cancerología.
3. Participación en la reunión de intercambio de experiencias relacionadas a la operación y mantenimiento de ciclotrones siemens (TC-RLA6085-EVT2206380: Meeting to Exchange Experiences on Operation and Maintenance of Siemens Cyclotrons), evento que se realizó en la ciudad de Buenos Aires-Argentina entre el 6-10 de febrero 2023. A este evento se aprobó la asistencia de dos profesionales expertos en Ciclotrón Siemens, Un



ingeniero Físico y un ingeniero electrónico, ambos con gran experiencia en operación y mantenimiento de este equipo.

4. Participación de Colombia en el Curso regional de capacitación sobre Producción y control de calidad de radiofármacos PET específicamente en 18F-PSMA, 18F-FAPI y algunos de 68Ga (RLA6085 Curso Regional de Capacitación sobre Radiofármacos PET [Regional Training Course on Production and Quality Control of 18F-PSMA, 18F-FAPI y algunos radiofármacos de 68Ga), evento que se realizó en la ciudad de Montevideo-Uruguay entre el 5 - 9 de junio de 2023. A este evento se aprobó la asistencia de dos profesionales Químicos farmacéuticos con amplia experiencia en Producción, control de calidad y desarrollo de radiofármacos PET.

5. Participación de Colombia en el Curso regional de capacitación sobre control de calidad y garantía de calidad (QC/QA) en procedimientos PET-CT Scanner el cual se llevó a cabo en república dominicana del 21 al 25 de agosto de 2023, a este evento se aprobaron la asistencia en representación del país a dos profesionales; una tecnóloga en manejo de fuentes abiertas (Medicina Nuclear) y un Física Médica, ambas con amplia experiencia en equipos PET/Scan.

6. Se programó la realización del evento (VT2302245: Reunión de coordinación de mitad de periodo del proyecto RLA6085), a realizarse en la Ciudad de San Jose-Costa Rica, entre el 23-27 octubre 2023, a este evento no se pudo asistir ya que a pesar de haber recibido autorización del Instituto, del Oficial de enlace nunca llegó el permiso de presidencia, por tanto no se pudo asistir a dicha reunión, los estipendios y tiquetes se reintegraron al OIEA con pago de diferencia por tasa cambiaria a la fecha de devolución costeadas por la contraparte del proyecto (Javier Rada Lozano).

RLA/6/086 “Integrating Nuclear Medicine Techniques in a Multimodality Approach in Cardiology for Early Diagnosis and Risk Stratification of Cardiovascular Disease in Latin American Women (ARCAL CLXXXV)”. Contraparte Fundación Cardio infantil, Coordinador Nacional Claudia Gutiérrez.

1. First Regional Virtual Coordination Meeting of Project RLA6086 “Integrating Nuclear Medicine Techniques in a Multimodality Approach in Cardiology for Early Diagnosis and Risk Stratification of Cardiovascular Disease in Latin American Women (ARCAL CLXXXV)” 29 to 31 March 2022.

Asistencia virtual para preparación y presentación del proyecto: Claudia T Gutiérrez V. Coordinadora por Colombia.

2. Integrating Nuclear Medicine Techniques in a Multimodality Approach in Cardiology for Early Diagnosis and Risk Stratification of Cardiovascular Disease in Latin American Women (ARCAL CLXXXV). Viena, Austria. 13 – 17 June, 2022.

Colombia: 2 participantes (C Gutiérrez y K Dueñas). Análisis de datos demográficos de países de Latinoamérica participantes en el proyecto. Borrador de 2 manuscritos uno de ellos ya publicado, el otro en proceso de publicación.



3. Curso regional de capacitación sobre técnicas de imagenología en la gestión de complicaciones debidas a la cardiotoxicidad/ radioterapia en pacientes con cáncer de mama” enlazado con el “Summit Internacional de CardioOncología y riesgo cardiovascular en la mujer” de la Fundación Cardioinfantil”. 16 al 20 de agosto de 2022 Bogotá, Colombia. Organizadores.

Asistentes: Curso: promedio 46. Summit: 334 asistentes.

4. Regional Training Course on the Utilization of Imaging Techniques in the Management of Cardiovascular Diseases in Women. Rio Janeiro. Brasil. Octubre 2022.

Asistentes: 2 por Colombia. Dr. Víctor Marín (FCI Bogotá) y Dra. Emperatriz Angarita (Fundación Cardiovascular de Bucaramanga).

5. International Conference on Integrated Medical Imaging in Cardiovascular Diseases (IMIC-2022). Viena- Austria. Dic 13-16 de 2022. Asistente por Colombia: Amelia De los Reyes (Instituto Nacional de Cancerología- Bogotá).

6. Curso Regional de Capacitación sobre Garantía de la Calidad en Cardiología Nuclear en Mendoza, Argentina 30 de mayo al 3 de junio de 2023. Asistentes 2: Clarena Zuluaga Arbeláez (FCI Bogotá) y Dora Romero (Hospital Militar Central). Medicas Nucleares.

7. Obtención de software para visualizar

imágenes médicas: RadiAnt DICOM Viewer: Se reciben 2 licencias: FCI Bogotá y Hospital San Vicente de Paul- Medellín (IAEA). 2023

MEDIO AMBIENTE

RLA/7/025 “Fortalecimiento de la Red de Vigilancia y Respuesta para la sostenibilidad de los ambientes marinos y costeros”_Contraparte nacional: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – Invemar, Coordinador Nacional Luisa Espinosa jefe Calidad Ambiental Marina.

Para atender los temas relacionados con floraciones algales potencialmente nocivas, durante el año 2023 INVEMAR realizó las siguientes actividades:

Se participó en las reuniones coordinadas por la Dra. Rosalba Alonso Rodríguez del laboratorio de biotoxinas marinas de la Universidad Nacional Autónoma de México, responsable del componente en el comité ejecutivo REMARCO. En estas reuniones se concertaron las actividades relacionadas con el componente de floraciones algales nocivas, se abordaron temas como el manejo del HEADAT, capacidades, avances y necesidades de los países, y se entregaron aportes para el informe regional del proyecto.

Los avances del proyecto RLA/7/025, se divulgaron en el seminario “Avances de investigación en factores de riesgo para la calidad del agua y propuestas de remediación para la gestión integral del recurso hídrico en zonas costeras” que se realizó el 17 de febrero de 2023 en INVEMAR, de manera híbrida; el cual contó con la participación de 3 expertos de la Universidad de Aarhus de Dinamarca y la asistencia de 43 participantes de diferentes entidades del orden nacional.

Se participó en la X Reunión Virtual del Grupo de Trabajo sobre Floraciones de Algas Nocivas para el Caribe HAB-ANCA-IOCARIBE celebrada el 20 de noviembre de 2023. En este espacio se mostraron los avances de Colombia y se divulgaron los diferentes



proyectos ejecutados con la IAEA, incluido el RLA/7/025, los cuales han permitido fortalecer las capacidades del país.

Se publicó un artículo científico con los resultados del monitoreo de dinoflagelados bentónicos en revistas indexadas: Morphology and phylogeny of *Prorocentrum porosum* sp. nov. (Dinophyceae): A new benthic toxic dinoflagellate from the Atlantic and Pacific Oceans. Harmful Algae 121 (2023). <https://doi.org/10.1016/j.hal.2022.102356>.

En el componente de microplásticos, el INVEMAR realizó las siguientes actividades:

Se participó en las reuniones coordinadas por la Dra. Sara Purca del Instituto del Mar del Perú (IMARPE), responsable del componente en el comité ejecutivo REMARCO. En estas reuniones se abordaron temas como la edición final del protocolo de monitoreo en arena de playa, capacidades, avances y necesidades de los países, y se entregaron aportes para el informe regional del proyecto.

Del 27 al 31 de marzo 2023, INVEMAR Colombia fue sede del primer curso internacional de monitoreo de microplásticos en ambientes marinos y costeros con técnicas nucleares, brindando soporte al proyecto regional RLA0071-2207154. A este evento asistieron 14 investigadores de nueve (9) países del Gran Caribe, Trinidad y Tobago, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, Jamaica, Dominica, Belice, Bahamas, Antigua y Barbuda, San Cristóbal y Nieves.

Entre el 7 y el 18 de agosto de 2023, dos (2) investigadores del programa Calidad ambiental marina participaron en el “Curso Regional de Capacitación sobre la Vigilancia de los Microplásticos en los Ecosistemas Marinos Mediante Técnicas Analíticas” realizado en Niterói, Brasil. Los temas en los cuales recibieron entrenamiento los investigadores, fueron socializados con otros investigadores de INVEMAR, para garantizar una transferencia del conocimiento a nivel institucional.

Se participó con dos presentaciones orales en el evento científico SETAC América Latina 15ª Reunión Bienal, realizado en Montevideo, Uruguay del 17 al 21 de septiembre 2023. En el marco de este evento los integrantes del equipo técnico del componente de microplásticos de REMARCO, entre ellos los dos delegados por parte de Colombia, realizaron una reunión técnica, donde se discutió sobre la armonización de los procedimientos de muestreo de microplásticos en arena de playa, agua superficial (red manta y discreta) y sedimentos.

Se sometió a la revista indexada Marine Pollution Bulletin el artículo científico “Coastal populations and river discharges as sources of microplastic pollution of the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombian Caribbean”, el cual se encuentra en revisión.

En el componente de acidificación de océanos, el INVEMAR realizó las siguientes actividades:

El Jefe de LABCAM de INVEMAR, como responsable del componente en el comité ejecutivo REMARCO, coordinó reuniones con los responsables de OA participantes del proyecto para el seguimiento de actividades del componente de OA comprometidas en RLA7025 y REMARCO.



INVEMAR junto a investigadores de Argentina, Brasil y Perú, elaboraron el protocolo para la determinación de pH por espectrofotometría empleando el equipo donado en el Kit REMARCO.

Por tercer año consecutivo se realizó el reporte del indicador 14.3.1 del ODS 14 en el portal de datos de UNESCO/COI.

Se publicó un artículo científico donde se aplicaron las capacidades adquiridas proyectos regionales con IAEA en el componente OA “Seasonal Upwelling Conditions Modulate the Calcification Response of a Tropical Scleractinian Coral” en la revista *Oceans*. <https://doi.org/10.3390/oceans4020012>.

En noviembre del 2023, el Jefe de LABCAM realizó ponencia la ponencia oral “REMARCO Network. Building capacities in Latin America and the Caribbean for the achievement of target 14.3 SDG 14” en el evento virtual, Semana de la Acidificación del Océano 2023. Global Ocean Acidification Observing Network (GOA-ON).

En el componente de reconstrucción de la contaminación, el INVEMAR realizó las siguientes actividades:

Del 21-25 agosto 2023, un investigador de INVEMAR participó del “Regional Workshop on Dating of Sediment Cores Using the 210Pb Method” realizado en la ciudad de Mazatlán. En el evento se discutieron los resultados obtenidos de la datación de 2 núcleos de sedimentos colectados y procesados en LABCAM de INVEMAR.

En 2023 se participó de la prueba interlaboratorio en la técnica de 210Pb por espectrometría alfa. Los resultados serán reportados en febrero 2024.

Finalmente, cabe mencionar que INVEMAR participó en el II Simposio Internacional de Aplicaciones Radiactivas y Nucleares realizado por el Ministerio de Minas y Energías del 7 al 10 de noviembre de 2023, en el cual socializó los avances de Colombia en la implementación de técnicas nucleares que ha adquirido el país a través de los proyectos en los que ha participado el Instituto, financiados por la IAEA.

Resultados

En el 2023, INVEMAR dio continuidad al monitoreo mensual para evaluar los cambios en la composición, abundancia y presencia de microalgas potencialmente nocivas en 5 estaciones del Caribe, en el departamento del Magdalena (bahías de Chengue y Santa Marta, y en la ciénaga La Luna y Boca de la Barra en el complejo lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta) y un muestreo en el Pacífico, en 3 estaciones de la bahía de Buenaventura en el departamento del Valle del Cauca. Las muestras recolectadas se analizaron en laboratorio y se actualizó la base de datos de fitoplancton potencialmente nocivo con los datos colectados en 2023. Si bien este año no se presentaron eventos relacionados con floraciones algales nocivas, se sigue actualizando la base de datos del HAEDAT, con la información colectada durante en los muestreos.

Adicionalmente, en el 2023 se continuó avanzando en el análisis y comparación de diferentes índices de estado trófico para establecer con criterios técnicos la selección del índice de estado trófico que podría aplicarse o adaptarse a las condiciones de los ambientes costeros de Colombia, para lo cual se evaluaron tres índices de eutrofización (TRIX, TSI, EI) con datos colectados en el año 2022, en 72 estaciones ubicadas en el Caribe y Pacífico



colombiano, y se elaboró el borrador de un manuscrito para publicación. Adicionalmente, se dio continuidad al monitoreo de las variables necesarias para índices tróficos en el marco de la “*Red de Vigilancia para la Conservación y Protección de Aguas Marinas y Zonas Costeras de Colombia – REDCAM*”.

En 2023 se ejecutaron 9 campañas de monitoreo de microplásticos en las matrices de agua superficial y arena de playa, en 2 estaciones del Caribe, en el departamento del Magdalena (bahías de Chengue y Santa Marta). Avanzando así en la implementación de los protocolos que se han ido construyendo en la componente microplásticos. La información colectada en el 2022 fue reportada en la plataforma REMARCO que está diseñada para el reporte regional de contaminación por microplásticos en las matrices de arena de playa, sedimentos y agua superficial; y fue analizada contribuyendo al análisis regional del proyecto. En 2023 se recolectaron 66 muestras de agua con periodicidad mensual en 2 estaciones comprometidas en el área de estudio del proyecto, para analizar las variables de acidificación de océanos.

El trabajo realizado en el componente de pacificación por parte de INVEMAR, permitió que el LABCAM de INVEMAR entregara m-cresol purpura purificado con la calidad requerida para el análisis de pH por espectrofotometría a las contrapartes de los países Cuba, México, Perú. Material que fue producido por el LABCAM.

RLA/7/026 “Evaluación de la contaminación ambiental orgánica e inorgánica en medios acuáticos y de sus efectos en el riesgo de cianobacterias que producen cianotoxinas”
Contraparte nacional: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – INVEMAR, Coordinador Nacional Luisa Espinosa Jefe Calidad Ambiental Marina.

Durante el 2023 se avanzó con las actividades comprometidas en el proyecto, se participó activamente en los grupos de monitoreo cianobacterias, molecular cianobacterias y eutrofización. Además, se asistió a las reuniones de coordinación y una capacitación sobre taxonomía e identificación de cianobacterias. Se hizo la postulación para participar en la capacitación sobre extracción de ácidos nucleicos (ADN y ARN) e identificación de cianobacterias mediante PCR en marzo 2024 y se avanza en la solicitud para la misión de experto programada para el mes de septiembre.

Se realizó una misión de experto técnico de INVEMAR para la elaboración del manual regional de técnicas analíticas para la determinación del índice de Eutrofización. Se realizaron 12 salidas de campo en CGSM como zona piloto para evaluar índices de estado trófico.

Se realizaron muestreos mensuales en tres estaciones de la CGSM para el monitoreo de cianobacterias potencialmente nocivas.

Durante el año 2023, los investigadores del INVEMAR participaron en las reuniones coordinadas por la Dra. Rosalba Alonso Rodríguez del laboratorio de biotoxinas marinas de la Universidad Nacional Autónoma de México. Se discutieron diversos asuntos técnicos como el análisis de microalgas, definición de fortalezas, debilidades y acciones regionales; se plantearon acuerdos para armonizar las actividades orientadas al cumplimiento de los



objetivos del proyecto; el diseño y fabricación de equipos de muestreo, filtraje de clorofila en campo, uso de kits para cianotoxinas, entre otros.

En julio de 2023, 2 investigadores del INVEMAR participaron en la reunión de coordinación de actividades técnicas, realizada en Panamá, en la cual se identificaron las fortalezas y debilidades por país para cada uno de los componentes del proyecto y se concertó la hoja de ruta para el diseño e implementación del plan de monitoreo cianobacterias productoras de toxinas, integrando análisis fisicoquímicos, moleculares e isotópicos.

En septiembre de 2023, dos investigadores del INVEMAR participaron del curso de capacitación virtual sobre “Diseño de Muestreo y Seguimiento de Isotopos en Agua Dulce para Determinar las Fuentes de Exceso de Nutrientes”

Entre el 9 y 13 de octubre de 2023, un investigador participó en la “Capacitación en la identificación de cianobacterias por microscopía y conceptos básicos de biología molecular”, realizado en el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México (Unidad Académica Mazatlán).

Se coordinó la fecha y se solicitó la misión de experto en métodos moleculares para la identificación de cianobacterias que se realizará en INVEMAR en septiembre de 2024.

Resultados

Dentro de los logros, se pueden mencionar las siguientes:

En 2023, se avanzó en la implementación y estandarización de metodologías para el aislamiento, cultivo de cianobacterias, e identificación a través de métodos microscópicos y moleculares.

Se realizó un informe técnico con el análisis del fitoplancton potencialmente nocivo, en el cual se describe la dinámica de las cianobacterias en la CGSM. Se observó el predominio de las cianobacterias con respecto a otros grupos y se registró la presencia de géneros potencialmente nocivos (Anexo a la presente).

Dentro de las dificultades:

Demoras en el proceso de llegada de la orden de compra del kit de microcistinas no permitió el desarrollo del curso de entrenamiento en INVEMAR programado inicialmente para 2023. Este curso quedó reprogramado para el abril de 2024.

Compra de equipos

El 30 de abril de 2023 se recibió carta de donación de kit para medición de microcistinas. Esta orden de compra (202303678) se espera ser recibida en 2024.

TECNOLOGIAS

RLA/1/022 “Mejorar la satisfacción de la demanda regional de productos y servicios de reactores de investigación nuclear” Contraparte Nacional Ministerio de Salud y Protección Social, Coordinador Nacional Oscar Marín coordinador de radiaciones ionizantes.



En el proyecto RLA 1022 se participó en actividades de coordinación y de espacio en Lima-Perú y Santiago-Chile de la Red regional de reactores de investigación, con dos funcionarios del Servicio Geológico Colombiano.

Resultados:

Se desarrollaron actividades de coordinación de los espacios del proyecto, con la vinculación del SGC se participó en espacios técnicos con lo cual se consiguieron los objetivos del proyecto planteados para ser desarrollados,

4. IMPACTOS:

ENERGÍA

RLA2/017 “Apoyo a la preparación de planes de desarrollo de energía sostenible a escala regional (ARCAL CLXVII)”.

Si bien Colombia no realizó una participación muy activa en el total de las actividades del proyecto como se indicó a lo largo del documento, las capacidades generadas en talleres y entrenamiento permitieron el fortalecimiento de los conocimientos técnicos que se vieron reflejados en los documentos de prospectiva a 2050 generados y publicados por la UPME. Consolidando el conocimiento adquirido en los diferentes proyectos como un input en la planificación energética nacional.

SEGURIDAD ALIMENTARIA

RLA/5/080 “Fortalecimiento de la colaboración regional entre laboratorios oficiales para hacer frente a nuevos desafíos relacionados con la inocuidad de los alimentos (ARCAL CLXV)”

Consolidación de un comité de intercambio de datos regional en RALACA- DSC (Ralaca Data sharing comitte). Fortalecimiento de la cooperación a nivel de Latinoamérica y el caribe con miras a enfrentar los retos emergentes en seguridad alimentaria. Armonización de conceptos, y unificación de la información generada por cada país por medio de la base de datos regional.

Se aprendió sobre el uso de información agregada para el uso mediante el enfoque de riesgo con miras a generar herramientas para la toma de decisiones por parte de las entidades correspondientes en cada país.

RLA/5/089 “Evaluación del impacto de los metales pesados y otros contaminantes en suelos contaminados por actividades antropogénicas y de origen natural “

Este proyecto ha sido fundamental en la búsqueda de soluciones para la problemática identificada en el diseño del proyecto, enfocada en la evaluación de efectos de metales pesados en suelos afectados por actividades humanas y naturales. La participación activa del país, representada por el Profesor Gustavo Antonio Peñuela como coordinador del



proyecto, así como los especialistas Leydy Alarcon, Cesar Bernal, Sara Gallego y Boris Ávila, ha sido crucial en el logro de los objetivos establecidos.

A través de la dedicación de recursos técnicos, aportados por el coordinador del proyecto y dedicados por los especialistas, el país ha demostrado su compromiso con el proyecto. Además, la participación en reuniones y talleres, tanto nacionales como internacionales, ha permitido la armonización de protocolos de muestreo y técnicas analíticas, así como la elaboración de un manual de muestreo y preparación de muestras de suelos contaminados por metales pesados.

Este manual representa un importante avance, ya que proporciona una guía práctica para la realización de estudios de suelos potencialmente contaminados, abarcando desde la estrategia y diseño del muestreo hasta la obtención de resultados. Su aplicación busca estandarizar las prácticas y mejorar la efectividad del trabajo realizado, contribuyendo así a la consecución de los objetivos del proyecto y a la búsqueda de soluciones para la problemática identificada.

El Grupo GDCON ha estado trabajando en colaboración con la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), máxima autoridad ambiental del Departamento del Valle del Cauca. Esta entidad se encarga de la gestión pública de los recursos ambientales y su protección en la región (tomador de decisiones). En conjunto, se han llevado a cabo los muestreos, con la CVC encargada de la logística y el Grupo GDCON responsable de los análisis y determinaciones de metales pesados. Se han realizado socializaciones y entrenamientos para la toma de muestras en suelos potencialmente contaminados con metales pesados, teniendo en cuenta los criterios técnicos del proyecto, lo cual puede impactar positivamente a la región y en un futuro discutirse sobre una posible regulación en la zona o un monitoreo continuo de estos contaminantes en suelos.

SALUD HUMANA

RLA/6/084 “Fortalecimiento del desarrollo de recursos humanos a nivel regional en las diferentes ramas de la radiofarmacia (ARCALCLXIX)”.

El Ministerio de salud, publicó en octubre de 2015 la resolución 4245 de 2015 “por la cual se establecen los requisitos para obtener la Certificación en Buenas Prácticas de Elaboración de radiofármacos e incluye el instrumento de verificación” que determina entre otros: las diferencias entre radiofarmacia industrial, centralizada y hospitalaria, extrae a la radiofarmacia industrial de la normatividad a la cual obliga obtener el certificado de Buenas prácticas de manufactura y tramitar obligatoriamente el registro sanitario de los productos.

Por tanto crear, diseñar o ajustar un programa de formación teórico-práctico en FARMACIA NUCLEAR en su mayoría on-line para Farmacéuticos con experiencia en radiofarmacia que permitirá obtener un título formal que certifique las capacidades y conocimientos en esta área, permitirá el fortalecimiento del recurso humano vital para el desarrollo de esta práctica en el país



ARCAL
 ACUERDO REGIONAL DE COOPERACIÓN PARA LA PROMOCIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA
 NUCLEARES EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

Las actividades realizadas arrojaron los siguientes resultados comparativos que muestra la situación de Colombia con los países de la región

	Regulación	Personal docente	Oferta académica	Capacidad instalada
Argentina	✓	✓	✓	✓ A
Brasil	✓	✓	✓	✓ A
Chile	✓	✓	X	✓
Colombia	✓	✓	✓	✓ A
Costa Rica	✓	✓	X	✓ B
Cuba	✓	✓	✓	✓ M
Ecuador	✓	X	X	✓ B
Honduras	✓	X	X	✓ B
Jamaica	✓	✓	X	✓ B
México	✓	✓	X	✓ A
Nicaragua	✓	X	X	✓ B
Panamá	✓	✓	X	✓ B
Paraguay	✓	X	X	✓ B
Perú	✓	✓	X	✓ M
Rep. Dominicana	X	X	X	✓ B
Uruguay	✓	✓	✓	✓ A

En el país la práctica de la Medicina Nuclear con radiofármacos PET ha ido en aumento, al momento de la creación del proyecto existían en Colombia aproximadamente 100 centros de medicina Nuclear de los cuales 15 incluían la tecnología PET, de estos el 45% se encontraban concentrados en la capital del país, a la fecha los centros que incluyen la tecnología PET son 27 y hay 5 en proyecto, en Bogotá se encuentra el 20% de estos lo nos indica que se ha masificado la práctica a todo el país.

Lo mismo ha sucedido con las radiofarmacias, se contaba con 7 Radiofarmacias Centralizadas de carácter privado certificado en Buenas Prácticas de Elaboración y dos de ellas exclusivas para la producción de 18F- FDG. A la fecha existen 18 radiofarmacias centralizadas y 3 en proyecto de las cuales hay 12 certificadas en Buenas Prácticas de Elaboración de Radiofármacos (BPER) y 3 de ellas con capacidad para producir radiofármacos PET. También existe una única radiofarmacia Hospitalaria de carácter público en el Instituto Nacional de Cancerología, la cual produce radiofármacos para Medicina Nuclear diagnóstica, PET y radiofármacos terapéuticos certificado también en Buenas Prácticas y es centro referente para el país en la práctica y formación en radiofarmacia.

En cuanto a las facultades de Química Farmacéutica aumentaron a 9, ahora son 4 públicas y 5 privadas, pero ninguna tiene incluida la formación en Farmacia Nuclear en su pensum



académico. La Capacitación y entrenamiento en Colombia es liderado por el Instituto Nacional de Cancerología que cuenta con 12 Químicos Farmacéuticos capacitados en producción y control de radiofármacos SPECT, PET y Terapias, 8 médicos nucleares y 2 físicos Médicos. Por lo que capacitar el recurso humano docente con conocimientos, formación y experiencia práctica y generar programas de capacitación en Radiofarmacia es y seguirá siendo la base para la generación de programas de educación formal en este campo de la ciencia farmacéutica de manera local, lo cual impulsaría el desarrollo científico y tecnológico en este campo. Este proyecto lidera ese enfoque útil para Colombia por cuanto genera capacidades que promueven y permiten el desarrollo y el uso de la energía nuclear con fines médicos.

RLA/6/085 “fortalecimiento de las capacidades los centros Ciclotrón/PET en la región (ARCAL CLXXXIII)”.

El Ministerio de salud y protección Social, publicó en octubre de 2015 la resolución 4245 de 2015 “por la cual se establecen los requisitos para obtener la Certificación en Buenas Prácticas de Elaboración de radiofármacos e incluye el instrumento de verificación” que determina entre otros: las diferencias entre radiofarmacia industrial, centralizada y hospitalaria, extrae a la radiofarmacia industrial de la normatividad a la cual obliga obtener el certificado de Buenas prácticas de manufactura y tramitar obligatoriamente el registro sanitario de los productos.

Por tanto, la capacitación de los recursos humanos, que incluyen desde formación de profesionales altamente especializadas y equipamiento sofisticado para hacer frente a la sostenibilidad del funcionamiento de los Centros Ciclotrón –PET es de vital importancia, lo que redundará en el crecimiento de la investigación y desarrollo de esta práctica en el país.

Las actividades analizadas arrojaron los siguientes resultados comparativos que muestra la situación de Colombia en relación con los países de la región.

En el país la práctica de la Medicina Nuclear con radiofármacos PET ha ido en aumento, al momento de la creación del proyecto existían en Colombia aproximadamente 100 centros de medicina Nuclear de los cuales 15 incluían la tecnología PET, de estos el 45% se encontraban concentrados en la capital del país, a la fecha los centros que incluyen la tecnología PET son 27 y hay 5 en proyecto, en Bogotá se encuentra el 20% de estos lo nos indica que se ha masificado la práctica a todo el país.

Lo mismo ha sucedido con las radiofarmacias, se contaba con 7 Radiofarmacias Centralizadas de carácter privado certificado en Buenas Prácticas de Elaboración y dos de ellas exclusivas para la producción de 18F- FDG. A la fecha existen 18 radiofarmacias centralizadas y 3 en proyecto de las cuales hay 12 certificadas en Buenas Prácticas de Elaboración de Radiofármacos (BPER) y 3 de ellas con capacidad para producir radiofármacos PET. También existe una única radiofarmacia Hospitalaria de carácter público certificada en Buenas Prácticas de elaboración de radiofármacos localizada en el Instituto Nacional de Cancerología, esta produce radiofármacos para Medicina Nuclear diagnóstica, PET y radiofármacos terapéuticos el cual es centro referente para el país en la



práctica y formación en radiofarmacia. Por tanto, este proyecto tendrá un alto impacto en Colombia al facilitar la formación y capacitación del recurso humano local.

En cuanto a las facultades de Química Farmacéutica aumentaron a 9, ahora son 4 públicas y 5 privadas, pero ninguna tiene incluida la formación en Farmacia Nuclear en su pensum académico. La Capacitación y entrenamiento en Colombia es liderado por el Instituto Nacional de Cancerología que cuenta con 12 Químicos Farmacéuticos capacitados en producción y control de radiofármacos SPECT, PET y Terapias, 8 médicos nucleares y 2 físicos Médicos. Por lo que capacitar el recurso humano docente con conocimientos, formación y experiencia práctica y generar programas de capacitación en Radiofarmacia es y seguirá siendo la base para la generación de programas de educación formal en este campo de la ciencia farmacéutica de manera local, lo cual impulsaría el desarrollo científico y tecnológico en este campo. Este proyecto lidera ese enfoque útil para Colombia por cuanto genera capacidades que promueven y permiten el desarrollo y el uso de la energía nuclear con fines médicos.

RLA/6/086 “Integrating Nuclear Medicine Techniques in a Multimodality Approach in Cardiology for Early Diagnosis and Risk Stratification of Cardiovascular Disease in Latin American Women (ARCAL CLXXXV)”.

- Avances en la integración de grupos y sensibilización en la detección temprana de la enfermedad coronaria en la mujer.
- Publicación con información de factores de riesgo cardiovasculares en la mujer, incluyendo los actuales en relación con la historia Ginecológica y Obstétrica de las mujeres de Latinoamérica.
- Mostrar la experiencia con casos aportados a los atlas relacionados con imágenes cardiovasculares en mujeres de Latinoamérica

Lecciones Aprendidas:

- La integración de los proyectos regionales es importante para lograr el objetivo común de formación y difusión de los conocimientos en Medicina Nuclear.
- El compromiso y la competencia para difusión y liderazgo del coordinador nacional del proyecto es crítico para obtener una adecuada implementación.
- Es fundamental contar con la colaboración sistemática del TO y del PMO (en nuestro caso Enrique Estrada y Scarlett Ihlau), para lograr cumplir con los objetivos programados, como ha sido en el presente proyecto.
- Uno de los mayores impactos a nivel de difusión, fue la presencia de expertos del IAEA en congresos nacionales e internacionales de las especialidades referentes.
- Si bien en la educación continua de los profesionales en los cursos regionales son importantes, la utilización de nuevas tecnologías digitales para el servicio de la docencia, así como el desarrollo de contenido interactivo (e-learning) que sea de acceso libre, es altamente recomendado.
- Es importante incluir también a los médicos referentes y a los imagenólogos en las actividades educacionales programadas. Esto garantiza que reciban



información del valor de las diferentes técnicas de imagen (incluyendo las nucleares) en el diagnóstico y estratificación de riesgo de la enfermedad coronaria, con énfasis en la mujer.

- Integración de la información médica y de física médica, incluyendo los aspectos de aseguramiento de la calidad y dosimetría.
- Importante resaltar el valor del enfoque de la multimodalidad en la imagen cardíaca contemporánea.

MEDIO AMBIENTE

RLA/7/025 “Fortalecimiento de la Red de Vigilancia y Respuesta para la sostenibilidad de los ambientes marinos y costeros)”

En el 2023 se dio continuidad al monitoreo mensual en el departamento del Magdalena, y se realizó un informe sobre la composición y presencia del fitoplancton potencialmente nocivo en la zona marina costera de Colombia. Igualmente, se destaca la participación en 2 espacios internacionales y 1 nacional para divulgar los avances de Colombia y la importancia de las técnicas nucleares en la investigación científica.

En 2023 se elaboró un manuscrito con los resultados de la estimación de tres índices teóricos de estado trófico (TRIX, TSI, EI). Los resultados mostraron que los índices TSI y TRIX fueron los que tuvieron las mayores asociaciones entre sí, frente al EI, correlacionándose estos dos índices de manera positiva con las variables de clorofila-a, nutrientes y de manera negativa con la transparencia, lo que sugiere tasas de eutrofización más altas en cuerpos de agua estuarinos y fluviales, en comparación con las estaciones marinas. Los tres índices mostraron valores medios más altos para los sitios ubicados a lo largo de la costa Caribe en comparación con la costa Pacífica. Además, los tres índices muestran los valores más bajos para los sitios ubicados en áreas rurales en comparación con las áreas urbanas. Estos resultados permitieron concluir que los índices están diseñados para brindar una comprensión holística del estado de un sistema acuático. Sin embargo, aumentar la frecuencia de muestreo de la calidad del agua podría ayudar a generar una mejor comprensión de la dinámica estacional de un sistema costero y evitar clasificaciones erróneas de estados tróficos basados en puntos de datos singulares in situ.

En el 2023 se dio continuidad al monitoreo de microplásticos en el departamento del Magdalena, se dio inicio al análisis químico de las partículas encontradas en los 3 muestreos realizados en 2022, con el fin de contribuir con el manuscrito regional que será sometido en el año 2024 y se realizó un informe sobre la composición física de los microplásticos. En este componente, se destaca la participación en el espacio internacional para divulgar los avances de Colombia y la importancia de las técnicas nucleares en la investigación científica.

En el 2023 se dio continuidad al monitoreo mensual en 2 estaciones (3 profundidades) en el departamento del Magdalena, y al monitoreo semestral/anual en estaciones del Caribe y Pacífico colombiano en el marco de la REDCAM. Adicionalmente, en las muestras de agua colectadas en un crucero oceanográfico del Caribe colombiano, se midieron las variables del sistema de carbonatos, Alcalinidad total, Carbono inorgánico disuelto, y de



las variables salinidad y temperatura. Estos datos fueron reportados en el portal de datos del indicador 14.3.1 del ODS 14 custodiado por UNESCO/COI.

Lecciones Aprendidas.

En el desarrollo del proyecto, fue evidente se requiere fortalecer las capacidades en la identificación de microalgas potencialmente nocivas, a través de cursos y capacitaciones, debido a que este grupo de microorganismos se actualiza constantemente y cada vez hay nuevas técnicas y metodologías para una mejor identificación con métodos microscópicos y moleculares.

Aunque se continúan desarrollando actividades respecto a eutrofización costera en las zonas marinas de Colombia, se hizo evidente que se requiere conocer los lineamientos que se tienen a nivel regional con respecto a esta temática, para poder armonizar protocolos y metodologías, e intercambio de experiencia a nivel regional en pro de generar información comparable.

En la actualidad Colombia cuenta con un laboratorio nivel 1 para el análisis de microplásticos. Sin embargo, en el desarrollo del proyecto se evidenció que Colombia tiene potencialidad para convertirse en un laboratorio nivel 2 que brinde mayor soporte al país y a la región LAC, en el cual se podrían identificar químicamente los tipos de polímeros y demás los contaminantes adheridos a ellos. Este es un desafío de país para seguir avanzando en implementación y diseño de sistemas de monitoreo de microplásticos acorde a las dinámicas marino-costeras y matrices de interés, teniendo en consideración que cada vez hay nuevas técnicas de muestreo y metodologías para una optimización de los monitoreos ambientales y es una puerta de ingreso a participar en nuevos proyectos como NUTEC Plastics.

En el desarrollo del proyecto quedo en evidencia que aún se requiere fortalecer las capacidades de los países participantes principalmente en análisis de información para el reporte regional del subindicador nivel 3 del ODS14.1.1b; y en técnicas analíticas para la medición de las variables del sistema de carbonatos. Para lo cual en la implementación del nuevo proyecto se debe contemplar la participación en pruebas de intercomparación entre los laboratorios que han implementado sus metodologías, con el fin de conocer la calidad en el reporte de resultados al portal de datos de UNESCO/COI.

Teniendo en cuenta que la medición del sistema de los carbonatos requiere de materiales de referencia, estándares Tris y m-cresol purificado que son de difícil consecución en el mercado y tienen un costo elevado. INVEMAR tomo el reto de producir m-cresol purificado, el cual se entregó a los países participantes; no obstante, es necesario fortalecer las capacidades en la región para producir y distribuir estos materiales.

En el desarrollo del proyecto, los materiales marcados como estándares tritiados requeridos para la determinación de biotoxinas marinas por RBA en el equipo de centelleo líquido; y el trazador ^{209}Po requerido para realizar reconstrucción histórica por la técnica ^{210}Pb , tuvieron mucha dificultad para ser suministrados a los países, lo cual ha generado demoras significativas para los análisis y en consecuencia los reportes de resultados. Esto evidencia la necesidad de apoyar desde el organismo la adquisición de estos materiales.



RLA/7/026 “Evaluación de la contaminación ambiental orgánica e inorgánica en medios acuáticos y de sus efectos en el riesgo de cianobacterias que producen cianotoxinas”

Siendo la Ciénaga Grande de Santa Marta (GSM), un lugar donde se han identificado altas concentraciones de fitoplancton especialmente cianobacterias, en el 2023 se monitoreó mensualmente el ensamblaje de estos organismos en 2 estaciones de la CGSM y se analizó la dinámica espacio temporal de este grupo de microalgas en 7 estaciones durante la época de lluvias del 2022 y época seca del 2023. Los avances en nuevas capacidades para la identificación y aislamiento de cianobacterias a través de los cursos internacionales realizados en el marco de este proyecto permiten al país identificar las especies que son potencialmente nocivas y representan un riesgo para el ambiente y la salud humana. Adicionalmente, se están realizando ensayos para cultivar cepas de cianobacterias que van a permitir realizar análisis de identificación molecular y la presencia de biotoxinas.

Dentro de la revisión de metodologías realizada en el proyecto RLA7026, se identificó la necesidad de implementar los métodos analíticos fósforo total y nitrógeno total en el LABCAM, información que contribuye a entender la proliferación de cianobacterias y el estado trófico de los cuerpos de agua. A la fecha se tiene implementado y validado el fósforo total y el nitrógeno total está en proceso de implementación.

Lecciones Aprendidas.

Teniendo en cuenta la gran complejidad de las cianobacterias, se recomienda continuar realizando capacitaciones en la identificación taxonómica y molecular de este grupo de microalgas, debido a su importancia ecológica y los efectos nocivos que puede causar en el ambiente y la salud humana.

Además, se recomienda la participación en una prueba interlaboratorio que permita medir la calidad de los resultados fisicoquímicos analizados por los laboratorios participantes del proyecto, con el fin de confirmar la calidad de los índices calculados en el proyecto a partir de estas variables.

RLA/1/022 “Mejorar la satisfacción de la demanda regional de productos y servicios de reactores de investigación nuclear”

El principal impacto identificado por la contraparte nacional radica en que se pudo vincular al Servicio Geológico Colombiano a través del proyecto y su participación en los espacios de concertación fue de vital importancia. Se inicio la ejecución de la red con la participación de esta entidad que opera el reactor IAN-R1. Participación en el foro que tuvo una gran acogida del sector.

5. APORTE ECONOMICO ESTIMADO DEL PAIS AL PROGRAMA:

5.1 Recursos aportados por el país al programa (incluye la estimación detallada según tabla de indicadores financieros en especie).

<i>Código y Título de Proyecto</i>	<i>Coordinador/a del Proyecto</i>	<i>Aporte valorado</i>
-------------------------------------------	------------------------------------------	-------------------------------



ARCAL
 ACUERDO REGIONAL DE COOPERACIÓN PARA LA PROMOCIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA
 NUCLEARES EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

RLA2/017 “Apoyo a la preparación de planes de desarrollo de energía sostenible a escala regional (ARCAL CLXVII)”.	Unidad de Planeación Minero Energética – UPME José Lenin Morillo. Director de Demanda – UPME	<i>N/A</i>
RLA/5/080 “Fortalecimiento de la colaboración regional entre laboratorios oficiales para hacer frente a nuevos desafíos relacionados con la inocuidad de los alimentos (ARCAL CLXV)”	Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. Coordinador Nacional: David Esquivel Valderrama Coordinador Laboratorio nacional LANIA.	<i>1.110 EUR</i>
RLA/5/089 Evaluación del impacto de los metales pesados y otros contaminantes en suelos contaminados por actividades antropogénicas y de origen natural	Universidad de Antioquia, coordinador nacional Gustavo Peñuela Escuela Ambiental	<i>11.000 EUR</i>
RLA/6/084 “Fortalecimiento del desarrollo de recursos humanos a nivel regional en las diferentes ramas de la radiofarmacia”.	Instituto Nacional de Cancerología, Coordinador Nacional Javier Antonio Rada Lozano.	<i>8.234,47EUR</i>
RLA/6/085 “fortalecimiento de las capacidades los centros Ciclotrón/PET en la región (ARCAL CLXXXIII)”.	Instituto Nacional de Cancerología, Coordinador Nacional Javier Antonio Rada Lozano.	<i>9.861,39 EUR</i>
RLA/6/086 “Integrating Nuclear Medicine Techniques in a Multimodality Approach in Cardiology for Early Diagnosis and Risk Stratification of Cardiovascular Disease in Latin American Women (ARCAL CLXXXV)”.	Fundación Cardio infantil, Coordinador Nacional Claudia Gutiérrez.	<i>12.500 EUR</i>
RLA/7/025 “Fortalecimiento de la Red de Vigilancia y Respuesta para la sostenibilidad de los ambientes marinos y costeros)”	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – Invemar, Coordinador Nacional Luisa Espinosa Jefe Calidad Ambiental Marina.	<i>29.300 EUR</i>



ARCAL
ACUERDO REGIONAL DE COOPERACIÓN PARA LA PROMOCIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA
NUCLEARES EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

RLA/7/026 “Evaluación de la contaminación ambiental orgánica e inorgánica en medios acuáticos y de sus efectos en el riesgo de cianobacterias que producen cianotoxinas”	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – Invemar, Coordinador Nacional Luisa Espinosa Jefe Calidad Ambiental Marina.	<i>18.500 EUR</i>
RLA/1/022 “Mejorar la satisfacción de la demanda regional de productos y servicios de reactores de investigación nuclear”	Contraparte Nacional Ministerio de Salud y Protección Social, Coordinador Nacional Oscar Marín coordinador de radiaciones ionizantes.	<i>7500 EUR</i>
<i>Total</i>		<i>97.506.86</i>



ANEXO 5.2 – TABLA INDICADORES FINANCIEROS PARA VALORAR EL APORTE DE LOS PAÍSES AL PROGRAMA ARCAL

<i>ITEM</i>	<i>VALOR DE REFERENCIA</i>	<i>CANTIDAD en Euros</i>
1. <i>Expertos/as Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)</i>	<i>EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)</i>	<i>20.500</i>
2. <i>Grupo Directivo del OCTA, Grupos de Trabajo del OCTA y Puntos Focales</i>	<i>EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)</i>	
3. <i>Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)</i>	<i>EUR 5.000 por semana</i>	<i>6.604,08</i>
4. <i>Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades</i>	<i>EUR 3.000 por semana</i>	
5. <i>Becario/a cuyos gastos locales son asumidos por el país</i>	<i>EUR 3.500 por mes por becario</i>	<i>7.703,50</i>
6. <i>Publicaciones</i>	<i>Hasta EUR 3.000</i>	
7. <i>Creación y/o actualización de Base de Datos</i>	<i>Hasta EUR 5.000</i>	
8. <i>Gastos locales por Sede de Reuniones de Coordinación Técnica (OCTA)</i>	<i>EUR 50.000 por semana</i>	
9. <i>Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales</i>	<i>Hasta EUR 5.000</i>	<i>10.788,28</i>
10. <i>Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)</i>	<i>Hasta EUR 5.000</i>	
11. <i>Tiempo, trabajado como Coordinador/a Nacional y su equipo de soporte</i>	<i>Máximo EUR 1.500 por mes</i>	
12. <i>Tiempo trabajado como DTM</i>	<i>Máximo EUR 700 por mes</i>	
13. <i>Tiempo trabajado como Coordinador/a de Proyecto</i>	<i>Máximo EUR 500 por mes</i>	<i>14.920</i>
14. <i>Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)</i>	<i>Máximo EUR 300 por mes por especialista</i>	<i>14.700</i>
15. <i>Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos:</i> <ul style="list-style-type: none"> ● <i>Viáticos interno/externo</i> ● <i>Transporte interno/externo</i> 	<i>Máximo EUR 7.500/proyecto</i>	<i>11.991</i>
16. <i>Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)</i>	<i>Máximo EUR 10.000</i>	<i>10.300</i>
TOTAL		97.506,86



NOTA: No deben ser contabilizadas otras actividades no incluidas en esta Tabla.

Instructivo tabla de indicadores financieros para valorar el aporte de los países al programa ARCAL.

Introducción

El documento “Informe Anual de la Actividades de ARCAL en el país”, es insumo fundamental para conocer los aportes realizados por cada país al proyecto regional en que participa. Además, es fuente principal para que el OIEA pueda elaborar el informe anual correspondiente y consignar entre otros temas relevantes, el total de los aportes en especie realizados por los países participantes para realizar la sumatoria del total de los aportes de la región en los proyectos regionales de cooperación técnica ejecutados en el marco del Acuerdo ARCAL.

El OCTA aprobó e incluyó en el Manual de Procedimientos de ARCAL el formato para el Informe Anual de las Actividades de ARCAL en el país. El informe anual de los Coordinadores/as Nacionales debe contar con la información necesaria y útil, para la rendición de cuentas, el seguimiento y desarrollo del proyecto. Se incorpora a la estructura del informe en la sección de anexos la Tabla de indicadores financieros para valorar el aporte de los países.

La Tabla de indicadores financieros fue elaborada con el propósito de uniformar criterios y se aplique los valores monetarios que faciliten la rendición de cuentas por parte de los países participantes en los proyectos regionales propuestos por ARCAL.

En la XVI Reunión del Órgano de Coordinación Técnica (OCTA) llevada a cabo en Rio de Janeiro, Brasil del 18 al 21 de mayo de 2015, se acordó solicitar la preparación de un instructivo que facilite completar la tabla de indicadores, el presente documento contiene las indicaciones para cumplir con dicho objetivo.

Objetivo del instructivo

El instructivo pretende explicar la relevancia y el uso de la Tabla de indicadores financieros para facilitar la forma de completar cada ítem del Anexo 5 incluido en el formato del Informe Anual de ARCAL y específicamente lo relacionado al Anexo 5.1 Recursos aportados por el país al programa.

Procedimiento:

El OCTA determinó los ítems que corresponden a los insumos o aportes que realizan los países a los proyectos ARCAL, otros insumos de la cooperación regional son valorados e incluidos como aportes del OIEA, por tal razón se debe incluir y completar únicamente los indicados en la tabla de indicadores financieros.

El instructivo le guiará a través del contenido del cuadro resumen a completar con los “INDICADORES FINANCIEROS PARA VALORAR EL APORTE DE LOS PAÍSES AL



PROGRAMA ARCAL” y que requerimiento tiene en cada una de sus 16 secciones: Únicamente se debe de referir a los ítems incluidos en la Tabla, no debe contabilizar otras actividades no incluidas en este instructivo.

a) Como completar cada ítem del aporte de los países a ARCAL en el INFORME ANUAL DE PAÍS

Ítem 1: Tiempo trabajado por Expertos/as Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)

En esta sección es necesario indicar la totalidad de los días trabajados por Experto/a Conferencista de su país enviado por el Organismo a realizar una tarea fuera de su país, (este total será considerado en días trabajados por persona incluyendo los días de viaje).

*Valor de referencia: EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)
Se reportará un **máximo de EUR 300** por día por experto/a conferencista*

Cantidad en Euros: para reportar el ítem 1 se registrará un máximo de EUR 300 diarios por experto/a conferencista, multiplicado por la cantidad de días que dure la misión incluyendo los días de viaje.

***Ejemplo:** Un experto que cumple una misión de una semana de trabajo (5 días), se debe consignar 7 días (incluyendo 2 días de viaje), corresponde a un valor de EUR 2100 como aporte realizado por el país.*

Ítem 2: Tiempo trabajado por el Miembro del Grupo Directivo del OCTA, Grupos de Trabajo del OCTA y Puntos Focales

En esta sección es necesario indicar la totalidad de días trabajados durante la reunión de trabajo convocada para los miembros de Grupo Directivo (OCTA), Grupos de Trabajo (OCTA) y Puntos Focales.

***Ejemplo:** Una actividad nacional que puede ser un taller, curso o seminario llevado a cabo en un país y que fue consignada en el plan de actividades del proyecto será contabilizada como un aporte del país sede por EUR 3.000.*

Ítem 5: Becario/a cuyos gastos locales son asumidos por el país

En esta sección es necesario indicar la totalidad de gastos que el país anfitrión asume por los becarios/as recibidos, reportando hasta un máximo de EUR 3.500 por becario/a.

*Valor de referencia: EUR 3.500 por mes por Becario/a.
Se reportará un **máximo de EUR 3.500** en gastos locales que son asumidos por el país anfitrión, por Becario.*

*Cantidad en Euros: para reportar el ítem 5 se registrará un **máximo de EUR 3.500** mensuales, multiplicado por la cantidad de Becarios/as.*



Ejemplo: Un/una becario/a que es enviado a entrenarse o capacitarse a un centro de investigación de un país participante en el proyecto regional, los gastos que implican la estadía, materiales, insumos para la ejecución del programa de entrenamiento en el centro de investigación se reportan en una suma global de un máximo de EUR 3.500.

Ítem 6: Publicaciones

En esta sección es necesario indicar el costo máximo de EUR 3.000 por año, equivalentes al total de publicaciones y el material de divulgación impreso (este total será considerado el total de gastos anuales en Publicaciones).

Valor de referencia: EUR 3.000 por año.

Se reportará un **máximo de EUR 3.000** en gastos de publicaciones anuales.

Cantidad en Euros: para reportar el ítem 6 se registrará un máximo de EUR 3.000 anual en publicaciones y material de divulgación impreso.

Ejemplo: El país realiza en el año publicaciones para la promoción, divulgación y capacitación en el marco del proyecto regional reportara una suma global de un máximo de EUR 3.000.

Ítem 7: Creación y/o actualización de Base de Datos

En esta sección se debe de reflejar la totalidad de gastos en Diseño y elaboración de software para actualización y bases de datos con un máximo de EUR 5.000 por año.

Valor de referencia: EUR 5.000 por año.

Se reportará un **máximo de EUR 5.000** en gastos de creación y/o actualización de base de datos por año.

Cantidad en Euros: para reportar el ítem 7 se registrará un máximo de EUR 5.000 por año en concepto de creación y/o actualización de Base de Datos (se entiende por diseño y elaboración de software para actualización y bases de datos).

Ejemplo: El país realiza la creación (diseño y software) y o actualización de bases de datos como parte de las actividades del proyecto regional reportara una suma global de un máxima de EUR 5.000 por el año.

Ítem 8: Gastos locales por Sede de Reuniones de Coordinación Técnica (OCTA)

En esta sección es necesario indicar la totalidad de gastos locales por Sede de Reuniones del Órgano de Coordinación Técnica (OCTA), a reportar un máximo EUR 50.000 (este total será considerado como el gasto por sede).

Valor de referencia: EUR 50.000 por semana.

Se reportará un **máximo de EUR 50.000** en gastos por Sede.



Cantidad en Euros: para reportar el ítem 8 se registrará un máximo de EUR 50.000 por sede.

***Ejemplo:** La Reunión anual del OCTA que se lleva a cabo en un país de la región será contabilizada con un aporte de EUR 50.000, por concepto de gastos logísticos, organización, servicios de alimentación, hospedaje y otros misceláneos en los que el país sede incurre para su celebración. El OIEA contabilizará en el informe respectivo los montos de pasajes, viáticos de los participantes, solo corresponde consignar la estimación de los gastos logísticos del país por ser sede de la Reunión del OCTA.*

Ítem 9: Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales

En esta sección es necesario indicar el total de gastos de envíos (este total será considerado al año).

*Valor de referencia: EUR 5.000 anuales.
Se reportará un máximo de EUR 5.000 por año.*

Cantidad en Euros: para reportar el ítem 9 se registrará un máximo de EUR 5.000 por año.

***Ejemplo:** Enviar muestras para análisis de deuterio, nitrógeno, etc., a un laboratorio de referencia en un país de la región o fuera de ella, se deberá indicar los gastos de envío, transporte y otros, que se requieran reportar una suma global de un máximo de EUR 5.000 por el año.*

Ítem 10: Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)

En esta sección es necesario indicar los gastos totales anuales utilizados en realización de servicios para reportar hasta un máximo de EUR 5.000.

*Valor de referencia: EUR 5.000 anuales.
Se reportará **un máximo de EUR 5.000** anuales por gastos en realización de servicios.*

Cantidad en Euros: para reportar el ítem 10, se registrará el total de gastos en realización de servicios hasta EUR 5.000 por año.

***Ejemplo:** Enviar muestras para someter a procesos de irradiación de materiales o calibración de equipos a un centro o laboratorio de referencia en un país de la región o fuera de ella, se deberá indicar los gastos de envío, transporte y otros, que se requieran reportar una suma global de un máximo de EUR 5.000 por el año.*

Ítem 11: Tiempo trabajado como Coordinador/a Nacional y su equipo de soporte

En esta sección es necesario indicar el tiempo trabajado por el Coordinador/a Nacional y su equipo de soporte (este total será considerado en días trabajados al año por el coordinador/a y su equipo.)



Valor de referencia: EUR 1.500 por mes.

*Se reportará hasta un **máximo de EUR 1.500 por mes** para el Coordinador/a Nacional y su equipo de soporte.*

Cantidad en Euros: para reportar el ítem 11, se registrará un máximo de EUR 1.500 por mes, multiplicado por el número de meses que se ha trabajado como Coordinador Nacional y su equipo de soporte.

Ítem 12: Tiempo trabajado como DTM

En esta sección es necesario indicar el tiempo trabajado como DTM por mes (este total será considerado en meses trabajados por DTM).

Valor de referencia: EUR 700 por mes.

*Se reportará un **máximo de EUR 700** por mes trabajado como DTM.*

Cantidad en Euros: para reportar el ítem 12, se registrará un máximo de EUR 700 al mes, multiplicado por el número de meses trabajados por el DTM.

Ítem 13: Tiempo trabajado como Coordinador/a de Proyecto

En esta sección es necesario indicar el tiempo trabajado como Coordinador/a de Proyecto por mes (este total será considerado meses trabajados como Coordinador/a de Proyectos)

Valor de referencia: EUR 500 por mes.

*Se reportará un **máximo de EUR 500** por mes trabajado como Coordinador de Proyecto.*

*Cantidad en Euros: Se reportará un **máximo de EUR 500 por mes**, multiplicado por el número de meses que se trabajó como Coordinador/a de Proyectos.*

Ítem 14: Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)

En esta sección es necesario indicar la totalidad de meses trabajados por Especialista Local (máximo 3 especialistas) que colabora con el proyecto (este total será considerado en meses trabajados por especialista).

Valor de referencia: EUR 300 por mes por especialista.

*Se reportará un **máximo de EUR 300** por especialista local (con un máximo de 3 especialistas locales) que colaboran con el proyecto.*

*Cantidad en Euros: para reportar el ítem 14 se registrará un **máximo de EUR 300** por mes por especialista, multiplicado por el número de meses que colaboran con el proyecto.*



Ítem 15: Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: Viáticos (interno/externo) y Transporte (interno/externo)

En esta sección es necesario indicar la totalidad de gastos en viáticos y transporte a lo interno/externo durante el total del proyecto.

*Valor de referencia: EUR 7.500 de viáticos y transporte por proyecto.
Se reportará hasta un **máximo de EUR 7.500** por la duración total del proyecto.*

Cantidad en Euros: para reportar el ítem 15-Viáticos y transporte a lo interno/externo, se registrará un máximo de EUR 7.500 durante todo el proyecto.

Ítem 16: Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)

En esta sección es necesario indicar la totalidad de gastos del país para el proyecto, reportando hasta un máximo de EUR 10.000 por proyecto (infraestructura, equipo, etc.).

*Valor de referencia: EUR 10.000 por proyecto.
Se reportará hasta un **máximo de EUR 10.000** por el proyecto en cuanto a gastos del país.*

Cantidad en Euros: para reportar el ítem 16, se registrará un máximo de EUR 10.000 en cuanto a gastos del país para el proyecto (Infraestructura, equipo, etc.)