



ARCAL

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

INFORME ANUAL 2021

País: **COSTA RICA**

Dr. Esteban Picado Sandí  
Coordinador Nacional ARCAL – Costa Rica  
Marzo 2022



## ARCAL

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

### CONTENIDO

#### 1. RESUMEN EJECUTIVO.

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

#### 3. RESULTADOS.

3.1-Dificultades y problemas presentados durante la marcha de los proyectos y del acuerdo.

#### 4. ANEXOS

Anexo 4.1 – Recursos aportados por el país al programa.

Anexo 4.2 –Tabla de indicadores financieros para valorar el aporte de los países.



## 1. RESUMEN EJECUTIVO

Durante el año 2021 Costa Rica continuó participando activamente en las actividades del Acuerdo Regional ARCAL. Este periodo se ha caracterizado por la dinámica de las actividades establecidas para la presentación de las propuestas de los proyectos regionales del ciclo 2022-2023, y por otra parte por la ejecución de los planes de trabajo de proyectos regionales ARCAL que fueron aprobados para el ciclo 2020-2021.

Vale destacar que Costa Rica ha participado desde el año 2007 y a la fecha en tres proyectos regionales ARCAL como DTM, en las áreas de medio ambiente y seguridad alimentaria. El país continuó liderando en el periodo el proyecto del Área temática de Seguridad Alimentaria: RLA/5/077. Mejora en la eficiencia en el uso de agua asociada a estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático en la Agricultura (ARCAL CLVIII) cuya ejecución está a cargo del Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA) de la Universidad de Costa Rica, instancia que participa como Director Técnico (DTM).

En el año 2021 las actividades del ACUERDO REGIONAL ARCAL en Costa Rica se enfocaron a:

La ejecución de 13 proyectos regionales ARCAL (activos) del ciclo 2020-2021, de interés de Costa Rica en áreas tales como: Gestión del Acuerdo Regional, Medio Ambiente, Seguridad Alimentaria, Salud Humana, Tecnologías de Radiación.

Se menciona adicionalmente la participación en el proyecto RLA/0/068, ARCAL CLXXIII, "Fortalecimiento de la cooperación regional", el cual apoya la gestión de la Secretaría y del Acuerdo Regional ARCAL mediante la participación de las reuniones de trabajo de los Grupos y de los Coordinadores Nacionales de ARCAL que sean acordadas por el OCTA y el Grupo Directivo, así como las actividades de preparación y análisis del programa de cooperación técnica regional para el ciclo 2022-2023. De los 13 proyectos regionales activos y 4 proyectos se encuentran en fase de continuación y final estos corresponden al ciclo 2018-2019, en las siguientes áreas temáticas: Medio Ambiente, Salud Humana, Seguridad, Alimentaria.

El aporte realizado por el país al Acuerdo Regional ARCAL se destaca por:

- El aporte de contrapartida realizada en especie por parte de Costa Rica corresponde a la sumatoria de los aportes realizados por las instituciones nacionales participantes en los 13 proyectos vigentes, 8 proyectos corresponden al ciclo 2020-2021 y 4 proyectos son de continuación ciclo 2018-2019. Lo que resulta en un gran total de los recursos aportados por el país para en euros €143.440. (Ver cuadro resumen en Anexo 4.1.)
- El aporte y apoyo de la Coordinación Nacional de ARCAL en el proyecto regional RLA/0/068. Fortalecimiento de la cooperación regional (ARCAL CLXXIII), el cual se estima en 26,800 euros, según los indicadores financieros, referido al tiempo que dedica el Coordinador Nacional de ARCAL, y el equipo humano de la Comisión de Energía Atómica de Costa Rica que apoya a la coordinación nacional como aporte anual al Acuerdo Regional ARCAL.
- Los proyectos regionales ARCAL recibieron por concepto de recursos para cooperación técnica provenientes del OIEA y de ARCAL (en especie) lo siguiente: financiamiento para ejecutar las actividades indicadas en cada uno de los planes de trabajo de los proyectos ARCAL aprobados entre ellos, materiales, equipos, pago de viáticos y pago de pasajes de los funcionarios de las instituciones nacionales participantes para la asistencia a los eventos regionales y reuniones de coordinadores de proyectos programados.



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

La Coordinación Nacional de Acuerdo Regional ARCAL se mantiene en la Comisión de Energía Atómica de Costa Rica, (CEA) institución descentralizada y especializada en las aplicaciones pacíficas de la energía atómica. La CEA continuó apoyando a la M Sc. Lilliana Solís Díaz, Directora General al mes de julio de 2021 y por el Dr. Esteban Picado Sandí, Presidente de la CEA, del mes de agosto a la fecha, en su rol de Coordinador Nacional de ARCAL por Costa Rica, destacándose la gestión en aspectos gerenciales, de coordinación y representación nacional en el Acuerdo Regional ARCAL. Los esfuerzos se continúan dirigiendo a la promoción y obtención de recursos en especie para desarrollar actividades de cooperación técnica internacional y específicamente en la Región de América Latina y El Caribe, en aquellas áreas de interés de Costa Rica.

Durante el año 2021 se continúa con la declaratoria de emergencia nacional y sanitaria a causa del SARS-COV 2 y COVID 19. Situación que ha complicado la operación de la institución y de la Coordinación Nacional del Acuerdo ARCAL.

El escenario de emergencia nacional y sanitaria por el SARS-2-COVID 19 obligó a tomar varias acciones de mitigación entre ellas recurrir a utilización de las plataformas virtuales para continuar con el funcionamiento institucional.

Se destaca la participación de la Coordinación Nacional de ARCAL en las siguientes actividades llevadas a cabo en el periodo:

- 1- En el primer trimestre 2021 se continuó con el proceso de difusión de las propuestas de proyectos del Programa ARCAL período 2022-2023, la fase final de diseño de proyectos. Los sectores prioritarios de aplicación de las técnicas nucleares que serán apoyados fueron los siguientes: Seguridad Alimentaria: agricultura, alimentación, veterinaria. Industrialización, Salud Humana: medicina nuclear, radioterapia, fisicamédica, radiofarmacia, nutrición, Medio Ambiente: atmósfera, recursos hídricos y suelos, Energía: generación de energía eléctrica, Tecnología con Radiación: agua, tecnología ambiente, ingeniería costera, materiales avanzados, medicina, patrimonio cultural, procesos industriales, recursos naturales, tecnologías de inspección.
- 2- Se continuó con la asesoría y seguimiento de la ejecución de proyectos regionales ARCAL de los siguientes ciclos: a. Extensión de dos proyectos ciclo 2016-2017; b. Extensión de cinco proyectos ciclo 2018-2019; c. Ejecución ocho proyectos ciclo 2020-2021.
- 3- La CEA en el rol de coordinadora nacional ARCAL participó en el Taller Virtual de Diseño de Proyectos Regionales ARCAL 2022-2023, llevado a cabo en el mes de febrero. En el taller se abordó la etapa final de propuestas de proyectos y se mejoraron los diseños utilizando la Metodología del Marco Lógico, la cual fue aplicada a 12 propuestas prioritarias aprobadas para la Región de América Latina y El Caribe. Se destaca la propuesta del Proyecto RLA2020009, titulado "Fortalecimiento de la capacidad de los laboratorios oficiales de monitoreo y respuesta a un brote de enfermedades animales y zoonóticas prioritarias en América Latina y el Caribe", presentado por Costa Rica, por tal razón la participación de la CEA y el SENASA-LANASEVE de la Universidad Nacional fue prioritaria.



- 4- Para el periodo 2021, se cumplió con el compromiso referido a la elaboración y presentación del informe anual que corresponde al año anterior 2020 por parte de la Coordinadora Nacional de ARCAL el cual resume la participación del país en el marco de los proyectos regionales en ejecución, el documento se presentó ante las instancias del OIEA y el Acuerdo ARCAL.
- 5- Durante el año 2021, se participó activamente en la coordinación y apoyo de las contrapartes nacionales en el proceso de formulación de varios conceptos de proyecto presentados a consideración del Acuerdo Regional ARCAL y de los cuales resultó seleccionada la propuesta presentada en el tema de Seguridad Alimentaria que posteriormente pasó a fase de diseño y denominada RLA2020009 “Fortalecimiento del monitoreo y respuesta de laboratorio ante un brote de Influenza aviar en la región latinoamericana.”, cuyo objetivo general, se enfoca a fortalecer las capacidades de diagnóstico de los laboratorios veterinarios oficiales en la región de América Latina para monitorear y responder a un brote de virus de la influenza. Esta propuesta fue presentada por Costa Rica, la contraparte principal es el Laboratorio Nacional de Salud Animal. LANASEVE-SENASA.
- 6- Participación en la XXI Reunión del Órgano de Coordinación Técnica, celebrada bajo la modalidad virtual en la XXII Reunión del OCTA que se llevó a cabo el 19 y 20 de mayo de 2021. La actividad atendió como punto relevante de la agenda se consideró temas relevantes tales como:
  - a) Informe detallado de sobre las principales actividades realizadas en el marco del Acuerdo ARCAL 2020.
  - b) Informe de la situación del Acuerdo de Prórroga del Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina y El Caribe. (ARCAL). Informe sobre los resultados obtenidos en el marco de los proyectos presentados por Proyectos ARCAL en el 2020. Así como de los proyectos de Cooperación Técnica de los ciclos anteriores pendientes. (2018-2019/20162017).
  - c) Informe del plan de actividades de los proyectos presentados por ARCAL para el ciclo 2020-2021 y ajustes a los planes de actividades de los proyectos aprobados en ciclos anteriores.
  - d) La aprobación final de los conceptos de proyectos presentados por ARCAL para el próximo ciclo de cooperación técnica 2022-2023 y la actualización del cronograma de la Agenda ARCAL 2030. La Agenda prioriza los sectores prioritarios de aplicación de las técnicas nucleares:
    - Seguridad Alimentaria:** agricultura, alimentación, veterinaria. Industrialización.
    - Salud Humana:** medicina nuclear, radioterapia, física médica, radiofarmacia, nutrición.
    - Medio Ambiente:** atmósfera, recursos hídricos y suelos.
    - Energía:** generación de energía eléctrica y reactores de investigación.
    - Tecnología con Radiación:** agua, tecnología ambiente, ingeniería costera, materiales avanzados, medicina, patrimonio cultural, procesos industriales, recursos naturales, tecnologías de inspección.
- 7- Se continuó con el proceso de divulgación de adhesiones y respectiva coordinación de la participación de las propuestas de proyectos del Programa Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina y El Caribe (ARCAL) a ejecutar en el período 2022-2023, la fase final de diseño de proyectos se llevó a cabo en el primer trimestre del 2021, durante el mes de abril se procedió a la divulgación regional de las propuestas y la manifestación de adhesión



de los países a las propuestas de proyectos y se recibió la aprobación en el de los proyectos para el período 2022-2023 en el mes de noviembre de este año.

Las áreas temáticas prioritarias de aplicación de las técnicas nucleares que serán apoyadas son las siguientes: Seguridad Alimentaria: agricultura, alimentación, veterinaria. Industrialización, Salud Humana: medicina nuclear, radioterapia, física médica, radiofarmacia, nutrición, Medio Ambiente: atmósfera, recursos hídricos y suelos, Energía: generación de energía eléctrica, Tecnología con Radiación: agua, tecnología ambiente, ingeniería costera, materiales avanzados, medicina, patrimonio cultural, procesos industriales, recursos naturales, tecnologías de inspección.

Se participó en el Taller Virtual de Diseño de Proyectos Regionales ARCAL 2022-2023, llevado a cabo en el mes de febrero. En el taller se abordó la etapa final de propuestas de proyectos y se mejoraron los diseños utilizando la Metodología del Marco Lógico, la cual fue aplicada a 12 propuestas prioritarias aprobadas para la Región de América Latina y El Caribe. Se destaca la propuesta del Proyecto RLA2020009, titulado “Fortalecimiento de la capacidad de los laboratorios oficiales de monitoreo y respuesta a un brote de enfermedades animales y zoonóticas prioritarias en América Latina y el Caribe”, presentado por Costa Rica, por tal razón la participación de la CEA y el SENASA-LANASEVE de la Universidad Nacional fue prioritaria.

- 8- Participación de la Coordinadora Nacional de ARCAL y una funcionaria de la CEA en el ciclo de cinco seminarios virtuales dirigido a los Coordinadores Nacionales y Contrapartes de proyectos ARCAL, Esta iniciativa permitió seguir la marcha de los proyectos activos en las diferentes áreas temáticas, así como intercambiar experiencias sobre la gestión de los proyectos en tiempos de la COVID-19, los eventos fueron organizados por el grupo directivo del Órgano de Coordinación Técnica (OCTA) y la Secretaría de ARCAL en OIEA:

a) Primer Encuentro: Salud Humana Día: miércoles 12 de mayo. Las presentaciones estuvieron a cargo de los Coordinadores Líderes (DTM) de los cuatro proyectos de salud humana, actualmente en ejecución, y las intervenciones de los Oficiales Técnicos (TO), Oficiales de Gestión de Programas (PMO) y jefes de Secciones de la División de América Latina.

“Utilización de técnicas de isótopos estables en la vigilancia y las intervenciones a fin de mejorar la nutrición de los niños pequeños”, fue presentada por el Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos de Cuba y DTM del proyecto RLA6079: “Fortalecimiento de las capacidades regionales para prestar servicios de calidad en radioterapia”.

“Fortalecimiento de las capacidades en medicina nuclear, especialmente la imagenología híbrida, con fines de diagnóstico y tratamiento de enfermedades, entre otras, las patologías oncológicas, cardiológicas y neurológicas”, por el Instituto Nacional de Cancerología (INCAN) de México, DTM del RLA6083.

Y “Fortalecimiento del desarrollo de recursos humanos a nivel regional en las diferentes ramas de la radiofarmacia”, por el Centro de Isótopos de Cuba, DTM del proyecto RLA6084.

En las intervenciones se presentaron las principales dificultades y lecciones aprendidas en la ejecución de los proyectos durante 2020 y las estrategias para el 2021.



En este periodo la ejecución de los proyectos ha estado marcada por la pandemia de COVID-19, medidas higiénico-sanitarias y restricciones de actividades y movimiento, cierre de instituciones y fronteras. Por lo que se ha impuesto la adecuación de las actividades a realizar, cambio de fechas y modos de su ejecución.

El modo virtual se ha convertido en la vía principal de ejecución de las actividades, pero no siempre se ha contado con todas las condiciones como recursos informáticos y de comunicación, acceso a las plataformas utilizadas, ni se cubren todas las necesidades y requerimientos. Ante esta realidad, la acción proactiva del OIEA, la Secretaría de ARCAL y los Coordinadores Nacionales ha permitido buscar alternativas y facilitar la realización de actividades.

El OIEA ha apoyado a los Estados Miembros en sus esfuerzos por enfrentar la pandemia con el envío de equipos, insumos y materiales para la realización de PCR-RT. Se han desarrollado múltiples sesiones en línea en forma de seminarios web, vídeos educativos y otros instrumentos y materiales para apoyar a los laboratorios de diagnóstico molecular que participan en las pruebas de COVID-19.

b) Segundo Encuentro: Energía, Día: miércoles 30 de junio. Las presentaciones estuvieron a cargo de los Coordinadores Líderes (DTM) de los proyectos: RLA2015 - Apoyo a la elaboración de planes nacionales de energía con el fin de satisfacer las necesidades energéticas en los países de la región, haciendo un uso eficaz de los recursos a mediano y largo plazo. RLA 2/016 - Apoyo a la formulación de planes para el desarrollo sostenible de energía a nivel subregional. RLA2017 - Apoyo a la formulación de planes para el desarrollo sostenible de energía a nivel regional y RLA 1/012 - Desarrollo de un programa de fortalecimiento de capacidades para asegurar el funcionamiento sostenible de NRR a través de capacitación de personal en la región América Latina y El Caribe.

c) Tercer Encuentro: Alimentación y Agricultura dirigidos a los Coordinadores Nacionales y Contrapartes de proyectos ARCAL, con el objetivo de actualizar sobre la marcha de los proyectos activos en las diferentes áreas temáticas, así como, intercambiar experiencias sobre la gestión (tanto de los proyectos como del programa) en tiempos de COVID-19.

d) Cuarto Encuentro: Avances de proyectos vinculados al tema de AMBIENTE: "Evaluación de los componentes de los aerosoles atmosféricos en zonas urbanas para mejorar la contaminación del aire y la gestión del cambio climático" y "Fortalecimiento de la Red de Vigilancia y Respuesta para la sostenibilidad de los ambientes marinos y costeros", y hoy se desarrolla como uno de cooperación técnica (no ARCAL) denominado "Fortalecimiento de las capacidades en ambientes marinos y costeros utilizando técnicas nucleares e isotópicas".

e) Y el quinto Encuentro: Tecnología con Radiaciones, organizado por el OIEA en el mes de noviembre, donde se abordaron los temas: del Perfil Estratégico Regional y -Estado de situación del Proyecto RLA1014 - ARCAL CLIX: "Fomento de las tecnologías de ensayos no destructivos para la inspección de estructuras civiles e industriales". Así como, el estado de situación del Proyecto RLA1019 - ARCAL CLXVII. "Fortalecimiento de las capacidades relacionadas con el uso de la de la tecnología nuclear y de la radiación para caracterizar, conservar y preservar el patrimonio cultural".



## ARCAL

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

Además, la CEA participó en la Reunión Virtual de Contrapartes principales y Líderes de Áreas Temáticas, 11 de junio de 2021 en donde se compartió el estado de Situación del Proyecto y los próximas Actividades y Pasos a Seguir.

Se destaca la participación de la CEA en la Reunión virtual de Coordinación Extraordinaria: Convocatoria para la Presentación de Propuestas de Proyectos ARCAL para el Ciclo 2024-2025, el 6 de diciembre del 2021, en la cual se dieron las indicaciones e insumos para iniciar el proceso de presentación de propuestas de proyectos ante el OIEA y correspondientes al ciclo indicado. Además, se presentó el detalle de los proyectos aprobados por el OIEA y que se ejecutarán en el ciclo 2022-2023.

- 9- Se destaca la participación de la CEA en la Reunión virtual de Coordinación del Grupo de Comunicación realizada el martes 14 de diciembre 2021, en la cual se realizó la presentación del plan actual de comunicaciones de ARCAL, así como, los resultados de encuesta comunicacional realizada y la logística y coordinación del trabajo para el año 2022.
- 10- Se destaca la participación de la Coordinadora Nacional de ARCAL en el marco del proyecto WIN ARCAL, en Reuniones Virtuales de Coordinación WIN ARCAL, que abordaron temas relacionados a la conmemoración del Día Internacional de la Mujer y la participación de las niñas en las ciencias.  
Reunión de coordinación regional y en varias reuniones Virtuales de Coordinación Regional WIN ARCAL, convocadas por los responsables del capítulo regional y en evento relacionado al proyecto WIN ARCAL "Promoviendo la paridad de género en el ámbito de la seguridad nuclear" en el marco de la SARTSS 2021 - mayo y junio.  
Discusión en torno al borrador del capítulo WIN ARCAL celebrada el 2 de agosto de manera virtual.  
Ciclo de webinars: "Aplicaciones de la tecnología nuclear" a cargo de WiN Perú, en el marco del Stand-Up for Nuclear. Celebrada el martes 07 de septiembre.  
Discusión en torno al borrador del capítulo WIN ARCAL celebrada el 2 de agosto de manera virtual.  
También se participó en la actividad a través de las redes sociales en la reunión virtual en el marco de WiN ARCAL, WiN Chile- organizó el webinar "Propiedad Intelectual en Ciencias Nucleares", celebrada el jueves 09 de septiembre.  
Y la participación en la Reunión virtual de coordinación para la revisión de la Propuesta de calendario - Proceso Electoral WIN ARCAL 2021, en el mes de diciembre.



### 3. RESULTADOS

Costa Rica participó en los proyectos regionales activos, se incluye los iniciados en enero 2021 y otros proyectos de continuación del ciclo 2018-2019, según área temática indicada:

#### **Salud Humana:** 4 proyectos

1. RLA/6/082 - ARCAL CLXVIII: “Fortalecimiento de las capacidades regionales en la prestación de servicios de calidad en Radioterapia”. Ciclo 2020-2021.
2. RLA/6/083 - ARCAL CLXIV: “Fortalecimiento de las capacidades de la medicina nuclear centrándose en las imágenes híbridas para el diagnóstico y la terapia de enfermedades que incluyen patologías oncológicas, cardiológicas y neurológicas”. Ciclo 2020-2021.
3. RLA/6/084- “Fortalecer el sistema regional de formación, evaluación, certificación y acreditación de recursos humanos dedicados a las diferentes áreas de radiofarmacia”. Ciclo 2020-2021.

#### **Seguridad Alimentaria:** 4 proyectos

4. RLA/5/077- ARCAL CLVIII: “Aumento de los medios de subsistencia a través de la mejora de la eficiencia en el uso de agua asociado a las estrategias de adaptación y mitigación del cambio climático en la agricultura”. Ciclo 2018-2019
5. RLA/5/078 - ARCAL CLVII: “Mejora de las prácticas de fertilización en cultivos de importancia nacional a través del uso de genotipos eficientes en el uso de macronutrientes y crecimiento de plantas que promuevan bacterias”. Ciclo 2018-2019
6. RLA/5/080 - ARCAL CLXV: “Fortalecimiento de la colaboración regional de laboratorios oficiales para abordar los desafíos emergentes para la inocuidad de los alimentos”. Ciclo 2020-2021
7. RLA/5/081- ARCAL CLXX: “Mejora de las capacidades regionales de análisis y programas de seguimiento de residuos / contaminantes en los alimentos mediante técnicas nucleares / isotópicas y complementarias “. Ciclo 2020-2021

#### **Medio Ambiente:** 1 proyecto

8. RLA/7/023 - ARCAL CLIV: “Evaluación de componentes de aerosol atmosférico en zonas urbanas para mejorar la contaminación del aire y la gestión del cambio climático”. Ciclo 2018-2019

#### **Tecnología con Radiaciones:** 2 proyectos

9. RLA/1/014 - ARCAL CLIX:” Promoción de Tecnologías de Ensayos no Destructivos para la Inspección de Estructuras Civiles e Industriales”. Ciclo 2018-2019
10. RLA/1/019 - ARCAL CLXVII Fortalecimiento de Capacidades para la Utilización de Tecnología Nuclear y Radiológica para Caracterizar, Conservar y Preservar el Patrimonio Cultural”. Ciclo 2020-2021

#### **Creación de Capacidades:** 2 proyectos

11. RLA/0/069 - ARCAL CLXXII: “Promoción de la Gestión Estratégica y la Innovación en las Instituciones Nucleares Nacionales mediante la Cooperación y la Construcción de Alianzas - Fase II”. Ciclo 2020-2021
12. Proyecto WIN ARCAL. Ciclo 2020-2021.

#### **Apoyo a la gestión ARCAL:**

13. RLA/0/068 - ARCAL CLXXIII: “Fortalecimiento de la Cooperación Regional”. Ciclo 2020-2021.

**A) DIFICULTADES Y PROBLEMAS PRESENTADOS DURANTE LA MARCHA DEL PROYECTO Y DEL ACUERDO.****1. RLA/6/082 - ARCAL CLXVIII: “Fortalecimiento de las capacidades regionales en la prestación de servicios de calidad en Radioterapia”. Ciclo 2020-2021. Priscila Vargas Chavarría. Hospital San Juan de Dios, Caja Costarricense de Seguro Social.**

Destaca que uno de los productos esperados de este proyecto fue la “Guía de formación académica y entrenamiento clínico para físicos médicos en América Latina”, la misma fue socializada a la región a partir del 4 de noviembre del 2021 y compartida ese mismo día a los Centros de enseñanza de Costa Rica. Esto permitió la revisión de las guías actuales de ambos programas de estudio de la Física Médica en nuestro país, contribuyendo al apoyo bibliográfico para los entrenamientos clínicos propios que desarrollan los Centros de Radioterapia de la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS). Este logro alcanzado, permitió impactar positivamente en el desarrollo de la práctica clínica de los actuales y futuros graduados de las maestrías del país. Siendo base fundamental en su desarrollo profesional.

Por otra parte, el curso virtual de la “Gestión de la calidad en un centro de radioterapia”, celebrado durante el 22 marzo a 02 abril 2021, en el que participaron tres miembros del Servicio de Radioterapia del Hospital San Juan de Dios, se presentaron los elementos básicos de un programa de gestión de la calidad en Radioterapia, cada equipo de trabajo estaba conformado por un Médico Radioncólogo, un Físico Médico y un tecnólogo.

Después de la participación de los representantes del Hospital San Juan de Dios, se iniciaron una serie de reuniones internas en el Servicio de Radioterapia, en las que se aplicaron los conocimientos adquiridos. En este momento se desarrolla en la CCSS el Proyecto Centro Conjunto de Radioterapia, el cual beneficiará a más de 1200 pacientes anuales. Este Centro tendrá la oportunidad única de iniciar un programa de gestión de calidad desde sus inicios, aportando en todo momento el control, seguimiento y altos estándares de calidad a los tratamientos de las personas usuarias. Además, el equipo participante, mostró un alto grado de satisfacción sobre el curso recibido.

Durante la Reunión de coordinación de Proyecto Intermedia llevada a cabo del 22 al 24 junio 2021, se discutieron las necesidades y prioridades nacionales y regionales que podrían ser abordadas por el proyecto RLA6082. Esto permitió una actualización del plan de trabajo, para así definir las actividades del 2021. Cada país presentó un informe completo de la situación actual en las instituciones y de las necesidades identificadas. En esta reunión cada país realizó una presentación virtual en donde se expuso la infraestructura actual con que se cuenta, la cantidad de recurso humano, número de pacientes tratados anualmente, además se expuso el impacto ocasionado por la pandemia en los servicios de Radioterapia. Se expuso la situación de la Física Médica en el país y la falta de un programa de entrenamiento clínico. Este último punto, muy relacionado al logro alcanzado en este proyecto, el desarrollo de las guías de entrenamiento clínico para Física Médica.

Con relación a los problemas y dificultades presentados durante el desarrollo del proyecto, haciéndose énfasis en las soluciones se mencionan:

1. Los encuentros virtuales no se pueden comparar con los reales, si bien es cierto que el internet nos une de una manera más rápida y ágil, el contacto interpersonal no tiene comparación. Todas las actividades realizadas fueron 100% virtuales,



para el 2021 se tomó en consideración que la extensión de las reuniones, seminarios web y cursos fueron menos prolongados, lo que ayudó a mantener el interés y la concentración de los participantes.

2. El curso de “Gestión de la calidad en un centro de radioterapia” contaba con una segunda versión, sin embargo, la información para participar al evento no se conoció hasta pasado el evento. El equipo participante debe ser del mismo centro de trabajo, por lo que en la primera edición se incluyó al Hospital San Juan de Dios ya que tienen un proyecto grande en desarrollo. Se tenía planeado incluir al Hospital México en la segunda edición, pero al no llegar la alerta del evento no se logró incluir al equipo de trabajo de este centro.

2. **RLA/6/083 - ARCAL CLXIV: “Fortalecimiento de las capacidades de la medicina nuclear centrándose en las imágenes híbridas para el diagnóstico y la terapia de enfermedades que incluyen patologías oncológicas, cardiológicas y neurológicas”. Ciclo 2020-2021.**  
**Dra. Isabel Berrocal Gamboa. Hospital San Juan de Dios. Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS).**

El Hospital San Juan de Dios inició la ejecución del proyecto en el año 2020, con dificultades en relación con el estado de emergencia por pandemia COVID-19.

A lo largo del año 2021, se desarrollaron con el proyecto diferentes actividades de tipo virtual, dada la situación mundial de la pandemia. Las actividades virtuales implementadas que se enlistan más adelante. Además, se desarrolló un taller de evaluación del proyecto en mayo con la participación del Director del proyecto ARCAL Dr. Osvaldo García.

Durante el año 2020 no se llevaron a cabo actividades presenciales por parte de proyecto debido al estado de emergencia la dirección General del OIEA suspendió todas las actividades presenciales, las cuales por lo general involucran utilización de recursos económicos. No se solicitaron permisos con goce de trabajo dado que las reuniones eran virtuales, lo que si se tuvo que realizar por parte de las jefaturas de los servicios de Medicina Nuclear que participaron era readecuar los horarios de trabajo para el cumplimiento de la participación de los postulantes.

Se desarrollaron 4 cursos virtuales de entrenamiento, uno de ellos asociado al Congreso de Medicina Nuclear latinoamericano, se enlistan a continuación:

1. EVT2001567: Virtual Regional Training Course on Hybrid Imaging and Theranostics for Paediatric Patients Hosted by The International Atomic Energy Agency del 15 al 26 February 2021. Impacto: se enviaron dos postulaciones. Resultado: Se rechazaron las postulaciones en el OIEA.
2. EVT2001566: Virtual Regional Training Course on Hybrid Imaging in Oncology Hosted by The International Atomic Energy Agency 22 March to 02 April 2021. Impacto: se enviaron 4 postulaciones. Resultado: Se rechazaron las postulaciones en el OIEA.
3. EVT2104095: XXVIII Congress of ALASBIMN 2021 Online Programme. 3 al 6 de setiembre 2021. Impacto: se recibieron tres postulaciones. Resultado las 3 postulaciones fueron aceptadas y permitieron el entrenamiento de tres profesionales.



4. EVT2001548: Virtual Regional Training Course on Protocols in Hybrid Imaging for Technologists for the Acquisition and Processing of Hybrid Imaging for Nuclear Medicine Technologists, from 3 to 17 September 2021- Impacto: Se enviaron tres postulaciones. Resultado: se aceptaron y capacitaron dos funcionarios.
5. EVT2102241/ TC Sponsored Participation on American Society of Nuclear Cardiology (ASNC) 2021 Board Exam Preparation Course, 2021-09-18. Impacto: Se recibió una sola postulación. Resultado: fue aceptada por OIEA la postulación y fue posible el entrenamiento de un profesional.

Entre los resultados relevantes se destacan: Establecimiento de las áreas prioritarias identificadas bajo el proyecto son: 1) Oncología 2) Neurología 3) Cardiología 4) Pediatría.

Y los cuatro outputs esperados del proyecto y sus indicadores de éxito son los siguientes:

1. Competencias profesionales de la medicina nuclear fortalecidas en el uso de SPECT / CT y PET / CT, incluidas las técnicas de localización de los ganglios linfáticos centinelas y el tratamiento terapéutico (incluidos los teranósticos). Indicadores de éxito: Al menos 80 médicos de NM y 40 tecnólogos de NM entrenados a nivel regional para aplicar tecnología híbrida y terapias con radionúclidos, siguiendo los protocolos existentes para fines de 2021
2. Mejorado el conocimiento de los médicos de referencia en las indicaciones actuales de imágenes híbridas (oncólogos, cardiólogos, neurólogos y endocrinólogos). Indicadores de éxito: Al menos 3 eventos organizados a nivel nacional para médicos de referencia para fines de 2021
3. Capacidades técnicas de los equipos PET / CT fortalecidas para cumplir con los estándares internacionales. Indicadores de éxito: Al menos 6 unidades PET-CT han recibido el soporte técnico para fines de 2021 para cumplir con los estándares internacionales como medio para la acreditación
4. Materiales de divulgación desarrollados tales como seminarios web, publicaciones científicas, documentos técnicos, videos, etc. Indicadores de éxito: Al menos un seminario web desarrollado para cada uno de los RTC organizados a fines de 2021

I Componente: Actividades de capacitación:

Se desarrollaron actividades de entrenamiento para esas áreas, que se enlistan anteriormente en el punto 2 de este informe con su impacto. A continuación, en el recuadro se desglosan las actividades por evento y nombre de los participantes.

- 1) Congreso Alasbimn 202103 celebrado del 3 al 06 setiembre de 2021. Se contó con la participación de: Dra. Silvia Patricia Arias Valverde. Lic. María Fernanda Serrano Mora y la Lic. Karla Calvo.
- 2) Curso Virtual de entrenamiento regional en protocolos en imágenes híbridas para tecnólogos para la adquisición y proceso de imágenes híbridas, celebrado del 3 al 17 de setiembre 2021. Se contó con la participación de: Lic. Marianela Ureña Ortega y el Lic. Jorge Azofoifa Villegas.
- 3) Participación patrocinada en el Curso de Preparación para el Examen de la Junta 2021 de la Sociedad Americana de Cardiología Nuclear (ASNC), celebrado del 18 al 19 de setiembre 2021, con la colaboración de la Dra. María Isabel Berrocal Gamboa



## II Componente: Necesidades de equipamiento:

El proyecto contempla componente de compras para la eventual dotación de equipos menores a los países de la región.

Durante el 2020 se aporta los contactos de los Hospitales Hospital Calderón Guardia (HCG) y San Juan de Dios (HSJD) en ese momento en funcionamiento para la recepción de eventuales compras.

Durante el año 2021, con dificultades para actividades presenciales en relación con el estado de emergencia por pandemia COVID-19. Como plan de contingencia la Sección de Medicina Nuclear del OIEA en coordinación con el departamento de Cooperación Técnica lleva a cabo la programación de las reuniones de forma virtual, desglosadas en el punto 2 del presente documento. Para el 12 de mayo del 2021, se lleva a cabo el WEBINAR ARCAL- OIEA Primer Encuentro: Salud Humana / Human Health Auspiciado por: Oficina de Coordinación Nacional ARCAL de Cuba. Se desarrolla la siguiente agenda: Se lleva a cabo entre las actividades la presentación de nuestro proyecto por medio del Coordinador del Proyecto por México Dr. Francisco García, con el estado actual del proyecto, en donde se mencionan las dificultades para el avance del proyecto con la implementación de las actividades y que las actividades planteadas para el seguimiento del mismo serán de forma virtual.

Diagnóstico de necesidades se reportado por vía mail el 13 de Julio 2020 persiste para el 2021 y se enlistan a continuación:

El Hospital San Juan de Dios (HSJD) y el Hospital Calderón Guardia (HCG), se encuentran activos actualmente.

El Hospital México continúa cerrado por remodelación por reemplazo de gammacámara, y como Plan de contingencia el Hospital San Juan de Dios abre tiempo extraordinario de 4 horas de 4 pm a 8 pm para dar soporte al servicio del México desde 2020 y este 2021. Se estableció un Convenio de Cooperación entre ambos hospitales desde entonces hasta abril 2023.

Los hospitales HCG y HSJD disponen de fantomas para control de calidad, sin embargo, el fantoma Jaszczak del Calderón Guardia es muy antiguo, me comenta la jefa del servicio que sería muy provechoso para su servicio contar con uno nuevo, especialmente ya que están en proceso de compra de un nuevo equipo SPECT.

Sin embargo, el Hospital San Juan de Dios tiene una necesidad específica para el fantoma Jaszczak que posee, no hemos podido conseguir presupuesto para la compra de esferas rellenas, que se necesitan para las pruebas de calidad de imagen de contraste ruido a diferentes concentraciones de actividad.

Este año se solicitó un estado de situación en relación con la compra del equipo del proyecto para los fantomas de dos Hospitales.

Se recibieron noticias del Señor Saúl Pérez Pijuán, Jefe de la sección de Medicina Nuclear, en relación con la compra que aun continua en trámite

Otro incidente para la actividad del 18 y 19 de setiembre 2021, del entrenamiento para los exámenes Board en Estados Unidos de Cardiología Nuclear, a pesar de realizar la replicación de la información con los especialistas de Medicina Nuclear, no hubo candidaturas, por lo que en la fecha de cierre únicamente se postuló a la coordinadora del proyecto para poder implementar la actividad. Costa Rica cuenta con escasos profesionales Médicos especialistas



en Medicina Nuclear que por múltiples razones pueden estar asignados a diferentes tareas de su práctica laboral y se limita la capacidad de participación en este tipo de actividades, eso no impide que deban seguirse realizando esfuerzos para que los especialistas participen activamente en las actividades de capacitación.

- 3. RLA/6/084. “Fortalecer el sistema regional de formación, evaluación, certificación y acreditación de recursos humanos dedicados a las diferentes áreas de radiofarmacia”. Ciclo 2020-2021.  
Lic Didier Camacho Hernández, Hospital San Juan de Dios. Caja Costarricense de Seguro Social.**

La práctica de la radiofarmacia, especialidad multimodal que involucra profesionales de diferentes disciplinas entre farmacéuticos, químicos-farmacéuticos, tecnólogos, químicos, bioquímicos, radioquímicos e ingenieros químicos, es muy heterogénea. Existe gran disparidad en la formación y disponibilidad de recursos humanos, en las políticas nacionales que regulan la práctica de la especialidad y en el tipo de tecnología disponible, por lo que es importante conocer la situación real de la radiofarmacia por medio de la recopilación y difusión de la información en los diferentes países de la región.

En el marco del proyecto RLA/6/084 se identificó la necesidad de realizar un diagnóstico regional del estado de capacitación de recursos humanos en todas las disciplinas relacionadas con la Radiofarmacia, para ello se realizó una encuesta a través de los coordinadores nacionales de los 16 países participantes del proyecto (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay), y se encontró que es necesario desarrollar un programa de formación profesional para el personal que se desempeña en esta disciplina.

En el diagnóstico inicial se encontró que en la mayoría de los países se realizan estudios de SPECT, PET y terapias, pero los resultados indican que sólo en 6 de los 16 países existe algún tipo de curso de formación en Radiofarmacia. Esta oferta incluye cursos regulares de grado específicos en Radiofarmacia, cursos regulares de grado que incluyen el tema Radiofarmacia, y cursos de educación continua de corta duración. Esto significa que el recurso humano que se desempeña en esta área de la preparación de radiofármacos requiere recibir formación, evaluación, certificación y acreditación en este campo.

Dada la heterogeneidad de formación básica con la que cuenta el personal que se ocupa de la preparación de radiofármacos en la región se propone como estrategia de fortalecimiento de capacidades de recurso humano, elaborar un programa de formación integral en radiofarmacia, partiendo de un módulo introductorio que se desarrollaría con la finalidad de nivelar los conocimientos mínimos previos.

El objetivo del programa es proveer a los participantes de los conocimientos mínimos necesarios para desempeñarse en las diferentes áreas de la radiofarmacia que abarque principalmente temas relacionados con radiofármacos SPECT, PET y radiofármacos terapéuticos. Por supuesto que la formación debería contemplar la posibilidad de perfeccionamiento en otras áreas como el desarrollo de nuevos radiofármacos.



**4. RLA/5/069- ARCAL CXLII: “Mejora de la gestión de la contaminación causada por contaminantes orgánicos persistentes a fin de reducir su impacto en las personas y el medio ambiente”. Susana Briceño Guevara 2018-2019 Mario Masis Mora, Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA), Universidad de Costa Rica.**

El proyecto de cooperación técnica regional del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) RLA/5/069 es coordinado en Costa Rica por Susana Briceño Guevara y Mario Masis Mora que tienen el rol de Contrapartes Nacionales y ambos funcionarios del Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA) de la Universidad de Costa Rica (UCR).

En el proyecto regional participan los siguientes países: Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, México, República Dominicana, Paraguay y Uruguay. Este tiene como objetivo monitorear Contaminantes Orgánicos Persistentes y trabajar en la reducción del Impacto de los Contaminantes Orgánicos Persistentes y su periodo de desarrollo de actividades es del año 2016 al 2021.

Los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) son compuestos con propiedades tóxicas y resistentes a la degradación, se encuentran presentes en las cadenas tróficas alimentarias acuáticas y terrestres. Son bioacumulables y biomagnificables. Además, se encuentran regulados a nivel internacional de acuerdo con el Convenio de Estocolmo.

El Convenio de Estocolmo sobre los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) es un acuerdo internacional que regula el tratamiento de las sustancias tóxicas, fue establecido en el 2002 y entro en rigor en el 2004. El Gobierno de Costa Rica suscribió este convenio en el año 2002 y lo ratificó posteriormente en febrero del 2006.

Dado que el Convenio de Estocolmo ha ampliado su lista de sustancias por regular, entre las cuales se encuentra el insecticida Endosulfán y una serie de productos de uso industrial, DIGECA actualizó el Plan Nacional de Implementación, PNI, en el que incluyen acciones a ejecutar entre los años 2015-2020.

Objetivo general del proyecto es mejorar la calidad ambiental y reducir la exposición humana a los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) mediante el establecimiento de una correlación entre las cantidades de COP encontradas en los seres humanos y el medio ambiente en el que viven.

Dentro de los objetivos específicos están: Estudiar el grado de exposición a los COP para diferentes grupos de población en América Latina y establecer una correlación entre la presencia de COP en la leche materna y su presencia en los modos de exposición de los ambientes locales. Adicionalmente, vincular el nivel de contaminación con factores ambientales, sociales, de empleo y de residencia.

El proyecto pretende generar mapas de riesgo en los países participantes, para la gestión adecuada de los COP en el medio ambiente.

El principal objetivo de la investigación es desarrollar conocimiento generalizable para mejorar la calidad de vida de los seres humanos. Los participantes son el medio para asegurar ese conocimiento; sin embargo, poner seres humanos a riesgo de algún daño para el beneficio de otros, permitiría a la ciencia explotar seres humanos. El requisito indispensable para la investigación científica debe ser minimizar la posibilidad de esa explotación garantizando el máximo respeto a los usuarios



Durante la reunión el curso de vías de exposición se discute el tema de la bioética, ya que Costa Rica presenta una de las legislaciones más estrictas en Latinoamérica con respecto a los estudios en seres humanos. Por lo que se decide realizar la etapa de validación de leche en una matriz similar como la leche vaca entera por regulación Bioética. Además de analizar muestras de alimentos, sedimentos y suelos en los sectores del país.

Debido a la pandemia causada por el virus SARS-COV-2 las actividades del proyecto fueron reprogramadas y se establecieron nuevas fechas, la reprogramación de fue comunicada por la DTM del Proyecto.

Se destacan los aportes reales de las actividades del proyecto, en la medida que sea posible de manera cuantitativa y cualitativa.

Entre setiembre del 2018 y mayo del 2019, reciben los estándares, consumibles donados por el OIEA para el desarrollo adecuado del proyecto. Con el material recibido se amplía la capacidad analítica del CICA-UCR inicialmente se contaba con 22 compuestos organoclorados y se recibieron 6 nuevos compuestos. También se amplió la capacidad con 10 PCBs nuevos y 12 compuestos marcados isotópicamente para el control de calidad de los resultados obtenidos.

En octubre del 2019, se recibe la licencia de software de análisis de riesgo @Risk, que es una herramienta clave para concluir con éxito los objetivos del proyecto.

El Laboratorio de Análisis de Plaguicidas y Compuestos Orgánicos (LAPCO) del Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA) de la Universidad de Costa Rica (UCR) desarrollo la metodología de "MAR-30 Determinación de residuos de plaguicidas en leche de vaca entera por cromatografía de gases y de líquidos" en el 2017, la cual fue validada en el 2018. Además, el CICA cuenta la metodología validada y acreditada de análisis de residuos de plaguicidas organoclorados (OCI) en agua por cromatografía de gases y líquidos desde 2002 (MAR-1 Análisis de residuos de plaguicidas en muestras de agua por cromatografía de gases y líquidos). También con el análisis de muestras de suelos (MAR-15 Análisis de residuos de plaguicidas en muestras de suelos y sedimentos por cromatografía de gases y líquidos).

Dentro de las actividades del proyecto se organizó en una prueba intercomparación de residuos de plaguicidas organoclorados y bifenilos policlorados en leche de vaca entera en polvo, organizada por el Subdepartamento de Química y Seguridad Alimentaria del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) del Gobierno de Chile. Además, cada país debe de asumir la responsabilidad de desalmacenar la muestra para reportar los resultados del ensayo y demostrar su competencia.

En este ensayo se realizó entre agosto y setiembre del 2019, en el cual participaron 14 laboratorios, 3 laboratorios chilenos y los 11 laboratorios de países participantes del proyecto RLA/5/069 entre ellos Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, México, República Dominicana, Paraguay y Uruguay. Del total de laboratorios solo 8 presentaron resultados, solo 5 países participantes del proyecto RLA/5/069 presentaron resultados entre ellos Costa Rica.

Durante el 2021 se recolectaron muestras de suelos en diferentes partes del país, las cuales se analizaron por el método de MAR-15, la presencia de compuestos organoclorados persistentes. En las metas establecidas para el proyecto RLA/5/069 se tomó en cuenta la difusión de los resultados del estudio y proponer planes de mitigación en caso de exposición,



para tales actividades se tienen como indicador una estrategia de comunicación y participar en al menos 5 actividades.

La pandemia causada por el virus SARS-COV-2 retrasó las actividades para concluir el proyecto, causando la postergación de actividades. Al realizarse las reuniones virtuales en horarios de Europa y Latinoamérica se hace difícil concretar las reuniones en una sola sesión.

Debido a los lineamientos del Comité Ético Científico (CEC) de la Universidad de Costa Rica para investigaciones con seres humanos, biomédicas y no biomédicas aprobado en octubre de 2016, establece que todos los investigadores que participen en proyectos de investigación bioética deben estar acreditados ante el Consejo Nacional de Investigación en Salud (CONIS). Durante el mes de octubre de 2017 nuestros colaboradores del CICA se capacitaron en Buenas Prácticas Clínicas, requisito para obtener la acreditación ante el CONIS para continuar con el desarrollo del proyecto RLA/5/069 en el CICA-UCR.

Dentro de las principales lecciones aprendidas se destacan: El desarrollo e implementación de nuevas metodologías de análisis de contaminantes orgánicos persistentes en diferentes tipos de matrices ha sido una de las mayores lecciones aprendidas del proyecto, junto con el conocimiento en el área de evaluación de riesgo determinístico y probabilístico.

El conocimiento en la generación de mapas para la presentación de resultados y el uso de software nuevos para la mejor comprensión de resultados es una de las herramientas modernas para la exponer la información.

La bioética para la implementación de una adecuada estrategia de comunicación, es decir, en la comunicación de los resultados de las investigaciones se debe de mantener ser una manera que no se altere a la población en general.

Las nuevas herramientas de entrenamiento virtual, permite capacitar más personas. Según los resultados obtenidos del proyecto los compuestos organoclorados persistentes son menos tóxicos para el hombre y más tóxicos para el medio ambiente.

**5. RLA/5/077- ARCAL CLVIII: “Aumento de los medios de subsistencia a través de la mejora de la eficiencia en el uso de agua asociado a las estrategias de adaptación y mitigación del cambio climático en la agricultura”. Ciclo 2018-2019. Dra. Cristina Chinchilla Soto. Centro de Investigación y Contaminación Ambiental (CICA). Universidad de Costa Rica.**

Costa Rica participa como DTM de este proyecto que reúne 15 países de América Latina y El Caribe, (Argentina, Belice, Bolivia, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, México, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela) con el objetivo de fortalecer el conocimiento en el uso de isótopos estables (del agua y nitrógeno) y el uso de modelos de predicción de procesos agrícolas que permita evaluar si las prácticas agrícolas hacen un uso eficiente del agua y los fertilizantes. De estos países todos se han mantenido activos con excepción de Belice y Venezuela.

El proyecto plantea tres áreas de acción donde se espera que cada país avance al menos un paso en el desarrollo y aplicación de los conocimientos. Cada país estableció un proyecto en el cual compara una estrategia de producción tradicional con una que contribuya a la adaptación al cambio climático. Mediante el uso de técnicas nucleares (composiciones de isótopos estables en agua como el oxígeno-18 ( $^{18}\text{O}$ ), y el Deuterio ( $^2\text{H}$ )) se podrá separar la



evapotranspiración de un agroecosistema en sus dos componentes (transpiración y evaporación), y comparar la eficiencia en el uso del agua de ambos sistemas productivos. Adicionalmente, se compararán los resultados experimentales, con resultados obtenidos mediante modelaje (modelo AQUACROP) en un proceso de validación. Finalmente, algunos países han utilizado fertilizantes marcados con nitrógeno-15 ( $^{15}\text{N}$ ) para rastrear el uso del nitrógeno en la planta. El producto esperado es que se genere una estrategia productiva que genere un beneficio para el país y será comunicada a los públicos meta.

Durante el 2021 debido a la situación de la Pandemia por COVID-19 se suspendieron todas las actividades presenciales y se dio una alta generación de cursos de forma virtual (detallados en el Anexo 1), en el cual hubo participación importante de investigadores de diferentes instancias de la Universidad de Costa Rica. Está claro que la generación de este importante número de cursos y de una reunión intermedia adicional significó una inversión importante de trabajo por parte de la DTM Cristina Chinchilla, la Oficial Técnica Dra. Lee Heng, y la PMO Magali Zapata. Como la mayoría de los proyectos regionales el proyecto se extendió por todo el 2021 (la duración original era del 2018 al 2020) y a finales de este año se confirmó que finalizaría oficialmente en el 2022.

El 2021 vio el regreso de los investigadores de muchos países a los laboratorios y el campo y ya se empiezan a generar resultados interesantes del proyecto, así como productos importantes de divulgación.

En el caso de Costa Rica, además del trabajo de coordinación los principales logros incluyen:  
-Establecimiento de dos ensayos de campo en la Estación Experimental Fabio Baudrit para cumplir con los objetivos técnicos del proyecto (2019-2020). Se espera que estos resultados sean presentados en el Simposio Internacional en Manejo del Agua y la tierra para una agricultura Climáticamente Inteligente 2022 organizado por el OIEA.

-Extracción criogénica y análisis isotópico de aproximadamente 500 muestras generadas como parte de los ensayos de campo para la estimación de la evapotranspiración (actividad realizada en el 2021 y que continúa hacia el 2022).

-Generación de la “Guía para la Elaboración de una Estrategia de Comunicación” y generación de un Taller para presentarla a los participantes del proyecto RLA5077.

-Taller con productores y técnicos en la producción de frijol y arroz en la Zona de Guanacaste

La combinación de isótopos y el Aquacrop para separar las pérdidas de agua por evaporación (E) de la Transpiración (T), permitirá evaluar realmente el impacto de las estrategias de mitigación al cambio climático que actualmente se evalúan en el país. Como parte de la implementación de este proyecto en el país se trabaja con dos variedades de Frijol (Matambú y Nambí) que actualmente son evaluadas por el programa de Leguminosas de la Estación Experimental Fabio Baudrit, ambas variedades tienen buena tolerancia a la sequía. En el 2019 se realizó el primer ensayo de campo con estas variedades de Frijol y dos tratamientos de riego. En el 2020 se mejoró el manejo del riego y la fertilización, obteniendo resultados más marcados en el proyecto que permiten el uso del modelo Aquacrop. Con estos datos se genera una calibración y validación del modelo que permite su uso posterior en otras áreas del país, particularmente donde el riego es limitado y vital para la producción agrícola.

El proyecto está alineado con las condiciones geográficas y socioeconómicas de la región, ya que los cambios en las precipitaciones y las sequías prolongadas son un denominador común para la región donde algunas de las actividades productivas aún son de secano (por ejemplo,



el frijol en la zona norte). Los resultados conducirán a una mejor comprensión de los procesos involucrados en el uso del agua de la planta.

El 2021 estuvo enfocado en el trabajo con los datos generados en los dos ensayos de campo (2019-2020) para la calibración y validación de Aquacrop. Además, usando la experiencia adquirida y los conocimientos generados en el RLA5077 se planteó una propuesta para los fondos ordinarios de la Universidad de Costa Rica con el objetivo de aplicar Aquacrop para mejorar el manejo del agua en la producción de semilla en la EEAFBM y con productores en Guanacaste. La propuesta "Validación del modelo Aquacrop para la producción de frijol bajo riego óptimo y deficitario: una estrategia para mejorar la eficiencia en el uso del agua" fue financiada y estará en ejecución los próximos 3 años.

Como hitos importantes para el 2021 están que se dedicó una cantidad enorme de tiempo a la optimización del equipo de extracción criogénica que permite extraer el agua de las muestras de suelo que se habían tomado en el 2019 (240 muestras) y 2020 (260 muestras) y que son la esencia de la separación de la evapotranspiración. Las muestras ya fueron extraídas, y están siendo enviadas al laboratorio de Isótopos de UC Davis para su análisis. Los resultados de estos análisis serán sometidos al Simposio Internacional en Manejo del Agua y la tierra para una agricultura Climáticamente Inteligente 2022 organizado por el OIEA (ver Anexo 2). En el marco de este tema también se organizó una reunión coordinada entre los 9 países usuarios del equipo en octubre del 2021 para evaluar las complicaciones que implica esta técnica y como sacar el mayor provecho.

Durante el 2021 se terminó la elaboración de la "Guía para la Elaboración de una Estrategia de Comunicación" (Adjunto) a cargo de la Mag. Laura Brenes Alfaro, investigadora del CICA. Esta guía fue dada a conocer en el taller programado el 9 de diciembre del 2021 y se les asignó a las contrapartes de cada país la tarea de al menos la identificación de actores clave y una potencial estrategia de comunicación. Esta guía también fue utilizada en el "Taller virtual para la presentación y aprobación del plan de comunicación de la Red REMARCO", brindado por la Mag. Brenes en el marco del proyecto RLA/7/025 "Strengthening Capacities in Marine and Coastal Environments Using Nuclear and Isotopic Techniques", en el mes de Julio de 2021, por lo que el aporte trasciende más allá del RLA5077.

Adicionalmente del 25 de octubre al 5 de noviembre el Dr. Marco Vinicio Gutiérrez, investigador de la EEAFBM y parte del equipo de trabajo del RLA5077 en Costa Rica participó como experto para impartir el curso virtual "Curso nacional fisiología de cultivos del estrés hídrico y manejo de la sequía en experimentos llevados a cabo en el campo e invernaderos" para la contraparte de Bolivia y colaboradores.

Como parte de las estrategias de comunicación locales del proyecto el 18 de noviembre se llevó a cabo una actividad de capacitación y transferencia de tecnología dirigida a productores de frijol y técnicos del Ministerio de Agricultura y el Instituto de Transferencia de Tecnología, para dar a conocer los avances de este proyecto.

Entre algunos problemas y dificultades se señalan los atrasos provocados en los ensayos de campo por la pandemia aún acarrearán su efecto en el 2021. Algunos países como Bolivia sufrieron cambio de contraparte lo cual ha hecho difícil trabajar con ellos. El trabajo para generar todos los cursos ha sido significativo para la DTM, el TO y la PMO. No obstante, el grupo de trabajo se ha mantenido unido y eso ha favorecido el desarrollo del proyecto.



**6. RLA/5/078 - ARCAL CLVII: “Mejora de las prácticas de fertilización en cultivos de importancia nacional a través del uso de genotipos eficientes en el uso de macronutrientes y crecimiento de plantas que promuevan bacterias”. Ciclo 2018-2019.  
M.Sc Rafael Orozco Rodríguez. Universidad Nacional.**

Como impacto importante en el proyecto se tiene que por motivos de la Pandemia (Covid-19) no fue posible establecer ensayos en la Estación Jiménez Núñez adscrita al INTA ya que las medidas establecidas se mantuvieron de marzo del 2020 hasta noviembre del 2020.

Esta situación repercutió en el desarrollo del proyecto y por lo tanto se espera, para en el 2021 retomar todas las labores no cumplidas en el 2020.

Los principales aportes de las actividades realizadas en el 2021, se detallan a continuación.

a- Equipo de trabajo: El equipo de trabajo conformado desde el 2018 continúa trabajando, en el 2021 se realizaron reuniones virtuales de coordinación.

b- Evaluación de mutantes: En el 2021 se estableció un ensayo en campo en la estación Jiménez Núñez del INTA, Costa Rica en el mismo se evaluaron ocho mutantes promisorios.

c- Curso regional: Del 29 de noviembre al 10 de diciembre del 2021 se realizó el Virtual Regional Training Course on Data Processing and interpretation of results from <sup>15</sup>N stable isotope analysis from field and greenhouse experiments (Group 1), en el mismo participo Ing. Alexis Fernández Acuña.

Se mantiene un equipo multidisciplinario desarrollando el proyecto, debido a la pandemia se ha programado reuniones trimestrales en forma virtual con el fin de coordinar actividades y valorar el avance en el proyecto. No se encontraron dificultades en este punto.

En el año 2021 se participó como ponentes en el 7º Curso Taller y 1er Encuentro Latinoamericano: Uso de la MUTAGÉNESIS en el Fitomejoramiento, realizado en el Estado de México del 2 al 6 de agosto de 2021 en forma virtual, con el tema: Inducción de variabilidad genética en arroz: una alternativa para enfrentar el cambio climático y favorecer la seguridad alimentaria en Costa Rica. Y en la Conferencia virtual: Aplicación de la mutagénesis radio inducida en el mejoramiento de plantas Universidad Nacional.

**7. RLA/5/080 ARCAL CLXV: “Fortalecimiento de la colaboración regional entre laboratorios oficiales para hacer frente a nuevos desafíos relacionados con la inocuidad de los alimentos. Ciclo 2020-2021.  
M.Sc Federico Chaverri Suárez. SENASA-LANASEVE**

La pandemia de COVID-19 que inició a finales de 2019 en Asia y luego se extendió al resto del mundo, se instauró a nivel mundial durante el primer trimestre de 2020 y se ha mantenido hasta la fecha, causando distintas afectaciones a nivel internacional también durante el año 2021. Una de las más relevantes ha sido la limitación de los movimientos de personas entre países, lo cual ha afectado directamente actividades que se programaron y presupuestaron en el Plan de Trabajo del Proyecto que se elaboró en la reunión de inicio en Viena en diciembre de 2019. Como resultado de lo anterior, algunas de estas actividades han tenido que ser pospuestas y replanteadas para ser realizadas virtualmente. Esta imposibilidad de realizar reuniones presenciales con los representantes de los diferentes países ha, por un lado, demorado procesos dentro de los proyectos, pero por otro, ha permitido que no se ejecuten



recursos, lo cual ha posibilitado que se puedan realizar otras actividades que inicialmente no se habían contemplado y que no tenían contenido económico, tal como las compras de software que están en proceso.

El proyecto busca establecer mecanismos de coordinación entre los laboratorios de las autoridades competentes en inocuidad de los alimentos de los países participantes, para cumplir con los siguientes objetivos:

- Contribuir a mejorar la inocuidad alimentaria a través de políticas basadas en el riesgo para asegurar la salud pública y la protección del medio ambiente.
- Fomentar la cooperación entre laboratorios de referencia en la región.
- Armonizar la metodología de monitoreo y evaluación de riesgo.
- Facilitar la generación de datos analíticos a través de colaboraciones entre los laboratorios de referencia.
- Establecer una red de datos como parte de la infraestructura regional en inocuidad alimentaria.

Durante el 2021 se inició la contratación de las mejoras del sistema LIMS para Soltic, instalado para las actividades de laboratorio de inocuidad de alimentos, por un monto de US\$ 33.860, el cual se estará ejecutando durante 2022.

Se comprometió el contenido económico para la adquisición del software de Análisis de Riesgo, de la empresa Palisade Company, LLC.

LANASEVE-SENASA ha liderado el Grupo 3 de Base de Datos del Comité de intercambio de datos de RALACA y ha participado activamente en el Grupo 1 de Estatutos legales. Lo anterior, para el establecimiento de un sistema de recopilación de datos de los laboratorios miembros de la región, para, entre otras cosas, establecer límites máximos, desarrollar análisis y perfiles de riesgos y considerar las realidades de la región. Liderar estos grupos implica coordinar reuniones con los países miembros y con los expertos contratados para el desarrollo de la base de datos y aspectos legales.

Se llevó a cabo la denominada "RLA5080-2002146 Reunión Regional sobre Armonización de los Planes de Monitorización de los Contaminantes Presentes en los Alimentos, 19 de Julio al 31 de agosto de 2021, organizado por ACHIPIA, de Chile, en la cual participaron 10 funcionarios de SENASA del Laboratorio Nacional de Servicios Veterinarios (LANASEVE) y la Dirección de Inocuidad de Productos de Origen Animal (DIPOA) del SENASA.

En el marco del EVT2101454, Invitación a 8º Taller Latinoamericano de Residuos de Pesticidas (LAPRW 2021) 18-20 de mayo de 2021, participaron 4 funcionarios LANASEVE-SENASA en el taller titulado "Fortalecimiento de la colaboración regional entre laboratorios oficiales para hacer frente a nuevos desafíos relacionados con la inocuidad de los alimentos (ARCAL CLXV)".

Asimismo, ha sido notorio cómo la problemática derivada de la pandemia por COVID-19 también ha afectado la operatividad del OIEA, lo cual se ha puesto de manifiesto especialmente en los procesos de compra con los recursos del Proyecto, donde se ha notado un importante aumento de los tiempos para la realización de trámites internos a lo interno del



organismo y también de trámites externos en relación con proveedores y agentes de logística de transporte internacional.

El aprendizaje que a nivel laboral se ha dado por la situación de pandemia acerca de nuevas formas de trabajar, reinventando la manera de reunirse, coordinar y lograr los objetivos laborales, ha alcanzado también al Proyecto, por lo cual, el OIEA debe buscar capitalizar las lecciones aprendidas de cara a las nuevas circunstancias. Estos temas han sido discutidos tanto con la PMO como con la TO del Proyecto en relación con el presente y con futuros proyectos.

Finalmente, como contraparte de Costa Rica, hemos observado con preocupación la escasa participación (en cantidad y calidad) de algunos de los países participantes. Esta situación se pone de manifiesto con el desinterés mostrado al no participar en las reuniones a las que se convoca por parte de la PMO o el DTM, o bien participar de manera totalmente pasiva sin realizar aportes significativos, integrar los grupos de trabajo que se han formado o siquiera aprovechar los ofrecimientos de compra de bienes o servicios para sus laboratorios que desde el proyecto se han ido ofreciendo. Una posible solución a esto es que el DTM o la PMO retroalimenten sobre esta situación a los coordinadores ARCAL de dichos países para intentar que las contrapartes tengan un papel más activo que permitan para sus países un mayor aprovechamiento del Proyecto.

**8. RLA/5/081- ARCAL CLXX: “Mejora de las capacidades regionales de análisis y programas de seguimiento de residuos / contaminantes en los alimentos mediante técnicas nucleares / isotópicas y complementarias “. Ciclo 2020-2021 M.Sc Yajaira Salazar Chacón. SENASA-LANASEVE**

El proyecto RLA5081 busca establecer mecanismos de coordinación entre los laboratorios de las autoridades competentes en inocuidad de los alimentos de los países participantes, para cumplir con los siguientes objetivos:

Objetivo general estratégico: Mejorar la inocuidad de los alimentos en América Latina y el Caribe y cuando sea posible, impulsar el comercio de los alimentos.

Objetivo específico: Fortalecer las capacidades de monitoreo y análisis de residuos y contaminantes en alimentos en los países de América Latina mediante la capacitación de personal en laboratorios y asistencia técnica especializada en temas relevantes de diferentes países.

En el marco del Proyecto RLA5081, se organizó a nivel nacional el Taller “Análisis de Riesgos en Sistemas para la Inocuidad de Alimentos”; el cual contó con una participación de 46 funcionarios del SENASA (Servicio Nacional de Salud Animal), cuatro de otras instituciones públicas, así como 16 participantes de instituciones homólogas al SENASA de Latinoamérica y el Caribe.

El taller se impartió de febrero a junio del 2021 por el instructor PhD. Fernando Sampedro Parra, Profesor de la Universidad de Minnesota, EEUU. Se generaron cuatro herramientas de Análisis de Riesgo de utilidad para el SENASA, SFE y la UCR, con resumen de prensa de esta actividad, compartido con el IAEA, ALCAL y a nivel interinstitucional.



También se realizó la siguiente capacitación: "Virtual Regional Workshop on Analytical Methods for Pesticide Residues in Food" (TC Meeting EVT210517), que se llevó a cabo del 29 de noviembre al 9 de diciembre de este año, impartido por el Laboratorio de Análisis de Residuos de Plaguicidas, LARP del Departamento de Química de la Universidad Nacional de Colombia. Las personas elegidas por parte de Costa Rica fueron analistas químicos de los laboratorios oficiales para la determinación de residuos de plaguicidas en alimentos de origen animal y vegetal, del SFE (Servicio Fitosanitario del Estado) y del SENASA, respectivamente. En este entrenamiento se expusieron temas relacionados con el análisis de tamizaje y confirmatorio de plaguicidas en muestras de alimentos; aseguramiento de la validez de los resultados; guías internacionales de análisis de residuos de plaguicidas; desarrollo y validación de métodos; técnicas analíticas por LC-MS/(MS), GC-MS/(MS), GC-HRMS y LC-HRM; métodos multiresiduos en diferentes matrices; entre otros.

Se hizo la orden de compra por EUR 42.398,10 de estándares analíticos de medicamentos veterinarios y contaminantes, está en trámite cuya entrega se efectuará en el 2022. El objetivo de esta compra es ampliar los servicios LANASEVE para el cumplimiento de las solicitudes del Programa Nacional de Residuos. Se adjunta solicitud que fue tramitada a través de la representación nacional de ARCAL. La entrega se ha postergado para 2022. Se ha avanzado con permisos de importación.

Se participó en la capacitación "RLA5081 Taller Regional Virtual sobre Programas de Control de Residuos de Medicamentos Veterinarios, efectuada del 22 de marzo a 12 de mayo de 2021, impartida por los expertos de la Unión Europea: Saskia Ester y Eric Crutcher. En la misma participaron 10 funcionarios de las siguientes dependencias del SENASA: LANASEVE (Laboratorio Nacional de Servicios Veterinarios), DIPOA (Dirección de Inocuidad de productos de origen Animal), DCA (Dirección de Cuarentena Animal), PRONARE (Programa Nacional de Residuos), Dirección de Medicamentos Veterinarios y el área de Oficialización de Laboratorios.

En el marco del EVT2101454 Invitación a 8º Taller Latinoamericano de Residuos de Pesticidas (LAPRW 2021) 18-20 de mayo de 2021, participaron 4 funcionarios, 2 del LANASEVE y 2 de SFE, en el taller titulado "Mejora de las capacidades regionales de análisis y los programas de vigilancia de residuos/contaminantes en los alimentos mediante técnicas nucleares/isotópicas y complementarias (ARCAL CLXX)".

Gracias a la participación en las actividades organizadas por el proyecto, el personal de las instancias participantes tiene el conocimiento para la mejora en los planes nacionales de residuos y contaminantes implementados en productos de origen animal, así como la implementación y la validación de nuevos ensayos.

Durante la ejecución del proyecto se han realizado optimizaciones y validaciones para incorporar analitos en los métodos existentes (por ejemplo: multiresiduos de medicamentos veterinarios, antibióticos y plaguicidas), así como la incorporación de nuevas matrices de acuerdo con las solicitudes del programa de residuos.

Se ha recomendado al DTM desarrollar una actividad relacionada con el cálculo de la incertidumbre basada en Codex y SANTE, así como la nueva norma técnica de validación de métodos de la UE.

La pandemia de COVID-19 ha causado distintas afectaciones a nivel internacional desde el primer trimestre de 2020. Entre ellas se puede mencionar la limitación de los movimientos de



personas entre países, lo cual ha afectado de forma directa las actividades programadas en el Plan de Trabajo del Proyecto, elaborado en la reunión inicial de diciembre de 2019. Debido a esto, algunas de estas actividades se han pospuesto y/o ejecutado de forma virtual.

Dada la no ejecución de actividades presenciales se han ahorrado recursos, que han dado lugar a otras actividades no planificadas, tales como la extensión de la asesoría de un experto (de una semana a dos semanas) y la orden de compra de estándares por montos superiores a los planificados.

La virtualidad ha sido la herramienta fundamental para permitir la coordinación y el avance de las actividades del proyecto, acortando distancias y posibilitando una mayor interacción de las partes. No obstante, por parte de algunos países se ha dado una participación escasa, evidenciando el desinterés de las contrapartes a pesar de las capacidades tecnológicas.

Se plantea la posibilidad de que el DTM o la PMO retroalimenten sobre esta situación a los coordinadores ARCAL de los países respectivos, para solicitar un mayor aporte de las contrapartes y, por ende, mejorar el aprovechamiento de los resultados del Proyecto.

A nivel nacional se ha mantenido la comunicación de la contraparte del proyecto con personal del CICA, UCR y con el SFE. Lo anterior para maximizar la participación del país en las actividades que se han desarrollado en el marco del proyecto.

Se destaca la realización de la capacitación “Análisis de Riesgos en Sistemas para la Inocuidad de Alimentos”, que confirió el conocimiento a los participantes para el desarrollo de herramientas innovadoras e integrales con el objetivo de utilizar un enfoque basado en riesgo para asegurar la inocuidad de los productos de origen animal.

Por otra parte, se realizó la presentación de los productos elaborados en una actividad virtual que contó con participantes tanto nacionales e internacionales como la Ms Nicola Schloegl, oficial gerente del Proyecto RLA5081 y representante del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y el PhD. Fernando Sampedro Parra, Profesor de la Universidad de Minnesota, EEUU quien fue el encargado de impartir el taller y de guiar el desarrollo de los grupos interinstitucionales para la elaboración de los siguientes productos:

1. Matriz de análisis de Riesgo de Residuos de Medicamentos Veterinarios.
2. Matriz de análisis de Riesgo de Contaminantes.
3. Perfil de riesgo de plaguicidas.
4. Matriz de inspección basada en riesgo de establecimientos de alimentos.

Este tipo de herramientas permitirá priorizar los recursos mediante estrategias institucionales, el fortalecimiento en la coordinación de los diferentes actores que participan en actividades fundamentadas en análisis de riesgo relacionadas con la inocuidad de alimentos de origen animal y el cumplimiento de próximos requerimientos por parte de socios comerciales.

**9. RLA/7/023 - ARCAL CLIV: “Evaluación de componentes de aerosol atmosférico en zonas urbanas para mejorar la contaminación del aire y la gestión del cambio climático”. Ciclo 2018-2019.  
Dr Jorge Herrera Murillo, Escuela de Ciencias Ambientales. Universidad Nacional.**

Durante el 2021 el Laboratorio de Análisis Ambiental de la Universidad Nacional de Costa Rica realizó mediciones de PM2.5 en la ciudad de San José, en el sitio ubicado en la Sede Central del Ministerio de Salud en 129 días. De estos 129 días, se tomaron 113 muestras



válidas efectivas, descartándose las que fueron afectadas por problemas eléctricos en el sitio, o alguna otra dificultad operativa en el muestreo que obligó a descartar la muestra. Para dichos filtros recolectados, se ejecutaron los análisis químicos solicitados para las muestras tomadas en el Proyecto.

Adicional, se recibieron filtros para análisis químicos de Perú (1 envío, 26 filtros), para análisis de carbono orgánico y elemental e hidrocarburos policíclicos aromáticos en todos ellos. La recepción y análisis de estos filtros corresponde a los aportes que Costa Rica, a través del Laboratorio de Análisis Ambiental, que se comprometió para con el Proyecto.

En ese año, se ejecutaron los análisis correspondientes y se entregaron los resultados definitivos respectivos a las contrapartes latinoamericanas de 26 filtros a los cuales se les analizó iones, así como carbono orgánico y elemental, los análisis metales aún se encuentran pendientes debido a los problemas con el ICP-MS.

Adicionalmente, el Laboratorio colocó otro punto de medición de PM<sub>2.5</sub> en la ciudad de Belén desde el año 2020, a aproximadamente 12 km al noroeste del punto ubicado en San José. En este sitio se tomaron muestras en un total de 134 días. De estos 134 días, se tomaron 113 muestras efectivas, descartándose las que fueron afectadas por problemas eléctricos en el sitio, o alguna otra dificultad operativa en el muestreo que obligó a descartar la muestra. Para dichos filtros recolectados, se ejecutaron los análisis químicos solicitados para las muestras tomadas en el Proyecto.

Adicionalmente los funcionarios José Félix Rojas Marín, Tomás Soto Murillo, Minor Vargas Rojas y Jorge Herrera Murillo recibieron capacitación virtual en el mes de octubre, relativa al uso de herramientas de sensoramiento remoto para el monitoreo de gases y partículas.

Con este Proyecto se está realizando un diagnóstico de las concentraciones ambientales de PM<sub>2.5</sub> en un sitio de la Ciudad de San José y otro en la Ciudad de Belén, a 12 km al noroeste del punto en San José para su posterior caracterización química, como insumo para la identificación de fuentes emisoras que pudieran ser sujetas a regulaciones y controles en pro de la mejora de la calidad del aire de la capital, y la consecuente disminución de las enfermedades cardiorrespiratorias que se conoce están asociadas con la mala calidad del aire en las ciudades.

La situación pandémica mundial afortunadamente no comprometió la salud de ninguno de los funcionarios del Laboratorio de Análisis Ambiental durante el 2021. Tampoco complicó el ingreso a los sitios donde se ubican los puntos de muestreo, ni la cadena de suministro de los insumos necesarios para que el Laboratorio de Análisis Ambiental ejecutara los muestreos sin ningún contratiempo. En cuanto los análisis, tampoco se tuvo contratiempos en la entrega de los reactivos e insumos necesarios o en el permiso de ingreso y desplazamiento de los funcionarios al Laboratorio y a los sitios de muestreo, de modo que toda la ejecución de este proyecto se operó con normalidad a pesar de la complicada situación mundial. Sin embargo, sí ha retrasado y complicado la recepción de muestras de los otros países latinoamericanos, debido a que en otros países sí sufrieron de medidas más estrictas en cuanto la restricción de la movilidad ciudadana, así como de cierres de instituciones y edificios.

Se ha tenido contratiempos con las agencias aduanales de los países que han enviado muestras a Costa Rica, dilatando el proceso de entrega de los filtros al Laboratorio para el comienzo de los análisis requeridos. La dificultad se plantea principalmente porque se utiliza la misma agencia de aduanas, pero se asignan funcionarios diferentes a cada lote enviado, de manera que a todos se debe comenzar por explicarles desde el principio el contenido del



paquete y el propósito del envío. Esto también se identificó con los paquetes que el Organismo envió al país.

Es posible que pudiera agilizarse la liberación de las muestras por parte de aduanas si desde el Organismo se enviara una carta a las agencias de aduanas explicando los alcances del proyecto y la naturaleza de los paquetes que se están enviando a Costa Rica como parte de él, además de la fecha estimada de finalización para los muestreos y envíos al país.

**10. RLA/1/014 - ARCAL CLIX:” Promoción de Tecnologías de Ensayos no Destructivos para la Inspección de Estructuras Civiles e Industriales”. Ciclo 2018-2019.**

**Ing. Oscar Chaverri Quirós, Instituto Tecnológico de Costa Rica.**

Este proyecto fue formulado a partir del documento IAEA-TECDOC-1763, "Perfil Estratégico Regional para América Latina y el Caribe (RSP) 2016-2021", donde las tecnologías de inspección fueron identificadas como una prioridad en el área de las tecnologías de radiación, específicamente los Ensayos No Destructivos (END).

Las tecnologías de inspección mediante ensayos no destructivos incluyen técnicas nucleares y no nucleares para la evaluación de la integridad de estructuras civiles y para diagnosticar el estado de componentes industriales, estructuras metálicas, soldadura, tuberías, plantas de energía, petróleo y gas, industria aeroespacial, etc. Los END constituyen una tecnología esencial para el control de calidad de la maquinaria industrial y sus componentes. Esta tecnología es aplicada tanto a productos terminados como en la inspección en operación, diseño de nuevos productos y para estudios de evaluación de vida útil de las plantas y la preservación del ambiente. Es especialmente importante en los Estados Miembros en vías de desarrollo, donde las consecuencias de una falla pueden ser particularmente severas, resultando en un alto impacto social, financiero y medioambiental.

Los países de América Latina tienen diferentes grados de desarrollo de la estructura industrial y civil. Sin embargo, todos los países requieren un mínimo grado de conocimiento y desarrollo de estas tecnologías de inspección para garantizar la calidad de los bienes y servicios industriales y garantizar la seguridad en la operación y la protección de vidas humanas. La aplicación de los END se basa fundamentalmente en las personas que los ejecutan, por lo que desde sus prácticas iniciales se hizo evidente la necesidad de dedicar especial atención al entrenamiento y la evaluación de quienes los practiquen. Esto trajo como resultado el desarrollo de diferentes estándares de aplicación, orientados a satisfacer distintos intereses no siempre convergentes.

El Proyecto RLA1014 fue concebido para promover la implementación de sistemas de certificación para la capacitación y calificación de personal en END, de conformidad con ISO 9712 e ISO 17024 en aquellos países de la región donde aún no se ha establecido esta metodología, así como actualizar los sistemas de certificación en cuanto a técnicas avanzadas de END, en los países donde ya se tienen implementados dichos sistemas. En ambos casos, la formación se orientará principalmente a la inspección de estructuras civiles e industriales, a fin de determinar el estado de su integridad estructural. También se procedió a analizar la creación de dos centros subregionales, especializados en la inspección de estructuras civiles que podrán proveer apoyo a los países de la región en caso de emergencias.

En este proyecto se han utilizado como insumo los resultados del proyecto ARCAL RLA/8044 "Armonización regional respecto de la calificación y certificación del personal y de la



infraestructura utilizada en los ensayos no destructivos de sistemas, estructuras y componentes”.

En la región de América Latina y el Caribe existen diversas realidades en cuanto al desarrollo de los END, muchas de ellas tienen su correlato con el desarrollo industrial de los distintos países. Por un lado, están aquellos países que tienen una extendida trayectoria en el desarrollo de los END, otros que recientemente han avanzado hasta alcanzar los estándares internacionales y una serie de países que tiene distinta proporción de fortalezas y debilidades, para alcanzar los estándares mencionados.

En todos los casos se reconoce de la imperiosa necesidad de desarrollar los END en todos los ámbitos, pero con una especial urgencia en el área civil. Esto último está relacionado con la recurrente serie de sismos que se han producido en la Región (Ecuador 2016 y México 2017), que lleva a considerar esto como una situación con la que los Estados Miembros deberán convivir.

Una creencia generalizada supone que, para constituir un sistema de certificación de personal según las normas ISO 9712 e ISO 17024, se requieren inversiones muy importantes en equipamiento. Esto no es así, los países que tienen menores recursos pueden elegir los métodos superficiales más difundidos para comenzar (líquidos penetrantes y partículas magnetizables).

Lo que resulta trascendente para poder avanzar, una vez en vigencia las normas citadas, es el compromiso de los actores claves de un sistema de certificación. Las normas exigen que se constituya un Comité del Esquema de certificación, y que en él estén representados todos los intereses del sector (academia, industria, organismos regulatorios, entes de calificación de END, empresas de servicios, proveedores de equipamiento, etc.). La convocatoria a los mismos debe ser pública y las tareas en ese Comité no son remuneradas.

Quien convoca debe ser una organización pública o una entidad sin fines de lucro registrada legalmente, que garantice en el tiempo el funcionamiento del sistema. Eso conlleva un compromiso de asignar recursos humanos en forma permanente, para desarrollar y luego dar soporte al sistema en el tiempo. La organización que tome esta tarea debe tener muy claro que esta actividad será económicamente deficitaria por un tiempo prolongado, hasta que llegue al equilibrio financiero.

Debido a las restricciones impuestas por las autoridades nacionales por la pandemia y gracias a la intervención en las reuniones de coordinación, se logra tener participación en las tres actividades:

- a) Reunión de coordinación jueves 22 de abril 2021.
- b) Se compartió la información del proyecto en el en el Simposio Cooperación en el Ámbito Nuclear con el OIEA realizado de manera virtual y organizado por el ONE y la Coordinación Nacional ARCAL el viernes 28 de mayo de 2021.
- c) Participación de dos profesores en el Curso Regional virtual de entrenamiento en Partículas Magnéticas nivel III, del 4 al 21 de octubre 2021.

Se prevé un impacto muy positivo teniendo en cuenta que a nivel nacional no existe una gran cantidad de personas certificadas como niveles III en métodos de inspección no destructiva. Con este tipo de formación se espera una mejora sustancial en los procesos de capacitación



que se brinda a través de la Universidad y hace posible la certificación de personas en el área de los ensayos no destructivos. También se logra hacer una difusión de este tipo de temas que para muchos es desconocido, principalmente el alcance que pueden tener los métodos de ensayo no destructivo en la inspección de obras civiles e industriales.

A pesar de las dificultades ocasionadas por la pandemia a nivel mundial, se han podido desarrollar actividades virtuales lo que ha permitido avanzar con los objetivos propuestos en el Proyecto. Sin embargo, existe la gran limitante de la no realización de actividades presenciales.

En el campo de los ensayos no destructivos y en el tema de la certificación de personal existe un componente relacionado con evaluaciones las cuales se utilizan para que el personal demuestre por medio de sus habilidades que puede efectuar algún tipo de ensayo, algo que comúnmente se le conoce como experiencia de campo. El no desarrollo de dichas inspecciones presenciales hace que se pierda el valor de lo que es “aprender haciendo” disminuyendo en cierto grado el buen aprendizaje que se pueda tener de dichos ensayos.

**11. RLA/1/019 - ARCAL CLXVII Fortalecimiento de Capacidades para la Utilización de Tecnología Nuclear y Radiológica para Caracterizar, Conservar y Preservar el Patrimonio Cultural”. Ciclo 2020-2021.  
Ing. Ernesto Montero Zeledón, Instituto Tecnológico de Costa Rica.**

Por motivo de la pandemia generada por la enfermedad de la COVID-19, durante el primer año no se pudo realizar una gran parte de las actividades que se tenían previstas. En ese año, solo se realizó una reunión virtual de coordinación en la que se explicó que ese año solo se comenzaría con el proceso de compras y que las demás actividades (cursos de capacitación y reuniones) se dejarían para el siguiente año (2021).

Esperando a que la pandemia redujera su impacto y poder realizar las actividades de capacitación, en el primer semestre de 2021 no se realizaron actividades en el proyecto, aparte de los procesos de compra iniciados en 2020. Sin embargo, por la continuación de las restricciones sanitarias generadas por la pandemia y que no era posible postergar las actividades, en el segundo semestre de 2021 se comenzaron a organizar las capacitaciones virtuales y algunas reuniones de coordinación, en todas las cuales participó el coordinador.

Se destaca como principal dificultad la propagación de la enfermedad de la COVID-19 en todo el mundo y la consecuente declaración de pandemia por parte de las autoridades de la Organización Mundial de la Salud.

La mayor parte de los Gobiernos y Ministerios de Salud de los países han tomado medidas como la restricción al movimiento de los ciudadanos dentro de sus territorios, así como limitaciones a las entradas y salidas de las personas a través de fronteras terrestres, puertos y aeropuertos.

Esta situación generó una seria afectación en la ejecución y desarrollo de las actividades del proyecto RLA1019 y puso en riesgo la ejecución de las actividades de capacitación previstas para el año 2021. Sin embargo, las capacitaciones se comenzaron a impartir hasta el segundo semestre de 2021, buscando que iniciaran luego de disminución de la pandemia, pero esta expectativa no se cumplió. Adicionalmente, como consecuencia de la propagación de la enfermedad y las restricciones de movimiento dentro y fuera de los países, también fue



imposible realizar visitas de campo, visitas a las colecciones ni visitas a los laboratorios del Instituto Tecnológico de Costa Rica y del Museo Nacional de Costa Rica.

Por otra parte, tener que asistir y participar en reuniones virtuales, ha supuesto un esfuerzo adicional, especialmente por las horas de los cursos y talleres, pero también por la falta de apoyo institucional en el reconocimiento de carga académica. Debe añadirse que las reuniones no presenciales dificultan la participación efectiva y el aprovechamiento de los insumos y recomendaciones que se brindan en las mismas. Por su parte, si bien la virtualización de los talleres también permite una mayor participación, el compromiso de los participantes se puede ver dificultado debido a que no está plenamente dedicado a las actividades de la actividad, pues junto con las capacitaciones tiene que atender todos los demás asuntos laborales, a veces en la misma jornada, pero sobre todo en horas de madrugada, que es cuando comienzan la mayoría de los talleres ofrecidos.

Como impacto inicial se destaca que la conformación del grupo de investigación inició en 2018, con la participación de profesores de la Escuela de Física, la Escuela de Ciencia e Ingeniería de Materiales y los expertos del Museo Nacional de Costa Rica. Este primer acercamiento se facilitó gracias a un Convenio de Cooperación Marco, previamente firmado entre el Instituto Tecnológico de Costa Rica y el Museo Nacional de Costa Rica. A lo largo de 2019, el grupo continuó fortaleciéndose a través del seguimiento de nuestra participación en la propuesta ARCAL y la realización de un par de reuniones y visitas mutuas.

En el 2020, se realizó una primera selección de las líneas de trabajo en las que se esperaba comenzar los ensayos, partiendo de los temas de investigación que se plantearon y de las posibilidades técnicas disponibles. De modo que, en paralelo con las capacitaciones del proyecto, se pudiese comenzar a realizar algunos ensayos para adquirir destreza y experiencia en la aplicación de las técnicas, así como en la interpretación de resultados.

Durante el 2021, los compañeros del Museo indicaron que el traslado de bienes patrimoniales para su análisis, esta actividad solo se podría realizar bajo un nuevo convenio de cooperación específico. Por distintas razones, hubo atraso en la elaboración del documento de convenio definido y se comenzó a elaborar hacia finales de 2021, pero aún no ha finalizado el proceso.

Se contempla que para el año 2022 y dado a que el país enfrentará un cambio en la administración pública implicará riesgos para la continuidad del proyecto por la politización excesiva de este tipo de alianzas, por lo que es conveniente agilizar el trámite de este convenio.

Los temas seleccionados se han establecido en conjunto con todos los investigadores del grupo, pero se ha dado prioridad a las necesidades del Museo, pues consideramos que, en materia de preservación del patrimonio, ellos son los expertos. No obstante, también hemos tomado en cuenta las técnicas disponibles, las posibilidades de generar resultados, así como el eventual impacto de los resultados de la investigación en la sociedad costarricense.

El principal objetivo que nos hemos planteado en el desarrollo del proyecto RLA1019 en el país, es la conformación de un grupo interdisciplinario de investigadores en el tema del análisis del patrimonio histórico cultural mediante el uso de técnicas nucleares y espectroscópicas. Asimismo, el proyecto tiene el propósito de fortalecer las capacidades de este grupo de investigación a través de la capacitación de sus miembros en distintos temas específicos. Afortunadamente, se cumplieron con ambos objetivos pues hemos venido colaborado con los compañeros de la sección de patrimonio del Museo Nacional de Costa Rica, pero adicionalmente, el proyecto ha permitido el acercamiento de grupos de investigadores de tres



universidades públicas que, de forma independiente, están buscando realizar investigaciones en las áreas de caracterización y conservación del patrimonio histórico y cultural del país. Además, el proyecto ha permitido la capacitación de varios investigadores de estas instituciones a través de su participación en los talleres brindados por la IAEA en el marco del proyecto RLA1019.

Para el primer semestre de 2022, se procurará aprovechar la coyuntura y el acercamiento generado entre los grupos e investigadores para promover la creación de una red interuniversitaria de investigación del patrimonio. Para ello, es necesario comenzar a trabajar en una agenda de colaboración.

En la conformación del grupo de investigadores del proyecto RLA1019, se buscó la participación de diferentes formaciones debido al enfoque interdisciplinario de los proyectos de investigación en Conservación del Patrimonio. Se seleccionaron especialistas de las áreas de Física Nuclear, Física de Materiales, Ciencia de Materiales, los cuales pertenecen a las Escuelas de Física y de Ciencia de Materiales del Instituto Tecnológico de Costa Rica, pero también especialistas en Antropología e Historia del Departamento de Protección del Patrimonio Cultural del Museo Nacional de Costa Rica.

En el grupo de investigadores del proyecto hay especialistas en distintas técnicas de análisis de materiales. En la Escuela de Física se cuenta con el Laboratorio de Dosimetría Termoluminiscente y con el Laboratorio de Espectroscopia Molecular, Imagen y Color. En este último se dispone de diversas técnicas espectroscópicas como la de fluorescencia, ultravioleta-visible, Raman e infrarroja por transformada de Fourier. Además, se poseen cámaras fotográficas de alta resolución y cabinas de iluminación controladas para análisis de color, forma y tamaño (DigiEye).

Por su parte, la Escuela de Ciencia e Ingeniería de Materiales cuenta con el Centro de Investigación y Extensión en Materiales que dispone de varias técnicas de análisis nuclear como fluorescencia de rayos X, imágenes radiográficas de rayos X y un difractómetro de rayos X. Adicionalmente, el Centro cuenta con otras técnicas de caracterización como microscopios y durómetros.

También existe el Centro de Irradiación Gamma del Instituto Tecnológico de Costa Rica, del que forman parte la Escuela de Física y la Escuela de Ciencia e Ingeniería de Materiales. Dicho Centro es coordinado por un integrante del proyecto y en éste se brindan servicios de irradiación de materiales con fuentes radiactivas.

Pero en el Instituto Tecnológico de Costa Rica existen otros Centros y Laboratorios de Investigación en los que se dispone de algunas técnicas de análisis adicionales que podrían complementar las consideradas inicialmente como son la microscopia electrónica de barrido y de transmisión, la microscopia de fluorescencia, la perfilometría y la espectroscopia de masas, por mencionar solo algunas técnicas relevantes.

En cuanto a la comunicación y atención del proyecto se destaca lo siguiente: Se ha mantenido una comunicación constante con todos los miembros del proyecto de modo que han estado permanentemente enterados de todas las notificaciones, convocatorias y procesos de compra de materiales. Se ha divulgado toda la información relevante proporcionada por la coordinación general del proyecto (situación del proyecto, convocatorias para capacitaciones), se han transmitido los resultados de las reuniones de generales de coordinación, se han realizado consultas diversas a los investigadores, pero también se han definido los criterios y valorado las propuestas para la compra de materiales de referencia. También se han realizado



llamadas telefónicas a los miembros del proyecto para solicitar criterio y colaboración. Para realizar las reuniones se ha utilizado la plataforma Zoom.

Adicionalmente, se ha mantenido una buena comunicación con los coordinadores del proyecto. Tanto con la coordinadora general, la Dra. María Dolores Tenorio Castilleros del ININ de México a través de correo electrónico y un grupo de WhatsApp, como con la Sra. Karla Molina Díaz y el Sr. Román Padilla Álvarez, ambos del Organismo Internacional de Energía Atómica, en Viena, Austria.

La efectiva comunicación con los integrantes nacionales del proyecto ha contribuido al fortalecimiento del sentido de grupo y a un compromiso mayor con los objetivos que se persiguen. Se estima que la consolidación del grupo y el compromiso de sus miembros facilitará el cumplimiento de los objetivos del proyecto RLA 1019, a pesar de las adversidades presentadas en 2020. Por ello, existe la confianza de que, cuando las circunstancias finalmente lo permitan, podamos generar resultados relevantes.

Los integrantes del equipo tienen la disposición de comenzar a desarrollar estas líneas de investigación, de modo que se buscará la aplicación de los conocimientos adquiridos mediante la puesta en práctica de las técnicas dentro de las líneas de investigación seleccionadas. Sin embargo, actualmente se debe esperar a la firma del Convenio Específico de Cooperación en donde se indique el tema, los objetivos, los participantes y los plazos, según se ha conversado en las últimas reuniones. Los miembros del grupo hemos definido conjuntamente los siguientes temas de investigación:

1. Identificación de los procesos de degradación de los objetos de piedra precolombinos, ubicados a la intemperie.
2. Identificación de materiales utilizados en la pigmentación de objetos de piedra precolombinos.

Adicionalmente, hemos identificado otros temas de investigación que se abordarán en tanto se avance en los primeros y el tiempo dedicado al proyecto de investigación sea suficiente para realizar ensayos adicionales:

1. Creación de una base de datos de características espectroscópicas de los materiales con los que están hechos los objetos de piedra. En primera instancia se considerarán aquellos objetos que hayan sido identificados geográfica y cronológicamente.
2. Efecto de la irradiación con rayos gamma en la coloración, en la resistencia del papel y en la eliminación de microorganismos para la conservación de documentos históricos.

Dentro de las actividades en que se ha participado se mencionan

La primera reunión se realizó el 8 de noviembre, en ella debían participar los coordinadores generales, pero también se invitó a asistir a los colaboradores nacionales. Esta reunión tenía por objetivo conocer los avances de tres proyectos regionales, el proyecto RLA1014, "Fomento de las tecnologías de ensayos no destructivos para la inspección de estructuras civiles e industriales", el proyecto RLA1015, "Armonización de los sistemas de gestión integrada y procedimientos de buenas prácticas de irradiación en instalaciones de irradiación", y el proyecto RLA1019 "Fortalecimiento de las capacidades relacionadas con el uso de la tecnología nuclear y de la radiación para caracterizar, conservar y preservar el patrimonio cultural".



Como se había mencionado, la coordinadora general del proyecto RLA1019 es la Dra. María Dolores Tenorio Castillero del ININ, de México.

Por su parte, la segunda reunión se realizó los días 14 y 15 de diciembre y a ella debíamos asistir todas las contrapartes nacionales de los países participantes en el proyecto RLA1019. En esta actividad, cada país presentó el avance en la ejecución del mismo, pero también aportó sus ideas en la discusión final de la situación del proyecto.

La contraparte nacional realizó una presentación de la situación del proyecto a nivel nacional y de las previsiones para la ejecución del mismo en lo que queda de proyecto. Además, se informó a los participantes del proyecto que se ampliará el plazo del proyecto, sin precisar la fecha exacta de finalización.

Como parte de las responsabilidades del coordinador, se promovió información relativa a las actividades de capacitación en el marco del proyecto RLA1019 y otras actividades de capacitación a las que fuimos invitados. La condición de la pandemia hizo que muchas de las actividades presenciales se realizaran de forma virtual y tuvieran doble carácter (presencial y virtual) lo cual permitió la participación de un número elevado de investigadores nacionales en los eventos.

A la capacitación brindada por la Australian Nuclear Science and Technology Organization (ANSTO), no pudo asistir ninguno de los investigadores invitados.

Como se ha mencionado, la participación de investigadores de otras universidades en las actividades de capacitación del proyecto RLA1019 ha sido posible gracias a que muchas de estas actividades se han impartido en modalidad virtual o bimodal. En todo caso, la identificación de los grupos e investigadores de las universidades ha generado un acercamiento de las instituciones, por lo cual ha surgido la idea de organizar una reunión general donde se pueda evaluar la conformación de una red interuniversitaria de investigación del patrimonio histórico y cultural costarricense.

Entre las dos instituciones nacionales participantes ya existe un Convenio Marco de Cooperación, pero para el desarrollo de este proyecto y de los análisis que se desean realizar, es necesaria la firma de un Convenio de Cooperación Específico, donde se incluyan los objetivos de este proyecto, los participantes y los plazos. Los compañeros del Museo Nacional de Costa Rica comenzaron la preparación del borrador del Convenio lo cual busca facilitar la cooperación entre los investigadores de las dos instituciones y el movimiento de los objetos patrimoniales u otros materiales que serán analizados en el Instituto Tecnológico, con las técnicas disponibles. Sin embargo, debido a circunstancias imprevistas, el proceso de elaboración del convenio de cooperación específico tuvo retrasos y en este momento no está concluido. Se estima que el Convenio Específico de Cooperación estará listo para firmar en el primer semestre de 2022, antes del cambio de gobierno.

Adicionalmente, en conjunto con los compañeros de la Comisión de Energía Atómica en Austria se ha gestionado la compra de varios materiales de referencia para la calibración de los equipos que utilizan técnicas nucleares y técnicas espectroscópicas. Concretamente, se ha solicitado la compra de hexaboruro de lantano en polvo, para la calibración del difractómetro de rayos X. También se solicitó la compra de roca de obsidiana como material natural de referencia, certificado por el NIST, para ensayos de fluorescencia de rayos-X. Finalmente, se gestionó la compra de un grupo de materiales de referencia para la técnica de espectroscopia UV-Vis. Estos últimos materiales son importantes porque se utilizan para



calibrar los equipos de espectroscopia UV-Vis que junto con películas radiocrómicas, permiten la medición de dosis de irradiación.

La llegada de estos materiales a la institución requirió de un gran esfuerzo de seguimiento y coordinación con las empresas Bolloré Logistics y la empresa Rexcargo de Costa Rica. Para la realización de este trámite se contó con la colaboración de la Unidad de Aprovisionamiento del TEC, la Dirección de la Escuela de Física, la Fundación del Instituto Tecnológico de Costa Rica y la Coordinación del Laboratorio de Espectroscopia. Adicionalmente, aunque los gastos ya estaban cubiertos, hubo que pagar uno últimos cobros relacionados con el proceso de desalmacenaje, los cuales corrieron por cuenta de la Escuela de Física.

En el mes de julio se gestionó la compra de dosímetros de PMMA a través de los recursos que, para tal fin, había dispuesto el proyecto RLA1019. Estos dosímetros son necesarios en el control y seguimiento de las dosis de irradiación de las personas participantes en el proyecto y en la estimación de las dosis suministradas por nuestros equipos, a los materiales irradiados mediante procesos de calibración. Para diciembre de 2021, concluyó el proceso de licitación, por lo que se espera que los dosímetros lleguen al país durante el primer semestre de 2022.

La principal dificultad que se presentó en la ejecución del proyecto durante el primer y segundo año, fue la propagación de la enfermedad del COVID-19 en todo el mundo y la consecuente declaración de pandemia por parte de las autoridades de la Organización Mundial de la Salud.

La mayor parte de los Gobiernos y Ministerios de Salud de los países han tomado medidas como la restricción al movimiento de los ciudadanos dentro de sus territorios, así como limitaciones a las entradas y salidas de las personas a través de fronteras terrestres, puertos y aeropuertos.

Esta situación generó una seria afectación en la ejecución y desarrollo de las actividades del proyecto RLA1019 y puso en riesgo la ejecución de las actividades de capacitación previstas para el año 2021. Sin embargo, como se ha venido mencionando, las capacitaciones se comenzaron a impartir hasta el segundo semestre de 2021, buscando que iniciaran luego de disminución de la pandemia, pero esta expectativa no se cumplió. Adicionalmente, como consecuencia de la propagación de la enfermedad y las restricciones de movimiento dentro y fuera de los países, también fue imposible realizar visitas de campo, visitas a las colecciones ni visitas a los laboratorios del Instituto Tecnológico de Costa Rica y del Museo Nacional de Costa Rica.

Por otra parte, tener que asistir y participar en reuniones virtuales, ha supuesto un esfuerzo adicional, especialmente por las horas de los cursos y talleres, pero también por la falta de apoyo institucional en el reconocimiento de carga académica. Debe añadirse que las reuniones no presenciales dificultan la participación efectiva y el aprovechamiento de los insumos y recomendaciones que se brindan en las mismas. Por su parte, si bien la virtualización de los talleres también permite una mayor participación, el compromiso de los participantes se puede ver dificultado debido a que no está plenamente dedicado a las actividades de la actividad, pues junto con las capacitaciones tiene que atender todos los demás asuntos laborales, a veces en la misma jornada, pero sobre todo en horas de madrugada, que es cuando comienzan la mayoría de los talleres ofrecidos.

Otras dificultades presentadas, como el retraso en la compra de insumos, el retraso a la convocatoria de la primera reunión de coordinación, son insignificantes en cuanto a sus efectos sobre el proyecto.



**12. RLA/0/069 - ARCAL CLXXII: “Promoción de la Gestión Estratégica y la Innovación en las Instituciones Nucleares Nacionales mediante la Cooperación y la Construcción de Alianzas - Fase II”. Ciclo 2020-2021**  
**M. Sc. Lilliana Solís Díaz. Coordinadora Proyecto, Comisión de Energía Atómica de Costa Rica, I Semestre y Dr. Esteban Picado Sandí Presidente CEA, Nacional Coordinador ARCAL, II Semestre 2021.**

La principal dificultad encontrada en la ejecución del proyecto regional ha sido el retraso en el inicio de actividades del mismo por un lado por la situación de la Pandemia que trastocó cualquier intento de programación de fechas y actividades.

Este proyecto tiene como objetivo es aumentar la visibilidad y sustentabilidad de los servicios (identificados como casos de estudio) de la región, mejorando la contribución al desarrollo socioeconómico generada por los mismos, la participación de Costa Rica se destaca a continuación:

Las reuniones de Coordinación del proyecto celebradas en el primer semestre, se destaca la reunión del 11 de junio 2021, con la participación de las contrapartes principales, se analizaron los avances en línea con el objetivo, se identificó una propuesta de herramienta para presentar como resultado del Mapeo inicial de las aplicaciones de la tecnología nuclear relevantes.

Se inició la etapa de mayor interacción intra e inter grupos con el fin de concluir con el mapeo regional y avanzar en el diseño de los planes estratégicos y de negocios temáticos.

Se esbozaron los próximos pasos a seguir: Lanzamiento de la primera etapa del Mapeo Regional. Expansión del alcance del Mapeo regional e inicios de su aplicación a la conformación de redes. Inicio del trabajo a nivel grupal sobre el diseño inicial de los planes estratégicos y de negocios temáticos.

Esto incluye una serie de talleres específicos con cada uno de los grupos para asistirlos en la elaboración de los planes. Identificación de intereses y necesidades específicas a nivel regional y nacional que sirvan de insumo para planificaciones futuras de trabajo para ARCAL.

Participación de la CEA en el Curso en Línea sobre Análisis Financiero de Escenarios de Proyectos de Inversión con la aplicación del software COMFAR para Instituciones Nucleares (NNIs) el cual se celebra en tres sesiones separadas de cinco días cada una, durante los días: del 13 al 17 de setiembre, del 20 al 24 de setiembre y del 27 al 1° de octubre inclusive.

Participation de la CEA en Wilton Park virtual dialogue: Pathways for expanding peaceful uses of nuclear energy and nuclear technology in Latin America and the Caribbean. Celebrado de manera virtual del 10 al 12 de agosto de 2021. Esta institución pertenece al bloque británico-americano quienes trabajan en impulsar aspectos de cooperación en temas del ámbito nuclear y en el desarrollo de políticas internacionales y de soluciones para problemas globales. En el evento se abordó el tema del desarme nuclear; en el contexto del tratado de no proliferación de armas nucleares. Así como, en lo que la institución realiza en la región y como podría potenciar y coordinar con el trabajo que se hace con el OIEA y ARCAL en materia de cooperación. Las prioridades de la política exterior británica y fundamentalmente apoyan el trabajo de diplomacia pública del Reino Unido. Las redes que construyen y nutren promueven diálogos, conectando al sector público, privado.



Además, se participó en un taller compuesto por dos módulos sobre a. "Finanzas" y b. "Divulgación y Marketing". celebradas en el mes de octubre.

**13. Establecimiento del capítulo regional Women in nuclear (WIN) ARCAL Ciclo 2020-2021.  
M.Sc. Lilliana Solís Díaz. Coordinadora del Proyecto y Dra. Cristina Chinchilla Soto, Comisión de Energía Atómica de Costa Rica, I Semestre y Dr. Esteban Picado Sandí, Presidente CEA, Nacional Coordinador ARCAL, II Semestre 2021.**

La CEA en calidad de coordinadora del Proyecto Regional WIN ARCAL, participó en todas las actividades acordadas durante el periodo las cuales se han realizado de manera virtual, la limitación presentada se refiere a la disponibilidad de tiempo para desarrollar y atender la organización y la divulgación de las mismas para lograr una amplia participación de las mujeres que trabajan en los temas de las aplicaciones pacíficas de las tecnologías nucleares en el país.

Las reuniones Virtuales de Coordinación WIN ARCAL, abordaron temas relacionados a la conmemoración del Día Internacional de la Mujer y la participación de las niñas en las ciencias, Reunión de coordinación regional y en varias reuniones Virtuales de Coordinación Regional WIN ARCAL, convocadas por los responsables del capítulo regional y en evento relacionado al proyecto WIN ARCAL "Promoviendo la paridad de género en el ámbito de la seguridad nuclear" en el marco de la SARTSS 2021 - mayo y junio.

Se participó en la presentación: Discusión en torno al borrador del capítulo WIN ARCAL celebrada el 2 de agosto de manera virtual.

A sí como, en el Ciclo de webinars: "Aplicaciones de la tecnología nuclear" a cargo de WiN Perú, en el marco del Stand-Up for Nuclear. Celebrada el martes 07 de septiembre.

También se participó en la actividad a través de las redes sociales en la reunión virtual en el marco de WiN ARCAL, WiN Chile- organizó el webinar "Propiedad Intelectual en Ciencias Nucleares", celebrada el jueves 09 de septiembre.

Y la participación en la Reunión virtual de coordinación para la revisión de la Propuesta de calendario - Proceso Electoral WIN ARCAL 2021, en el mes de diciembre.

La limitación a destacar es la poca disponibilidad de tiempo de las personas involucradas, dado que como se ha implementado la virtualidad para llevar a cabo todas las reuniones de trabajo en toda la gestión laboral, esta vía se ha utilizado en exceso y ha provocado saturación de las agendas de los y las funcionarias a cargo de las actividades del proyecto. Al interior del país dificultades en la convocatoria a reuniones y el manejo del tiempo en la ejecución de reuniones virtuales dado que los temas implican la exposición, discusión y planteamientos con recursos internos del país. Se logró conformar un grupo de trabajo local, integrado por al menos 3 mujeres vinculadas al ámbito nuclear y constituido por la Comisión de Energía Atómica y Universidad de Costa Rica. Sin embargo, existe un retraso en la constitución de un Capítulo Nacional de WiN, dado el exceso de actividades programadas a nivel virtual. Aunado a lo anterior se presentó la jubilación en el mes de agosto de la señora M.Sc. Lilliana Solís Díaz, Coordinadora del Proyecto Win ARCAL lo cual se refleja en el atraso de la conformación del Capítulo WiN -Costa Rica.



La emergencia nacional y sanitaria por el SARS COV 2 y COVID 19, ha limitado la disponibilidad de tiempo, la dificultad de motivación, participación y priorización del proyecto en el país pues las mujeres pertenecen a uno de los sectores más afectados por la pandemia.

**Apoyo a la gestión ARCAL:**

**14. RLA/0/068 - ARCAL CLXXIII: “Fortalecimiento de la Cooperación Regional”. Ciclo 2020-2021.**

**M.Sc. Lilliana Solís Díaz. Coordinadora Nacional ARCAL, Directora de la Comisión de Energía Atómica de Costa Rica, I Semestre y Dr. Esteban Picado Sandí Presidente CEA, Nacional Coordinador ARCAL, II Semestre 2021.**

La Comisión de Energía Atómica de Costa Rica, instancia coordinadora, apoyó mediante el aporte en especie del recurso humano, infraestructura, gastos operativos y logísticos la función de Coordinación Nacional de ARCAL. Las mayores dificultades han sido las restricciones de aislamiento físico decretadas por las autoridades nacionales respecto a la situación provocada por el SARS COV 2 y Covid 19. Esto ha limitado la comunicación, seguimiento y ejecución de actividades que se programaron para el 2020 mediante reuniones presenciales entre la Coordinadora Nacional de ARCAL y cada uno de los Coordinadores de Proyecto ARCAL. Si bien algunas reuniones se han realizado bajo la modalidad virtual en sustitución de los encuentros presenciales, no es una modalidad totalmente efectiva para lograr resultados.

Se identificaron dificultades de comunicación y seguimiento por parte del Grupo Directivo, de los coordinadores de Áreas temáticas, del grupo de seguimiento conformado para avanzar en los temas asignados por el OCTA, desde previo a la ocurrencia de la Pandemia decretada en marzo del 2020, especialmente en cuanto al cumplimiento de responsabilidades y cumplimiento del cronograma de la etapa de formulación, presentación y aprobación del programa regional, no se presentaron oportunamente los informes de avances y existen problemas de comunicación entre los mencionados, así como dificultades en el flujo de información que se estableció en el pasado con los Coordinadores Nacionales de ARCAL.



#### 4. ANEXOS

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

NUMERO DEL PROYECTO	TÍTULO DEL PROYECTO	COORDINADOR DE PROYECTO	APORTE VALORADO
RLA/0/068	Fortalecimiento de la cooperación regional (*) ARCAL CLXXIII	Coordinación Nacional de ARCAL. Comisión de Energía Atómica.	26 800 (*)
RLA/0/069	Promoción de la Gestión Estratégica y la Innovación en las Instituciones Nucleares Nacionales mediante la Cooperación y la Construcción de Alianzas - Fase II". ARCAL CLXXII:	Lilliana Solís Díaz. Comision de Energia Atómica	26 800
RLA/1/014	Fomento de las tecnologías de ensayos no destructivos para la inspección de estructuras civiles e industriales (ARCAL CLIX)	Oscar Chaverri Quirós Instituto Tecnológico de Costa Rica	6.000
RLA/1/019	Fortalecimiento de las capacidades relacionadas con el uso de la tecnología nuclear y de la radiación para caracterizar, conservar y preservar el patrimonio cultural (ARCAL CLXVII)	Ernesto Montero Zeledón Instituto Tecnológico de Costa Rica	18.000
RLA/5/077	Mejora de los medios de subsistencia mediante una mayor eficiencia en el uso del agua vinculada a estrategias de adaptación y mitigación del cambio climático en la agricultura (ARCAL CLVIII)	Cristina Chinchilla Soto Universidad de Costa Rica	21 770
RLA/5/078	Mejora de las prácticas de fertilización en los cultivos mediante el empleo de genotipos eficientes, macronutrientes y bacterias promotoras del crecimiento de las plantas (ARCAL CLVII)	Rafael Orozco Rodríguez Universidad Nacional	29.800
RLA/5/080	ARCAL RLA/5/080 "Fortalecimiento de la colaboración regional entre laboratorios oficiales para hacer frente a nuevos desafíos relacionados con la inocuidad de los alimentos (ARCAL CLXV)",	Federico Chaverri Suárez Laboratorio Nacional de Salud Animal. LANASEVE SENASA	16.000
RLA/5/081	Mejora de las capacidades regionales de análisis y los programas de vigilancia de residuos/contaminantes en los alimentos mediante técnicas nucleares/isotópicas y complementarias (ARCAL CLXX)	Yajaira Salazar Chacón Laboratorio Nacional de Salud Animal. LANASEVE SENASA	16.000
RLA/6/082	Fortalecimiento de las capacidades regionales en la prestación de servicios de calidad en Radioterapia (ARCAL CLXVIII)	Priscila Vargas Chavarría	6.900
RLA/6/083	Fortalecimiento de las capacidades de medicina nuclear centradas en las imágenes híbridas para el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades que incluyen patologías oncológicas, cardiológicas y neurológicas (ARCAL CLXVIII)	Isabel Berrocal Gamboa Servicio Medicina Nuclear Hospital San Juan de Dios	7.300
RLA/6/084-	Fortalecer el sistema regional de formación, evaluación, certificación y acreditación de recursos humanos dedicados a las diferentes áreas de radiofarmacia.	Didier Camacho Hernández Servicio Medicina Nuclear Hospital San Juan de Dios	16.000
RLA7023	Evaluación de los componentes de los aerosoles atmosféricos en zonas urbanas para mejorar la contaminación del aire y la gestión del cambio climático (ARCAL CLIV)	Sr. Jorge Herrera Murillo Universidad Nacional	21.440
	Establecimiento del Capítulo Regional Women in Nuclear (WiN) ARCAL	Lilliana Solís Díaz y Cristina Chinchilla Soto. Comisión de Energía Atómica de Costa Rica	6.000
<b>TOTAL</b>			<b>143.440</b>

**Notas:**

(\*) Se incluye el aporte anual del país por la gerencia de la Coordinación Nacional de ARCAL el cual es realizado por la Comisión de Energía Atómica de Costa Rica, según la tabla de 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

### ANEXO 4.2 – TABLA INDICADORES FINANCIEROS PARA VALORAR EL APOORTE DE LOS PAÍSES 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. Grupo Directivo del OCTA, Grupos de Trabajo del OCTA y Puntos Focales	EUR 300 por persona por día (se incluye días de viaje)	-
3. Gastos locales por sede de evento regional en el país (Grupo de Trabajo/Cursos de Capacitación/Talleres/Seminarios)	EUR 5.000 por semana	-
4. Gastos locales en eventos nacionales, que se encuentren en el Plan de Actividades	EUR 3.000 por semana	-
5. Becario cuyos gastos locales son asumidos por el país	EUR 3.500 por mes por becario	-
6. Publicaciones	Hasta EUR 3.000	-
7. Creación y/o actualización de Base de Datos	Hasta EUR 5.000	-
8. Gastos locales por Sede de Reuniones de Coordinación Técnica (OCTA)	EUR 50.000 por semana	-
9. Envío de reactivos, fuentes radioactivas, radioisótopos, otros materiales	Hasta EUR 5.000	-
10. Realización de servicios (p.ej. irradiación de materiales)	Hasta EUR 5.000	-
11. Tiempo trabajado como Coordinador Nacional y su equipo de soporte	Máximo EUR 1.500 por mes	18.000 (*)
12. Tiempo trabajado como DTM	Máximo EUR 700 por mes	-
13. Tiempo trabajado como Coordinador de Proyecto	Máximo EUR 500 por mes	-
14. Tiempo trabajado como Especialistas locales que colaboran con el proyecto (máximo 3 especialistas por proyecto)	Máximo EUR 300 por mes por especialista	-
15. Aportes en la ejecución de cada Proyecto comprendiendo los siguientes puntos: <ul style="list-style-type: none"><li>• Viáticos internos/externo</li><li>• Transporte interno/externo</li></ul>	Máximo EUR 7.500/proyecto	-
16. Gastos del país para el proyecto (infraestructura, equipo, etc.)	Máximo EUR 10.000	10.000 (*)
<b>TOTAL</b>		<b>28.000 (*)</b>

Notas:

(\*) Se incluye el aporte anual del país por la gerencia de la Coordinación Nacional de ARCAL el cual es realizado por la Comisión de Energía Atómica de Costa Rica para llevar a cabo la coordinación en el país, según la tabla de indicadores financieros para valorar el aporte de los países al Programa ARCAL.