****

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

**Ciclo 2020-2021**

**Propuesta de Proyecto presentada por Brasil**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Región** | América Latina y el Caribe | | | | | |
| **Acuerdo regional/de cooperación** (si procede) | ARCAL | | **Nº de prioridad otorgado por el acuerdo regional/de cooperación** (para conceptos propuestos bajo los auspicios de los acuerdos regionales/de cooperación) | | | 4 |
|  |  | |  | | |  |
| **Título** | Empleo de Técnicas Isotópicas para Evaluación de la Seguridad de Embalses | | | | | |
|  |  | | | | | |
| **Esfera de actividad** | Medio Ambiente, N/P M5 - Insuficiente valoración del riesgo del impacto ambiental y social de las obras hidráulicas. | | | | | |
| **Nombres y datos de contacto de las contrapartes del proyecto y las instituciones de contraparte (comenzando con la contraparte principal)** | Centro de Desarrollo de la Tecnología Nuclear – CDTN  Av. Presidente Antonio Carlos 6627  Campus da UFMG - Pampulha6CEP 31270-901  Belo Horizonte, MG – Brasil  Teléfono +55 31 3069 3132   * **Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN) - BRASIL**   Rubens Martins Moreira ([rubens@cdtn.br](mailto:rubens@cdtn.br))   * **Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) - BRASIL**   Wilson Aparecido Parejo Calvo ([wapcalvo@ipen.br](mailto:wapcalvo@ipen.br))   * **Universidad Nacional de San Luis** - **ARGENTINA**   Jimena Juri Ayub ([jjuri@unsl.edu.ar](mailto:jjuri@unsl.edu.ar))   * **Agencia de Energía Nuclear y Tecnologías de** **Avanzada (AENTA)-** **CUBA**   Ramón Lorenzo Rodríguez Cardona ([ramon@aenta.cu](mailto:ramon@aenta.cu))   * **Gamma Scanning - ECUADOR**   Marco Oswaldo García Linto ([gamma.scanning.ec@gammascanning.com](mailto:gamma.scanning.ec@gammascanning.com))   * **Universidad Tecnológica de Panamá - PANAMÁ**   José Fabrega ([jose.fabrega@utp.ac.pa](mailto:jose.fabrega@utp.ac.pa)) | | | | | |
|  |  | | | | | |
| **Análisis de los problemas/deficiencias/necesidades regionales** | En mes noviembre de 2015 una catástrofe ambiental ha ocurrido en Brasil, el más grande desastre industrial de su historia y uno de los más grandes del mundo. Un embalse de desechos de una grande mineradora en el sudoeste del país se rompió y cerca de 62 millones metros cúbicos de lamas y particulados finos han sido derramados para la cuenca de drenaje aguas abajo. Aparte las muerte y graves daños materiales en la inmediación, el accidente ha causado sedimentación y elevada turbidez en prácticamente todo el curso del Rio Doce (uno de los principales del sudoeste brasileño), en un tramo de ca. 700 km hasta el océano. Decenas de municipios en dos estados federales se quedaran sin su única fuente de abastecimiento de agua. Los impactos sobre la biota causarán la casi total paralización de la pesca (fuente de alimentos).  La pluma de turbidez alcanzó el océano a una distancia de ca. 800 km ha causado daños a las playas y a la biota marina en la cercanía de la desembocadura. Centenas de trabajadores quedaran sin empleo con la paralización de las actividades de minería y los ingresos de los municipios afectados han sufrido severas caídas.      Los efectos del accidente pueden perdurar por decenas de años. El más grave: según las autoridades, la tragedia no ha sido una fatalidad, pero sí relacionada con una negligencia en el monitoreo del embalse.  En el Estado de Minas Gerais adonde se ubicaba el embalse, existen decenas de otros embalses (de desechos de minerías o reservatorios de abastecimiento) y más otros tantos en el resto del país, muchos de los cuales reconocidamente en condiciones de seguridad precaria. Esta situación demuestra la apremiante necesidad de disponer de instrumentos y tecnologías para evitar los riesgos ambientales y sociales de estas obras hidráulicas.  La actividad en el sector Mineral en Brasil contribuye con 21% del total de exportaciones del país (US$ 37 billones en 2016), el segundo artículo de la pauta de exportaciones. Minas Gerais, el Estado en el cual se pretende desarrollar el proyecto, es el más grande productor de la Federación y contribuyó con 53% de la producción de minerales metálicos. Existen en el país 663 embalses de desechos minerales, entre los cuales 293 presentan alto o medio daño potencial asociado (Departamento Nacional de la Producción Mineral). Mucha de ellas están totalmente abandonadas desde que ha terminado la explotación mineral a la cual estaba asociada. Las hidroeléctricas participan con 80% de la generación de electricidad en el país y la electricidad representa 86% de la energía total. De una manera general los embalses de hidroeléctricos son más bien construidos y monitoreados**.**  Pocos trabajos más avanzados de monitoreo de embalses de desechos minerales han sido realizados en Brasil. Comúnmente se emplea la inspección visual y, menos frecuentemente, métodos geofísicos no nucleares Una única vez ha hecho un monitoreo de fugas a través de la medición de isótopos estables (deuterio y oxígeno-18) en muestras del interior de un embalse y de cursos de agua y pozos poco profundos aguas abajo. Este testeo ha sido parte de una misión de experto del OIEA en la lejana década de 1990.  Desde entonces la técnica ha sido prácticamente olvidada hasta el desastre arriba mencionado. El presente proyecto pretende emplear una técnica semejante en la parte de isótopos estables, pero amplíala y compleméntala con:   1. testes de trazadores salinos, fluorescentes (rodamina) y radiactivos (tritio y bromo-82) en pozos para definición de velocidad y dirección del agua subterránea, así como componentes verticales del flujo; 2. inspección de la geología, litología, hidrología de superficie y subterránea, climatología y pluviometría, topografía del entorno del embalse; 3. localización de los locales de fugas, caso estas sean efectivamente sean constatado; 4. análisis hidroquímica del agua y determinación de carbono-13 para determinar origen del agua y posibles diferencias. | | | | | |
| **¿Por qué debería ser un proyecto regional?** | El problema de fugas en embalses y los riscos de rompimiento que ellos indican tienen un carácter todavía mayor que regional; es un problema universal pues todos los embalses siempre tienen algún grado de percolación o filtración a través del macizo o por debajo al infiltrar por el suelo. Casi todos países latinoamericanos practican la minería y mantienen embalses para generación de energía eléctrica, control de caudales o captación de agua para la consumo humano, para la industria o la agricultura.  Una tal interacción entre personal técnico de diferentes regiones de Latinoamérica, que reconocidamente tienen graves obstáculos para cooperación, y la capacitación de nuevos talentos puede ser considerada como un mecanismo para impulsar sinergia en la difusión de los beneficios proporcionados por las técnicas nucleares. | | | | | |
|  |  | | | | | |
| **Análisis de las asociaciones y partes interesadas** | Considerando como asociaciones las partes ejecutoras y como interesadas las partes beneficiarias, o sea los organismos de la sociedad civil y la población, se pude decir de las primeras que, en que pese las notorias dificultades para el desarrollo tecnológico en países en fase de desarrollo, todos han mantenido o mismo incrementado sus núcleos de investigación y aplicación de técnicas nucleares. También la calificación de los integrantes de estos núcleos y el nivel d la producción ha avanzado. Pero en comparación con otras regiones, como Asia, es patente que existe y aumenta el “gap” tecnológico.  En cuanto a las partes interesadas se pude decir que:   * La población se sentirá beneficiada por acciones que proporcionan desarrollo económico y bien estar, a par de seguridad física y protección ambiental. Incluso su percepción del empleo de la tecnología nuclear podrá ser cambiada. * Los organismos públicos (incluso la OIEA verán cumplidas parte de sus misiones, responsabilidades y intereses. Los organismos privados verán beneficiados sus legítimos intereses y mejorada su imagen pública. * Las instituciones de enseñanza superior y de investigación se beneficiarán de la abertura de oportunidad para cooperación y actuación a nivel social. | | | | | |
|  |  | | | | | |
| **Objetivo general (u objetivo de desarrollo)** | El objetivo fundamental del proyecto es desarrollar, emplear y diseminar la utilización rutinaria de técnicas nucleares capaces de contribuir para la seguridad física de embalses y otras obras hidráulicas, visando la protección de las poblaciones vecinas, del medio ambiente y de la economía regional. | | | | | |
|  |  | | | | | |
| **Análisis de los objetivos** |  | | | | | |
|  |  | | | | | |
| **Función de la tecnología nuclear y el OIEA** | Técnicas nucleares utilizando isotopos estables (deuterio, oxígeno-18, carbono-13) así como radioactivos ambientales (tritio) o artificiales (bromo-82) han sido empleadas para el monitoreo de las condiciones de la estructura de embalses con relación a percolación, pérdidas y detección de fugas.  Los isótopos más pesados de la molécula del agua (H-2 y O-18) evaporan menos que los leves y el líquido remanente queda enriquecido en estos isótopos. Comparando los contenidos de estos isótopos en muestras del interior del embalse con muestras recogidas de pozos, piezómetros, cursos de agua, etc., en el vecindario externo al embalse, se puede definir la presencia de agua enriquecidas provenientes de fugas, mismo en cantidades muy pequeñas (hay que analizar por espectrometría de masas).  Los isotopos estables tienen una capacidad única de detectar pérdidas etapas todavía muy primitivas de procesos de degradación de los embalses, cuando estés pueden ser debidamente arreglados. Radio trazadores también pueden ser empleados para complementar informaciones (localización, trayecto, etc.), siendo el tritio el que tiene más frecuente uso.  Otras técnicas disponibles se basan en mediciones de las características físico-químicas, en variaciones de la composición química del agua, en ensayos geofísicos y en la propia inspección visual. Las grandes ventajas de las técnicas isotópicas son la información muy prematura y cubriendo todo el embalse y vecindario, mientras que las demás técnicas producen informaciones más puntuales.  Se espera que el OIEA propicie mayor interacción directa con la comunidad internacional, misiones de expertos para asesoramiento en trabajos de campo y entrenamiento, así como facilitar los contactos entre los técnicos de los países participantes. | | | | | |
|  |  | | | | | |
| **Duración del proyecto** | El proyecto se iniciará 2021 - 01 - 01 y tendrá duración de 2 años. | | | | | |
| **Requisitos de participación** | Los requisitos mínimos de contraparte de las Instituciones participantes son:   * Estar activa en investigación o aplicación de técnicas nucleares; * Designar un responsable por la ejecución del proyecto en la Institución de origen y por los contactos con las demás Instituciones participantes, así como con el OIEA; * Participar de las reuniones del proyecto; * Participar, o indicar los participantes de su Institución en eventuales seminarios, entrenamientos o cursos y demás actividades comunales del proyecto; * Preparar en su debido plazo los informes sobre el desarrollo del proyecto en su Institución; * Responsabilizar por el apoyo general a misiones de expertos en su país. | | | | | |
| **Estados Miembros participantes** | *Enumere los Estados Miembros que se espera que participen en este proyecto que cumplen los requisitos antes mencionados. Indique la función de cada Estado Miembro en el proyecto.*  País: Argentina  Función:  X Recurso (aporta conocimientos especializados)  X Destinatario (recibe conocimientos especializados)  País: Brasil  Función:  X Recurso (aporta conocimientos especializados)  X Destinatario (recibe conocimientos especializados)  País: Cuba  Función:  X Recurso (aporta conocimientos especializados)  X Destinatario (recibe conocimientos especializados)  País: Ecuador  Función:  X Recurso (aporta conocimientos especializados)  X Destinatario (recibe conocimientos especializados)  País: Panamá  Función:   * Recurso (aporta conocimientos especializados)   X Destinatario (recibe conocimientos especializados) | | | | | |
|  |  | | | | | |
| **Financiación y presupuesto del proyecto** | *Proporcione una estimación de los costos totales del proyecto y de los fondos que se prevé recibir de cada parte interesada.* | | | | | |
|  | | | Euros | Observación | |
| *Participación de los gobiernos en los gastos* | | | 200.000 | (remítase al OIEA) | |
| *Instituciones de contraparte* | | | 110.000 | Costo de los análisis | |
| *Otros asociados* | | |  | Indique cuáles | |
| *Fondo de Cooperación Técnica (FCT) del OIEA* | *Becas/visitas científicas/ cursos de capacitación/ talleres* | | 300.000 |  | |
| *Expertos* | | *100.000* |  | |
| *Equipo* | | *110.000* |  | |
|  | | |  |  | |
| *TOTAL* | | | *820.000* |  | |

**Regional Project Concept Template – English version**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Region:** | Latin America and Caribe | | | | | |
| **Regional/Cooperative agreement** (if applicable) | ARCAL | | **Priority no. given by regional/cooperative agreement** (for concepts proposed under the auspices of regional cooperative agreements) | | | 4 |
|  |  | |  | | |  |
| **Title** | Use of IsotopeTechnology in the Evaluation of Dam Safety | | | | | |
|  |  | | | | | |
| **Field of activity** | Environment – M5 | | | | | |
| **Names and contact details of project counterparts and counterpart institutions**  **(starting with the main counterpart)** | Centro de Desarrollo de la Tecnología Nuclear – CDTN  Av. Presidente Antonio Carlos 6627  Campus da UFMG - Pampulha6CEP 31270-901  Belo Horizonte, MG – Brasil  Teléfono +55 31 3069 3132   * **Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN) - BRASIL**   Rubens Martins Moreira ([rubens@cdtn.br](mailto:rubens@cdtn.br))   * **Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) - BRASIL**   Wilson Aparecido Parejo Calvo ([wapcalvo@ipen.br](mailto:wapcalvo@ipen.br))   * **Universidad Nacional de San Luis** - **ARGENTINA**   Jimena Juri Ayub ([jjuri@unsl.edu.ar](mailto:jjuri@unsl.edu.ar))   * **Agencia de Energía Nuclear y Tecnologías de** **Avanzada (AENTA)-** **CUBA**   Ramón Lorenzo Rodríguez Cardona ([ramon@aenta.cu](mailto:ramon@aenta.cu))   * **Gamma Scanning - ECUADOR**   Marco Oswaldo García Linto ([gamma.scanning.ec@gammascanning.com](mailto:gamma.scanning.ec@gammascanning.com))   * **Universidad Tecnológica de Panamá - PANAMÁ**   José Fabrega ([jose.fabrega@utp.ac.pa](mailto:jose.fabrega@utp.ac.pa)) | | | | | |
|  |  | | | | | |
| **Analysis of regional Gap/problems/needs** | An environmental catastrophe happened in November 2015 in Brazil. It was the largest industrial accident in its history and one of the largest in the world. A quite large tailings dam owned by the main mining company in the country ruptured in the densely populated southwestern region, approximately 62 million cubic meters of liquid mud and fine particulates have been dumped into the drainage basin downstream. Besides killing people and causing serious physical damage in the immediacy, the accident has caused intense sedimentation and high turbidity in virtually the entire course of the Rio Doce (one of the main basins in the Brazilian Southwest), over a stretch of ca. 700 km all the way down to the ocean. The water supply to dozens of municipalities in two federal States was cut off. Impacts on the biota caused the almost total cessation of fishing activities, a main food source and occupation in the region. The turbidity plume reached the ocean at a distance of ca. 800 km and caused damage to the beaches and the marine biota on a vast stretch along both sides of the river mouth. To this date hundreds of workers remain unemployed due to the cessation of mining activities, and revenues of the affected municipalities have suffered severe losses.      The effects of the accident may last for dozens of years. Most serious: according to the authorities, the tragedy has not been a fatality, but was related to negligence in the monitoring the dam.  In the State of Minas Gerais where the dam was located, there are dozens of other dams (for mining and industrial waste, as well as water supply) and many others elsewhere in the country, in several of which admittedly the safety conditions are as precarious. This situation points to the urgent need to have instruments and technologies apt prevent such environmental and socio-economic risks related to the hydraulic structures.  Activities in the ore mining sector in Brazil contribute with 21% of the total country exports (US $ 37 billion in 2016); they stand as the second item in the country’s exports list. Minas Gerais, the State in which the accident happened and where the project will be developed, is the largest ore producer in the Federation and contributes with 53% of the Brazilian production of metallic minerals.  There are 663 tailings dams in Brazil, 293 of them exhibit a high or medium level of associated potential damage (National Department of Mineral Production). Many dams are completely abandoned upon cessation of the mineral exploitation to which they were associated. On the other hand, hydroelectric dams are involved with around 80% of the electricity generation in the country and electricity accounts for 86% of the total energy. In general hydroelectric generation dams are more solidly built and monitored.  Few more advanced waste dam monitoring activities have been conducted in Brazil. Visual inspection is commonly used and - far less frequently - non-nuclear geophysical methods. Only once was a test of leakage detection conducted employing the measurement of stable isotopes (deuterium and oxygen-18) in samples taken from the inside of a reservoir and from water courses and shallow wells located downstream. This test was part of a mission of IAEA expert in the distant 1990’s. Since then the technique has been practically ignored.  This project will more systematically and precisely employ a similar technique as stable isotopes are concerned, but will expand and complement it with:   1. tests with saline, fluorescent (rhodamine), and radioactive (tritium and bromine-82) tracer tests conducted in nearby wells for definition of groundwater speed and direction, as well as vertical flow components; 2. definition of the geology, lithology, surface and groundwater hydrology, climate and rainfall, as well as the topography at the vicinity of the dam; 3. location of the premises of leakage, if these are indeed to be found; 4. Determination of the carbon-13 content and the hydrochemistry of water analysis to determine the water sources and possible differences. | | | | | |
| **Why should it be a regional project?** | The problem of leakage in dams and other structural pathologies indicative of possible breakdown has a dimension surpassing even regional character; actually it is a universal problem inasmuch as all dams always have some degree of percolation or filtration through the massif or infiltration along their bottom. Almost all Latin American countries practice mining and have dams for generation of electric power, for control of river flow or as water catchment for human consumption, industry and agriculture.  The interaction between technical personal from different regions of Latin America, who admittedly confront serious barriers for cooperation, as well as the training of new talents, can be considered an efficient mechanism to promote synergy and dissemination of the benefits provided by nuclear techniques. | | | | | |
|  |  | | | | | |
| **Stakeholder analysis and partnerships**  **These benef** | Considering that the implementing parties are the partners and that the concerned recipient parties are both the institutions of civil society and the population, we could say of the first that, in despite the notorious difficulties harassing technological development in Latin American countries, all have maintained or increased their nucleus of research and application of nuclear techniques. The qualification of the members of these nuclei and the level of production has also advanced. However, compared with other regions, such as Asia, it is patent that there exists and is increasing a technological "gap".  As for the interested parties, it could be said that:   * The population will perceive their being benefitted by actions which boost economic development and wellbeing, in pair with physical security and environmental protection. Besides, through this perception, their attitude relative to the use of nuclear technology may be changed. * Public institutions (including the IAEA) will see fulfilled part of their tasks, responsibilities and mission. Private institutions will be benefited in their legitimate interests and see improved their public image. * Institutions of higher education and research will benefit from the opening of opportunity for cooperation and action at the social level | | | | | |
|  |  | | | | | |
| **Overall objective (or developmental objective)** | The main objective of the project is to develop, use and disseminate the routine use of nuclear techniques able to contribute to the physical security of dams and other hydraulic works, aiming at the protection of neighboring population, together with the environment and the regional economy*.* | | | | | |
|  |  | | | | | |
| **Analysis of objectives** |  | | | | | |
|  |  | | | | | |
| **Role of nuclear technology and the IAEA** | Nuclear techniques using stable isotopes (deuterium, carbon-13 and oxygen-18) as well as environmental radioactive (tritium) or artificial (bromine-82) have been employed in monitoring of the conditions of the structure of dams in relation to percolation losses and leak detection.  The heavier isotopes of water (H-2 and O-18) molecule evaporate less than the light ones and the remaining liquid become enriched in these species. Comparing the contents of heavy and light isotopes in samples from the inside of the dam with samples collected from wells, piezometers and water courses, etc., external to the dam, it is possible to define the presence of leakage, even in very small amounts (stable isotope analysis has to be carried by mass spectrometry).  Stable isotopes have a unique ability to detect losses at a quite early stage in the processes of dam degradation, at a time when problems can be properly repaired. Radiotracers also may be used to supplement information (locations, routes, infiltration times, etc.), tritium being more frequent used.  Other available techniques are based on measurements of physicochemical characteristics, variations in the chemical composition of the water, geophysical tests and properly conducted visual inspection. Besides very premature information, another important advantage of isotopic techniques is the areal coverage of the dam and its neighborhood, compared to the more local information generated by alternative techniques.  It is hoped that the IAEA help will catalyze a direct interaction with the international community, expertise in advice in fieldwork and training missions, as well as facilitating contacts between technicians of the participating countries. | | | | | |
|  |  | | | | | |
| **Project duration** | The project will start 2021 - 01 - 01 and will have a duration of 2 (two) years | | | | | |
| **Requirements for participation** | The minimum requirements of the counterpart of the participating institutions are:   * Being active in research and application of nuclear techniques; * Designate a person responsible for the execution of the project at the home institution and for contacts with the other participating institutions, as well as with the IAEA; * Participate in the meetings of the project; * Participate, or indicate the participants of the participating institution in any seminars, training or courses, and other communal activities within the project; * In its due time prepare reports on the development of the project at the participating institution; * Responsible for the general support to missions of experts in the country of the participating institution. | | | | | |
| **Participating Member States** | *List the Member States expected to participate in this project that meet the requirements established above. Indicate the role of each Member State in the project.*  Country: Argentina  Role:  X Resource (providing expertise)  X Target (receiving expertise)  Country: Brazil  Role:  X Resource (providing expertise)  X Target (receiving expertise)  Country: Cuba  Role:  X Resource (providing expertise)  X Target (receiving expertise)  Country: Ecuador  Role:  X Resource (providing expertise)  X Target (receiving expertise)  Country: Panamá  Role:   * Resource (providing expertise)   X Target (receiving expertise) | | | | | |
|  |  | | | | | |
| **Funding and project budget** | *Provide an estimate of the total project costs and the funding expected from each stakeholder:* | | | | | |
|  | | | Euro | Comment | |
| *Government cost-sharing* | | | 200.000 | (to be sent to the IAEA) | |
| *Counterpart institution(s)* | | | 110.000 | Cost of analysis | |
| *Other partners* | | |  | Who? | |
| *IAEA Technical Cooperation Fund (TCF):* | *Fellowships / Scientific visits / Training courses/ Workshops* | | 300.000 |  | |
| *Experts* | | *100.000* |  | |
| *Equipment* | | *110.000* |  | |
|  | | |  |  | |
| *TOTAL* | | | *820.000* |  | |