



ARCAL

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

INFORME ANUAL

Año: 2024

País: ECUADOR



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

## INTRODUCCIÓN

La Coordinación Nacional de ARCAL, tiene el grato honor de presentar el informe correspondiente a las actividades desarrolladas durante el año 2023 en las que Ecuador ha participado en el Marco del Acuerdo de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe ARCAL durante el año 2023.

Ecuador ha participado en 14 proyectos y que se han desarrollado a través de instituciones y de Universidades Públicas fortaleciendo así los vínculos entre las instituciones.

## CONTENIDOS DEL INFORME

1. RESUMEN EJECUTIVO
2. PARTICIPACIÓN DE EL/LA COORDINADOR/A NACIONAL EN LAS ACTIVIDADES DE ARCAL
3. RESULTADOS, DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DE LOS PROYECTO Y DEL ACUERDO
4. IMPACTOS
5. APORTE ECONOMICO ESTIMADO DEL PAIS AL PROGRAMA

## RESUMEN EJECUTIVO



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

Durante el año 2024, la República del Ecuador, a través de las entidades competentes del Estado, ha tratado de mantenerse involucrada en todas aquellas actividades enmarcadas dentro del Acuerdo ARCAL, con el compromiso en la promoción del uso pacíficos de la ciencia y tecnología nucleares en América Latina y el Caribe.

El país ha priorizado la transferencia tecnológica y formación de recursos humanos, para el fortalecimiento de capacidades y la búsqueda de mecanismos de participación, ya sea en formato de talleres, cursos o reuniones, todos ellos con sus correspondientes gestiones asociadas a las actividades llevadas a cabo por los actores involucrados.

El Ecuador ha participado y ha contribuido a la región en varias áreas de experticia técnica, y cooperando en el trabajo sobre el diseño e implementación de Proyectos del ciclo de cooperación técnica bienio en ejecución.

Se ha realizado el correspondiente seguimiento de los planes de trabajo de los proyectos a nivel nacional, trabajando con cada una de las contrapartes técnicas y la articulación entre las distintas entidades involucradas en dichos proyectos.

El seguimiento de la Cooperación Técnica a través de ARCAL lo realiza el Ministerio de Energía y Minas a través del Viceministerio de Electricidad y Energía Renovable con la Subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares y la Dirección de Aplicaciones Nucleares y Cooperación Técnica, atribuciones dadas por Estatuto y por delegación mediante Acuerdo Ministerial.

El Ecuador durante este ciclo de cooperación, participó en varias actividades en apoyo a la ejecución de los proyectos, a nivel nacional e internacional, durante este período varias instituciones han tenido la oportunidad de participar situación que resulta muy provechosa para las mismas considerando que se ha logrado crear redes de intercambio de conocimiento, muy importante para impulsar proyectos a nivel nacional, y en contribución a nivel regional, apoyando siempre a la igualdad de género, internamente en el Ecuador, se ha consolidado la red WIN para incrementar la participación en el uso y desarrollo de la tecnología nuclear, factor de suma importancia actualmente para impulsar el programa de Cooperación Técnica.



## RLA0073: "Fortalecimiento de la igualdad de género en las instituciones nucleares nacionales (ARCAL CXCVC)"

El proyecto RLA0073: "Fortalecimiento de la igualdad de género en las instituciones nucleares nacionales (ARCAL CXCVC)" tiene como objetivo general Contribuir a la sostenibilidad de las instituciones nucleares nacionales (INN) mediante el fortalecimiento de la igualdad de género, en consonancia con el Objetivo 5, que persigue «Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas». Este objetivo se logrará a través de 4 outpus principales: - Potenciación de redes de mujeres - Establecimiento de estrategias de comunicación con perspectiva de género - Fortalecimiento de las capacidades sobre liderazgo e igualdad de género - Adopción de herramientas para la retención y promoción de mujeres por parte de los responsables de la toma de decisiones.

### ESTRUCTURA DEL INFORME ANUAL

#### 1. RESUMEN EJECUTIVO:

##### Potenciación de redes de mujeres

Dentro de la reunión establecida el 05 de junio del 2024 organizada por la Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) se discutió sobre establecer nuevos capítulos nacionales de Women in Nuclear (WiN), se informó el “WiN Global Procedure Establishing a New WiN Chapter”, además la intervención de la Experiencia de WiN Argentina. Donde se resaltó la predisposición de expertos y apoyo en la creación de nuevos capítulos; y el compromiso de establecer reunión de trabajo.

WiN Ecuador es una capitulo WiN Global, de mujeres profesionales relacionadas con la energía nuclear y aplicaciones en la radiación. Las integrantes de WiN Ecuador y el comité ejecutivo se reúnen periódicamente, los puntos de interés son:

- Se planificó, y se ejecutó el “Internacional Congress of innovation, application and sustainability in the nuclear sector” de modalidad online 16-17 de noviembre del 2024, en que participó países de España, Viena, Colombia, Nigeria, Argentina, Ecuador, Austria, México, USA, Venezuela, Brazil ([https://www.facebook.com/story.php?story\\_fbid=552310224085390&id=100079192525050&rdid=0gE7RuUpUfO7ZNU7#](https://www.facebook.com/story.php?story_fbid=552310224085390&id=100079192525050&rdid=0gE7RuUpUfO7ZNU7#))
- Divulgación de información sobre energía nuclear, eventos realizados o participando
- Brindar apoyo y experiencia para la posible creación de WiN México
- Realización y ejecución de convenios de Asociación Ecuatoriana de RadioProtección (AERP) y WiN Rusia, para trabajar en conjunto y la planificación de eventos.

##### Fortalecimiento de las capacidades sobre liderazgo e igualdad de género

El OIEA organizó el “Taller Regional sobre Liderazgo en el Ámbito Nuclear para Jóvenes Profesionales” bajo el proyecto de cooperación técnica RLA0073 “Fortalecimiento de la igualdad de género en las instituciones nucleares nacionales (ARCAL CXCVI)”. El taller se realizó en dos etapas, para las mismas participantes:

1. Santiago, Chile, del 21 al 25 de octubre de 2024
2. Viena, Austria, del 26 al 28 de noviembre de 2024. Esta fase se dará en el marco de la Conferencia Ministerial sobre Ciencia, Tecnología y Aplicaciones Nucleares y Programa de Cooperación Técnica ([www.iaea.org/events/ministerial-conference2024](http://www.iaea.org/events/ministerial-conference2024)).



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

En esta convocatoria se aplicó tres postulantes mediante la plataforma web del OIEA intouchplus.

- 24180187 Aguay, Diana Carolina
- 24183534 Alvear, Jhoselin Estefania
- 24183504 Venegas Guaman, Katherine Estefany

En representación del Ecuador, participó de los dos eventos Ms. Mishell Alezandra Lara Lopez del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo, donde conoció las instalaciones de la OIEA, varios eventos programados.

**2. RESULTADOS, DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO:**

- Se logró un buen nivel de comunicación con los ponentes internacionales, creando nuevas oportunidades de alianza y su participación en eventos futuros o trabajos en conjunto.
- La participación en el taller regional reafirma el compromiso del Ecuador y del Hospital Eugenio Espejo con el liderazgo global en ciencia, salud y sostenibilidad ([https://www.instagram.com/p/DDeuf7Lp3pP/?igsh=ZTQ0MGRhZ25iY2Jl&img\\_index=1](https://www.instagram.com/p/DDeuf7Lp3pP/?igsh=ZTQ0MGRhZ25iY2Jl&img_index=1)) contribuyendo al fortalecimiento de redes profesionales y el intercambio cultural.
- Problemas: Muchos eventos importantes tienen procesos de inscripción complejos, cupos o fechas limitados que dificultan la participación de ciertos interesados. Esto puede resultar en una baja representación de ciertos grupos o regiones.

**3. COMPRA DE EQUIPOS E INSUMOS:**

No aplica

**4. IMPACTOS:**

- Se estableció contactos y alianzas, donde las mujeres reciben orientación, apoyo y comparten experiencias, y a su vez el impacto en la divulgación en el ámbito de la energía nuclear donde motivan a las mujeres para derribar barreras históricas genera conciencia y fortalecer la participación femenina en este campo, este último demostrando que existe oportunidades que se deben aprovechar.
- El proyecto contribuyó positivamente a los objetivos establecidos, brindando la participación de una ecuatoriana, donde tuvo la oportunidad de desarrollo profesional, y no solo en la inclusión, sino también el empoderamiento de las mujeres como líderes del futuro en la energía nuclear. Teniendo beneficiarios directos como en la comunidad en general.

**5. LECCIONES APRENDIDAS:**

- La participación de este proyecto conecta a mujeres de diferentes lugares de América Latina y el Caribe para avanzar y sentir el apoyo para fomentar la cultura del sector nuclear.



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

- Las campañas de visibilidad (éxito de mujeres líderes) tiene un impacto significativo en la motivación de otras mujeres para unirse al sector.
- Error: La falta de modelos a seguir visibles (Ecuador), y la ausencia de reconocimientos o premios para las instituciones que lideran en inclusión en este ámbito nuclear.

6. RECURSOS APORTADOS POR EL PAÍS AL PROYECTO

VALORACIÓN DEL APORTE DEL PROYECTO RLA/0073 AL PROGRAMA ARCAL

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	2400*
2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	
3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	
10. Tiempo trabajado como Coordinador/a de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	3 000**
11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	



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

12. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos interno/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	
<b>TOTAL</b>		<b>5 400</b>

\*Boletos aéreos, y participación en Chile (3 días) y Viena (5 días) aproximadamente EUR 1211.28 para cada evento.

\*\* Considerando desde junio 2024



RLA1020 (ARCAL CLXXIX) “Promoción de la tecnología de la radiación en polímeros naturales y sintéticos para desarrollar nuevos productos, con énfasis en la recuperación de residuos”

## INTRODUCCIÓN

Se presenta este informe anual de gestión como Contraparte del Ecuador en el proyecto RLA1020 (ARCAL CLXXIX) “Promoción de la tecnología de la radiación en polímeros naturales y sintéticos para desarrollar nuevos productos, con énfasis en la recuperación de residuos”, documento que contiene los resultados, impactos, dificultades y aportes logrados durante el año 2024.

## ESTRUCTURA DEL INFORME ANUAL

1. **RESUMEN EJECUTIVO:** Presentar una descripción general de la participación del país en el proyecto en ejecución, reuniones de coordinación, talleres, y grupos de trabajo, incluyendo los aportes realizados por el país.

En 2024 dos colaboradores de Ecuador participaron en la reunión de Medio período para contrapartes del proyecto RLA1020, desarrollada en Lima, Perú del 10 al 14 de junio de 2024,

y también asistieron al curso-taller de capacitación sobre Diseño de facilidades de irradiación y su factibilidad económica, desarrollado el 9 al 13 de diciembre de 2024, en Montevideo, Uruguay.

Por otro lado, la participación en este proyecto nos ha permitido como país tener acceso a charlas y jornadas de capacitación virtuales ofertadas por distintos actores de la región de América Latina, relacionadas con los usos de la energía atómica en diversos ámbitos. Conferencias que han enriquecido el conocimiento de docentes y estudiantes de la universidad (EPN) quienes tuvieron acceso gratuito a diversas charlas científicas virtuales, que se mencionan a continuación:

- Jornada Científica Internacional “Perspectivas de la Tecnología Nuclear en América Latina y el Caribe, desarrollada en febrero 2024 desde el Instituto Peruano de Energía Nuclear.
- Seminario “Avances en la síntesis, caracterización y aplicaciones de los polímeros de redes expandibles (hidrogeles)”, dictado por la Dra. Blanca Rojas, Coordinadora Científica del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente, organizado por el Centro de Ingeniería de Materiales y Nanotecnología, Venezuela, realizado el 04 de marzo de 2024.
- Congreso XX CONVEMI IVIC 2024, organizado por la Sociedad Venezolana de Microscopía y Microanálisis, charlas que se llevaron a cabo del 11 al 13 de marzo de 2024.
- Conferencia “Resonancia Magnética Nuclear de sobremesa: su uso y potencial en investigación”, dictada por el Doctor Juan F. Araneda, especialista de la empresa Nanalysis-Canadá, realizada el 25 de julio de 2024.
- Webinar “Cómo aprovechar los residuos agrícolas y acuícolas con la ayuda de la radiación ionizante”, dada por el Dr. Ricardo Stardbird de la Escuela de Química del Tecnológico de Costa Rica, evento realizado el 20 de noviembre de 2024, organizado



por el Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones de Costa Rica.

Además, la vinculación con el proyecto RLA1020 nos permitió conocer de la convocatoria para presentar abstracts para el simposio “The Ionizing Radiation and Polymer Symposium” IRAP 2024, así como la oportunidad de postular para las ayudas económicas para la estadía en este congreso, es así que el Ing. Marco Sinche, doctorante de la EPN, quien colabora en la ejecución del proyecto RLA1020, presentó un abstract que fue aceptado y posteriormente aplicó a las ayudas, siendo uno de los participantes beneficiados. El simposio se realizó del 28 de octubre de 2024 hasta el 01 de noviembre de 2024, en Foz do Iguaçu, Brasil, en el que el Ing. Sinche dejó en alto el nombre del país, al mostrar la investigación de alto nivel que se realiza en el ámbito del uso de la tecnología de irradiación.

2. RESULTADOS, DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO: Informar los logros, beneficios alcanzados con la implementación del proyecto. Asimismo, mencione los problemas y dificultades presentados durante el desarrollo del proyecto

Entre los resultados obtenidos por el Ecuador en este año 2024 bajo el proyecto RLA1020 en el proyecto nacional titulado “Uso de la irradiación como pretratamiento para la obtención de queratina hidrolizada a partir de plumas de pollo de desecho”, se mencionan:

- Se han seleccionado los residuos provenientes de la agroindustria, en específico las plumas de aves (pollos y pavos) de desecho de la industria avícola. Sobre este residuo se ha utilizado radiación ionizante gamma para poder extraer queratina del residuo. El producto final obtenido ha sido queratina hidrolizada que será utilizada en formulación de alimentos para animales (peces, cerdos, camarones, aves).
- La queratina hidrolizada tratada con radiación gamma, que tiene un alto contenido de proteína con digestibilidad mejorada, será destinada a la industria de manufactura de alimentos para animales, dando un valor agregado al residuo de plumas de aves, el cual actualmente solo se muele e incorpora a la dieta animal.
- Se han irradiado las plumas molidas donadas por una empresa avícola ecuatoriana, se determinó que la dosis óptima son 25 kGy. Se ha caracterizado la queratina obtenida con y sin irradiación, encontrando que el porcentaje de queratina es mayor en las muestras irradiadas, con un contenido proteico también mayor frente a las muestras sin irradiar. Además, las muestras irradiadas dieron como resultado ausencia de microorganismos patógenos como la Salmonella, en contraposición de las muestras sin irradiar que sí presenta contaje de este microorganismo.
- En julio de 2024 se aprobó e inició un proyecto de investigación grupal financiado por el EPN titulado “PIGR-23-09: Preparación y modificación de nuevos materiales provenientes de residuos orgánicos con el empleo de radiaciones ionizantes”, que permitirá comprar insumos, reactivos y contar con el apoyo para conseguir resultados y avanzar en la ejecución del RLA1020 por parte de nuestro país.
- Se sintetizaron hidrogeles de queratina hidrolizada obtenida de plumas de desecho, estos materiales se caracterizaron físicamente y se emplearán como soporte para fotocatalizadores en ensayos de tratamiento de aguas contaminadas con contaminantes emergentes.

Como dificultad encontrada se puede mencionar que se ha conversado con la empresa avícola que provee las plumas, una empresa mediana en Ecuador, sin embargo, no le interesa incluir en



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

su proceso de reúso de plumas, un tratamiento con irradiación. Prefieren seguir haciendo las cosas como las están haciendo, es decir, moler sus plumas para hacer harina y usarla para alimentación de sus aves.

Otra dificultad es que, no hay suficiente difusión de los usos de la tecnología de irradiación hacia los industriales en el país, lo que no promueve el interés de la empresa por el uso de esta tecnología.

Por último, el no contar con recursos económicos por parte del proyecto RLA1020 para compra de insumos, reactivos o contratación de personal que colabore con la ejecución y consecución de las actividades del proyecto nacional, es una desventaja que ralentiza los tiempos de avance.

3. **COMPRA DE EQUIPOS E INSUMOS:** Informe si el proyecto proporcionó equipos y/o insumos.

Este proyecto no contempla ni ha proporcionado ningún equipo ni insumo para el Ecuador.

4. **IMPACTOS:** Informar en qué medida el proyecto contribuyó a la consecución de objetivos establecidos para dar solución a una necesidad/ problema identificado en el diseño del proyecto.

El proyecto no solo contribuyó a capacitar a los profesionales que participan en la ejecución del proyecto RLA1020, sino que también a través de las redes de colaboración creadas entre los participantes de los países de la Región, se aportó con capacitación a otros profesionales y estudiantes universitarios, en temáticas científicas relacionadas al uso pacífico de la energía atómica, a través de webinarios y conferencias virtuales gratuitas, provenientes de distintas instituciones y profesionales expertos de la Región de América Latina.

5. **LECCIONES APRENDIDAS:** Informe sobre las mejores y peores prácticas para aprender de errores y experiencias positivas.

Se sugiere permitir que personal de industrias privadas del país pueda asistir a las capacitaciones del proyecto regional RLA1020, para demostrar y difundir las ventajas del uso de la tecnología de irradiación en el reciclado de plásticos, así como, para la difusión de la iniciativa NUTEC que promueve el IAEA.

6. **RECURSOS APORTADOS POR EL PAÍS AL PROYECTO**

**VALORACIÓN DEL APORTE DEL PROYECTO RLA/1020 AL PROGRAMA ARCAL**

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	--
2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	--



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

3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	--
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	--
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	--
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	--
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	--
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	--
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	--
10. Tiempo trabajado como Coordinador/a de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	500
11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	900
12. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos interno/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	--
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.) (Se ha contemplado insumos, reactivos, equipos, instalaciones e irradiaciones)	Máximo EUR 10.000	2500
<b>TOTAL</b>		<b>3300</b>



**RLA1023 Fortalecimiento de la Capacidad Técnica para el Uso de Tecnología de Radiación en el Tratamiento de Aguas Residuales (ARCAL CXCI)**

**ESTRUCTURA DEL INFORME ANUAL**

**1. RESUMEN EJECUTIVO:**

Durante el 2024, se llevaron a cabo tres actividades que involucraron a las contrapartes de los países participantes y quienes administran el Proyecto RLA1023: 1) Primera reunión de coordinación en Viena, Austria, 2) Primer encuentro de comunicadores del proyecto, a través de Microsoft Teams, y 3) El curso regional “Introducción al Tratamiento con Radiación de Aguas contaminadas y residuales”, llevado a cabo en Sao Paulo, Brasil. En estas actividades participó el Dr. Paul Ernesto Vargas Jentsch como contraparte de Ecuador para el proyecto RLA1023. Estas actividades tuvieron como finalidad, por una parte, hacer un diagnóstico del estado del tratamiento de aguas en Ecuador y las necesidades existentes, y por otra, presentar a los administradores del proyecto y las otras contrapartes de países de la región lo que se espera realizar en Ecuador en el marco del proyecto. En el curso regional también participó una representante de la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito (EPMAPS), la Ing. Viviana Muñoz. De esta manera, se trata de difundir el uso de las radiaciones ionizantes para el tratamiento de aguas residuales en instituciones que tienen directa incidencia en la problemática. Se tuvo reuniones virtuales y conversaciones telefónicas con responsables de laboratorios y de sanidad animal de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (AGROCALIDAD). Por su lado, la Escuela Politécnica Nacional (EPN) aporta a la consecución de los objetivos del Proyecto RLA1023 con personal académico especializado en tecnologías nucleares y aplicaciones de las radiaciones ionizantes. Asimismo, a través del Proyecto PIS-23-25 que está financiado por la EPN, se busca tener los primeros resultados analíticos de la presencia de contaminantes emergentes en efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas en Ecuador. Durante el 2024, se colectaron las primeras muestras, mismas que serán analizadas en un laboratorio especializado en España como parte del mencionado proyecto.

**2. RESULTADOS, DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO:**

Tres actividades destacaron durante el año 2024: 1) Primera reunión de coordinación en Viena, Austria (25 al 28 de marzo de 2024), 2) Primer encuentro de comunicadores del proyecto, en una reunión a través de Microsoft Teams (de 09:00 a 11:00, los días 04, 05 y 06 de septiembre de 2024), y 3) El curso regional “Introducción al Tratamiento con Radiación de Aguas contaminadas y residuales” llevado a cabo en Sao Paulo, Brasil (04 al 09 de noviembre de 2024). En todas estas actividades participó la contraparte de Ecuador para el proyecto RLA1023, el Dr. Paul Ernesto Vargas Jentsch. Estas actividades tuvieron como finalidad, por una parte, hacer un diagnóstico del estado del tratamiento de aguas en Ecuador y las necesidades existentes, y por otra, presentar a los administradores del proyecto y otras contrapartes de países de la región lo que se espera realizar en Ecuador en el marco del proyecto. Esto facilitó que se pudieran establecer colaboraciones entre países en el entendido que hay problemáticas y dificultades comunes. Se espera que, cuando se tengan que realizar ensayos y pruebas, exista apoyo entre los participantes del proyecto. En el curso regional también participó una representante de EPMAPS, la Ing. Viviana Muñoz. De esta manera, se trata de difundir el uso de las radiaciones ionizantes para el tratamiento de aguas residuales entre técnicos y directivos de instituciones directamente involucrados en la problemática de tratamiento de agua. En ese sentido, el curso regional cumplió el objetivo de mostrar los beneficios del tratamiento de aguas



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

con radiaciones ionizantes y resaltar el hecho que estas tecnologías ya son muy utilizadas en el mundo. Se tuvo reuniones virtuales y conversaciones telefónicas con responsables de laboratorios y de sanidad animal de AGROCALIDAD, pues se considera que esta es una institución que puede aportar y beneficiarse del proyecto. Se ha establecido que la irradiación gamma (en el futuro, potencialmente, electrones acelerados) puede ser muy útiles para controlar la expansión de enfermedades como la gripe aviar y la peste porcina, al mismo tiempo que se eliminan residuos de fármacos presentes en aguas residuales de predios dedicados a la producción animal. La EPN aporta a la consecución de los objetivos del Proyecto RLA1023 a través del Proyecto PIS-23-25 (aprobado a mitad del año 2024), con el que se busca tener los primeros resultados analíticos de la presencia de contaminantes emergentes en efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas en Ecuador. Durante el 2024, se colectaron las primeras muestras, mismas que serán analizadas en un laboratorio especializado en España como parte del mencionado proyecto. Estos resultados permitirán identificar los contaminantes emergentes que pueden contaminar cuerpos de agua en Ecuador. Esta información es importante tanto para fines normativos como de desarrollo de estrategias de tratamiento de aguas residuales.

3. COMPRA DE EQUIPOS E INSUMOS:

No se compraron equipos y/o insumos.

4. IMPACTOS:

Es fundamental que tomadores de decisiones que están relacionados a la problemática de la contaminación del agua y que tengan incidencia en políticas referidas al tratamiento de agua (residual y/o industrial) puedan conocer sobre el uso de las radiaciones ionizantes para remoción de contaminantes. La participación de estos tomadores de decisiones en cursos y reuniones organizadas por ARCAL tiene un gran impacto en la visión sobre cómo encarar problemas ambientales. En ese sentido, el hecho que una representante de EPMAPS haya podido participar en el curso en Sao Paulo (Brasil) fue muy importante. En el corto plazo, se espera el aporte de expertos del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) para implementar demostraciones (showcases) de la aplicación de las radiaciones ionizantes en casos reales y muy relevantes para el país. También se espera que el proyecto apoye con la compra de ciertos reactivos e insumos de laboratorio para la realización de ensayos que permitan evaluar la eficacia de tratamientos.

5. LECCIONES APRENDIDAS:

La lección más relevante que se puede identificar de este primer año de ejecución de proyecto está relacionado al trabajo con contrapartes de otros países de la región. Este trabajo lleva al intercambio de experiencias que se tiene en los diferentes países, algunas que son similares entre países, otras muy particulares de realidades nacionales. Esto ha permitido, y seguramente permitirá, el apoyo y colaboración entre países de la región. Países como Brasil, Argentina y México han acumulado mucha más experiencia en ambos, la normativa y el manejo de las radiaciones ionizantes. Las contrapartes de estos países asumieron un papel de guía en el proyecto para lograr progresos en los países que pueden requerir apoyo. En Ecuador, desde la EPN en particular, se tiene una destacada trayectoria en el manejo de radiaciones ionizantes, sin embargo, aspectos normativos del país requieren actualizaciones. En ese sentido, las experiencias de Brasil, Argentina y México son fundamentales. Asimismo, se espera que el conocimiento técnico que se tiene en Ecuador pueda ser una guía para países que tienen menos



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

experiencia en tecnologías de radiaciones. La colaboración entre países, fomentada por el Proyecto RLA1023, puede resultar en éxitos más allá del alcance del propio proyecto.

**6. RECURSOS APORTADOS POR EL PAÍS AL PROYECTO**

El país aporta al proyecto con tiempo de dedicación de los profesionales involucrados (la mayoría afiliados a la EPN), la irradiación de materiales tanto de muestras preparadas en el laboratorio como muestras reales (se realizará en el futuro cercano) y el financiamiento de proyectos que dan soporte al Proyecto RLA1023. El proyecto PIS-23-25, financiado por la EPN, es crítico para poder obtener muestras de aguas residuales tratadas en Ecuador. Precisamente, para la realización de estas tareas durante el año 2024, se ha aportado con los viáticos nacionales necesarios.



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

**VALORACIÓN DEL APORTE DEL PROYECTO RLA1023 AL PROGRAMA ARCAL**

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	0
2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	0
3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	0
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	0
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	0
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	0
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	0
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	0
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	0
10. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	500
11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	600
12. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos interno/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	1080
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	2500
<b>TOTAL</b>		<b>4680</b>



RLA2018 “Apoyo a la elaboración de planes energéticos integrales contemplando el clima, el suelo, la energía y el agua en Latinoamérica y el Caribe (ARCAL CXC)”

## INTRODUCCIÓN

El proyecto RLA2018 “Apoyo a la elaboración de planes energéticos integrales contemplando el clima, el suelo, la energía y el agua en Latinoamérica y el Caribe (ARCAL CXC)”, a desarrollarse entre 2024 y 2027, prevé el fortalecimiento de capacidades para la planificación energética integral que incluye el nexo entre clima, uso de la tierra, energía y agua en América Latina y el Caribe (CLEW). Para lo cual, se requiere el establecimiento de un equipo de proyecto multidisciplinario con la participación de las instituciones encargadas de las áreas de planificación energética, del clima, del uso de la tierra y del agua. Dicho proyecto cuenta con los siguientes objetivos

**Objetivo general:** Contribuir y fortalecer el desarrollo energético sostenible en América Latina y el Caribe a través del uso de herramientas de planificación energéticas y de desarrollo de estudios que integren la energía, el clima, el uso del agua y del suelo.

**Objetivos específicos:** (i) Fortalecer las capacidades técnicas de los países participantes en el proyecto RLA2018 para la elaboración de estudios integrales de desarrollo energético a nivel nacional; y, (ii) Facilitar a los países el acceso a capacitaciones relacionadas con los temas de tecnologías nucleares para la generación de electricidad y otros usos con fines pacíficos y su modelado en los escenarios de mediano y largo plazo.

El Ecuador se encuentra registrado dentro de los países beneficiarios del proyecto desde julio de 2024; para lo cual, la Contraparte Nacional es el Ing. Alex Posso, funcionario de la Dirección de Análisis y Prospectiva Eléctrica del Ministerio de Energía y Minas.

### 1. RESUMEN EJECUTIVO:

Como parte del proyecto RLA2018, la delegación ecuatoriana en 2024 participó en:

- Reunión Regional de Coordinación sobre el Análisis Integrado del Clima, la Tierra, la Energía y el Uso del Agua (CLEW). Esta reunión se realizó en abril en Uruguay; con la cual, se dio inicio al proyecto, aprobando además el cronograma de actividades a efectuarse entre 2024 y 2027.
- Taller subregional para presentar y coordinar los estudios y modelos nacionales para el análisis de los sistemas de energía, agua, uso de la tierra y clima. Esta actividad fue realizada en septiembre en Uruguay para las regiones Andina y el Cono Sur. La finalidad del taller fue consolidar los equipos nacionales que participarán en el estudio de planificación energética integral CLEW.
- Entrenamiento virtual en generalidades y uso básico de la plataforma MESSAGE, del 19 de noviembre al 12 de diciembre (4 horas por semana). Para esta actividad se coordinó la participación de funcionarios del MAATE y MEM.

Vale mencionar que, a través de la coordinación regional del proyecto, se remite al OIEA de manera semestral los avances y logros del proyecto, que incluye la gestión de todos los países participantes.

### 2. RESULTADOS, DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO

A continuación, se enuncia de forma general los resultados y la percepción obtenida en Ecuador, con la ejecución del proyecto en 2024:



- La Dirección de Análisis y Prospectiva Eléctrica, el 4 de octubre de 2024 conformó los equipos de trabajo que colaborarán en el desarrollo de estudios energéticos a través de las plataformas MAED (Model for Analysis of Energy Demand) y MESSAGE (Model for Energy Supply System Alternatives and their General Environmental Impacts). Así también, se dispone de los puntos de contacto del Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica, que apoyarán con la información requerida al respecto de manejo y uso del agua y del suelo.
- Es necesario que las autoridades del Ministerio de Energía y Minas, viabilicen la participación en las actividades virtuales y presenciales que se desarrollarán en el marco del proyecto RLA2018 para el levantamiento de estudios energéticos integrales y en la socialización de tecnologías nucleares con fines de generación eléctrica.
- Es necesario fortalecer el equipo de trabajo, con equipos computacionales que permitan la óptima realización de los estudios y modelaciones prospectivas; así como también, se cuente con delegados de los ministerios e instituciones relacionadas, con la finalidad de trazar hojas de ruta con metas definidas y concretas a nivel sectorial e intersectorial para la consecución de la planificación energética.
- Es necesario coordinar con los delegados de los ministerios y entidades relacionadas la entrega de datos e información necesaria para realizar los estudios de oferta y demanda de energía a nivel nacional.
- Es necesario mantener el fortalecimiento de capacidades técnicas en nuevas metodologías y en el manejo de herramientas computacionales para prospectiva energética como lo son el MAED y MESSAGE en Ecuador, a fin de fortalecer las capacidades.

### 3. COMPRA DE EQUIPOS E INSUMOS

- El proyecto no contempla la adquisición de equipos sino únicamente actividades orientadas al fortalecimiento de capacidades técnicas locales.

### 4. IMPACTOS

Para que el proyecto tenga resultados exitosos, es necesario que entre 2024 y 2027:

- Se cumpla con las actividades programadas para elaboración de estudios integrales de desarrollo energético, que incluye el nexo entre clima, uso de la tierra, energía y agua.
- Se acceda a las capacitaciones relacionadas con los temas de tecnologías nucleares para la generación de electricidad, mismas que prevén identificar la factibilidad de que un país pueda emprender dicha tecnología.

De acuerdo a la metodología del proyecto, particularmente del cronograma de actividades aprobado, vale indicar que las actividades enunciadas son secuenciales; es decir, son estudios que se logrará conforme avanza el proyecto.

### 5. LECCIONES APRENDIDAS

- Un proyecto como el RLA2018, demanda la disponibilidad de personal técnico para realizar el levantamiento de información y simulaciones prospectivas en las plataformas MAED y MESSAGE, principalmente. En ese sentido, es necesario evaluar el tiempo necesario para las actividades y programar su realización y seguimiento respectivo.
- Es oportuno levantar procesos y elaborar manuales para cada una de las etapas de la planificación energética, conforme a los insumos de información que se requerirán.

### 6. RECURSOS APORTADOS POR EL PAÍS AL PROYECTO



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

- En lo que corresponde a gastos de inversión, no existe un aporte económico específico adicional al que el Ecuador emite por ser parte de la OIEA. Por otra parte, en lo que corresponde a gasto en especie (Contraparte Nacional y equipos de trabajo), el país por lo pronto se encuentra aportando conforme al siguiente detalle:

Actividad	Participantes*
Contraparte Nacional	1 Director Técnico de Área 1 Especialista en energía**
Desarrollo de estudios de oferta y demanda energética abordando los nexos: Clima, Uso de Suelos, Energía y Agua.	4 Especialistas en energía** 3 Técnicos en energía** 1 Especialista en manejo y uso del agua 1 Especialista en manejo y uso del suelo
Desarrollo de análisis de factibilidad de tecnologías nucleares con fines de generación eléctrica	2 Especialistas en energía** 2 Técnicos en energía**
NOTAS: * La dedicación de los participantes en el proyecto se estima cada uno en al menos 10 horas por mes. ** Varios de los participantes en el proyecto están asociados a más de una actividad; por lo cual, en total se cuenta con 9 funcionarios.	

**VALORACIÓN DEL APOORTE DEL PROYECTO RLA/2018 AL PROGRAMA ARCAL EN 2024**

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	NA
2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	NA
3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	NA
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	NA
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	NA
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	NA
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	NA
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	NA
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	NA
10. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	1.802,48
11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	4.756,71



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

12. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos interno/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	NA
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	NA
TOTAL		6.559,18



RLA5085 “Fortalecimiento de la capacidad de los laboratorios oficiales para monitorizar brotes de enfermedades animales y zoonóticas prioritarias y responder a ellos (ARCAL CLXXIV)

#### 1. RESUMEN EJECUTIVO:

La participación de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario AGROCALIDAD de Ecuador en el proyecto ARCAL RLA5085 “Fortalecimiento de la capacidad de los laboratorios oficiales para monitorizar brotes de enfermedades animales y zoonóticas prioritarias y responder a ellos (ARCAL CLXXIV)” ha significado un aporte para el desarrollo de las capacidades institucionales, gracias al desarrollo profesional y cooperación sinérgica con los diferentes actores de la región, capacitadores y expertos científicos internacionales, lo cual ha permitido mejorar las condiciones zoonosanitarias, la producción y el bienestar animal del país, así como de la región.

La Agencia ha participado de manera activa y asertiva al desarrollo del proyecto. La colaboración ha permitido la consecución de los objetivos junto con las demás contrapartes de los laboratorios Oficiales de los Servicios Veterinarios de 20 países de América Latina y del Caribe, iniciado una alianza para el fortalecimiento del diagnóstico de Influenza (IA), Newcastle (NC), Fiebre Porcina Africana (PPA), Fiebre Porcina clásica (PPC) y brucelosis (BRU), enfermedades que causan grandes afectaciones en la salud animal y son de alto riesgo para la seguridad alimentaria y la salud de las poblaciones humanas.

En las actividades planificadas para el año 2024, el Ecuador participó con sus representantes en los siguientes talleres de capacitación:

- Curso Regional de Capacitación en Mantenimiento y Calibración de Equipos de Laboratorio, realizado del 20 al 24 de mayo de 2024 en Bogotá, Colombia.
- Capacitación sobre la Producción de Materiales de Referencia Secundarios, realizado del 03 al 10 de agosto de 2024 en Asunción, Paraguay.
- Genómica y Bioinformática de Influenza Aviar, realizado del 7 al 18 de octubre 2024 en Santiago de Chile, Chile.

#### Curso Regional de Capacitación en Mantenimiento y Calibración de Equipos de Laboratorio

El curso se llevó a cabo de manera presencial con la asistencia de 17 representante de los países regionales, en el cual se recibieron los siguientes temas:

- Historia de la Metrología y el Vocabulario Internacional de Metrología, VIM.
- El papel del Certificado de calibración y de los Materiales de Referencia.
- Los requerimientos de trazabilidad en un laboratorio de ensayo.
- Visita a los laboratorios de la Subdirección de Metrología Química del INM de Colombia.
- Gestión de calidad en los laboratorios de diagnóstico veterinario basado en la norma ISO17025:2017.



- Importancia de los equipos como respaldo de los resultados obtenidos en los diferentes ensayos en un laboratorio de diagnóstico veterinario.
- Planeación, clasificación e importancia del plan de mantenimiento de equipos en los laboratorios.
- TEORÍA DE MASA Conceptos básicos de las mediciones en la magnitud masa (se enfatiza en Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático – IPFNA).
- Recorrido por el Laboratorio del INM.
- Parte práctica: Pruebas de calibración y el aseguramiento de la validez de los resultados.
- TEORÍA DE VOLUMEN. Descripción de los instrumentos de volumen de vidrio más usuales y de las pipetas de pistón.
- Recorrido por el Laboratorio de Volumen del INM.
- TEORÍA DE TEMPERATURA Y HUMEDAD. Presentación de la metrología de temperatura. Nuevo Kelvin.
- METROLOGIA DE HUMEDAD. Conceptos básicos: Humedad absoluta y relativa, punto de rocío. Métodos de medición: Método gravimétrico, higrómetro de punto de rocío y psicrómetro. Medidor capacitivo y resistivo de humedad.

#### Capacitación sobre la Producción de Materiales de Referencia Secundarios

En la capacitación sobre la Producción de Materiales de Referencia Secundarios se enfocó en las siguientes enfermedades: Peste Porcina Clásica (PPC), Peste Porcina Africana (PPA), Influenza aviar y Newcastle.

El taller contó con la presencia de los expertos técnicos de la OMSA y de las autoridades y el equipo técnico del SENACSA de Paraguay, en donde se expusieron las siguientes temáticas.

- Presentación de la situación y contexto de la Influenza Aviar, Newcastle, Peste Porcina Clásica y Peste Porcina Africana a nivel global regional.
- Presentación los desafíos de la peste porcina clásica que enfrentamos. Problemática en el control en las Américas. Diferencia entre campo y vacunados. Brechas.
- Presentación de la situación y contexto de la Influenza Aviar a nivel global.
- Presentación sobre las pautas de diagnóstico de laboratorio, muestreo, análisis e interpretación de resultados. Importancia del uso de Materiales de Referencia Secundarios para Influenza aviar (AI), Newcastle (NC), Peste Porcina Clásica (PPC) y Peste Porcina Africana (PPA).



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

- Participación de los asistentes en la mesa redonda: Experiencias en diagnóstico de PPC, PPA, NC e IA en Latinoamérica y el Caribe.
- Presentación de Material de Referencia (RM) como una parte esencial en el sistema de control, Dra. Lillianne Ganges.
- Presentación del uso de Paneles de Pruebas de Interlaboratorios, Dr. Ashley Banyard.

Actividades de capacitación:

- Introducción a las Prácticas de Calidad de Laboratorio: Llegada de muestras sospechosas. Procedimiento en el laboratorio de diagnóstico. Los participantes recibieron un panel de muestras ciegas para realizar diagnósticos. Se explicó el sistema de calidad incluyendo registros e informes. Dra. Ganges y Dr. Banyard.
- Se desarrolló las prácticas de laboratorio: Grupo A: Diagnóstico molecular de IA por PCR: revisión, puntos clave, métodos validados, SOPs, etc. Grupo B: Diagnóstico molecular de PPC por PCR: revisión, puntos clave, métodos validados, SOPs, etc. Laboratorio de Biología Molecular dividido en grupos de 4 y 2 en el BSL2 para la extracción de AN. Preparación de mezcla maestra y amplificación por PCR (ABI7500 y BIORAD). Dra. Ganges y Dr. Banyard.
- A continuación con las prácticas de laboratorio: Grupo A PCR AI: ensamblaje de PCR en tiempo real. Grupo B PCR PPC: ensamblaje de PCR en tiempo real incluido el multiplex. Dra. Ganges, Dr. Banyard y Equipo técnico – SENACSA.
- Configuración de parámetros para PCR AI y NC. Dra. Ganges, Dr. Banyard y Dr. Joshua Lynton-Jenkins.
- Presentación de los resultados de la PCR. Comentarios y discusión. Dra. Ganges, Dr. Banyard y Dr. Joshua Lynton-Jenkins.
- Análisis estadístico: comparabilidad a IC del 95 %. Dra. Ganges, Dr. Banyard y Dr. Joshua Lynton-Jenkins.
- Revisión de trabajos de laboratorio. Presentación de resultados por parte de los participantes. Interpretación, discusión y resolución de problemas. Todos los participantes.
- La importancia de los Laboratorios de Referencia en la homogenización y estándares para los procesos de diagnóstico. Dra. Ganges, Dr. Banyard y Dr. Joshua Lynton-Jenkins.
- Producción de virus de AI y la producción de antisuero de AI. Dr. Lynton-Jenkins.
- Producción de Material de Referencia Secundario para serología de acuerdo a los estándares internacionales. Se consideró la estabilidad, comparación con Material de Referencia, repetibilidad y aceptabilidad. Dra. Ganges, Dr. Banyard y Dr. Joshua Lynton-Jenkins.
- Genotipificación de Virus. Dr. Lynton-Jenkins.
- Comparación de Influenza AI. Identificación de la diversidad antigénica. Dr. Banyard.

Genómica y Bioinformática de Influenza Aviar



El curso se llevó a cabo de manera presencial, en el cual se recibieron los siguientes temas:

- Introducción al curso de Genómica y Bioinformática de Influenza Aviar. Influenza aviar en las Américas.
- Métodos de diagnóstico para Influenza aviar.
- Análisis genómico del brote de IAAP en Chile.
- Cuidados de bioseguridad, manipulación de muestras de ARN y manejo para evitar contaminación cruzada de muestras.
- Extracción ARN: Influenza de baja y alta patogenicidad. PCR Multisegmento O.N (partidores MBT).
- Herramientas básicas de genómica: plataformas Nanopore e Illumina.
- Aplicaciones de genómica en terreno y laboratorio.
- Evaluación por electroforesis en geles de agarosa y teoría de purificación y cuantificación.
- Purificación y Cuantificación de ácidos nucleicos para secuenciación.
- Técnica (DNAPrep): Construcción de las bibliotecas (un Barcode por muestra) Evaluación de las bibliotecas en QSep BIOanalizador de fragmentos y armado de pools. Carga Equipo Miniseq.
- Técnica de Secuenciación por Nanoporos: uso de MinIon y software, uso de bibliotecas, armado de las bibliotecas y carga en MinIon.
- Evaluación de desempeño de la secuenciación con Illumina: run quality, parameters and failures, recuperación de datos, fastqc, evaluación de desempeño de la secuenciación con nanopore, run parameters and quality failures y recuperación de datos nanoplot o nanocomp y troubleshooting, Otras aplicaciones.
- Uso de bioinformática: análisis nacional del virus de Influenza aviar y métodos de análisis de las lecturas de NGS: mediante línea de comandos. Limpieza de las lecturas: recorte de adaptadores y filtrado por calidad. Ensamblaje de secuencias: de novo y con secuencia de referencia. Obtención de secuencias consenso.
- Análisis de datos de NGS: mediante la herramienta on-line Galaxy. Análisis de la calidad de las lecturas, limpieza de las lecturas: recorte de adaptadores y filtrado con Galaxy. Ensamblaje de novo / con secuencia de referencia: obtención de secuencias consenso.
- Caracterización de las secuencias: identificación de las secuencias obtenidas. Identificación de HPAI y LPAI: análisis del sitio de corte de la HA. Alineamientos múltiples de secuencia. Métodos de reconstrucción filogenética: empleo del programa MEGA. Modelos de substitución.



- Validación estadística y significatividad de árboles filogenéticos: técnicas de remuestreo: Bootstrap y aLRT como alternativa a Bootstrap y método bayesiano. Visualización gráfica de árboles filogenéticos.
- Variabilidad de la IA y llamado de variantes utilizando línea de comandos. Variabilidad del virus de influenza aviar y análisis de las cuasiespecies.
- Llamado y Anotado de variantes usando línea de comando y Galaxy.
- Cálculo de la diversidad nucleotídica.
- Otras aplicaciones de la bioinformática ex. microbiota, single cell.
- Troubleshooting: cuando la certeza es cuestionable.
- La importancia de compartir datos.

## 2. RESULTADOS, DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO:

### Curso Regional de Capacitación en Mantenimiento y Calibración de Equipos de Laboratorio

El Curso Regional de Capacitación en Mantenimiento y Calibración de Equipos de Laboratorio realizado del 20 de mayo al 24 de mayo del 2024, en Bogotá, Colombia.

En la capacitación realizada se fortalecieron los conocimientos sobre la importancia de la metrología en laboratorios de diagnóstico, en los siguientes aspectos:

- Refuerzo de conocimientos e intercambio de opiniones sobre las diferentes normativas y criterios establecidos para el mantenimiento y calibración de los equipos de laboratorios, según estándares internacionales.
- Entrenamiento en técnicas de verificación de equipos de masa y volumen.
- Refuerzo de conocimientos de interpretación y uso de los certificados de calibración.
- Refuerzo de conocimientos sobre la importancia de una infraestructura de calidad y la trazabilidad metrológica.



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



Foto 1. Curso Regional de Capacitación en Mantenimiento y Calibración de Equipos de Laboratorio realizado del 20 de mayo al 24 de mayo del 2024, en Bogotá, Colombia.

#### Capacitación sobre la Producción de Materiales de Referencia Secundarios

En la capacitación realizada se fortalecieron los conocimientos sobre verificación de procedimientos operacionales normalizados en los siguientes aspectos:

- Obtención de conocimientos para la elaboración de materiales de referencia secundarios.
- Obtención las fortalezas y oportunidades de mejora detectadas en los participantes en cuanto a los materiales de referencia secundarios.
- Solución de problemas de resultados de baja comparabilidad en comparación con los materiales de referencia y los ensayos de aptitud.
- Red de contingencia de laboratorios para el control de enfermedades avícolas y porcinas.
- Entrega por parte del APHA Scientific un panel gratuito para la participación de las pruebas de intercomparación en los alcances de Influenza aviar y Newcastle por Biología Molecular a todos los participantes.



Foto 2. “Capacitación sobre la Producción de Materiales de Referencia Secundarios” realizado del 03 al 10 de agosto de 2024 en Asunción, Paraguay.

### Genómica y Bioinformática de Influenza Aviar

El Curso de Genómica y Bioinformática de Influenza Aviar, realizado del 20 de mayo al 24 de mayo del 2024, en Bogotá, Colombia.

En la capacitación realizada se fortalecieron los conocimientos sobre la importancia de los estudios genómicos de Influenza Aviar, en los siguientes aspectos:

- La Genómica y Bioinformática de Influenza Aviar en el mundo y las Américas.
- Entrenamiento para el análisis genómico de muestras de influenza en laboratorio, medidas de bioseguridad, procesamiento de muestras y secuenciación en plataformas Nanopore e Illumina.
- Bioinformática para el procesamiento y análisis de secuencias de NGS mediante herramientas web y línea de comando.



Foto 3. “Capacitación sobre Genómica y Bioinformática de Influenza Aviar” realizado del 03 al 10 de agosto de 2024 en Asunción, Paraguay.

#### Actividades propuestas

Planteamiento de actividades en las siguientes áreas de interés común para los países:

- Crear mesas de trabajo que permitan el intercambio de conocimientos y estandarización de criterios enfocados en trazabilidad metrológica.
- Participación de las pruebas de intercomparación en los alcances de Influenza aviar y Newcastle por pruebas serológicas.

Propuesta de Curso de Entrenamiento:

- Capacitación en ISO/ IEC 17043:2023 Evaluación de la conformidad - Requisitos generales para la competencia de los proveedores de ensayos de aptitud.
- Capacitación en ISO 17034:2016 Requisitos generales para la competencia de los productores de materiales de referencia.
- Capacitación en ISO 13528:2022 Métodos estadísticos para su uso en ensayos de aptitud por comparación interlaboratorios.
- Capacitaciones en la elaboración de materiales de referencia certificados.
- Capacitación en el uso de Pipelines de análisis bioinformático para ensamblaje y tipificación de virus de influenza a partir de datos de secuenciación de Illumina o Nanopore.

En general no se presentaron dificultades en cuanto a los temas logísticos y desarrollo de actividades de capacitación de los asistentes a los distintos talleres.



### 3. COMPRA DE EQUIPOS E INSUMOS:

En el año 2024 no se realizaron compras de insumos y equipos para los países miembros.

### 4. IMPACTOS:

Las actividades de capacitación realizadas en el 2024 dentro del proyecto ARCAL RLA5085 “Fortalecimiento de la capacidad de los laboratorios oficiales para monitorizar brotes de enfermedades animales y zoonóticas prioritarias y responder a ellos (ARCAL CLXXIV)” han beneficiado en los siguientes aspectos:

- Mejora en el seguimiento de los procesos de compra de calibración de equipos, a través de la correcta definición de las especificaciones técnicas y períodos de calibración.
- Prevención de no conformidades potenciales relacionado con el mantenimiento y calibración de equipos en los procesos de acreditación bajo la Norma ISO/IEC 17025.
- Reforzar conocimientos sobre la Producción de Materiales de Referencia Secundarios (cultivos en huevos).
- Aprendizaje sobre el análisis comparativo de los Materiales de Referencia Secundarios versus Materiales de Referencia de Ensayos de Aptitud de Influenza aviar y Newcastle mediante PCR en tiempo real.
- Mejora de la elaboración de Material de Referencia Secundario en el Laboratorio de Serología de la Dirección de Diagnóstico animal de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario, a fin de disminuir costos en la adquisición de Material de Referencia Certificada.
- Aplicabilidad en la elaboración de Material de Referencia Secundario en los Laboratorios de la Dirección de Diagnóstico animal de la Agencia, garantizando el aseguramiento de la validez de los resultados.

En general, las actividades de capacitación han permitido adquirir y afianzar conocimientos sobre la importancia de la metrología en los laboratorios de diagnóstico, producción de Materiales de Referencia Secundarios y la Genómica y Bioinformática de Influenza Aviar, aspectos de suma importancia que han permitido fortalecer las capacidades de los laboratorios de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario en el diagnóstico las enfermedades de importancia como lo son la Influenza aviar, Peste Porcina Clásica, Peste Porcina Africana, Brucelosis y Newcastle.

Finalmente, se mantuvieron intercambios de experiencia con expertos de laboratorios de la región así como laboratorios de referencia internacionales (IRTA-CRESA y APHA Scientific) en el marco de las actividades de capacitación para fortalecimiento de capacidades de los laboratorios, permitiendo afianzar conocimientos sobre la interpretación de certificados de calibración, importancia de la precisión de las mediciones y la trazabilidad de los resultados, producción de Materiales de Referencia Secundario de Influenza Aviar y Newcastle, y Análisis Genéticos por plataformas de “Next-Generation Sequencing”.

### 5. LECCIONES APRENDIDAS:



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

La aplicación de la metrología es fundamental en los laboratorios de diagnóstico, ya que garantiza la calidad de los ensayos y contribuye a la confiabilidad de los resultados emitidos, en conformidad con las normas y criterios internacionales para trazabilidad de mediciones, asegurando una mayor precisión y comparabilidad internacional.

Se requiere desarrollar experticia en la generación de materiales de referencia que generen mayor confiabilidad en las determinaciones realizadas por las técnicas serológicas y moleculares, en donde, las brechas sobre cuál debe ser la trazabilidad más apropiada en cuanto a procedencia, estabilidad, homogeneidad y tratamiento de desviaciones (ej. datos aberrantes) se mantiene aún como “arte”.

Las nuevas tecnologías de secuenciación son una herramienta poderosa para el manejo y control de las enfermedades con potencial pandémico, como en el caso de influenza Aviar, sin embargo, aún se requiere afianzar y establecer líneas de trabajo continuas y totalmente financiadas para integrar estas nuevas estrategias de diagnóstico en los laboratorios de la Agencia.

## 6. RECURSOS APORTADOS POR EL PAÍS AL PROYECTO

### VALORACIÓN DEL APORTE DEL PROYECTO RLA/5085 AL PROGRAMA ARCAL

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	NA
2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	NA
3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	NA
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	NA
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	NA
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	NA
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	NA
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	NA
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	NA
10. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	500



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

11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	NA
12. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos internos/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	NA
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	NA
<b>TOTAL</b>		<b>500</b>



RLA5086 Reducción de la tasa de mortalidad de la trucha arco iris asociada al virus de la necrosis pancreática infecciosa y a enfermedades emergentes mediante técnicas moleculares y ómicas (ARCAL CLXXV)

## INTRODUCCIÓN

Más del 95 por ciento de la acuicultura ecuatoriana corresponde al cultivo del camarón marino (*Penaeus vannamei*), seguido del cultivo de la Tilapia, la misma que ha crecido notoriamente en los últimos cinco años, y el porcentaje restante a otras especies (peces y crustáceos de agua dulce). La acuicultura de agua dulce, tiene su mayor desarrollo en la región interandina, básicamente con los centros de cultivo de la trucha Arco Iris. El cultivo del Chame tiene algunos avances en la región Costa.

Los inicios de la acuicultura en el Ecuador específicamente de la trucha comenzaron en 1932 con la introducción de la trucha para la repoblación de ríos y lagos de la serranía andina Ecuatoriana. Pero su cultivo empezó a principios de los años ochenta que se practicó la piscicultura extensiva de agua fría en una superficie de aproximadamente 300 ha, señalando que en 1992, la producción de trucha arco iris en el país fue de 1227 toneladas <http://www.fao.org> (1999).

En el Ecuador la truchicultura ha tenido un crecimiento lento, aunque su cultivo se inició hace 20 años; El desarrollo de esta actividad ha sido insipiente, se estima que el país produce 50 toneladas mensuales, aun así hay empresas dedicadas al cultivo de truchas que hacen el esfuerzo por crecer y expandirse tanto a nivel nacional como internacional.

### Situación actual

Ecuador, no exporta trucha, la producción es para consumo a nivel nacional, la demanda es combinar el cultivo de la trucha con la pesca recreacional. En la actualidad la trucha es una especie muy conocida en la serranía ecuatoriana. Su cultivo se ha popularizado gracias a la combinación de esta actividad con el turismo, la “pesca deportiva” (en realidad se trata de una pesca recreacional).

Existen 4 estaciones de reproducción de peces comerciales. El Centro de Investigaciones Acuícolas (CENIAC) ubicado en Papallacta, la Estación Piscícola Arcoíris (EPAI) en el Cajas, dedicado a la producción de alevines de trucha. Así mismo, están el Centro de Reproducción de Cachama (CEREC) en Santa Clara – Pastaza, y la Estación piscícola Cacharí, que se encarga de la producción de alevines de tilapia en Babahoyo.

### Importaciones:

Durante el año 2024 se importó aproximadamente 22.250.000 de ovas embrionadas de trucha procedentes de España y Francia (OVAPISCIS, FITCOM SARL, VIVIERS DE SERRANCE., AQUALANDE, PISCIFACTORIA RIO MUNDO S.L.U).

### Problemática



De orden técnico, comercial y administrativo Además, la falta de estandarización de la calidad de la trucha, las regulaciones técnicas y la dificultad para acopiar la producción, falta un plan integral de desarrollo de la piscicultura que permita fomentar la actividad de una manera más concreta y ordenada, en la que se tomen en cuenta no solo los factores productivos, sino también los comerciales, entre ellos la promoción del producto, alto costo de los insumos balanceados, baja calidad y déficit de las ovas y alevines a nivel nacional y finalmente alto costo de las ovas y alevines importados entre otros.

## ESTRUCTURA DEL INFORME ANUAL

### RESUMEN EJECUTIVO:

En cuanto a las actividades de muestreo que fueron planificadas para el año 2024, se realizaron 3 muestreos (abril, septiembre y octubre) en diferentes zonas de la región sierra, cumpliendo con los objetivos establecidos para este año. Los análisis de las muestras fueron realizados mediante la técnica de RT-nPCR, para la detección del virus IPNV, No se ha detectado el Virus del IPNV en ninguna de las muestras analizadas, El método de diagnóstico para el IPNV fue puesto en marcha, el protocolo de secuenciación y uso del equipo Nanopore MinION Mk1C, también fue puesto en marcha por lo que se podría considerar que se ha alcanzado un progreso del 70%, como objetivo del proyecto; para el año 2025 está programado realizar la validación del método y posteriormente el alcance de acreditación por el organismo Ecuatoriano de Acreditación (SAE).

### 1. RESULTADOS, DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO:

Las capacitaciones que los técnicos del laboratorio EPA (Contraparte de Ecuador), han recibido por parte de los expertos de los diferentes cursos recibidos, han sido de mucha ayuda, para el desarrollo del proyecto.

Curso Regional de Capacitación sobre Análisis Bioinformático de Patógenos de los Peces del proyecto de cooperación técnica RLA5086 “Reducción de la tasa de mortalidad de la trucha arco iris asociada al virus de la necrosis pancreática infecciosa y a enfermedades emergentes mediante técnicas moleculares y omicas (ARCAL CLXXV)”, que se celebró del 2 al 6 de septiembre de 2024 en ciudad de La Plata, Argentina.

Virtual Regional Training Course on Bioinformatics analysis of fish pathogens, que se celebrará de forma virtual, del 28 al 30 de agosto de 2024.

“Curso Regional de Capacitación sobre Diagnóstico Molecular y Secuenciación por Nanoporos del Virus de la Necrosis Pancreática Infecciosa (IPN)”, del 18-22 de marzo de 2024 en Lima, Perú.

Progresos Realizados Hasta la Fecha



Se recibieron un total de 32 muestras de trucha de diferentes piscinas de diferentes lugares del Ecuador, que fueron preparadas para secuenciación del genoma completo por Nanopore MinION Mk1C.

Extracción de ADN, Migración de ADN extraído, Filtrado de fragmentos de ADN por Perlas Magnéticas, Cuantificación de ADN en Qubit, Secuenciación Nanopore de las muestras preparadas, Análisis bioinformático y resultados previo

En realidad hemos tenido problema por falta de presupuesto para realizar los muestreos de campo, adquisición de insumos como fungibles y disponibilidad de los equipos termocicladores por averías y falta de calibraciones para realizar las corridas de PCR. 2023.

Sin embargo, se ha podido realizar los muestreos de campo, no se contaba con el presupuesto, pero se logró realizar 3 muestreos en diferentes provincias de la Región Sierra, aprovechando los viajes de muestreos para el programa de monitoreo de Sanidad Animal para el informe anual de Ecuador para la OMSA. Para completar los muestreos faltantes, estamos sujetos o dependemos de la planificación de muestreo de Sanidad Animal.

Para realizar los análisis se utilizó reactivos e insumos para la evaluación de los productos de importación, logrando de esta manera el desarrollo parcial del proyecto, cumpliendo con los objetivos planteados para el 2024.

Referente a equipos de PCR tiempo real o convencional, se tuvo limitaciones, debido a las averías de varios equipos por falta de mantenimiento, ya que algunos de ellos están inoperables. Por no contar con presupuesto.

Los insumos y reactivos que fueron donados por OIEA en el año 2023 fueron utilizados en pruebas de secuenciación (32 muestras) y capacitación del personal (4 técnicos) del laboratorio.

Para el día 10 de febrero del presente año, está programado enviar 82 muestras( ADN) de truchas, que serán utilizadas para genotipado mediante microarreglos, cuyo objetivo es estudiar diversidad genética de las poblaciones de truchas en cada país, el envío será gestionado por personal responsable del proyecto RLA 5086 número de guía de seguimiento es.(3099862883)

## 2. COMPRA DE EQUIPOS E INSUMOS:

En el presente año no hubo donación ni compra de equipos

## 3. IMPACTOS:

Impacto en la metodología tradicional

### 1. De PCR a secuenciación validada

- En el método tradicional, un resultado positivo de PCR podría requerir múltiples pasos de confirmación (como re amplificación o ensayos adicionales). Con Nanopore, la validación se realiza en una sola etapa.
- Este cambio no solo reduce el tiempo de análisis, sino que también mejora la confianza en los resultados, especialmente en casos de muestras críticas o de baja calidad.



2. Mayor capacidad de detección

- La secuenciación Nanopore permite detectar variaciones genéticas menores que podrían ser ignoradas en PCR tradicional. Esto es relevante en escenarios donde los patógenos pueden tener mutaciones que afecten su virulencia o resistencia a tratamientos.

3. Eliminación de sesgos

- La dependencia exclusiva de primers en PCR puede generar sesgos en los resultados. La secuenciación Nanopore elimina este problema al analizar directamente la secuencia completa del ADN, ofreciendo una visión integral.

Puesta en marcha del procedimiento para el “Diagnóstico cualitativo del Virus de la Necrosis Pancreática Infecciosa (IPNV) en Trucha Arco iris *Oncorhynchus mykiss* mediante RT-nested PCR, el cual beneficiará al sector piscicultor.

Debido a que se han cumplido con las actividades propuestas, a pesar de los inconvenientes por la falta de presupuesto para los muestreos y de los insumos, se ha podido avanzar y cumplir con un 50 % de lo planificado del proyecto.

4. LECCIONES APRENDIDAS:

Puesta en marcha del protocolo de secuenciación de muestras con amplicones para verificar la presencia de agentes patógenos como el virus del IPNV en la trucha, patógenos presentes en muestras de camarones, utilizando el Nanopore MinION Mk1C

La experiencia del personal en el diagnóstico de enfermedades aplicando técnicas moleculares como la Reacción en cadena de la polimerasa y algunas de sus variantes como la Nested-PCR, PCR y RT-PCR en tiempo real, ha permitido que la puesta en marcha del procedimiento y la realización de los análisis, para el diagnóstico del virus del IPN en trucha arcoíris, se lleve a cabo sin ninguna dificultad.

La experiencia implica la habilidad para la resolución de problemas presentados en el desarrollo de la técnica y poder avanzar, parte del personal técnico (4) han sido capacitados para el manejo del secuenciador MINION, y para la secuenciación de las muestras, por lo que en este aspecto sí se requiere más prácticas de manejo del equipo y de la técnica de secuenciación.

5. RECURSOS APORTADOS POR EL PAÍS AL PROYECTO

VALORACIÓN DEL APORTE DEL PROYECTO RLA/5086 AL PROGRAMA  
ARCAL

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	Cantidad en Euros
------	---------------------	-------------------



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

1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	N/A
2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	No está considerado
3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	N/A
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	N/A
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	N/A
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	N/A
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales de referencia	Hasta EUR 5.000	N/A
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	1500
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	N/A
10. Tiempo trabajado como Coordinador/a de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	3600
11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	(3 Especialistas) 2700
12. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos interno/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	1500 (viáticos interno toma de muestras)
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, análisis etc.)	Máximo EUR 10.000	4000 ( Análisis Mantenimiento y calibración de equipos)
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 12300</b>



RLA5087 - Validación de la técnica del insecto estéril para el control de la mosca sudamericana de la fruta (ARCAL CLXXVI)

## INTRODUCCIÓN

La Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario – AGROCALIDAD, es la Autoridad Nacional Sanitaria, Fitosanitaria y de Inocuidad de los Alimentos, encargada de la regulación y control sanitario agropecuario, con la finalidad de mantener y mejorar el estatus fito y zoonosanitario; procurar la inocuidad de la producción primaria; apoyar los flujos comerciales; y contribuir a la soberanía alimentaria, dentro de la cual se encuentra el monitoreo, identificación y el control de plagas.

Dentro de las plagas importantes tenemos a las moscas de la fruta (Tephritidae), en donde encontramos a *Anastrepha fraterculus*, considerada como una plaga de alta importancia económica, ya que tiene la capacidad de infestar una amplia variedad de frutos, limitando consecuentemente la exportación de varias frutas a diferentes destinos del mundo.

Entre las actividades que la Agencia realiza para el control de las moscas de la fruta se encuentran; brindar apoyo a los fruticultores del país, mediante el monitoreo y la identificación taxonómica de plagas, además de actividades relacionadas con el manejo integrado.

Por esta razón, la Agencia se encuentra participando en el proyecto: RLA5087: Desarrollo de Cepa de Sexado Genético de Moscas de la Fruta *Anastrepha fraterculus* Wiedmann o Mosca Sudamericana (ARCAL CLXXVI)", con fin de disponer de una estrategia ecológica como es el uso de la Técnica del Insecto estéril (TIE) para reducir la población de esta especie de mosca de la fruta.

Es importante destacar que el control de esta plaga contribuye a lograr el Objetivo de Desarrollo Sostenible identificado como necesidad A6 en el Acuerdo de Cooperación Regional para la Promoción de la Ciencia y Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe (ARCAL).

## ESTRUCTURA DEL INFORME ANUAL

### 1. RESUMEN EJECUTIVO:

- a) Resultados de las 47 muestras de *Anastrepha fraterculus* de las cuatro regiones del país, enviadas a la Universidad de Pavia, Italia, para análisis genético.
- b) Participación en la Segunda Reunión de Coordinación del Proyecto Regional, Proyecto Regional RLA5087 Validación de la Técnica del Insecto Estéril para El Control de la Mosca Sudamericana de la Fruta (*Anastrepha fraterculus*, Wied.) (ARCAL CLXXVI), en Lima – Perú.
- c) Avances en la Introgresión de la cepa silvestre de *A. fraterculus* de Ecuador con la cepa de sexado genético (GSS)89-VIENA.
- d) Participación de dos técnicos de Agrocalidad en la: 11ava. Reunión del Grupo de Trabajo de Moscas de la Fruta del Hemisferio Occidental (TWWH)", que se realizó de forma presencial en Montego Bay, Jamaica.



## 2. RESULTADOS, DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO:

### RESULTADOS

- a) Resultados de las 47 muestras de *Anastrepha fraterculus* de las cuatro regiones del país, enviadas a la Universidad de Pavia, Italia, para análisis genético.

El 27 de enero del presente año, se consultó vía correo electrónico a Wlather Enkerlin experto del laboratorio Seibersdorf /OIEA en Viena – Austria. Sobre los resultados de los análisis moleculares de las muestras de *Anastrepha fraterculus*, para el análisis de morfotipos a lo que respondió lo siguiente textualmente “Desafortunadamente hubo contaminación en las muestras y se deberán repetir los análisis. El Dr. Gasperi está en busca otro investigador para continuar con los trabajos. Nos mantendrá informados de los avances. Por lo que nos mantendremos en contacto para conocer algún avance al respecto”.

- b) Participación en la Segunda Reunión de Coordinación del Proyecto Regional, Proyecto Regional RLA5087 Validación de la Técnica del Insecto Estéril para El Control de la Mosca Sudamericana de la Fruta (*Anastrepha fraterculus*, Wied.) (ARCAL CLXXVI), en Lima – Perú.

Este evento se realizó del 08 al 12 de abril del 2024 en Lima – Perú al que asistió, Adriana Mariño en calidad de punto focal de Agrocalidad para este proyecto. (Fig 1).



Fig1: Segunda Reunión de Coordinación del Proyecto Regional, Proyecto Regional RLA5087 Validación de la Técnica del Insecto Estéril para El Control de la Mosca Sudamericana de la Fruta (*Anastrepha fraterculus*, Wied.) (ARCAL CLXXVI).



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

En esta reunión, además de las ponencias de los representantes de cada país sobre las actividades realizadas por cada ONPF para el manejo integrado de las moscas de la fruta, se continuó trabajando en el “Plan Recto” (se cambió de nombre de Plan Maestro a Plan Rector), que su elaboración inició en la primera reunión de trabajo realizada en Mendoza - Argentina del 27 al 31 de marzo de 2023.

El Plan Rector es un documento impulsado por la OIEA, que recoge la problemática de las moscas de la fruta, la información relevante y las actividades que cada país (que participa en el proyecto ARCAL: RLA 5087) realiza para su control, además consta de una planificación detallada de actividades importantes que cada ONPFs necesita realizar para avanzar con el Manejo Integrado de las Moscas de la fruta.

Compromisos de la reunión:

En vista que este documento recoge información sensible y muy técnica, se concedió un mes de plazo posterior a la reunión, para que el contenido del documento sea revisado y actualizado por las Coordinación de Sanidad Vegetal de los países participantes. El 27 de mayo de 2024, se envió el Plan Rector, luego de la revisión y actualización de la información correspondiente a Ecuador por parte de los técnicos de Sanidad Vegetal.

Adicionalmente, se realizó la “Reunión virtual de coordinación regional para definir las prioridades de comunicación a nivel regional vinculado con el Plan Rector Regional para la Aplicación del Manejo Integrado de Moscas de la Fruta (MIP) de importancia económica y cuarentenaria, basado en la Técnica del Insecto Estéril (TIE), con énfasis en la Mosca Sudamericana de la Fruta, *Anastrepha fraterculus*, (Wied.), realizada 29 de mayo de 2024, 1600 hora de Viena. Por parte de Agrocalidad se les convocó la reunión a representantes de la Coordinación de Sanidad Vegetal, Departamento de Comunicación, Relaciones Internacionales, punto focal del proyecto y un técnico del Laboratorio de entomología (Verónica Manrique, Gabriela Ronquillo, Martín Herrera, Alexandra Yépez, María Velandia, Henry Troya y Adriana Mariño).

Entre los temas relevantes tratados en la reunión se encuentran los siguientes:

- Breve resumen de los resultados de la reunión de Lima (OIEA y contrapartes del proyecto)
  - Breve resumen del Plan Rector y la estrategia de colaboración a nivel regional (contrapartes del proyecto)
  - Iniciativa clúster regional (OIEA)
  - Discusión en plenaria sobre las necesidades de comunicación /actualización del plan de comunicación del proyecto RLA5082
- c) Avances en la Introgresión de la cepa silvestre de *A. fraterculus* de Ecuador con la cepa de sexado genético (GSS)89-VIENA.

Gracias a la beca otorgada por parte de la OIEA al Ing. Henry Troya Analista del Laboratorio de Entomología Agrocalidad, que se llevó a cabo en los laboratorios de Seibersdorf en Viena, durante el 26 febrero hasta el 26 de agosto de 2023, se realizó el establecimiento del programa de introgresión de la cepa silvestre de *A. fraterculus* de Ecuador con la cepa de sexado genético (GSS)89-VIENA, a la culminación de la beca se alcanzó aproximadamente un 40 % de avance, quedando este proceso a cargo de los técnicos de los laboratorios de Seibersdorf.



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

El cuatro de febrero de este año, mediante correo electrónico, se consultó a María Teresa Vera experta del Laboratorio de Seibersdorf, sobre el avance del proceso de introgresión, a lo que gentilmente respondió lo siguiente: “ ...estamos en las últimas etapas de las cruizas y esperamos tener la cepa lista para ser transferida en abril. Tengo interés de ver la compatibilidad con la cepa de Perú que tenemos aquí. Las poblaciones costeras son consideradas como del morfotipo peruano. Ya que aquí tenemos las dos poblaciones, es interesante ver si hay compatibilidad completa. Es mi intención también hacer colectas de feromonas para comparar la GSS y la población de Ecuador que nos trajo Walther el año pasado. Bien tengamos los resultados los compartiremos con ustedes”.

Por lo que nos mantenemos atentos al bance de este proceso.

- d) Participación de dos técnicos de Agrocalidad en la 11ava. Reunión del Grupo de Trabajo de Moscas de la Fruta del Hemisferio Occidental (TWWH)", que se realizó de forma presencial en Montego Bay, Jamaica.

Del 3 al 7 de junio del 2024, se llevó a cabo en Jamaica la 11ava. Reunión del Grupo de Trabajo de Moscas de la Fruta del Hemisferio Occidental, que es un espacio donde se comparten las investigaciones de todos los aspectos de la mosca de la fruta, tales como avances en la taxonomía, nuevas herramientas tecnológicas para el control y monitoreo de moscas de la fruta, innovaciones en la aplicación de la técnica del Insecto estéril además del avance en las actividades de control implementado por cada país de la región. A este evento asistieron David Salas y Adriana Mariño en representación de Agrocalidad.



Fig 2: la 11ava. Reunión del Grupo de Trabajo de Moscas de la Fruta del Hemisferio Occidental (TWWH)", que se realizó de forma presencial en Montego Bay, Jamaica.

**DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO**



En la ejecución del proyecto, nos hemos enfrentado a diversos desafíos que han impactado su progreso:

- Si bien contamos con 621 muestras de *Anastrepha fraterculus*, provenientes de todo el país, no hemos podido avanzar en el estudio morfométrico que nos permitiría conocer los morfotipos de esta especie presentes en el Ecuador, debido a limitaciones económicas.
- Al momento no contamos con un espacio apropiado que nos permita mantener la sepa de sexado genético, más sin embargo nos encontramos analizando diferentes opciones, así como los trámites necesarios para este fin.

### 3. COMPRA DE EQUIPOS E INSUMOS

Durante el año 2024 no se han realizado compras de equipos ni insumos específicamente para el proyecto.

### 4. IMPACTOS

Con este proyecto se están ejecutando las actividades iniciales y fundamentales para la aplicación de la técnica del insecto estéril para el control de *A. fraterculus*. Este proyecto tendrá un impacto significativo en el sector frutícola y en las exportaciones del país. Al ejecutar las actividades iniciales y fundamentales para la aplicación de esta técnica, se aborda directamente uno de los principales desafíos que enfrenta la industria frutícola: el control de *A. fraterculus*, una plaga de importancia crítica.

Con el manejo de esta plaga estamos seguros de la mejora de la producción frutícola ya que se reducirá el daño causado a los cultivos frutales, lo que conduce a una mejora en la calidad y la cantidad de la producción, ya que actualmente es una limitante para las exportaciones de productos frutícolas.

El control de esta plaga representa reducción de pérdidas económicas, al considerar altas infestaciones de *A. fraterculus* pueden causar pérdidas significativas en la producción y los ingresos de los agricultores. Al controlar esta plaga de manera efectiva, se reducen las pérdidas económicas asociadas y se promueve la sostenibilidad económica del sector frutícola.

La aplicación de la técnica del insecto estéril para el control de *A. fraterculus* tiene un impacto directo en la productividad, la competitividad y la sostenibilidad del sector frutícola, así como en el cumplimiento de normativas internacionales, lo que contribuye al desarrollo económico y al fortalecimiento del comercio agrícola del país.

### 5. LECCIONES APRENDIDAS

La participación en este proyecto nos ha permitido, conocer de cerca los requerimientos y aspectos relacionados a la aplicación de la técnica del insecto estéril (TIE), la complejidad del establecimiento de las crías, además de las demás actividades previas que son indispensables antes de la aplicación de la TIE.

### 6. RECURSOS APORTADOS POR EL PAÍS AL PROYECTO

VALORACIÓN DEL APORTE DEL PROYECTO RLA/5087 AL PROGRAMA ARCAL



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

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en euros
1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	00.00
2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	00.00
3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	00.00
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	00.00
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	00.00
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	500,00
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	00.00
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	00.00
9. Tiempo trabajado como Coordinador/a de Proyecto: Tiempo de reuniones, seguimiento de actividades en el área de cría, trámites para designación de personal a capacitaciones, respuestas de correos electrónicos, trámites para zoosanitarios de exportación, charlas de difusión del proyecto e informes.	Máximo EUR 500 por mes	500.00
10. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (1 mes 3 especialistas por proyecto) Revisión y actualización del Plan Rector	Máximo EUR 300 por mes por especialista	900,00
<b>TOTAL</b>		<b>1900</b>



RLA5089 - Evaluación de los efectos de los metales pesados y otros contaminantes en los suelos contaminados por actividades de origen antropógeno y natural (ARCAL CLXXVII)

## 0.- INTRODUCCIÓN - ANTECEDENTES

Con Oficio Nro. MERNNR-SCAN-2021-0125-OF, la Secretaría, como Oficina Nacional de Enlace entre el OIEA y el Ecuador, informa que ha considerado a la Escuela Politécnica Nacional como contraparte del proyecto ARCAL-OIEA-RLA2020012: "Evaluación del impacto de metales pesados y otros contaminantes en suelos contaminados por actividades antropogénicas y de origen natural" (RLA5089) y solicita el nombre de un profesional como contraparte del mencionado Proyecto. El 27 de marzo de 2021, con Oficio Nro. EPN-R-20210078-O informa al SCAN que la Dra. Alicia Guevara, profesora titular del Departamento de Metalurgia Extractiva de la EPN, ha sido nominada para ser contraparte dentro de la Institución.

En el Proyecto se busca contribuir a la mejora de la gestión sostenible de los suelos en la Región de América Latina y El Caribe, a través de proveer información de estudios regionales y/o nacionales sobre el impacto de la contaminación por metales pesados en suelos contaminados por actividades antropogénicas y de origen natural.

En este proyecto participan 18 países de América Latina y el Caribe; estos son: Argentina, Belice, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Guatemala, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Uruguay y Venezuela. Los representantes de cada país tienen la finalidad de realizar acciones coordinadas para que el suelo sea considerado un recurso natural a ser protegido, además de mejorar su gestión. Además, buscan generar información técnica confiable, sobre el grado de contaminación en al menos un área de sus países, determinar su origen e informar los resultados a los tomadores de decisiones, para que se implementen estrategias para revertir o mejorar su degradación y a de esta forma actuar sobre la seguridad alimentaria futura.

Los objetivos específicos planteados para el proyecto son los siguientes:

- Fortalecer las capacidades analíticas en los laboratorios de la región
- Armonizar los procedimientos de toma de muestra, análisis de metales pesados por técnicas analíticas nucleares y complementarias y la evaluación de resultados.
- Aplicar los conocimientos adquiridos y procedimientos armonizados, en un caso de estudio local o nacional sobre el impacto de contaminantes en el suelo.
- Demostrar que la información producida en los análisis es confiable, mediante la participación en ensayos de aptitud
- Evaluar los resultados obtenidos de los casos de estudio para un mejor entendimiento del impacto de la contaminación por metales pesados
- Capacitar recursos humanos en el muestreo de suelos, en técnicas analíticas nucleares y complementarias y en la evaluación de los resultados obtenidos

Se espera tener como resultado principal del proyecto un mayor conocimiento del impacto ambiental de los metales pesados y otros contaminantes en suelos, para su manejo sostenible en la región. Se generará un informe regional consolidado sobre la evaluación del impacto de los metales pesados en suelos contaminados, que será presentado a los tomadores de decisiones de cada país participante.



## ESTRUCTURA DEL INFORME ANUAL

1. **RESUMEN EJECUTIVO:** Presentar una descripción general de la participación del país en el proyecto en ejecución, reuniones de coordinación, talleres, y grupos de trabajo, incluyendo los aportes realizados por el país.

Durante el 2024 el proyecto ha avanzado en el marco de lo planificado respecto a las actividades de capacitación organizadas, en las que el Ecuador ha participado. La capacitación recibida correspondiente a análisis de suelos por absorción atómica es totalmente aplicable al trabajo que se realiza en el país. El caso de estudio para Ecuador se está desarrollando, se ha avanzado en la toma de muestras y su preparación, pero el análisis químico ha debido reprogramarse a causa de la interrupción del suministro de energía eléctrica que no permitió avanzar según lo planificado.

El Ecuador participa en las capacitaciones y actividades que contemplan los equipos disponibles en nuestro país (FRX, AAS, ICP-OES) y la experiencia en muestreo de suelos, ha beneficiado la aplicación de las técnicas analíticas para determinación de la presencia de metales pesados. Se requiere mantener contacto con profesionales de la región que tienen más experiencia en la aplicación de las técnicas analíticas para el aseguramiento de la calidad de los resultados generados.

La implementación de protocolos estandarizados en muestreo y análisis ha permitido elevar el nivel técnico de los equipos de trabajo en 18 países, promoviendo la homogeneidad en la generación y comparación de datos sobre contaminantes en suelos, fortaleciendo las capacidades regionales:

2. **RESULTADOS, DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO:** Informar los logros, beneficios alcanzados con la implementación del proyecto. Asimismo, mencione los problemas y dificultades presentados durante el desarrollo del proyecto

### 2.1. Capacitación

En el marco del proyecto, durante el año 2024 se ha asistido a un curso:

Curso: Regional Training Course on The Determination of Heavy Metals and Mercury in Contaminated Soils, del 17 al 21 de junio de 2024 en Santa Martha, Colombia, al que asistió la MSc. Evelyn Criollo, Jefe de Laboratorio de Metalurgia Extractiva de la Escuela Politécnica Nacional. Las actividades que se realizaron durante el curso fueron las siguientes:

- Introducción en el análisis de metales en suelos por espectroscopia de absorción atómica, mediante las técnicas de llama y horno de grafito. Principio de las técnicas de análisis, ventajas y desventajas frente a otras técnicas analíticas.



- Metodología de digestión de suelos, por técnicas de digestión abierta en plancha de calentamiento y digestión en microondas y su metodología de medición de metales por absorción atómica (llama y horno de grafito).
- Estandarizar los criterios regionales para la validación/confirmación y aseguramiento de calidad analítica en la determinación de metales en suelos empleado espectroscopia de absorción atómica.
- Identificar debilidades de los laboratorios participantes en la implementación de métodos analíticos para la determinación de metales en suelos por espectroscopia de absorción atómica – llama y horno de grafito.

Además, se han realizado reuniones de trabajo con el equipo de analistas del Departamento de Metalurgia Extractiva, para aplicación de lo aprendido respecto a análisis de suelos en el caso de estudio específico de Ecuador. Se realizó una capacitación sobre muestreo de suelos dirigida al personal del Departamento de Metalurgia Extractiva que participó en la práctica en la toma de muestras de suelo en la zona definida.

## 2.2. Avances en el caso de estudio para Ecuador

### Muestreo:

Estudio de los niveles de Cu, Ni, Cr, Pb, Cd, Zn, Mn y As en suelos impactados por fuentes antropogénicas, en la provincia de Pichincha, Cantón Quito, parroquia de Tumbaco, aledaña al río San Pedro, donde las concentraciones de metales pesados son elevadas como producto de la actividad industrial.

La zona escogida corresponde a un Valle glacial de un sedimento volcánico retrabajado conocido como Cangagua del Pleistoceno. El tipo de suelo presente es principalmente arenoso con una altura de 2801 metros. El actual uso de suelos del área seleccionada, es principalmente pastura y pequeños cultivos. El sitio de muestreo está cercanos a un área poblada de 80.000 habitantes (Tumbaco).

Se realizó un muestreo al azar, con el uso de barreno para obtención de la muestra indisturbada, en 5 puntos diferentes del área seleccionada. (Detalles en el Anexo 1)

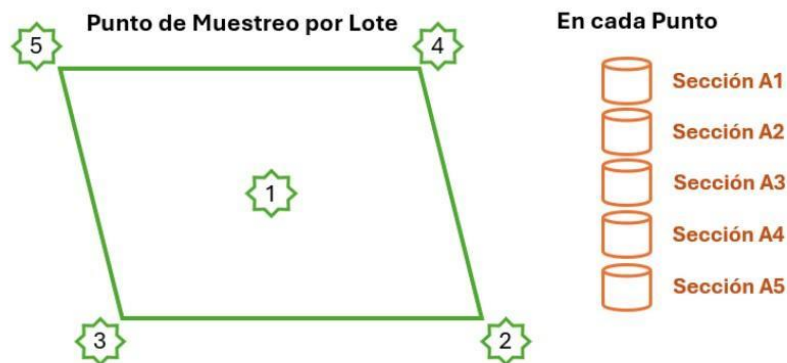


Figura 1: Representación gráfica de la zona de muestreo (2,5 x 2,5 m)



- En los puntos definidos se usa el golpeo del barreno para la extracción (Figura 2).
- Las muestras se toman con un promedio de 42 cm de profundidad, divididas en 5 secciones, denominadas: A1, A2, A3, A4 y A5, cada una de las secciones de alrededor de 5 cm de alto. Al final del proceso se dispone de 5 sub-muestras, de 5 puntos diferentes (Figura 3).



Figura 2: Toma de muestra con barreno

Figura 3: Muestra de suelo con 5 secciones

- Las muestras obtenidas se desagregan y se secan a temperatura ambiente. Una vez secas se tamizan con una malla de 2 mm de abertura.
- Las muestras de tamaño inferior a 2mm, se homogenizan y se cuarteán para realizar análisis granulométrico, análisis químico por absorción atómica y por fluorescencia de rayos X.
- Los resultados promedios de análisis físicos se presentan a continuación:

Muestra	Promedios granulometría d80 (micras)	Promedios densidad real (g cm <sup>-3</sup> )
A1	1550	2,7258
A2	1300	2,6665
A3	1500	2,6484
A4	1550	2,6132
A5	1650	2,6921

#### Análisis químicos realizados

Se ha previsto realizar análisis de Cu, Ni, Cr, Pb, Cd, Zn, Mn y As en las muestras de suelo obtenido. Se empleará absorción atómica, fluorescencia de rayos X e ICP-OES como técnicas analíticas.

La planificación del trabajo a realizar es la siguiente:

Actividad	Fecha Inicio	Fecha Final	Riesgos identificados / detalles
-----------	--------------	-------------	----------------------------------



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

1.- Colecta de muestras según protocolos	septiembre 2024	septiembre 2024	- No existe presupuesto definido por parte de la universidad para el desarrollo del proyecto. - Cambio de autoridades de Gobierno Central. - Época de muestreo seleccionada, en ausencia de lluvias
2.- Pretratamiento de la muestras	octubre 2024	noviembre 2024	- Secado y preparación de muestras para análisis a temperatura adecuada
3.- Análisis de muestras	diciembre 2024	Junio 2025	- Análisis físicos realizados -Análisis químicos por absorción atómica y FRX, con retrasos, debido a problemas con la interrupción del suministro de energía eléctrica, (hasta 14 horas diarias), que ha afectado todo el país hasta diciembre 2024.
4.- Reporte de Resultados	Agosto 2025	Agosto 2025	Depende de la realización de análisis.

3. COMPRA DE EQUIPOS E INSUMOS: Informe si el proyecto proporcionó equipos y/o insumos.

Durante el año 2024 no se ha recibido equipo específico adicional en el marco del proyecto. Pero es importante señalar que se ha empleado el equipo recibido en el año 2023, que ya fue reportado anteriormente, pero que se resume a continuación:

- Sieve pan (200\*50 mm)
- Sieve cover (200\*50 mm)
- Test Sieves Stainless Steel (200\*50 mm)- w/mm: 2
- Test Sieves Stainless Steel (200\*50 mm)- w/mm: 1
- Test Sieves Stainless Steel (200\*50 mm)- w/μm: 500
- Test Sieves Stainless Steel (200\*50 mm)- w/μm: 250
- Test Sieves Stainless Steel (200\*50 mm)- w/μm: 200
- Test Sieves Stainless Steel (200\*50 mm)- w/μm: 100
- Test Sieves Stainless Steel (200\*50 mm)- w/μm: 63
- Split tube sampler set - surface sampling, conical screw: Split tube sampler,
- Sample foils (10 pieces), Sample transport containers, Hammering head,
- Hammer with nylon heads, impact absorbing design, Spatula,
- Beam with chain & support, Cleaning material and
- Strong carrying bag
- Agate mortar and pestle
- Analytical sieve machine HAVER EML 200 Pure
- Hydrometer kit

4. IMPACTOS: Informar en qué medida el proyecto contribuyó a la consecución de objetivos establecidos para dar solución a una necesidad/ problema identificado en el diseño del proyecto.



- La implementación de protocolos estandarizados en muestreo y análisis ha permitido elevar el nivel técnico de los equipos de trabajo en 18 países, promoviendo la homogeneidad en la generación y comparación de datos sobre contaminantes en suelos, fortaleciendo las capacidades regionales
- La interacción entre profesionales con diferentes niveles de experiencia y contextos nacionales ha facilitado el aprendizaje mutuo y la creación de redes colaborativas, lo que resulta fundamental para enfrentar desafíos ambientales a nivel regional, esto gracias a la excelente gestión de los líderes del Proyecto RLA 5089
- La elección de sitios de muestreo acordes a las necesidades específicas de cada país, como el caso de los suelos contaminados en el Sector aledaño al Río San Pedro en Ecuador, demuestra la capacidad del proyecto para adaptarse a diversas realidades y generar información relevante para la toma de decisiones.
- La aplicación de técnicas estandarizadas disponibles, como la absorción atómica y la fluorescencia de rayos X, entre otras, ha permitido mejorar la precisión en la detección y cuantificación de contaminantes, estableciendo un precedente para futuros estudios en la región.

5. LECCIONES APRENDIDAS: Informe sobre las mejores y peores prácticas para aprender de errores y experiencias positivas.

Los beneficios que se han obtenido en la participación de este proyecto son múltiples y podemos destacar lo siguiente:

- Fortalecer la capacitación técnica de los participantes en protocolos estandarizados de muestreo de suelos, asegurando la recolección representativa y comparabilidad de datos a nivel regional.
- Fomenta el manejo avanzado de técnicas analíticas, como la absorción atómica y la fluorescencia de rayos X, (para Ecuador), esenciales para la identificación y cuantificación de contaminantes. Esto mejora la capacidad de los países participantes para evaluar riesgos ambientales y diseñar estrategias de remediación. Además, permite conformar equipos de trabajo en función de las técnicas disponibles en la región.
- El trabajo colaborativo entre profesionales de 18 países de América Latina permite el intercambio de conocimientos y experiencias en diversos contextos geográficos y regulatorios, promoviendo la construcción de redes regionales para la gestión de suelos contaminados.
- Finalmente, el proyecto genera impacto en la toma de decisiones, proporcionando datos científicos que pueden respaldar políticas ambientales y estrategias de sostenibilidad. También contribuye a la formación de profesionales especializados en evaluación de suelos, reforzando capacidades nacionales para la mitigación de impactos ambientales y posteriormente la protección de ecosistemas.

## 6. RECURSOS APORTADOS POR EL PAÍS AL PROYECTO

### VALORACIÓN DEL APORTE DEL PROYECTO RLA 5089 AL PROGRAMA ARCAL



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

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	2.100,0
2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	0,0
3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	0,0
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	0,0
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	0,0
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	0,0
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	0,0
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	0,0
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	0,0
10. Tiempo trabajado como Coordinadora de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	5.000,0
11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	1.500,0
12. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos interno/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	0,0
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	2.000,0
<b>TOTAL</b>		<b>10.600</b>



RLA5090 Mejorar la productividad agrícola mediante mejores prácticas agrícolas y variedades mejoradas (ARCAL CXCII)

## INTRODUCCIÓN

El maíz es el principal cultivo transitorio del Ecuador. En el año 2023 se sembraron alrededor de 58 000 ha de maíz suave, cifra que sumada superó ampliamente a otros cultivos de importancia en el país como arroz, banano, palma aceitera, caña de azúcar y otros. El rendimiento promedio fue de 1.10 t ha<sup>-1</sup> en grano seco y 3.41 t ha<sup>-1</sup> para choclo (MAG, 2024), teniendo una productividad muy baja de América Latina. Este cultivo es muy importante por ser fuente de trabajo y alimento básico para la población.

Los bajos rendimientos en el cultivo de maíz se pueden asociar a la fertilidad del suelo, fertilización desbalanceada, acidez, labranza excesiva, entre otros.

Entre uno de los elementos químicos que afectan directamente la nutrición del maíz, está el nitrógeno, que en muchas ocasiones las dosis aplicadas no están bien ajustadas al requerimiento de cultivo, disponibilidad de nutrientes en el suelo y se incurren en excesos.

Debido a los altos costos de los fertilizantes nitrogenados; en la actualidad se están utilizando los biofertilizantes que son microorganismos benéficos promotores de crecimiento, que no son una fuente de nutrientes en sí mismos, pero que fomentan un adecuado acceso de los nutrientes disponibles en la rizósfera, producen fitohormonas que contribuyen con el desarrollo de la planta, como son las auxinas, citoquininas y giberelinas, coadyuvando a la disminución del uso de fertilizantes inorgánicos hasta en un 50%.

El Programa de Maíz de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP en colaboración con el Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe (ARCAL) de la Agencia Internacional de Energía Atómica (OIEA), formó parte del proyecto RLA 5078 “Mejoramiento de prácticas de fertilización en cultivos de importancia regional mediante el uso de genotipos eficientes en la utilización de macronutrientes y bacterias promotoras del crecimiento de plantas”, en el cual ha desarrollado un biofertilizante denominado “Fertibacter maíz” a base de bacterias promotoras de crecimiento que incrementan el rendimiento en 20% cultivo de maíz.

La búsqueda de alternativas de producción que involucren el uso eficiente de fertilizantes nitrogenados y biofertilizantes es fundamental para contribuir a la seguridad alimentaria y promover la agricultura sostenible, por lo que es necesario que dichas tecnologías pasen a ser validadas con la comunidad agrícola de la Sierra ecuatoriana.

## ÍNDICE

### ESTRUCTURA DEL INFORME ANUAL

- 1.- Resumen Ejecutivo.
- 2.- Impacto de las actividades del Proyecto en el país.
  - 3.- Resultados.
  - 4.- Dificultades y problemas presentados durante la marcha del Proyecto.

- 1.- RESUMEN EJECUTIVO



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

Personal:

Ing. Yamil Cartagena, Dr., Ing. Jorge Moreno e Ing. Rafael Parra.

Actividad 1.

Primera Reunión Virtual de Coordinación OIEA-2024, Yamil Cartagena.

1.1. Título del evento

Primera Reunión Virtual de Coordinación del Proyecto ARCAL 5090.

1.2. Organizadores

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA) y el Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA).

1.3. Lugar

Plataforma Teams.

1.4. Periodo

Del 26 al 29 de febrero del 2024.

Nota:

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), presentó la propuesta de investigación de validación del uso de biofertilizantes en el cultivo de maíz.

Actividad 2.

Participación en la Reunión de Coordinación OIEA-2024, Yamil Cartagena.

2.1. Título del evento

Primera Reunión de Coordinación del Proyecto RLA 5090.

2.2. Organizadores

Universidad Nacional de Asunción (UNA), Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas (CEMIT) y el Organismo Internacional de la Energía Atómica (OIEA).

2.3. Lugar



Ciudad del Este - Paraguay.

#### 2.4. Periodo

Del 29 de abril al 03 de mayo del 2024.

Nota:

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), presentó la propuesta de Validación del uso de biofertilizantes (Fertibacter maíz y Nacillus) en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), variedad INIAP 122.

#### Actividad 3.

Validación del uso de biofertilizantes en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) variedad INIAP 122.

#### 3.1. Objetivos

##### 3.1.1. General

Validar el efecto de los biofertilizantes en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), variedad INIAP 122.

##### 3.1.2. Específicos

- Evaluar la productividad en el cultivo de maíz INIAP 122.
- Realizar el beneficio económico de los tratamientos en estudio.

#### 3.2. Materiales y Métodos

La validación se realizará en campo en la comunidad de agricultores de Puenbo, de acuerdo con la información que se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Ubicación geográfica y política de la comunidad de agricultores de Puenbo.

Ubicación	Descripción
Provincia	Pichincha
Cantón	Quito
Parroquia	Puenbo
Altitud	2 363 m s. n. m.
Longitud	78° 22' 54" O
Latitud	0° 08' 59" S

Las características climáticas del sitio del experimento se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Características climáticas sitio experimental.



Características*	Descripción
Precipitación promedio anual (mm)	700 a 800
Temperatura promedio anual (°C)	16 a 17
Evapotranspiración promedio anual (mm)	750 a 800
Déficit hídrico suelo promedio anual (mm)	90 a 100

En este experimento el factor en estudio será el biofertilizante (Tabla 3).

Tabla 3. Características del biofertilizante.

Biofertilizante	Nombre	Composición	Concentración (ufc ml <sup>-1</sup> )
1	Fertibacter maíz	Bacillus subtilis, Pseudomonas fluorescens	10 <sup>8</sup>
2	Nacillus	Bacillus subtilis, Bacillus licheniformis y Brevibacillus brevis	10 <sup>8</sup>

Los tratamientos en estudio se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Tratamientos en estudio para la validación del uso de biofertilizantes en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.). variedad INIAP 122.

Tratamiento		Fertilización química (kg ha <sup>-1</sup> )					Biofertilizante
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	
T1	*	50	40	30			
T2	**	160	50	100	20	25	20
T3		80	50	100	20	25	20
T4		80	50	100	20	25	20
T5	***	80	50	100	20	25	20
T6	****	00	50	100	20	25	20

\* = Testigo agricultor.

\*\* = Testigo INIAP. Extracción nutrimental del maíz (Zambrano, et. al. 2021a).

\*\*\* = Testigo sin biofertilizante.

\*\*\*\* = Testigo sin nitrógeno.

El material biológico para la validación del uso de biofertilizantes será maíz (*Zea maíz* L.) de la variedad INIAP 122.

Se utilizará un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con cuatro repeticiones y a los resultados obtenidos se les aplicará el análisis estadístico respectivo: para determinar la distribución normal se realizará la prueba de Shapiro-Wilks, y la homogeneidad la prueba de Levene. Se realizará el análisis de la varianza.



La unidad experimental será una parcela de 44.80 m<sup>2</sup> (7.0 m x 6.4 m), conformada por 10 surcos con 0.8 m de separación entre surcos y 0.25 m entre plantas, obteniéndose una densidad de 50000 plantas ha<sup>-1</sup> (Tabla 5).

Tabla 5. Características de la parcela experimental

Descripción	Unidad
Número de tratamientos:	6
Número de repeticiones:	4
Número de parcelas:	24
Distancia entre surcos (m):	0.8
Distancia entre plantas (m):	0.25
Plantas por sitio:	1
Número de surcos por parcela total:	8
Número de surcos por parcela neta:	6
Número de plantas por surco:	28
Número de plantas por parcela total:	224
Número de plantas por parcela neta:	156
Número de plantas por experimento:	5 376
Área unidad experimental (m <sup>2</sup> ):	44.80 (7.0 m x 6.4 m)
Área parcela neta (m <sup>2</sup> ):	31.20 (6.5 m x 4.8 m)
Área neta del experimento (m <sup>2</sup> ):	748.80
Ancho de caminos (1 m):	1.00
Área total del experimento (m <sup>2</sup> ):	1316.00

### 3.3. Manejo del experimento

La fase de validación se sembrará entre enero y febrero del 2025 y se realizarán las siguientes actividades:

- La inoculación del biofertilizante, se realizará previo a la siembra, se colocará 1 kg de semilla de maíz en 50 cc de biofertilizante, se mezclará y se dejará reposar por 15 minutos en un lugar fresco. Se procederá a sembrar para según los tratamientos en estudio
- La aplicación de la fertilización química se realizará en función a los tratamientos previamente establecidos para las diferentes parcelas experimentales. Los tratamientos con nitrógeno se fraccionarán en partes iguales y se aplicarán al momento de la siembra, medio aporque (V4) y aporque (V7); mientras que el total de las dosis de fósforo al momento de la siembra y el potasio se aplicarán al momento de la siembra y aporque (V7). La aplicación del fertilizante se efectuará de manera manual en cada unidad experimental, al fondo del surco, para luego ser cubierta con una capa de suelo.
- Los controles fitosanitarios, control de plagas, labores culturales de mantenimiento (deshierbas, medio aporque y aporque) y la cosecha se realizará entre julio y agosto del 2025.

### 3.4. Variables

Las variables a evaluar serán:

- Altura de planta.
- Longitud de la mazorca.
- Diámetro de la mazorca.



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

- Rendimiento.
- Análisis económico.

Nota

Se dispone del protocolo de investigación aprobado por el Comité Técnico de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, con fecha del 8 de enero del 2025.

El experimento se implementará entre enero y febrero de 2025, debido a que se tuvo una época de sequía en los meses que inician los periodos de lluvia, es decir octubre a diciembre del 2024.

**VALORACIÓN DEL APORTE DEL PROYECTO RLA/5065 AL PROGRAMA ARCAL**

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA) Becario.	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	
2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	1202
3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales. Compra fertilizante marcado ( <sup>15</sup> N).	Hasta EUR 5.000	
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales) análisis de laboratorio	Hasta EUR 5.000	
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	
10. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	3600
11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	7200



12. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos interno/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	2000
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	2000
<b>TOTAL</b>		<b>14202</b>

## 2.- IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES DE PROYECTO EN EL PAÍS

El proyecto está alineado con la realidad de los países involucrados, debido a los cambios ambientales y tecnológicos que afectan directamente a las actividades productivas en el sector agrícola.

Nuestros resultados contribuirán a una adecuada aplicación de las prácticas agrícolas en especial con el uso de los biofertilizantes y variedades mejoradas que limitan la producción de los cultivos.

Estos resultados que se obtendrán en cooperación con los agricultores nos permitirán mejorar la productividad y tomar decisiones apropiadas en relación con las actividades de campo.

## 3.- RESULTADOS

El resultado más importante está relacionado con el diseño del experimento con el biofertilizante y la relación con la dosis de nitrógeno que se debe aplicar hasta un 50% de la recomendación de fertilización, para obtener buen resultado en el rendimiento del cultivo.

Se tiene el protocolo de investigación aprobado “Validación del uso de biofertilizantes en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) variedad INIAP 122”, por el Comité Técnico de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, con fecha del 8 de enero del 2025.

## 4.- DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO

La dificultad que se tiene es la consecución de los recursos económicos asignados, debido a los trámites que se deben realizar en el país.



RLA5091 Fortalecimiento de los programas de vigilancia de residuos de plaguicidas y micotoxinas en alimentos mediante el establecimiento de un programa de ensayos de competencia en laboratorios oficiales (ARCAL CXCVC)

## INTRODUCCIÓN

El informe anual de los coordinadores de proyecto muestra el trabajo realizado durante la gestión mostrando de manera cualitativa y/o cuantitativa el desarrollo del proyecto.

El /la Coordinador/a de Proyecto es el /la responsable de hacer llegar, hasta el 15 de febrero de cada año, el informe anual de su proyecto al/el Coordinador/a Nacional de su país.

## ESTRUCTURA DEL INFORME ANUAL

### 1. RESUMEN EJECUTIVO:

Durante el periodo correspondiente, el Ecuador ha participado activamente en el desarrollo del proyecto RLA5091 "Strengthening the Monitoring Programmes of Pesticide Residues and Mycotoxins in Food Through the Establishment of a Proficiency Test Programme in Official Laboratories" (ARCAL CXCVC). En este marco, el país ha contribuido en diversas reuniones de coordinación, talleres y grupos de trabajo, impulsando actividades estratégicas para el fortalecimiento de capacidades analíticas en el ámbito del control de residuos de plaguicidas en alimentos mediante el desarrollo de Pruebas de Aptitud.

En la reunión de coordinación llevada a cabo en Colombia del 24 al 28 de junio de 2024, la contraparte de Ecuador Alexander Medina, colaboró con el desarrollo del plan de trabajo del proyecto RLA5091. Dicho plan se fundamentó en los resultados de proyectos nacionales y regionales previos (RLA5081,

RLA5080), los cuales han contribuido al fortalecimiento de capacidades analíticas en la región, mediante una red regional de intercambio de datos en el marco de la Red de Laboratorios de América Latina y el Caribe (RALACA) y su Comité de Intercambio de Datos (RALACA-DSC). El presente proyecto tiene como objetivo generar datos analíticos científicos exactos y confiables a nivel regional y local, los cuales serán utilizados por los tomadores de decisiones en estudios de asesoramiento del riesgo, formulación de políticas y estrategias de inocuidad alimentaria, con especial énfasis en la implementación de estándares internacionales de calidad.

Para el desarrollo exitoso del proyecto, es fundamental identificar los recursos humanos involucrados, evaluar sus capacidades y necesidades, y fortalecerlas mediante capacitaciones específicas. En este contexto, se priorizan formaciones en técnicas cromatográficas, métodos de medición, metrología, validación de métodos, estimación de la incertidumbre, estadística y normativas internacionales como ISO 17025, 17034, 17043 y 13528, entre otras.

Con este propósito, del 1 al 30 de octubre de 2024, se llevó a cabo un taller virtual con ocho sesiones de una hora cada una sobre la norma ISO/IEC 17025, impartido por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina y auspiciado por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). Ecuador estuvo representado por dos funcionarios de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario y un funcionario del Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables (MEER).



Asimismo, se ha identificado la necesidad de fomentar el intercambio de conocimientos y fortalecer las competencias técnicas de los actores involucrados en el proyecto. Este esfuerzo busca potenciar las capacidades analíticas que contribuyan a la seguridad e inocuidad alimentaria en los países miembros, garantizando la calidad de los alimentos para la población. Para ello, se promoverá una comunicación fluida entre los grupos técnicos y de comunicación, con el fin de divulgar los avances y logros del proyecto.

En este sentido, se han establecido los siguientes acuerdos:

- Involucrar a todos los actores que aportan valor a la cadena, incluyendo el equipo de comunicación, proveedores de estándares analíticos y materiales de referencia, fabricantes de equipos analíticos e instrumentales de laboratorio, instituciones de acreditación y metrología, así como representantes del sector académico.
- Los enlaces de comunicación de Cuba y Argentina propusieron una matriz para recopilar información de las contrapartes de los países miembros, con el objetivo de facilitar la divulgación del proyecto y aumentar su visibilidad. Se enfatizó el papel clave de los comunicadores en la difusión de la importancia del intercambio de datos entre instituciones, asegurando la protección y confidencialidad de la información, en favor de la seguridad e inocuidad alimentaria.

En representación de Ecuador, se nominó a la funcionaria Alexandra Katherine Yépez Guachamín para encargarse de la divulgación del Proyecto RLA5091.

2. **RESULTADOS, DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO:** Informar los logros, beneficios alcanzados con la implementación del proyecto. Asimismo, mencione los problemas y dificultades presentados durante el desarrollo del proyecto

Entre los principales logros alcanzados, se destacan:

- Capacitación de personal técnico en el conocimiento aplicado de la Norma ISO/IEC 17025.

3. **COMPRA DE EQUIPOS E INSUMOS:**

Durante el periodo reportado, no se ha realizado compra de insumos

4. **IMPACTOS:**

El proyecto ha contribuido de manera significativa en la mejora de la capacidad técnica de funcionarios de los organismos de regulación y control en materia de ISO 17025 con miras al desarrollo de pruebas intercomparación de residuos de plaguicidas en la región.

5. **LECCIONES APRENDIDAS:**

Entre las principales lecciones aprendidas se identifican:



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

La importancia de fortalecer la capacitación continua del personal para optimizar el uso de tecnologías avanzadas para la toma de decisiones en seguridad alimentaria.

La relevancia de una comunicación fluida entre los actores del proyecto para una mejor planificación y ejecución de actividades.

#### 6. RECURSOS APORTADOS POR EL PAÍS AL PROYECTO

El país ha contribuido con los siguientes recursos para la ejecución del proyecto:

- Personal técnico y científico especializado para la ejecución de análisis y control de calidad bajo norma ISO 17025.

#### VALORACIÓN DEL APORTE DEL PROYECTO RLA/5091 AL PROGRAMA ARCAL

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	
2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	
3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	
10. Tiempo trabajado como Coordinador/a de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	500
11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	



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

12. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos interno/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	
	<b>TOTAL</b>	<b>500</b>

RLA6085 "Fortalecimiento de las capacidades de los centros de ciclotrones/tomografía por emisión de positrones de la región (ARCAL CLXXXIII)", se inició en el año 2022.

La participación de Ecuador ha sido a través del Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín por ser el único hospital de la red de salud pública del Ecuador que posee un ciclotrón de uso clínico (cuya producción sirve de abastecimiento interno) y un equipo PET-CT que funciona en el mismo hospital. Los profesionales con los que se cuenta en la unidad son: 3 licenciados en imagenología, 1 químico farmacéutico, 1 físico médico, 1 oficial de seguridad radiológica y 1 médico nuclear.

En el país diversas instituciones privadas cuentan con equipos PET/CT y para la fecha se conoce que en funcionamiento se encuentran: 4 PET-CT en la ciudad de Quito, 2 PET-CT en la ciudad de Guayaquil y 1 equipo ciclotrón en la ciudad de Guayaquil, quienes abastecen del radiofármaco a todas las instituciones privadas.

Durante el desarrollo del proyecto, por reestructuración interna en el hospital, se ha cambiado tres veces a la contraparte nacional, estando a mi cargo la dirección del mismo desde agosto del 2023. Actualmente, se están realizando las gestiones para reestablecer la producción en el hospital a través de la empresa privada, quienes serán los encargados de manejar la radiofarmacia. Vale la pena mencionar que, ya se encuentra instalado el nuevo equipo PETCT, el cual se encuentra a la espera del inicio del área de producción para comenzar a recibir pacientes.

Por las razones antes expuestas, el presente informe se basa en las actividades desarrolladas a partir de la fecha en la que comencé a servir como contraparte y se mencionarán aquellas de las que se tienen conocimiento fueron llevadas a cabo antes de mi gestión sin presentar evidenciables.

## ESTRUCTURA DEL INFORME ANUAL

### 1. RESUMEN EJECUTIVO:



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

La participación del país en las reuniones convocadas por el proyecto y los participantes fueron:

Nombre del Evento	Fecha	País	Nombre del Participante	Aporte realizado
REGIONAL TRAINING COURSE AN OPERATION AND MAINTERANANCE OF CYCLOTRONS	5-9 DE DICIEMBRE 2023	URUGUAY	ALEX URQUIZO	CAPACITACIÓN INTERNA EN EL HCAM
REGIONAL TRAINING COURSE ON PRODUCTION AND QUALITY CONTROL OF FDG AN Naf	15-19 MAYO 2023	COLOMBIA	HIPATIA DANIELA HARO	CAPACITACIÓN INTERNA EN EL HCAM
REGIONAL TRAINING COURSE ON PET CT QUALITY CONTROL	21 AL 25 DE AGOSTO 2023	REPÚBLICA DOMINICANA	MARCOS FRÍAS	LA IMPLEMENTACIÓN DE CONTROLES DE CALIDAD EN PET
REUNION DE COORDINACION REGIONAL DE MITAD DE PERIODO	23-27 DE OCTUBRE 2023	COSTA RICA	ZORISSET MEINHARDT TAPIAS	SE LOGRÓ UN TALLER NACIONAL DE MARCACION DE PSMA
REGIONAL TRAINING COURSE ON THE PRODUCTION AND QUALITY CONTROL OF F181 ALUMINIUM FLUORIDE AND RADIOMETAL BASED POSITRON EMISSION TOMOGRAPHY (PET) RADOIPHARMACEUTICALS	23-26 DE JULIO DE 2024	MÉXICO	NANCY HINOJOSA	FORMACIÓN DEL PERSONAL



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

REGIONAL TRAINING COURSE ON THE PRODUCTION AND QUALITY CONTROL OF RADIOAMETAL BASED POSITRON EMISSION TOMOGRAPHY (PET) RADIOPHARMACEUTICAL	23-29 DE SEPTIEMBRE DE 2024	PORTUGAL	DANIELA HARO	FORMACIÓN DEL PERSONAL
REUNIÓN DE COORDINADORES FINAL	02 AL 06 DE DICIEMBRE DE 2024	PERÚ	TERESA MARIBEL PONCE	INSTALACIÓN DE NUEVO PET Y INICIO DE PROCESO PARA EL MANEJO DE LA RADIOFARMACIA POR LA EMPRESA PRIVADA

**2. RESULTADOS, DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO:**

Durante el desarrollo del proyecto, se han enfrentado diversas dificultades y problemas que han impactado significativamente su marcha:

**Reestructuración interna y cambios de personal:** La Unidad Técnica PET/CICLOTRON ha experimentado múltiples cambios en su liderazgo, con tres cambios de jefe de servicio, lo que puede haber generado falta de continuidad y estabilidad en la gestión del proyecto. Además, la contraparte del proyecto también ha sido cambiada, lo que podría haber afectado la coordinación y el seguimiento del mismo. Actualmente, se tiene un nuevo oficial de seguridad radiológica.

**Financiamiento dependiente del presupuesto del hospital:** Se renueva el contrato de mantenimiento del PETCT para el 2025 y se inicia el trámite para la contratación de la empresa privada para el manejo de la radiofarmacia.

**Fallas técnicas en los equipos:** Del nuevo equipo PETCT no se conocen fallas técnicas sin embargo, para el ciclotrón aún se mantienen fallas en los capilares, fallas en el inicio de la producción de F-18.

**Rotación de personal capacitado:** El personal capacitado para operar los equipos y llevar a cabo las actividades relacionadas con el proyecto ha presentado una alta tasa de rotación, actualmente se gestiona la contratación de un nuevo radioquímico con la empresa privada y



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

se contaría adicionalmente, con un químico farmacéutico del hospital, que ya ha sido capacitado por el OIEA a través del presente proyecto. Además, el operador del ciclotrón es prestado por una empresa privada debido a la falta de personal capacitado en el hospital, lo que puede afectar la continuidad y calidad del servicio.

En resumen, los resultados, dificultades y problemas presentados durante la marcha del proyecto han sido diversos y han impactado en la operatividad y eficacia del mismo, afectando la atención a los pacientes y la continuidad de las actividades planificadas. Es fundamental abordar estas dificultades y buscar soluciones efectivas para garantizar el éxito y la sostenibilidad del proyecto en el futuro.

**3. COMPRA DE EQUIPOS E INSUMOS:**

El Hospital Carlos Andrade Marin adquiere con recursos propios un PET/CT General Electric, modelo Discovery, MI Gen2

**4. IMPACTOS:**

Gracias a la participación en las diferentes actividades, el personal se ha mantenido actualizado y capacitado con el ánimo de comenzar la implementación de procedimientos aprendidos en los diferentes cursos de capacitación recibidos.

**5. LECCIONES APRENDIDAS:**

- La capacitación del personal es esencial pero insuficiente sin infraestructura operativa: A pesar de los avances en la formación, la falta de equipos funcionales ha impedido aprovechar al máximo el conocimiento adquirido.
- El mantenimiento preventivo es clave: La inoperatividad de los equipos por falta de mantenimiento ha sido un obstáculo importante. Se requiere una planificación eficaz para evitar interrupciones en el servicio.
- La radiofarmacia necesita inversión sostenida: Sin los insumos, equipos y personal adecuados, la producción y distribución de radiofármacos no puede garantizarse, lo que afecta directamente la capacidad diagnóstica.
- Ecuador debe cerrar la brecha tecnológica: Comparado con otros países de la región, el país necesita fortalecer su infraestructura y recursos humanos en medicina nuclear para garantizar atención de calidad.
- El PET-CT es un paso crucial, pero no suficiente: Su adquisición ha sido un avance importante, pero se necesita un esfuerzo coordinado para completar la implementación del ciclotrón y la radiofarmacia.
- El respaldo de las autoridades es indispensable: La sostenibilidad del proyecto depende de la asignación de recursos económicos y del compromiso gubernamental para consolidar los avances en el sector.
- El intercambio de experiencias es valioso para el crecimiento regional: La creación de redes y el espacio de diálogo entre reguladores y productores han sido clave para generar conciencia sobre la necesidad de modernizar la regulación sanitaria y armonizar los estándares en la región.



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

- El impacto del Proyecto ARCAL debe traducirse en acciones concretas: La capacitación, el diagnóstico de la situación y la toma de conciencia deben derivar en medidas efectivas que permitan la operatividad y consolidación de los centros Ciclotrón-PET.

## 6. RECURSOS APORTADOS POR EL PAÍS AL PROYECTO

La adquisición de un nuevo PET-CT representa un hito clave para la continuidad del proyecto, ya que con ello se inició el proceso para poner en funcionamiento el ciclotrón y la radiofarmacia. Esta incorporación permitirá fortalecer la capacidad diagnóstica y ofrecer atención médica de avanzada a nuestros pacientes, garantizando el acceso a estudios de alta precisión y contribuyendo al desarrollo de la medicina nuclear en el país.

### VALORACIÓN DEL APORTE DEL PROYECTO RLA/\_\_\_\_\_AL PROGRAMA ARCAL

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	0
2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	0
3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	0
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	0
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	0
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	0
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	0
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	0
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	0
10. Tiempo trabajado como Coordinador/a de Proyecto	Máximo EUR 500	100
	por mes	



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

11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	0
12. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos interno/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	0
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	0
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>

### 7. CONCLUSIONES:

El Proyecto RLA6085 ha sido una iniciativa clave para el fortalecimiento de los centros de ciclotrón y radiofarmacia en nuestra región, destacándose por la implementación de programas de capacitación que han permitido mejorar la formación del personal técnico y profesional. Estas actividades han sido fundamentales para el desarrollo de competencias especializadas, asegurando que los equipos humanos estén preparados para operar y gestionar estos servicios de alta complejidad.

Sin embargo, a pesar de los avances en la capacitación, no se ha logrado aprovechar plenamente los beneficios del proyecto debido a la falta de operatividad de los equipos. Las deficiencias en el mantenimiento de los mismos han limitado significativamente su uso, impidiendo la producción de radiofármacos esenciales para los estudios PET y restringiendo el acceso de los pacientes a estos procedimientos diagnósticos de vanguardia.

Además, la radiofarmacia enfrenta un grave problema de desabastecimiento tanto de equipos como de personal, lo que compromete la sostenibilidad de los servicios. La falta de profesionales dedicados a esta área ha generado una brecha que dificulta la consolidación de los centros de producción y distribución de radiofármacos, impactando negativamente en la atención médica y en la capacidad de investigación en este campo.

Cabe destacar que Ecuador se encuentra por debajo de la media en el desarrollo y utilización de estas tecnologías en comparación con otros países de Latinoamérica como Colombia, Argentina, Uruguay y Perú. Esta brecha limita el acceso de la población a diagnósticos más precisos y oportunos, afectando la calidad del sistema de salud y el avance en medicina nuclear.

Para garantizar el éxito y la continuidad del proyecto, es fundamental contar con el apoyo de las autoridades y la asignación de recursos económicos suficientes. Se requiere inversión en la adquisición y mantenimiento de equipos, así como en la formación de más profesionales especializados en radiofarmacia y ciclotrón. Solo con un compromiso firme y sostenido será posible poner en funcionamiento los servicios de PET-ciclotrón, maximizando el impacto positivo del Proyecto ARCAL en la región y asegurando el acceso de la población a tecnologías de diagnóstico avanzadas.

Es imperativo que se tomen medidas concretas para resolver estos desafíos y que se establezca una estrategia clara que garantice la operatividad y sostenibilidad de los centros de ciclotrón y radiofarmacia. Con el respaldo adecuado, podremos consolidar estos servicios y contribuir de manera significativa al desarrollo de la medicina nuclear en nuestra región.



## ARCAL

RLA6090 Refuerzo de la gestión de la radioterapia para el tratamiento del cáncer cervicouterino en América Latina y el Caribe (ARCAL CLXXXII)

El informe anual de los coordinadores de proyecto muestra el trabajo realizado durante la gestión mostrando de manera cualitativa y/o cuantitativa el desarrollo del proyecto.

El /la Coordinador/a de Proyecto es el /la responsable de hacer llegar, hasta el 15 de febrero de cada año, el informe anual de su proyecto al/el Coordinador/a Nacional de su país.

### ESTRUCTURA DEL INFORME ANUAL

1. **RESUMEN EJECUTIVO:** A través de los cursos programados en el año 2024, el país aporta con el proyecto con la participación de su personal médico en los diferentes entrenamientos relacionados a la Braquiterapia y avances en cáncer Cervicouterino proyectando la capacitación en mejora de protocolos médicos, información al personal de radioterapia, ayuda entre colegas de diferentes países y apoyo en compartir la información específica que necesita la Oficial Técnico del proyecto con relación al Ecuador.
2. **RESULTADOS, DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO:**

Generación de protocolos médicos para el tratamiento de cáncer de cérvix en la Unidad de Radioterapia del Hospital Carlos Andrade Marín. Actualización de conocimientos. Generación de requerimientos para actualizar hojas de trabajo. Implementación de protocolos actualizados. Se fundamenta bases para aplicación de braquiterapia 3D. Mejoras en las hojas de prescripción médica. Mejoras en las hojas de limitación de dosis.

3. **COMPRA DE EQUIPOS E INSUMOS:** Ninguno
4. **IMPACTOS:**

Mejora en el control de la enfermedad. Disminución de la toxicidad. Se espera una mejora en la sobrevida. A futuro se realizará transferencia de conocimiento a otras instituciones públicas dedicadas al tratamiento de cáncer en el país.



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

5. **LECCIONES APRENDIDAS:** Necesidad de mantener programas de capacitación continua al personal médico. Capacitación constante en el personal médico. Fortalecimiento de los recursos tecnológicos. Importancia de transferencia de conocimiento al personal en formación.
  
6. **RECURSOS APORTADOS POR EL PAÍS AL PROYECTO:** Tiempo y recurso humano fueron aportados conforme los entrenamientos recibidos al personal médico en el curso regional de Braquiterapia 2D y 3D realizado en Río de Janeiro y la capacitación sobre avances en la radioterapia contra el Cáncer Cervicouterino realizado en la Ciudad de Guatemala. Estos dos cursos en el año 2024.

VALORACIÓN DEL APORTE DEL PROYECTO RLA/\_\_\_\_\_AL PROGRAMA ARCAL

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	0
2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	0
3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	0
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	0
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	0
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	0
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	0
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	0
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	0



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

10. Tiempo trabajado como Coordinador/a de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	0
11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	0
12. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos interno/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	0
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	0
<b>TOTAL</b>		<b>0</b>



RLA/6/093 “Fortalecimiento de las capacidades regionales de utilización de técnicas de medicina nuclear en un enfoque cardio-oncológico multimodal en pacientes con cáncer (ARCAL CXCI)”

El proyecto RLA/6/093 tiene como objetivo fortalecer las capacidades regionales en la utilización de técnicas de imagen multimodal para la detección y manejo de la cardiotoxicidad en pacientes oncológicos. La relevancia de este proyecto radica en la creciente necesidad de optimizar los protocolos de diagnóstico y tratamiento en cardioncología en América Latina y el Caribe.

Este informe anual presenta los avances y actividades realizadas en Ecuador dentro del marco del proyecto, incluyendo la participación en reuniones de coordinación, talleres y grupos de trabajo. Asimismo, se identifican los desafíos enfrentados y las estrategias implementadas para alcanzar los objetivos propuestos. La información contenida en este documento es fundamental para evaluar el impacto del proyecto y contribuir a la mejora continua de las capacidades nacionales en este ámbito.

## 1. RESUMEN EJECUTIVO.

El presente informe describe la participación de Ecuador en el proyecto RLA/6/093, cuyo objetivo es fortalecer las capacidades regionales en la utilización de técnicas de imagen multimodal para la detección y manejo de la cardiotoxicidad en pacientes oncológicos. Hasta la fecha, Ecuador ha participado en el primer taller regional en El Salvador. Se ha iniciado el proceso de postulación de un especialista en cardiología para la actividad en México, actualmente en fase de tramitación de visado.

## 2. RESULTADOS, DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO:

Resultados:

- Participación en la primera reunión de coordinación en Panamá.
- Representación en el primer taller regional en El Salvador.
- Postulación de un especialista en cardiología para la actividad en México.
- Acercamiento con sociedades médicas nacionales para difusión del proyecto.

Dificultades:

- Limitada disponibilidad de capacitación local en imagen multimodal.
- Falta de equipamiento en algunos centros de referencia.
  
- Proceso de visado del especialista en cardiología en curso.

## 3. COMPRA DE EQUIPOS E INSUMOS:



Hasta la fecha, el proyecto no ha proporcionado equipos ni insumos a Ecuador.

#### 4. IMPACTOS:

El proyecto ha permitido fortalecer la conciencia sobre la importancia del diagnóstico temprano de cardiotoxicidad en pacientes oncológicos. Además, ha facilitado el establecimiento de redes de colaboración con otros países de la región y ha promovido la capacitación del personal médico en nuevas técnicas de imagen multimodal.

#### 5. LECCIONES APRENDIDAS:

- La capacitación continua es fundamental para la implementación efectiva de las técnicas de imagen multimodal.
- Es necesario fortalecer la infraestructura y disponibilidad de equipamiento en los centros médicos.
- La cooperación internacional facilita el intercambio de conocimientos y mejores prácticas.

#### 6. RECURSOS APORTADOS POR EL PAÍS AL PROYECTO

Ecuador ha proporcionado apoyo logístico y humano para la participación en las reuniones y talleres. No se han reportado gastos específicos en infraestructura o equipamiento hasta la fecha.



RLA7026 Evaluación de la contaminación ambiental orgánica e inorgánica en ambientes acuáticos y su impacto en el riesgo de cianobacterias productoras de cianotoxinas (ARCAL CLXXVIII)

## 1. RESUMEN EJECUTIVO

El Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) impulsa el abordaje de algunos de los desafíos más apremiantes del agua en el planeta, mediante la aplicación de técnicas nucleares en los ámbitos de la evaluación de los recursos hídricos, la gestión del agua y el control de la contaminación.

En este sentido, el Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica a través de la Subsecretaría de Recursos Hídricos y la Dirección de Administración y Calidad del Recurso Hídrico, se encuentra participando en el Proyecto RLA7026 “Evaluación de la contaminación ambiental orgánica e inorgánica en ríos, lagos embalses, y lagunas de Latinoamérica y el Caribe, y su impacto sobre el riesgo de proliferación de cianobacterias productoras de cianotoxinas que afectan la salud humana (ARCAL CLXXVIII).

El objetivo del Proyecto es la evaluación de la contaminación ambiental orgánica e inorgánica en ríos, lagos, embalses, y lagunas de Latinoamérica y el Caribe, y su impacto sobre el riesgo de proliferación de cianobacterias productoras de cianotoxinas que afectan la salud humana.

El Proyecto en mención es de suma importancia para la institución y el país en el sentido de poder generar instrumentos técnicos y normativos para lograr la mejora, preservación y conservación de la calidad del recurso hídrico tanto respecto a las condiciones naturales de las cuencas hidrográficas y consecuentemente a su aptitud para la preservación de la vida acuática, usos y aprovechamientos del agua.

A través de este Proyecto se ha articulado acciones con la Academia para fortalecer las capacidades tecnológicas y metodológicas a nivel local y nacional mediante a través de convenios interinstitucionales que promueven el desarrollo de la investigación en recursos hídrico, además de lograr una alianza estratégica y promover acciones conjuntas en las áreas de investigación, gestión y servicios de la calidad del agua.

Así también se ha realizado las respectivas coordinaciones con la Universidad Técnica del Norte, considerando las invaluable investigaciones en cuerpos lénticos del Ecuador, especialmente la Laguna de Yahuarcocha, cuerpo hídrico que reúne las condiciones propicias para efectuar las acciones planteadas y reportadas a nivel regional ante el OIEA.

Adicionalmente, es importante señalar también que se mantiene una coordinación activa con el Instituto Nacional de Hidrología e Hidrometeorología-INAMHI, institución adscrita al Ministerio de Ambiente y Agua, con la finalidad de fortalecer las capacidades técnicas y tecnológicas de las dos instituciones en el ámbito de sus competencias.

## 2. RESULTADOS, DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO

### 2.1 RESULTADOS



Los resultados que se alcanzaron en el periodo 2024 fueron los siguientes:

#### **CURSO REGIONAL DE CAPACITACIÓN SOBRE EL MUESTREO DE ISÓTOPOS DE NITRATO Y RN-222 EN AGUA DULCE PARA DETERMINAR FUENTES DE CONTAMINACIÓN**

Mediante Oficio Nro. MEM-SCAN-2023-1517-OF, la Subsecretaria de Control y Aplicaciones Nucleares del Ministerio de Energía y Minas, emitió la invitación para el evento RLA7026 - EVT2303320 con relación al “Curso Regional de Capacitación sobre el Muestreo de Isótopos de Nitrato y Rn-222 en Agua Dulce para Determinar Fuentes de Contaminación”, el mismo que se realizó del 22 al 26 de enero de 2024 en San Salvador, El Salvador.

En este sentido, se designó la candidatura de la Tlga. Mayra Gabriela Buenaño Dávalos, Ex. funcionaria de la Dirección de Administración y Calidad del Recurso Hídrico para participar en el Curso en mención, quien cumplió con los requisitos instaurados por el OIEA respecto a la experiencia laboral requerida, el nombramiento permanente en la institución, ser parte del equipo técnico del Proyecto RLA7026 en Ecuador y haber participar en el curso virtual sobre Diseño de Muestreo y Seguimiento de Isótopos en Agua Dulce para Determinar las Fuentes de Exceso de Nutrientes que se efectuó de manera virtual en el mes de septiembre y octubre de 2023.

El propósito del evento fue, capacitar a los participantes en el muestreo de isótopos de nitrato y Rn-222 en agua dulce y el uso del detector de radón-222 en el laboratorio y en el campo.

#### **CURSO REGIONAL DE CAPACITACIÓN SOBRE EXTRACCIÓN DE ÁCIDOS NUCLEICOS (ADN Y ARN) E IDENTIFICACIÓN DE CIANOBACTERIAS MEDIANTE PCR**

Con fecha 07 de diciembre de 2023, se realizó la invitación formal a la Universidad Técnica del Norte (UTN) para participar en el Curso Regional de Capacitación sobre Extracción de Ácidos Nucleicos (ADN y ARN) e Identificación de Cianobacterias mediante PCR; en este sentido la UTN designó a la MSc. Elizabeth Velarde para que participe en mencionado Curso.

El curso de capacitación se llevó a cabo de manera presencial del 11 al 15 de marzo de 2024 en la ciudad de Obregón (Sonora) – México.

El objetivo del curso fue capacitar a los participantes en materia de extracción de ácidos nucleicos (ADN y ARN) e identificación de cianobacterias mediante PCR.

#### **Resultados obtenidos**

- Un Protocolo estandarizado para la identificación molecular de Cianobacterias y cianotoxinas que será utilizado dentro del proyecto.
- Creación de capacidades en las técnicas moleculares de extracción de ADN, ARN, PCR final y cuantificación a través de PCR y cianotoxinas de cianobacterias al representante de Ecuador.
- Establecimiento del modelo de la base de datos que debe desarrollar cada país con los datos de especies de cianobacterias y cianotoxinas.
- Socializar los resultados y actividades del proyecto por redes sociales.



### CURSO DE CAPACITACIÓN "REGIONAL TRAINING COURSE ON THE PHYSICO-CHEMICAL ANALYSIS OF WATERS FOR THE DETERMINATION OF THE TROPHIC STATE INDEX AND OF MICROCYSTINS".

Con Oficio Nro. MEM-SCAN-2024-0024-OF de fecha 05 de febrero de 2024, la Dirección de Aplicaciones Nucleares emitió la invitación para el evento "Regional Training Course on the Physico-Chemical Analysis of Waters for the Determination of the Trophic State Index and of Microcystins" que contó con dos vacantes para cada nación, el curso tendría lugar en Santa Marta, Colombia, del 8 al 19 de abril de 2024; en este sentido de delegó al Ing. Marco Martínez de la Dirección de Administración y Calidad del Recurso Hídrico para participar en el evento EVT2204718, quién cumplió con los requisitos necesarios establecidos por el OIEA.

El objetivo del curso fue capacitar a los participantes en muestreo y análisis físico-químico de aguas lénticas y lólicas, siguiendo un manual armonizado en la región de América Latina y el Caribe sobre el reporte del índice de estado trófico y concentración de microcistina en agua.

#### Resultados obtenidos

- Capacidades prácticas adquiridas en recolección de muestras, aseguramiento de calidad, análisis de las variables requeridas para el cálculo del índice de estado trófico en aguas continentales según el manual armonizado.
- Capacidades adquiridas en toma de muestras, aseguramiento de la calidad y análisis de microcistinas en aguas continentales.
- Conocimiento e identificación de capacidades existentes de los laboratorios participantes para la implementación de métodos analíticos.
- Conocimientos adquiridos sobre el manual armonizado en la región de ALC para el análisis de variables físico-químicas requeridas para la determinación del estado trófico en aguas lénticas y lólicas.
- Capacidades adquiridas para la determinación del estado trófico en aguas lénticas y lólicas.

### REUNIÓN VIRTUAL DE COORDINACIÓN DE MITAD DE PERIODO DEL PROYECTO RLA7026

Con Oficio Nro. MEM-SCAN-2024-0174-OF la Subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares del Ministerio de Energía y Minas, solicita enviar la postulación de un funcionario del MAATE que tenga el perfil requerido para que participe en el evento denominado reunión virtual de coordinación de mitad de periodo del proyecto ARCAL 7026.

Con Oficio Nro. MAATE-SRH-2024-0108-O de fecha 29 de septiembre de 2024, la Subsecretaría de Recursos Hídricos delga a la Ing. Evelyn Mina para que participe en el evento mencionado anteriormente.

#### Objetivos del Evento:

El objetivo de la reunión fue presentar y revisar los avances y logros alcanzados hasta el momento, de acuerdo con los planes de trabajo nacionales regionales como resultado de la implementación del proyecto de mediano plazo, tomando como referencia lo esperado al momento de la aprobación del proyecto.

#### Resultados alcanzados



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

- Se presentó los avances del proyecto ARCAL 7026, así como los nudos críticos que se han presentado en su ejecución.
- Se revisó y actualizó la planificación del proyecto ARCAL 7026 para el periodo 2025.

**TALLER RÉPLICA Y SOCIALIZACIÓN DE LOS CURSOS EN LOS QUE HAN PARTICIPADO EL EQUIPO TÉCNICO DE LA DIRECCIÓN DE ADMINISTRACIÓN Y CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO Y DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

El taller réplica se llevó a cabo los días 24 y 25 de octubre de 2025 en la ciudad de Ibarra en la Universidad Técnica del Norte (UTN), se socializó los siguientes cursos: Diseño de muestreo y seguimiento de isótopos en agua dulce para determinar las fuentes de exceso de nutrientes; Reunión virtual de presentación de avances del Proyecto ARCAL 7026; Curso regional de capacitación sobre análisis físico-químico de aguas para la determinación del índice de estado trófico y de microcistinas; Curso regional de capacitación sobre extracción de ácidos nucleicos (ADN y ARN) e identificación de cianobacterias mediante PCR.

El objetivo de la réplica de estos cursos, fue dar a conocer las metodologías impartidas por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) en los cursos de entrenamiento a nivel internacional ya que los conceptos adquiridos deben ser aplicados en territorio con la finalidad de que el Proyecto RLA 7026 se desarrolle de manera satisfactoria.

**INSPECCIÓN TÉCNICA PARA DETERMINAR LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA, LLUVIA Y SUBTERRÁNEA EN LA UNIDAD HÍDRICA LAGUNA DE YAHUARCOCHA EN EL MARCO DEL PROYECTO ARCAL 7026 –OIEA**

La inspección técnica se llevó a cabo los días 26 al 29 de noviembre de 2024, misma que tuvo como objetivo determinar la red de monitoreo de calidad del agua, lluvia y subterránea en la Unidad Hídrica Laguna de Yahuacocha en el marco del Proyecto ARCAL 7026 – OIEA; además, se identificó las actividades antrópicas en los sitios de inspección, así como los afloramientos o captaciones de cuerpos de agua subterráneos (pozos, ojos de agua, manantiales).

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- Se recorrieron los sitios priorizados de la red de monitoreo de calidad de agua superficial, lluvia y subterránea en la Unidad Hidrográfica donde se ubica la laguna de Yahuacocha, inspeccionando 28 puntos distribuidos a lo largo de la Unidad Hídrica.
- Se verificó la representatividad y accesibilidad de los sitios de inspección priorizados en gabinete.
- Se identificaron actividades antrópicas en los sitios de inspección que pudieran estar afectando a los cuerpos hídricos seleccionados.
- Se verificaron afloramientos de cuerpos de agua subterráneos (pozos, ojos de agua, manantiales) en la UH.

**2.2 DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO.**

Las principales dificultades y problemas presentados en la ejecución del Proyecto ARCAL son:



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

- Cambio frecuente de autoridades en las instituciones contrapartes nacionales, así como con el NLO (Subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares del Ministerio de Energía y Minas) de Ecuador, ocasionando que se retrase la gestión oficial y oportuna de las acciones correspondientes al Proyecto ARCAL 7026.

### 3. COMPRA DE EQUIPOS E INSUMOS

En el Proyecto ARCAL 7026 no se ha realizado ninguna compra de equipos e insumos en el periodo 2024.

### 4. IMPACTOS

Los beneficios que el Proyecto brinda al país son los siguientes:

- Generación de herramientas y lineamientos técnicos respecto a floración de cianobacterias en cuerpos hídricos lénticos.
- Articulación de acciones con la Academia para fortalecer las capacidades tecnológicas y metodológicas a nivel local y nacional para lograr una alianza estratégica y promover acciones conjuntas en las áreas de investigación, gestión y servicios de la calidad del agua, relacionados a la contaminación orgánica e inorgánica por proliferación de cianotoxinas.
- Generación de directrices y criterios técnicos para el fortalecimiento de la gestión de la calidad del recurso hídrico en los diferentes usos y aprovechamientos del agua.
- Articulación y generación de vínculos con el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) para la aplicación a nuevos Proyectos que permitan el fortalecimiento institucional referente a la gestión integrada e integral de los recursos hídricos.
- Coordinación de reuniones interinstitucionales con los actores involucrados en el Proyecto como el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), la Universidad Amazónica de Ikiám y la Universidad Técnica del Norte.
- Levantamiento de información actualizada a través de monitoreos de calidad del agua físico, químico e isotópico en los cuerpos lénticos del país (Laguna de Yahuarcocha).

### 5. LECCIONES APRENDIDAS

Adecuada coordinación interinstitucional con las contrapartes nacionales del Proyecto ARCAL 7026, para el desarrollo de actividades.



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

El involucramiento de todo el equipo técnico de trabajo de las contrapartes nacionales, permitió que se pueda determinar la red de monitoreo preliminar, misma que será utilizada en el periodo 2025 conforme la planificación del proyecto ARCAL 7026.

Coordinar de manera anticipada y oportuna las postulaciones a los cursos de entrenamiento, permite que los procesos de aplicación en la plataforma INTOUCH no se retrasen.

El involucramiento y empoderamiento de las autoridades de turno permite gestionar y continuar con la ejecución del proyecto sin que se presente retrasos considerables.

## 6. RECURSOS APORTADOS POR EL PAÍS AL PROYECTO

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

Código y Título de Proyecto	Coordinador del Proyecto	Aporte valorado
RLA7026 “Evaluación de la contaminación ambiental orgánica e inorgánica en ríos, lagos embalses, y lagunas de Latinoamérica y el Caribe, y su impacto sobre el riesgo de proliferación de cianobacterias productoras de cianotoxinas que afectan la salud humana (ARCAL CLXXVIII)	Ministerio de Ambiente y Agua Subsecretaría de Recursos Hídricos Dirección de Administración y Calidad del Recurso Hídrico Contraparte principal 1 Mgs. Diego Reinoso <a href="mailto:diego.reinosoambiente.gob.ec">diego.reinosoambiente.gob.ec</a> 0998152125 Contraparte principal 2 Mgs. Evelyn Mina <a href="mailto:evelyn.mina@ambiente.gob.ec">evelyn.mina@ambiente.gob.ec</a> 0984618387 Apoyo Técnico MSc. Marco Martínez <a href="mailto:marco.martinez@ambiente.gob.ec">marco.martinez@ambiente.gob.ec</a> 0960533333	Para calcular el aporte valorado en el año 2024 se ha tomado los siguientes rubros: Viáticos: 1.360,00 Remuneraciones: 8.472,00 USD (por los tres técnicos)
<b>Total (USD)</b>		<b>9.832,00</b>

6.2 Tabla indicadores financieros para valorar el aporte de los países al programa ARCAL



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

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	0,00
2. Grupo Directivo del OCTA, Grupos de Trabajo del OCTA y Puntos Focales	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	8.472,00
3. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	0,00
4. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	0,00
5. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	0,00
6. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	0,00
7. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	0,00
8. Gastos locales por Sede de Reuniones de Coordinación Técnica (OCTA)	EUR 50.000 por semana	0,00
9. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	0,00
10. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	0,00
11. Tiempo trabajado como Coordinador Nacional y su equipo de soporte	Máximo EUR 1.500 por mes	0,00
12. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	0,00
13. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	0,00
14. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el Proyecto (máximo 3 especialistas por Proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	0,00
15. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: <ul style="list-style-type: none"> <li>● Viáticos interno/externo</li> <li>● Transporte interno/externo</li> </ul>	Máximo EUR 7.500/Proyecto	1360,00
16. Gastos del país para el Proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	0,00
<b>TOTAL</b>		<b>9.832,00</b>

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



## 7. CONCLUSIONES

- Las actividades del Proyecto ARCAL 7026, planificadas en el periodo 2024 fueron ejecutadas de manera adecuada, cumpliendo con los tiempos establecidos por la Contraparte Regional del Proyecto.
- Las acciones ejecutadas a nivel interinstitucional y coordinadas por la Contraparte Nacional Técnica del Proyecto durante el año 2024, permitió definir la red de monitoreo de calidad del agua, isotópica y agua lluvia en la Unidad Hidrográfica en la que se ubica la laguna de Yahuarcocha (Unidad Hídrica nivel 6 Pfafstetter: 154893), caso demostrativo del Ecuador para el Proyecto ARCAL 7026.
- Los cursos y talleres de entrenamiento organizados por el Proyecto ARCAL 7026 han sido desarrollados de manera adecuada, permitiendo el fortalecimiento técnico de las instituciones gubernamentales y académicas participantes del Ecuador.
- La participación del MAATE en los Proyectos ejecutados por el OIEA es de suma importancia ya que se fortalece la gestión hídrica del país relacionado a la aplicación de técnicas nucleares; en este sentido se debe continuar participando en los Proyectos nacionales y regionales que la OIEA ofrece a los países contrapartes.
- Algunos de los cursos ejecutados han sido replicados por los analistas participantes a nivel interinstitucional cumpliendo con los compromisos adquiridos ante el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), sin embargo se requiere dar continuidad compartiendo y aplicando los conocimientos adquiridos en los cursos otorgados por el OIEA, en primera instancia a través de las actividades previstas a nivel regional para el Proyecto RLA 7026 y posteriormente en la réplica de experiencias y gestión técnica adquiridas para fortalecer a la gestión de la calidad del agua a nivel nacional.

## 8. RECOMENDACIONES

- Ejecutar los monitoreos de calidad del agua en el caso demostrativo de Ecuador (Laguna de Yahuarcocha) aplicando los criterios técnicos armonizados a nivel regional, basados en los entrenamientos realizados por los analistas responsables de la DACRH; con la finalidad de generar soluciones fundamentadas respecto a las necesidades gubernamentales de recuperar la Laguna de Yahuarcocha en cumplimiento de lo establecido en la LORHUyA.
- Priorizar las visitas de campo a nivel local y el levantamiento de información primaria de calidad del recurso hídrico de la unidad hídrica donde se ubica la Laguna de Yahuarcocha, con base a la hoja de ruta del proyecto; es imprescindible para determinar el modelo conceptual de la unidad hídrica así como identificar las acciones que deban priorizarse para la recuperación de dicho cuerpo de agua.
- Continuar con la participación activa del Ecuador en el Proyecto RLA 7026 y la asistencia respectiva del equipo técnico a las Mesas Técnicas de la problemática en la Laguna de Yahuarcocha a la que asisten actores interinstitucionales, permitirá la adecuada representación y accionar de la Autoridad Única del Agua en territorio a fin de que se tomen las decisiones adecuadas en beneficio del país.



RLA7028 Fortalecimiento de las capacidades regionales en la aplicación de técnicas nucleares e isotópicas para aumentar el conocimiento sobre los factores de estrés que afectan la gestión sostenible marina y costera (ARCAL CLXXXIX)

## 1. RESUMEN EJECUTIVO

En 2024, Ecuador avanzó en varios componentes del proyecto RLA7028 de investigación marina, enfrentando también retos importantes. Los Puntos Focales de cada componente participaron activamente en las reuniones, capacitaciones e intercambios planificados para 2024. La transmisión de capacidades adquiridas a través del proyecto RLA7028 a redes nacionales ha sido clave para capacitar a técnicos locales. Las instituciones participantes han aportado con recursos técnicos y de personal propios, esperando el envío de algunos equipos (Microplásticos y Acidificación Oceánica) para poder cumplir con la medición de los Estresores Marino-Costeros.

A nivel nacional, se mantuvieron reuniones para definir las instituciones responsables de la toma de muestras y análisis del ODS 14 (Vida Submarina). Además, se realizaron reuniones con actores claves para establecer mecanismos de reporte del indicador (UNEP, INEC, MAATE). Las instituciones involucradas en este proyecto continúan en la colección de muestras e información relevante para el reporte del ODS, usando los protocolos compartidos en la red REMARCO (cuando existiere). Sin embargo, en algunas componentes persisten retos debido a la falta de estandarización de metodologías y la necesidad de equipamiento para monitorear los parámetros.

Este informe es una recopilación de los informes presentados por los Puntos Focales Nacionales de cada componente:

- Componente de Acidificación Oceánica: Francisco Navarrete Muir (Equatorial Biome and Ocean Acidification, EBIOAC - ULEAM)
- Componente de Microplásticos: Gustavo Dominguez Cazco (Laboratorio de Contaminantes Emergentes, LICE-ESPOL)
- Componente de Eutrofización: Paola Calle Delgado (Laboratorio de Ecotoxicología – ESPOL)
- Componente de Comunicación: Evelyn Vera Balladares (Galapagos Marine Research and Exploration, GMaRE-ESPOL)

## 2. RESULTADOS, DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO

Los resultados alcanzados y las dificultades presentadas en 2024 a nivel de Ecuador, con la implementación del proyecto se pueden resumir de la siguiente forma:

### a. Acidificación Oceánica

#### Participación en Reuniones Nacionales

Durante el año 2024 se desarrollaron varias reuniones a nivel nacional del componente Acidificación Oceánica en las que se pudo definir las instituciones que, una vez recibidos los equipos de medición, participarían en la toma de muestras y análisis enfocados al reporte del indicador 14.3.1.

También se realizaron reuniones con otras instituciones nacionales como el MAATE, INEC y UNEP para definir los mecanismos y las instituciones responsables para elevar el reporte del indicador 14.3.1

#### Participación en Reuniones Regionales



Se han realizado reuniones mensuales regionales con las personas que trabajan en el componente Acidificación Oceánica y que son parte de la red REMARCO. Estas reuniones han servido para coordinar los trabajos a nivel regional y promover el establecimiento de las estaciones de monitoreo en los países participantes.

Se destaca la participación desarrollada en forma virtual en la COP16 Cali, dentro de las exposiciones en la zona verde, en el conversatorio denominado “Desafíos en la generación de conocimiento sobre la Acidificación Oceánica para preservar la Biodiversidad Marina” desarrollada el día 21 de octubre del 2024.

Del 6 al 10 de mayo del 2024 el Punto Focal Nacional de Acidificación Oceánica participó de forma presencial en el “Curso regional de capacitación y entrenamiento sobre medición del sistema de carbonatos” que se desarrolló en la ciudad de Santa Marta, Colombia; y estuvo organizado por el INVEMAR y la OTGA de UNESCO. El financiamiento de este curso fue realizado a través del proyecto RLA7028.

#### b. Microplásticos

##### Participación en Reuniones de coordinación

###### Reuniones nacionales

A nivel nacional, nuestro punto focal, María José Marín, delineó un plan para llevar a cabo las reuniones y coordinar las actividades de las diferentes componentes del proyecto RLA7028. Se asistió a todas las reuniones convocadas y las tareas derivadas de las reuniones se cumplieron sin inconvenientes.

###### Reuniones regionales virtuales

A nivel regional, se confirmó un equipo de coordinación del componente. En este comité regional cuenta con una persona responsable: Yusmila Helguera de Cuba y con un suplente: Mauricio Díaz de Argentina. En la primera reunión del 4 de abril se presentó el plan de trabajo, aprobado por todos los participantes. Asimismo, se adoptó un calendario anual de las reuniones de coordinación que mayormente tomaron lugar el primer jueves de cada mes con excepción de enero y diciembre.

###### Reunión regional presencial

En la semana del 11 al 15 de noviembre de 2024, se participó en la reunión regional para la «Armonización de Protocolos para la Determinación de Microplásticos en Aguas y Sedimentos en la Zona Marino Costera» que tuvo lugar en Mar del Plata, Argentina. El propósito de esta reunión fue establecer criterios regionales armonizados para la recolectar y analizar microplásticos menores a 300 micras en aguas marinas superficiales y sedimentos finos. Estos protocolos serán implementados en los laboratorios participantes del proyecto RLA7028, luego de la validación que se realizará de marzo a agosto de 2025 en los laboratorios de la OIEA en Mónaco.

###### Cursos de capacitación

En la semana de 13 al 17 de mayo de 2024, se participó en el curso de Radioecología de microplásticos organizado por el Laboratorio de Toxinas Marinas de la Universidad de Chile. El objetivo de este curso fue presentar las metodologías de técnicas nucleares, isotópicas y espectroscópicas (FTIR y Raman) aplicadas en el estudio avanzado de la contaminación ambiental por plásticos y microplásticos en diferentes ecosistemas. Los miembros del laboratorio LICE participaron toda la semana en este curso.

###### Talleres y salidas de campo

###### Taller regional virtual

Los días 3 y 4 de julio de 2024, se participó en el taller para definir la estrategia del programa de monitoreo de MP en arena de playa y agua superficial en el marco del proyecto 7028. Como resultado, se acordó que el monitoreo de MP de arenas de playa sea cada 3 meses, mientras que el monitoreo de



aguas superficiales sea cada 6 meses a partir de septiembre de 2024 en al menos tres sitios de muestreo por país. Inmediatamente, el laboratorio LICE designó que las playas de Bellavista en Puná y el Encanto en Data de Posorja sean los sitios de muestreo para el continente. Además, se incorporan las playas de las islas Galápagos que corresponden al proyecto ECU7009: playa los Marineros en Baltra, playa el Garrapatero y Tortuga Bay en Santa Cruz, lo que suma un total de 5 playas de Ecuador que reportarán resultados.

#### Salida de campo

El 23 de septiembre de 2024, el equipo LICE-ESPOL recolectó las muestras de arena en las playas Bellavista en Puná y el Encanto en Data de Posorja, Prov. Guayas. Las muestras de ambos sitios han sido totalmente procesadas y aguardan el análisis polimérico con el FTIR.

#### Otras actividades

##### Edición del documento técnico REMARCO

Se subió en el documento TECDOC que fue compartido en línea, la información sobre el monitoreo realizado el 25 de noviembre de 2023 en las playas de Data de Posorja.

#### c. Eutrofización

Se participó en las reuniones (3) convocadas por el punto focal regional Dr. Joan Albert Sánchez y webinars (2) con el Dr. Dany Ghafari, UNDP, responsable del indicador SGD 14.1.1a para el componente de eutrofización. Se logró establecer a nivel regional en común acuerdo con todos los países que la medición de nutrientes serían los totales. Así mismo, se estableció a nivel nacional un punto de muestreo anual en el continente (Estero Salado, sector Miraflores) y uno en las Galápagos (zona costera isla Santa Cruz) para la medición de nutrientes totales. No se ha estandarizado la metodología a usar para nutrientes totales a nivel regional, para lo cual se necesitará capacitación en la metodología que se escoja, así como el equipamiento respectivo.

En cuanto a las mediciones de clorofila-a como indicador que aporte al índice de eutrofización se estableció que se debe capacitar en la revisión de las anomalías de clorofila-a satelital, validación con mediciones in situ, y trabajar con modelos ICEP.

A nivel nacional, se presentaron dificultades durante el desarrollo del componente de eutrofización debido a la falta de energía eléctrica que muchas veces limitaba el acceso adecuado a las reuniones virtuales. Falta de capacitación a nivel local, nacional y regional que permita estandarizar metodologías para la medición de nutrientes y clorofila-a.

#### d. Floraciones Algales Nocivas (FANs)

Se asistió a todas las reuniones virtuales convocadas por el Punto Focal de FANs. Actualmente se está trabajando en un manuscrito con varios países sobre Políticas Públicas en temas de manejo de Floraciones Algales y sus impactos en la sociedad.

El proyecto ha permitido mejorar la comprensión de la dinámica del fitoplancton en las Islas Galápagos, además de fortalecer las capacidades técnicas para el monitoreo de microalgas en todo el territorio ecuatoriano. Los cursos teórico-prácticos contribuyeron significativamente a la capacitación de técnicos y especialistas, fortaleciendo la capacidad de respuesta ante eventos de FANs.



Entre las dificultades, se encontraron limitaciones en el acceso a insumos para muestreo, algunas dificultades en la logística de monitoreo, y la necesidad de fortalecer laboratorios y capacitación técnica en análisis avanzados y detección de toxinas.

e. Carbono Azul

Participación en la reunión virtual de lanzamiento del proyecto RLA7028 organizada por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

Durante las sesiones entre el 14 y 15 de agosto de 2024 cada país miembro pudo exponer sus experiencias en cuanto al "Fortalecimiento de Capacidades Regionales en la Aplicación de Técnicas Nucleares e Isotópicas para Conocer los Estresores que Afectan la Gestión Sostenible Marina y Costera". Si bien, Ecuador aun está construyendo el marco legislativo para esto, y esta fue la reunión de lanzamiento del componente, fue una sesión muy productiva ya que los países miembros con mayor experiencia lograron compartir sus conocimientos y experiencias en la protección y gestión sostenible de los ecosistemas marinos y costeros, como los manglares y pastos marinos.

Participación en el webinar Fundamentos del Carbono Azul y Herramientas de Gestión para la región de Latinoamérica y el Caribe.

Durante este webinar organizado por la Iniciativa Regional de Manglares, Corales y Humedales de RAMSAR se trataron conceptos básicos sobre Carbono Azul y como países como Costa Rica han incorporado al Carbono Azul en políticas nacionales con perspectiva a los compromisos climáticos Nacionales. Lo relevante de esta reunión para el componente REMARCO es que fue por invitación de DIMACO- MAATE que logramos asistir y permite coordinar reuniones a futuro sobre este componente ya que si bien existe una agenda nacional de Programa Ecuador Carbono Cero (PECC), a través del Acuerdo Ministerial Nro. MAAE-2021-018 aún no existe el marco legislativo oficial para Carbono Azul y estos espacios permiten el intercambio de experiencias en el tema.

Proyecto AquaForest – Comp\_ Forestación de Manglar

Como grupo focal, ESPOL participa en el proyecto AquaForest, una iniciativa pionera en Ecuador, liderada por una colaboración internacional. AquaForest ha creado un ecosistema de manglares de 50 ha., reutilizando material del dragado. El proyecto de demostración AquaForest es un proyecto piloto para una nueva solución basada en la naturaleza, orientada a acciones climáticas de mitigación y adaptación en el delta del río Guayas, en Ecuador. El proyecto se centra en un enfoque innovador de restauración de los bosques de manglares mediante el uso de sedimentos dragados de forma circular y sostenible para eliminar carbono de la atmósfera, aumentar la resiliencia a los impactos del cambio climático, como las inundaciones, y permitir un desarrollo socioeconómico sostenible en la zona del proyecto.

Tras más de dos años de investigación, estudios de viabilidad y ecoingeniería y la creación de la nueva masa de tierra (isla) en la que crecerán los manglares, iniciamos el proceso de forestación asistida, con la plantación de los primeros árboles a mediados de octubre de 2024.

Los manglares son importantes sumideros de carbono y pueden retener hasta cuatro veces más carbono por hectárea que las selvas tropicales. Los manglares también sustentan actividades socioeconómicas como el ecoturismo y la pesca sostenible. En el laboratorio viviente AquaForest Nature-based-Solutions



exploramos todos estos servicios ecosistémicos y cuantificamos el impacto positivo de los manglares en las comunidades locales y el medio ambiente.

f. Comunicación

Ecuador ha tenido una participación constante en la Red de Investigación de Contaminación Marina Costera (REMARCO), la cual busca fortalecer las capacidades científicas y la cooperación regional para el monitoreo de contaminantes en ecosistemas marinos. Esta red, que involucra a 18 países de América Latina y el Caribe, ha facilitado el desarrollo de proyectos, intercambios de información y capacitación en torno a la gestión ambiental marina, con un enfoque especial en la protección de la biodiversidad. En el contexto de REMARCO, Ecuador ha contribuido con comunicación de investigaciones relacionadas con los diferentes componentes. La componente de Comunicación ejecutó 6 notas comunicacionales publicadas en la web de REMARCO.

En agosto se llevó a cabo una reunión con el punto focal de comunicación del año 2023, representante de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), en la que se integró al Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca (IPIAP). Durante el encuentro, se presentaron las actividades realizadas en 2023 en el marco del proyecto RLA 7025. Además, se destacó la importancia de comunicar las acciones de cada componente de REMARCO al equipo de comunicación para su adecuada difusión en la página web de la red.

En agosto de 2024, la Punto Focal Nacional de Comunicaciones participó en el desarrollo del Plan Estratégico de Comunicación de REMARCO, con los puntos focales de comunicación de toda la región. Esta reunión se dio en Chile, del 26 de agosto al 30 de agosto de 2024, y permitió establecer diversas actividades estratégicas, como encuentros con contrapartes y miembros técnicos, incluyendo ministros, autoridades locales y congresistas. También se definieron acciones para identificar y gestionar espacios que visibilicen a REMARCO, fortalecer los vínculos y estrategias de comunicación con actores clave, y ofrecer capacitaciones para puntos focales y contrapartes técnicas sobre producción de materiales audiovisuales. Además, se propuso la creación de espacios de conversación virtual sobre temas relevantes de la red y el desarrollo de materiales de divulgación para situaciones de crisis ambiental.

Durante el 2024, la Punto Focal Nacional ha participado de reuniones mensuales vía zoom del Componente de Comunicación REMARCO. En estas sesiones, se abordaron como temas principales la presentación de REMARCO, las actividades realizadas por cada país durante el año, y la importancia de diseñar un plan estratégico de comunicación adaptado a la realidad de cada nación. Asimismo, se enfatizó la necesidad de asegurar que las actividades sean medibles en el tiempo, considerando la duración de cuatro años del plan estratégico, y de mantener la continuidad del personal responsable de comunicación para lograr mejores resultados dentro de la red REMARCO.

### 3. COMPRA DE EQUIPOS E INSUMOS

a. Acidificación Oceánica

Durante 2024 se presentó la lista de materiales y equipos contemplados dentro del Kit REMARCO que serían adquiridos desde el proyecto RLA7028 y que servirían para que desde Ecuador (EBIOAC-ULEAM) podamos levantar la información necesaria para el reporte del indicador 14.3.1. Los equipos y materiales solicitados tienen un valor total de 41581 EUR. Desde la IAEA en diciembre del 2024 se nos ha comunicado informalmente que se está avanzando con el proceso de adquisición. Esperamos que se concrete para el 2025.



b. Microplásticos

En proceso (PO# 150427) de recibir el equipo ATR-FTIR para identificar los polímeros hasta 300 micras presentes en las muestras.

c. Eutrofización

No se han comprado equipos ni insumos a través del proyecto RLA7028.

d. Floraciones Algales Nocvas

No se han comprado equipos ni insumos a través del proyecto RLA7028.

e. Carbono Azul

No se han comprado equipos ni insumos a través del proyecto RLA7028.

f. Comunicación

No se han comprado equipos ni insumos a través del proyecto RLA7028.

#### 4. IMPACTOS

Uno de los problemas identificados es que no hay suficiente información básica científica a nivel nacional y regional, para entender os procesos e impactos inducidos por los estresores marinos. Este proyecto ha contribuido en el 2024 en las siguientes formas:

- **ACIDIFICACIÓN OCEÁNICA:** Este proyecto ha contribuido para coordinar los trabajos a nivel nacional y promover el establecimiento de las estaciones de monitoreo en las instituciones participantes.
- **MICROPLÁSTICOS:** Este proyecto ha contribuido positivamente en la capacitación sobre las técnicas armonizadas para estudiar los microplásticos en dos matrices ambientales: arenas de playa y aguas superficiales. Como resultado, se dio comienzo con el cronograma establecido para el monitoreo de la contaminación por microplásticos en arenas de playas en septiembre de 2024.
- **EUTROFIZACIÓN:** La participación en reuniones de esta componente ha contribuido a la discusión del desarrollo de Protocolos para determinar el Índice de Eutrofización Costera, para el reporte del ODS 14.1.1a.
- **FLORACIONES ALGALES NOCIVAS:** El proyecto ha fortalecido la capacidad nacional para el monitoreo de fitoplancton, generando datos esenciales para evaluar la salud del ecosistema marino de Ecuador continental y las Islas Galápagos. La capacitación proporcionada a través de los cursos teórico-prácticos ha permitido mejorar las habilidades de los profesionales locales, asegurando una mejor gestión de eventos de FANs. Además, la amplia difusión de resultados en redes sociales y la plataforma REMARCO ha garantizado la sensibilización y concienciación de la comunidad científica y el público en general sobre la importancia del fitoplancton y su monitoreo en el contexto del cambio climático.



## 5. LECCIONES APRENDIDAS

Las mejores y peores prácticas para aprender de errores y experiencias positivas durante el 2024 pueden resumirse así:

- El componente de microplásticos Ecuador dentro del proyecto RLA7028 ha logrado avances significativos durante el 2024, gracias a una coordinación efectiva, una capacitación adecuada, la realización de salidas de campo y la actualización de la documentación técnica. Estas lecciones aprendidas servirán como base para futuras acciones y proyectos en la lucha contra la contaminación por microplásticos en el país y la región.
- El componente de Eutrofización Ecuador se encuentra realizando mediciones de nutrientes totales a nivel de país, sin embargo, la metodología no ha sido estandarizada y todavía no está siendo reportada. Faltan reuniones para estandarizar la metodología de medición de nutrientes totales y capacitación, lo cual debería ser una prioridad ya que la mayoría de los países de la región están midiendo nutrientes totales, pero con diferentes metodologías.
- En el componente de Floraciones Algales Nocivas Ecuador, el desarrollo del proyecto ha permitido identificar las mejores prácticas en monitoreo fitoplanctónico, destacando la importancia de la selección de metodologías estandarizadas y la capacitación continua del personal técnico. Se ha evidenciado que la colaboración interinstitucional fortalece la capacidad de respuesta ante eventos de FANs.

## 6. RECURSOS APORTADOS POR EL PAÍS AL PROYECTO

- Acidificación Oceánica: ULEAM, a través de su grupo EBIOAC ha contribuido al proyecto con equipamiento y capacidades desarrolladas en su personal en la medición de acidificación en experimentos controlados de especies marinas.
- Microplásticos: ESPOL, a través de sus Laboratorios: Laboratorio de Contaminantes Emergentes (LICE) y GMaRE, contribuyen al proyecto RLA7028 con equipamiento y capacidades básicas desarrolladas en su personal en la medición de microplásticos en las diferentes matrices (agua superficial y arenas). Se ha preparado un laboratorio para la instalación de un FTIR, lo cual se realizó con fondos de FCV-ESPOL.
- Eutrofización: Participación de personal técnico, materiales e insumos a través de aportes del Laboratorio de Ecotoxicología de ESPOL. Adicionalmente, a través del Laboratorio GMaRE se están analizando datos satelitales usando las capacidades del personal técnico.
- Floraciones Algales Nocivas: Ecuador ha contribuido con infraestructura, equipamiento y personal especializado para la ejecución del proyecto. Se han destinado recursos para contratación de técnicos, el mantenimiento de laboratorios, adquisición de insumos y participación en eventos científicos. Además, se ha brindado apoyo logístico en las campañas de muestreo y análisis de datos, garantizando la continuidad de las actividades del proyecto. Los cursos teórico-prácticos representaron una inversión clave en el desarrollo de capacidades técnicas, permitiendo que más profesionales se integren en la gestión y monitoreo de FANs. La difusión de resultados a través de redes sociales y REMARCO ha sido un aporte clave para visibilizar el impacto de las acciones realizadas en el marco del proyecto.
- Comunicación: ESPOL cuenta con un equipo de comunicación dentro de la Institución y a través de la Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar (FIMCM) quienes han contribuido con sus recursos para la comunicación de resultados y actividades del proyecto.



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

● VALORACIÓN DEL APORTE DEL PROYECTO RLA7028 AL PROGRAMA ARCAL

Durante el 2024, se considera la siguiente valoración del aporte de Ecuador al Proyecto RLA7028:

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	EUR 6000 (4 capacitaciones en persona recibidas durante 2024)
2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	NA
3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	NA
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	NA
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	NA
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	NA
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	NA
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	NA
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	NA
10. Tiempo trabajado como Coordinadora Nacional de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	EUR 100 mensuales
11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	EUR 300 mensuales
12. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos interno/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	EUR 7500 (5 viajes durante 2024)
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	EUR 10.000
<b>TOTAL</b>		<b>EUR 23900</b>



RLA7029 Fortalecimiento de las capacidades regionales para evaluar la disponibilidad y la calidad del agua dulce mediante técnicas de hidrología isotópica (ARCAL CXCIV)

## INTRODUCCIÓN

El proyecto RLA2970 tiene como objetivo mejorar las capacidades regionales en América Latina y el Caribe para evaluar la disponibilidad y calidad del agua dulce utilizando técnicas de hidrología isotópica.

La hidrología isotópica es una disciplina que aplica técnicas basadas en isótopos para estudiar el ciclo del agua y sus procesos asociados. Los isótopos, átomos de un mismo elemento con diferente número de neutrones, actúan como "trazadores naturales" que permiten comprender el origen, la edad, el recorrido y las interacciones del agua en sistemas superficiales y subterráneos.

Se utilizan principalmente isótopos estables como el oxígeno-18 ( $\delta^{18}\text{O}$ ) y el deuterio ( $\delta^2\text{H}$ ), así como isótopos radiactivos como el tritio ( $^3\text{H}$ ) y el carbono-14 ( $^{14}\text{C}$ ). Los isótopos estables proporcionan información sobre los procesos de evaporación, condensación y mezcla, mientras que los isótopos radiactivos ayudan a determinar la edad del agua y su tiempo de tránsito en el sistema hidrológico.

Esta técnica tiene aplicaciones diversas, como la identificación de fuentes de contaminación, la evaluación de la recarga de acuíferos, el análisis de la interacción entre aguas subterráneas y superficiales, y la gestión sostenible de recursos hídricos. Además, es clave para estudiar los efectos del cambio climático en el ciclo del agua.

La hidrología isotópica, promovida por instituciones como el OIEA, es un instrumento valioso para comprender y manejar los recursos hídricos en un contexto de creciente presión ambiental y climática.

## ESTRUCTURA DEL INFORME ANUAL

### 1. RESUMEN EJECUTIVO:

El Proyecto RLA7029, coordinado en Ecuador por la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), busca fortalecer las capacidades regionales en hidrología isotópica para evaluar la calidad y disponibilidad del agua dulce. La reunión de coordinación en Viena permitió definir estrategias para integrar redes de monitoreo isotópico, mejorar la calidad de los datos y fomentar la cooperación internacional, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Ecuador posee infraestructura y personal con capacidades para trabajar con isótopos estables como  $\delta^{18}\text{O}$  y  $\delta^2\text{H}$ , pero enfrenta limitaciones en el análisis de isótopos radiactivos como  $^3\text{H}$ . La falta de un marco coordinado entre instituciones académicas y gubernamentales dificulta el aprovechamiento integral de los avances y la correlación de información.

Se propusieron y realizaron actividades como talleres de capacitación en diseño de monitoreo, intercomparaciones regionales y fortalecimiento de redes GNIP y GloWAL. Además, se enfatizó la promoción de la hidrología isotópica en entornos universitarios y su integración en políticas públicas.

Ecuador deberá priorizar la creación de una red de colaboración nacional e identificar necesidades locales. Estas acciones permitirán posicionar de mejor manera a Ecuador frente a la gestión sostenible de los recursos hídricos y la actual sequía que atraviesa el país.

### 2. RESULTADOS, DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO:



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

Entre los logros alcanzados se encuentran la participación a 4 eventos organizados por la red donde 3 son de capacitación y 1 reunión de coordinación. Los eventos son los siguientes:

- EVT2403842. Regional Training Course on Laser Spectrometry Methods for Isotope Hydrology. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). Del 25 al 29 de noviembre 2024. Participante (1): Marcela Cabrera - Universidad Regional Amazonica Ikiam
- EVT2403687. XII Curso Hispanoamericano de Hidrología Subterránea-"Virtual. Universidad de la República (UdelaR). Del 30 de septiembre al 25 de octubre de 2024. Participante (1): Peter Olaya - Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- EVT2403690. XII Curso Hispanoamericano de Hidrología Subterránea-"Presencial. Universidad de la República (UdelaR). Del 28 de octubre al 7 de diciembre de 2024. Participante (1): Peter Olaya - Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- EVT2403795. First coordination meeting on IWAVE reports, national integration of policy makers (SDG6) and regional integration to GloWAL. Del 11 al 15 noviembre 2024. Participante (1): Daniel Garcés - Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Otro de los resultados es la creación de una red regional de técnicos que aplican técnicas nucleares a estudios hidrológicos, y la planificación de un sitio web para identificar y publicar los puntos de contacto en cada país. También la planificación de una capacitación para unificar datos isotópicos nacionales bajo un representante GNIP para garantizar homogeneidad y accesibilidad en plataformas globales. También se gestionó la planificación para realizar capacitaciones y talleres para fortalecer las redes nacionales y mejorar la calidad de los datos. Además, se logró generar un plan para facilitar instructivos y recursos necesarios para mantener las redes operativas y sostenibles. Otro resultado es la generación de un plan de divulgación de materiales educativos que muestren la aplicabilidad de estas técnicas en sectores estratégicos. Posteriormente se planteó la necesidad de crear un puente entre las investigaciones académicas y las instituciones gubernamentales mediante actividades colaborativas.

Finalmente se planificó un plan para integrar datos en bases globales y promover estándares homogéneos; y la integración de hidrología isotópica en la predicción de fenómenos climáticos extremos.

Entre los compromisos y actividades nacionales están también:

- Identificación de necesidades locales: Evaluación de respuestas a problemáticas urgentes en cada país.
- Conformación de grupos IWAVE: Creación de comités nacionales integrados por gestores y técnicos.
- Workshops nacionales: Talleres de difusión dirigidos a tomadores de decisiones y comunidades locales.
- Promoción de la HI en universidades: Desarrollo de materiales educativos para profesores y gestores hídricos.
- Incorporación de la HI en entornos universitarios y/o académicos: Fomentar su inclusión en carreras relacionadas.
- Revisión Informe IWAVE enviado antes de la reunión: Realización de una nueva evaluación para identificar oportunidades de mejora.

Los beneficios de estos permiten aumentar las capacidades de trabajo con técnicas isotópicas aplicadas a hidrogeología, y generar enlaces o redes sudamericanas para cooperación.

Al momento no se han presentado problemas o dificultades que afecten la ejecución o coordinación del proyecto.



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

3. **COMPRA DE EQUIPOS E INSUMOS:**

Al momento no se han comprado equipos o insumos para el proyecto.

4. **IMPACTOS:**

Este proyecto genera un impacto positivo en la participación de la academia y las instituciones gubernamentales responsables de velar por la calidad, conservación y sostenibilidad de los recursos hídricos. Es importante involucrar a estas instituciones en el desarrollo del proyecto para lograr la aplicación y uso de los resultados obtenidos en el proyecto con un impacto significativo. Fortalecer las capacidades para la implementación y uso de las técnicas nucleares en aplicaciones hidrológicas permitirá mejorar los estudios ambientales hidrológicos para la gestión y sostenibilidad general de los ecosistemas a ser evaluados/monitoreados. El aumento de estas capacidades también permite explorar más fuentes de suministro de aguas subterráneas reduciendo así el riesgo de impactos negativos por la posible sobreexplotación de los recursos hídricos superficiales.

5. **LECCIONES APRENDIDAS:**

Entre las lecciones aprendidas están la fortaleza de las redes y como estas permiten el aprovechamiento de los recursos dispersos en la región para alcanzar los objetivos de los proyectos sin las limitaciones de equipamiento o de capacidades humanas. Entre las peores prácticas es la centralización hermetizarían tanto de los recursos, así como de la información, lo cual genera duplicidad de esfuerzos escasez de datos.

6. **RECURSOS APORTADOS POR EL PAÍS AL PROYECTO**

**VALORACIÓN DEL APORTE DEL PROYECTO RLA/7029 AL PROGRAMA ARCAL**

ITEM	VALOR DE REFERENCIA	CANTIDAD en Euros
1. Expertos/Conferencistas enviados al exterior por el Organismo (OIEA)	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	€ 22,356.25
2. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	€ 3,000
3. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	€ 3,000
4. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	€ 0
5. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	€ 0
6. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	€ 0
7. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	€ 2,000
8. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	€ 0
9. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	€ 0



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

10. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	€ 0
11. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	€ 0
12. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: a. Viáticos interno/externo b. Transporte interno/externo	Máximo EUR 7.500/proyecto	€ 0
13. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	€ 0
<b>TOTAL</b>		<b>€ 30,356.25</b>



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

## **PARTICIPACIÓN DE EL/LA COORDINADOR/A NACIONAL EN LAS ACTIVIDADES DE ARCAL:**

Durante el año 2024 el Coordinador Nacional de ARCAL gestionó varias actividades las cuales se resumen a continuación.

- XXII Reunión del OCTA, recuperación de información parcial, debido a la disposición interna de la máxima autoridad del Ministerio de Energía de no participar en actividades a nivel internacional.
- Entrega del informe ARCAL del país 2023
- Reuniones de coordinación con contrapartes de varios proyectos para asesoramiento y seguimiento.
- Seguimiento de implementación de los proyectos para el ciclo en ejecución.
- Coordinación y seguimiento para que las contrapartes de proyectos remitan el informe de cada proyecto.

## **PROYECTOS EN LOS QUE HA PARTICIPADO EL ECUADOR**

A continuación, se presenta la información más relevante en torno a los proyectos desarrollados en las áreas temáticas priorizadas definidas en el Perfil Estratégico Regional (PER) y su extensión.

Para cada uno de los mencionados proyectos se incluyen las siguientes secciones: resumen ejecutivo, participación de las contrapartes nacionales, recursos aportados por el país, impacto de las actividades, y los resultados y dificultades presentados.



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

**APORTE ECONOMICO ESTIMADO DEL PAIS AL PROGRAMA:** Estimar el aporte económico del país al programa, completando las siguientes tablas.

CODIGO	Título del Proyecto	INSTITUCIÓN CONTRAPARTE		Aporte valorado
RLA0073	Fortalecimiento de la igualdad de género en las instituciones nucleares nacionales (ARCAL CXCVI)	Escuela Superior Politécnica del Chimborazo	Diana Carolina Aguay Saquicaray	5400
RLA1020	Promoción de la tecnología de la radiación en polímeros naturales y sintéticos para desarrollar nuevos productos, con hincapié en la recuperación de residuos (ARCAL CLXXIX)	Escuela Politécnica Nacional	Ms Gloria Maribel Luna Aguilera	3900
RLA1023	Fortalecimiento de la Capacidad Técnica para el Uso de Tecnología de Radiación en el Tratamiento de Aguas Residuales (ARCAL CXCI)	Ministerio de Energía y Minas	Omar Alonso Suarez Oquendo	4680
		Escuela Politécnica Nacional	Paul Ernesto Vargas Jentzsch	
RLA2018	Apoyo al Desarrollo de Planes Energéticos Integrales que Consideren el Clima, el Suelo, la Energía y el Agua en América Latina y el Caribe (ARCAL CXC)	Ministerio de Energía y Minas	Alex Patricio Posso Espinosa	6559,19
RLA5085	Fortalecimiento de la capacidad de los laboratorios oficiales para monitorizar brotes de enfermedades animales y zoonóticas prioritarias y responder a ellos (ARCAL CLXXIV)	Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (AGROCALIDAD)	Ms David Jarrín	500
RLA5086	Reducción de la tasa de mortalidad de la trucha arco iris asociada al virus de la necrosis pancreática infecciosa y a enfermedades emergentes mediante técnicas moleculares y ómicas (ARCAL CLXXV)	Ministerio de Acuicultura y Pesca Subsecretaría de calidad y seguridad	Mr Narciso Flavio Pin Quimiz	13300
RLA5087	Validación de la técnica del insecto estéril para el control de la mosca sudamericana de la fruta (ARCAL CLXXVI)	Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (AGROCALIDAD)	Ms Adriana del Consuelo Mariño Frías	1900
RLA5089	Evaluación de los efectos de los metales pesados y otros contaminantes en los suelos contaminados por actividades de origen antropógeno y natural (ARCAL CLXXVII)	Escuela Politécnica Nacional Departamento de Metalurgia Extractiva	Alicia Del Carmen Guevara Caiquetan	10600
RLA5090	Mejorar la productividad agrícola mediante mejores prácticas agrícolas y variedades mejoradas (ARCAL CXCII)	Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP); Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP); Estación Experimental Santa Catalina	Yamil Everaldo Cartagena Ayala	16002
RLA5091	Fortalecimiento de los programas de vigilancia de residuos de plaguicidas y micotoxinas en alimentos mediante el establecimiento de un programa de ensayos de competencia en laboratorios oficiales (ARCAL CXCV)	Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (AGROCALIDAD)	Wilfrido Alejandro Medina López	500
RLA6085	Fortalecimiento de las capacidades de los centros de ciclotrones/tomografía por emisión de positrones de la región (ARCAL CLXXXIII)	Hospital Carlos Andrade Marín	Ms Zoriset Meinhardt Tapias	100
RLA6090	Refuerzo de la gestión de la radioterapia para el tratamiento del cáncer cervicouterino en América Latina y el Caribe (ARCAL CLXXXII)	Hospital Carlos Andrade Marín	Mr Jorge Dario Sarasti Sanchez	0
RLA6093	Fortalecimiento de las Capacidades Regionales en el Uso de Técnicas de Medicina Nuclear en un Abordaje Multimodal Cardio-Oncológico en Pacientes con Cáncer (ARCAL CXCIII)	Hospital Carlos Andrade Marín	Zoriset Meinhardt Tapias	0
RLA7026	Evaluación de la contaminación ambiental orgánica e inorgánica en medios acuáticos y de sus efectos en el riesgo de cianobacterias que producen cianotoxinas (ARCAL CLXXVIII)	Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica Subsecretaría de Recursos Hídricos	Marco Vinicio Martínez Cordova	9832
			Diego Fabián Reinoso Moreno	
RLA7028	Fortalecimiento de las capacidades regionales en la aplicación de técnicas nucleares isotópicas para aumentar el conocimiento sobre los factores de estrés que afectan la gestión sostenible marina y costera (ARCAL CLXXXIX)	Escuela Superior Politécnica del Litoral	María José Marín Jarrín	23900
RLA7029	Fortalecimiento de las capacidades regionales para evaluar la disponibilidad y la calidad del agua dulce mediante técnicas de hidrología isotópica (ARCAL CXCV)	Escuela Superior Politécnica del Litoral	Daniel Omar Garces León	30356,25

<b>TOTAL</b>	<b>127529,44</b>
--------------	------------------



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

La República del Ecuador como Estado miembro del Organismo Internacional de Energía Atómica y signatario del Acuerdo Regional de Cooperación para América Latina y el Caribe, agradece el apoyo brindado y se compromete a intensificar sus esfuerzos para impulsar el uso de la tecnología nuclear en este año; reconoce la importancia del programa de cooperación técnica, a través de la participación activa, de las entidades de los diferentes sectores de desarrollo del país y de la región, en los proyectos propuestos, de igual manera afirmamos nuestro compromiso para desarrollar y apoyar iniciativas en la región que ayuden a mitigar las necesidades/problemas identificadas en el Perfil Estratégico Regional; este informe se ha realizado en Quito, 14 de marzo de 2025.

---

Jorge Hernán Bastidas Pazmiño

Coordinador Nacional de ARCAL

Dirección de Aplicaciones Nucleares y Cooperación Técnica

Subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares

Ministerio de Energía y Minas

ECUADOR