

INVAP
Concurso Nacional
Mejores Tesis de
Ingeniería del país

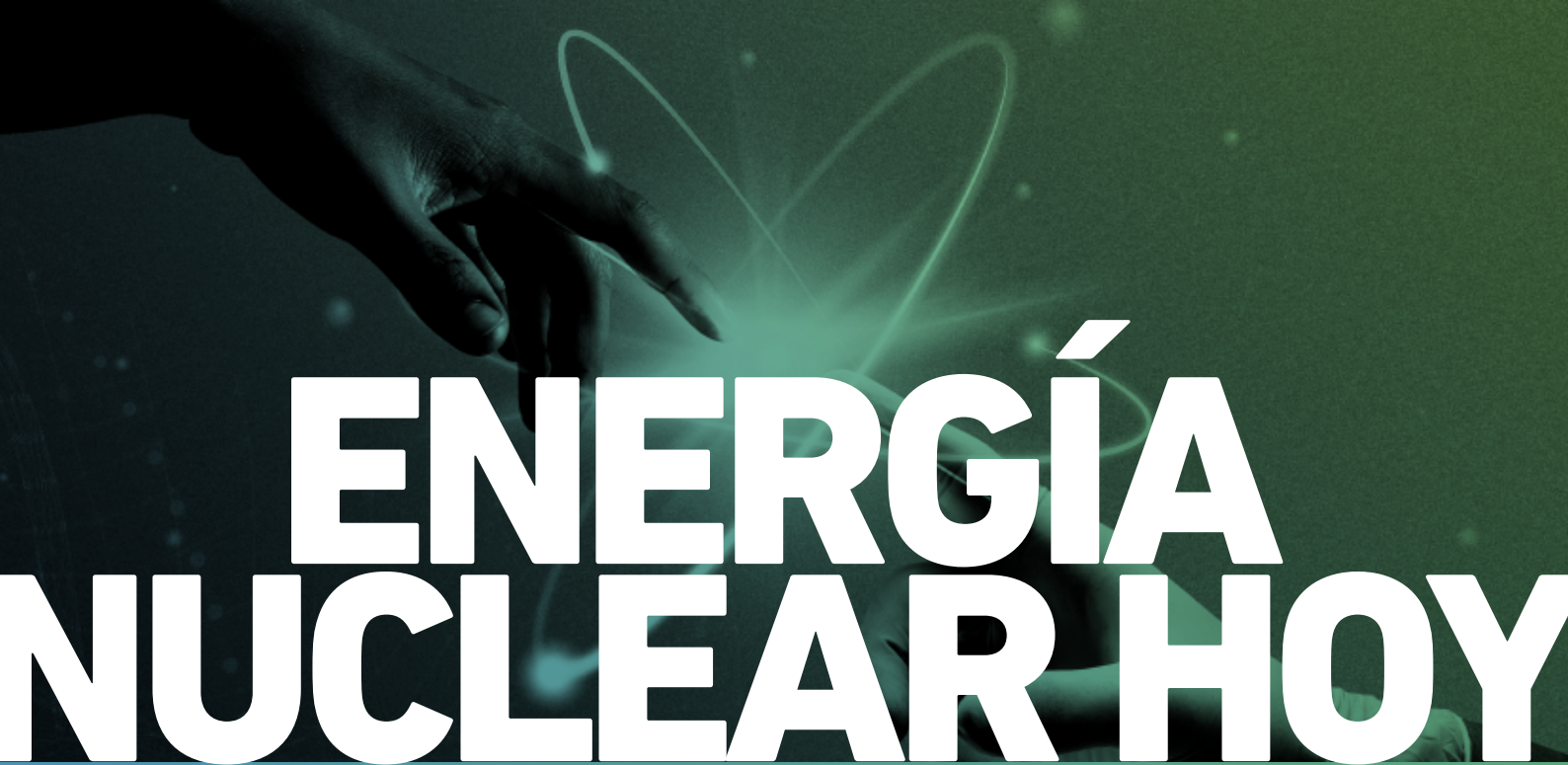
Efectos de la
radiación en la salud
**DERRIBANDO MITOS
POPULARES**

Macron y
Von Der Leyen
defienden la
energía nuclear

ESPAÑA Y EL FRACASO DE LOS PLANES DE CIERRE NUCLEAR

CASO DE ESTUDIO





ENERGÍA NUCLEAR HOY

Con 16 años de trayectoria, **Energía Nuclear Hoy (ENHOY)** es la única revista privada en español –a nivel mundial– especializada en la industria nuclear.

Mostrar de qué se trata esta tecnología, darle voz a los expertos en el tema y acercar estos conocimientos a la sociedad son los objetivos de esta publicación que se complementa con el **Portal Nuclear Latinoamericano ENULA www.enula.org**

En ENHOY, la energía nuclear de **usos pacíficos** es protagonista desde una perspectiva científica, técnica, ambiental, económica y social, en la búsqueda de fomentar su impulso y desarrollo, dándole espacio a las tecnologías e industrias a ella asociadas.

Con cada edición seguimos reafirmando junto a ustedes nuestro compromiso por la **comunicación nuclear**, ese campo que tanto colabora con la continuidad y crecimiento del sector.

REGULACIÓN

- Cooperación técnica de la ABACC
- Se encuentra en vigencia la revisión 3 de la Norma Regulatoria AR 8.11.1
- Exámenes de evaluación 2026 para la obtención de licencias individuales
- ARN participó en la 19ª Reunión del Comité de Cooperación en Energía Nuclear Entre Argentina y Estados Unidos
- La ARN recibió equipo para la medición de tiritio ligado orgánicamente

TECNOLOGÍA

- INVAP: Concurso Nacional Mejores Tesis de Ingeniería del país - YA ESTÁ ABIERTA LA CONVOCATORIA A LA 4ª EDICIÓN
- Inspección nuclear automatizada: Decisiones de ingeniería y gestión detrás de un sistema de control industrial en CONUAR
- España y el fracaso de los planes de cierre nuclear - CASO DE ESTUDIO
- Notas centrales
- Novedades MSF TECH

MOMENTO OIEA

- Cooperación con Colombia para ampliar los usos pacíficos de la tecnología nuclear
- Alianza nuclear con instituciones financieras internacionales

TU TÍA NUCLEAR

- Radiación, medicina y clima con TU TÍA NUCLEAR

INDUSTRIA

- Posicionamiento de Argentina en Calidad Nuclear - DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES
- Del residuo al recurso: la apuesta nuclear que puede cambiar el futuro energético argentino

MUNDO NUCLEAR

- Macron y Von Der Leyen defienden la energía nuclear
- BRASIL y CHINA comprometidos a triplicar la energía nuclear para 2050
- PANAMÁ impulsa su programa nacional de control de cáncer junto a la OIEA

SALUD

- 14º Congreso Mundial de la World Federation of Nuclear Medicine
- Efectos de la radiación en la salud - DERRIBANDO MITOS POPULARES
- Protección del paciente en radiología intervencionista

CAPACITACIÓN NUCLEAR

- Inscripción abierta para la Carrera de Especialización en seguridad Nuclear
- Finalizó una nueva edición de la Diplomatura en Radiomedicina, Radiaciones Ionizantes y Emergencias

AGENDA NUCLEAR

- Eventos Marzo y Abril

DIRECTOR: Arq. Roberto De Brito
EDITOR: Lic. Santiago De Brito
DIRECTORA EJECUTIVA: Lic. Daniela Bentivoglio
DIRECTORA CREATIVA: Julieta Michelle

PRODUCCIÓN PERIODÍSTICA:
Lic. Natalia Lovece | Téc. Juan Pablo Pérez
Lic. Martín Castiñeiras | Téc. Nadia Fernández
Lic. Martín Bentivoglio

EQUIPO ADMINISTRATIVO: Sebastián García
Roberto Spano | Santiago De Brito

FOTOGRAFÍA: Ing. Gerónimo Marino
DISEÑO WEB: Juan José Valdez

COLABORAN EN ESTE NÚMERO:

@tutianuclear | Alejandro Kinbaum Alberdi | Paula Marteleur | Patricia Espinosa de los Monteros G. | Daniel Herrera Cardona | Damián Torre | Jorge Gómez Núñez | Daniel Andisco OIEA | ABACC | ARN | IONICS | MSF TECH | INVAP | CONUAR | Eckert & Ziegler | Metaúrgica ALBACE | Ab Astra | Laboratorios Bacon | Red Nuclear Colombiana | Nuclear Medicine Europe

REGISTRO DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL: 955780 ISSN 1853-6433

El contenido de las notas y colaboraciones firmadas son de responsabilidad exclusiva de sus autores. La calidad de los productos y servicios publicitados, así como el contenido de sus anuncios, son de responsabilidad de sus anunciantes.

COMITÉ ASESOR HISTÓRICO:

Ing. Roberto CIRIMELLO | Dr. Juan Carlos FURNARI | Ing. Abel Julio GONZÁLEZ | Dr. Jaime PAHISA CAMPÁ | Dr. Daniel Miguel PASQUEVICH | Ing. Pedro Miguel SAJAROFF | Lic. Jorge SIDELNIK

LIDERAZGO MUNDIAL EN TECNOLOGÍA NUCLEAR

INVAP

invap.com.ar

in X @ j v f



Cooperación técnica de la ABACC

Las actividades de cooperación técnica de la **Agencia Brasileño Argentina de Contabilidad y Control de Materiales Nucleares (ABACC)** se desarrollan con instituciones de Brasil, de Argentina y con organizaciones internacionales, el **Joint Research Centre de la Comisión Europea** y el **Departamento de Energía de los Estados Unidos**.

En Argentina, merecen destacarse la **Autoridad Regulatoria Nuclear** y la **Comisión Nacional de Energía Atómica**. En Brasil, podemos citar a los institutos de investigación de la **Comissão Nacional de Energia Nuclear**, de **Indústrias Nucleares do Brasil** y al **Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo**.

ARGENTINA

Autoridad Regulatoria Nuclear
Comisión Nacional de Energía Atómica

BRASIL

Comissão Nacional de Energia Nuclear
Indústrias Nucleares do Brasil
Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo

Esta cooperación se ha consolidado a través de **cursos, conferencias e investigación conjunta** que no se limitan a los oficiales de la Agencia sino que se ha extendido a especialistas de la red de laboratorios de Argentina y Brasil habilitados por la ABACC, quienes colaboran en las actividades de análisis de muestras. Esta cooperación garantiza la confiabilidad de los resultados obtenidos.

Los oficiales de la ABACC participan también de grupos técnicos internacionales, especialmente de la **European Safeguards Research and Development Association**. Estas instancias brindan la oportunidad de tomar contacto con profesionales reconocidos internacionalmente, posibilitando su actualización profesional y el intercambio de información sobre las nuevas tecnologías empleadas en salvaguardias.

[Enlace a Resultados de la cooperación ABACC – JRC](#)

Autoridad Regulatoria Nuclear

Se encuentra en vigencia la revisión 3 de la Norma Regulatoria AR 8.11.1

Exámenes de evaluación para la obtención de licencias individuales en 2026

ARN participó en la 19º Reunión del Comité de Cooperación en Energía Nuclear entre Argentina y Estados Unidos

La ARN recibió equipos para la medición de tritio ligado orgánicamente

Se encuentra en vigencia la revisión 3 de la Norma Regulatoria AR 8.11.1

La norma actualiza los requisitos y responsabilidades que debe cumplir todo médico para utilizar radiación ionizante o material radiactivo en seres humanos para diagnóstico o tratamiento.

La Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN) informa que el 12 de diciembre de 2025 **entró en vigencia la revisión 3 de la Norma Regulatoria AR 8.11.1 "Permisos Individuales y Autorizaciones a médicos para el uso de material radiactivo o radiación ionizante en seres humanos"**, según la [Resolución N°694/2025](#), publicada en el Boletín Oficial.

La [Norma AR 8.11.1 – Revisión 3](#) actualiza los **requisitos y responsabilidades** que debe cumplir todo médico que emplee material radiactivo o radiación ionizante en seres humanos, **para solicitar y renovar los permisos individuales** que lo habilitan para realizar un diagnóstico o tratamiento con medicina nuclear o radioterapia, **y las autorizaciones** necesarias para efectuar prácticas que implican exposición médica, dentro de instalaciones licenciadas por la ARN.

La actualización ajusta los requisitos de acuerdo a la evolución de las prácticas en los últimos años y a su complejidad, promoviendo **la mejora continua en la formación en protección radiológica** de los profesionales y el mantenimiento de sus competencias. Estos aspectos fortalecen la premisa de **asegurar la protección radiológica en la exposición médica**, en línea con los estándares internacionales.

Entre las **principales novedades** que introduce esta revisión, se destacan:

- El agregado de la **explicación de términos específicos**;
- Cambios en los **requisitos sobre antecedentes y formación** de los profesionales;
- Mayor claridad sobre **requisitos para investigaciones en salud humana** con material radiactivo y radiación ionizante, así como para la **autorización de prácticas especiales** que no se enmarquen en un uso médico establecido.

Asimismo, **los requisitos 6 y 28 de esta nueva revisión** establecen la obligación de aprobar un curso de actualización en protección radiológica para obtener o renovar permisos individuales en medicina nuclear. Al respecto, diversas instituciones trabajan actualmente en la elaboración de temarios que serán sometidos a aprobación de la ARN conforme a la [Resolución N°461/2016](#), para su disponibilidad.

Para garantizar una implementación gradual, la **ARN dispuso un plazo diferido de un año**, contado desde la publicación del listado oficial de cursos reconocidos o desde la comunicación de su disponibilidad, a fin de que los **profesionales dispongan del tiempo necesario para cumplir con dicho requisito** antes de la emisión o renovación de sus permisos.

La [Norma AR 8.11.1 – Revisión 3](#) publicada considera e incluye, de corresponder, las contribuciones recibidas durante el **proceso de consulta ciudadana** sobre el proyecto de actualización inicial, durante el cual se recibieron de manera online **76 presentaciones con opiniones y propuestas**, que fueron evaluadas por la ARN.

Exámenes de evaluación para la obtención de licencias individuales en 2026

El personal de instalaciones radiactivas Clase I debe aprobar un examen ante la ARN para la obtención de licencias individuales.

La ARN confirmó las **fechas de las mesas de exámenes 2026 para la obtención de licencias individuales** para el personal que se desempeña en instalaciones radiactivas Clase I (distintas de los reactores nucleares, de investigación o conjuntos críticos), a fin de **acreditar formación especializada en protección radiológica**.

Las evaluaciones están organizadas en cuatro mesas de exámenes. La primera se realizó el pasado 25 de febrero y las tres restantes se llevarán a cabo el **27**

de mayo, 26 de agosto y 25 de noviembre de 2026, a partir de las 9 h, en la **Sede Central de la ARN**, ubicada en Av. del Libertador 8250, Ciudad de Buenos Aires.

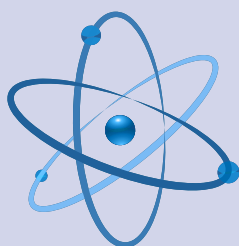
Las evaluaciones tendrán una **instancia escrita** y otra oral, basadas en los niveles que integran la [Guía Regulatoria AR 10 "Programas de formación especializada y capacitación específica para el licenciamiento de personal de instalaciones radiactivas Clase I" – Revisión 0](#).

Los postulantes son propuestos por las Entidades Responsables a través de cada Responsable Primario de las instalaciones, de acuerdo con lo requerido por la [Norma Regulatoria AR 0.11.1 "Licenciamiento de personal de instalaciones Clase I" – Revisión 3](#). Las mismas deben enviar a la ARN la documentación correspondiente, con un **mínimo de 30 días hábiles de antelación**, a través de los canales habituales.

Las Entidades Responsables que accedan al ecosistema de la Administración Pública Nacional (APN) deben enviarla vía sistema Gestión Documental Electrónica (GDE) a Ignacio Valpreda (VALPREDAI - ARC#ARN) y a Martín Nicolás (MNICOLAS-ARC#ARN); y aquellas que no posean GDE, por correo electrónico a arn@arn.gob.ar

Antes de la fecha de examen, cada Responsable Primario recibirá la **lista de los postulantes en condiciones de presentarse** a la evaluación y se solicitará **confirmación de asistencia**. Dicho listado también será publicado en la página web de ARN, en la sección sobre [evaluación para el personal de instalaciones Clase I](#).

Consultas e informes: 011-6323-1708



ARN participó en la 19° Reunión del Comité de Cooperación en Energía Nuclear entre Argentina y Estados Unidos

La Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN) participó en la **19° Reunión del Comité Permanente Conjunto de Cooperación en Energía Nuclear entre la República Argentina y los Estados Unidos de América** (JSC-NEC), realizada en Washington D.C., del 25 al 27 de febrero de 2026.

La **delegación argentina** estuvo encabezada por el secretario de Asuntos Nucleares, **Dr. Federico Ramos Napoli**, e integrada por representantes de la Cancillería, a través de la Dirección de Seguridad Internacional, Asuntos Nucleares y Espaciales (DIGAN), la ARN, la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Nucleoeléctrica Argentina (NA-SA), Dioxitek y Combustibles Nucleares Argentinos (CONUAR).

En representación de la ARN participaron el presidente del Directorio **Dr. Leonardo Sobehart**; el gerente ejecutivo **Lic. Andrés Rossini**; y el gerente de Seguridad Física Nuclear, No Proliferación y Salvaguardias **Sr. Gustavo Díaz**.



La delegación estadounidense estuvo conformada por representantes del Departamento de Estado, el Departamento de Energía (DOE), la Comisión Reguladora Nuclear (NRC) y el Departamento de Comercio. La comitiva fue presidida por el **Sr. Gonzalo Suárez**, subsecretario adjunto de Política de No Proliferación de la Oficina de Control de Armas y No Proliferación del Departamento de Estado de los Estados Unidos.

Ambas partes reafirmaron el valor de la cooperación nuclear civil y el respeto mutuo por las salvaguardias y el régimen de no proliferación nuclear, así como por los estándares de seguridad

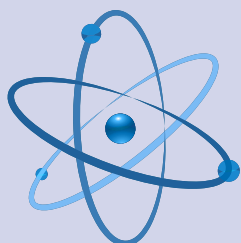
física nuclear. También ratificaron su compromiso con el Tratado sobre la No Proliferación de las Armas Nucleares (TNP) y reconocieron sus beneficios perdurables.

Asimismo, se abordaron los siguientes temas:

- El interés en el **despliegue de reactores modulares pequeños (SMR)** y otras tecnologías nucleares avanzadas, en el marco del programa de Infraestructura Fundamental para el Uso Responsable de la Tecnología de Reactores Modulares Pequeños (FIRST);
- La importancia de mantener el **intercambio de información técnica** relacionada con la **regulación**, la supervisión, el licenciamiento, la protección física, la seguridad y la ciberseguridad de los reactores nucleares;
- La finalización de las negociaciones para un **nuevo acuerdo de cooperación** entre ambos gobiernos sobre los usos pacíficos de la energía nuclear, que sustituirá al actual que expira en 2027.

Más información:

<https://www.argentina.gob.ar/noticias/la-arn-participo-en-la-19o-reunion-del-comite-de-cooperacion-en-energia-nuclear-entre>



La ARN recibió equipos para la medición de tritio ligado orgánicamente

El equipamiento provisto por el OIEA amplía las capacidades de los laboratorios propios y especializados de la ARN.

La ARN agradece al Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) por la **asistencia técnica para la adquisición de equipos** que ampliarán las **capacidades de medición de los laboratorios propios de la ARN**, y así, fortalecer la infraestructura regulatoria nacional.

El equipamiento recibido es parte de la tecnología que se requiere para la **medición de tritio ligado orgánicamente (OBT) en muestras de alimentos como pescados, leche, frutas y verduras**, es decir, tritio incorporado en sus moléculas orgánicas. Este tipo de muestras forman parte del monitoreo radiológico ambiental que la ARN lleva a cabo en los alrededores de las centrales nucleares.



Los equipos provistos por el OIEA son un liofilizador de mesada y una cámara de combustión por oxígeno de acero inoxidable.

En la actualidad, los [laboratorios propios de la ARN](#) tienen la capacidad de medir el tritio presente en el agua de las muestras (HTO), principalmente en matrices acuosas y en los alimentos mencionados. Esta forma en la que se encuentra el tritio es la que se halla en mayor abundancia en las muestras dado que el agua es el constituyente principal de los alimentos. La determinación de su concentración de actividad permite **estimar la dosis al público** como producto de este radionucleido.

Al incorporar la **medición de OBT**, si bien su aporte para la estimación de dosis al público es menor al del tritio ligado al agua, es posible mensurarlo y lograr una **mayor precisión en los resultados a obtener**. Así, se **fortalecerán las capacidades del laboratorio**, contribuyendo a consolidar sus competencias en línea con los estándares internacionales.

El **tritio es uno de los principales radionucleidos en las descargas autorizadas al ambiente** de las centrales nucleares argentinas, que utilizan reactores de potencia de agua pesada presurizada. Estas descargas se realizan **en forma planificada y controlada**, de manera que no se superen los límites de dosis establecidos para el público.

En el marco de esta asistencia técnica, personal de los laboratorios de ARN recibió la visita de la asistente de Coordinación de Investigación y Calidad en el OIEA, **Oxana Blinova**, quien les brindó capacitación sobre el tratamiento de muestras de pescado para la posterior determinación de OBT.



CEDyAT

CENTRO DE DESARROLLO Y
ASISTENCIA TECNOLÓGICA

Somos un **Centro de Vinculación Tecnológica** argentino impulsado por científicos, docentes, informáticos, investigadores, profesionales y tecnólogos que día a día colaboran con la asistencia en la gestión, promoviendo la innovación tecnológica en el país.

www.cedyat.org

INVAP

Concurso Nacional Mejores Tesis de Ingeniería del país

YA ESTÁ ABIERTA LA CONVOCATORIA
A LA 4° EDICIÓN

INVAP lanza la 4° edición del [Concurso Nacional Mejores Tesis de Ingeniería del país](#). La empresa argentina de tecnología convoca a participar en el certamen que destaca **proyectos de investigación aplicada** en el universo de la ingeniería. En el marco de su **50° aniversario**, INVAP redobla la apuesta y reconoce al **talento argentino** que promueve investigaciones y proyectos innovadores.

Las tesis deben contemplar aplicaciones reales en áreas estratégicas para el desarrollo del país que, mediante el ejercicio de la ingeniería, busquen **construir un mejor futuro**.

La iniciativa que acompaña la **Fundación INVAP** está abierta al talento joven y federal, de universidades públicas y privadas. En la última edición se presentaron 162 tesis de 16 provincias, con la participación de 47 instituciones que representaron 35 carreras distintas. Ingeniería Electrónica e Ingeniería Informática fueron las más convocantes y cumplieron con el **requisito fundacional de INVAP: mejorar la calidad de vida de las personas**. De los 200 tesistas que pasaron la evaluación del jurado para avanzar en el certamen, el 26% fueron mujeres.

Las ternas nominadas en las distintas categorías (Grado, Maestría y Doctorado) se conocerán en setiembre. En tanto, **la ceremonia de premiación se realizará en el mes de octubre**, en la sede de la empresa, en Bariloche.

La convocatoria estará abierta hasta el 29 de mayo. Pueden participar estudiantes y egresados de universidades públicas y privadas de Argentina, sin límite de edad, cuyas tesis hayan sido aprobadas entre el 1 de enero de 2025 y la fecha de cierre del Concurso. Las **disciplinas** que aplican son: ingeniería nuclear, mecánica, eléctrica, electrónica, en telecomunicaciones, electromecánica, de materiales, química, aeroespacial, mecatrónica, informática, aeronáutica, industrial, biomédica y ambiental.

El gerente general de INVAP, ingeniero **Darío Giussi**, afirmó que esta iniciativa se posiciona como un "faro para que ingenieros e ingenieras desplieguen sus ideas alineadas con la visión de la empresa: **el valor**

de la tecnología en aplicaciones prácticas que impacten en la vida de las personas. Buscamos propuestas con **impacto productivo**, que pueden llevarse a la práctica en una realización material que beneficia la vida de las personas". En tanto, agregó que el certamen es "muy importante, ya que destaca la calidad de nuestra academia. Esperamos que se consolide como una instancia representativa de lo que somos capaces de producir en articulación", destacó en el marco de los **50 años de INVAP**, que lleva [más de mil proyectos](#) concretados a nivel nacional e internacional.



Los premios del concurso nacional de ideas que mueven al país se establecen por categorías. Para la tesis ganadora de nivel doctorado será equivalente a 5 Becas Internas Doctorales mensuales de CONICET (para la localidad de San Carlos de Bariloche); para las de nivel maestría será de 3 unidades; y para las de nivel grado, 2.

Conocé [ACÁ](#) las tesis ganadoras de la edición 2025.

Información, bases y condiciones, [ACÁ](#).





Una imagen confiable respalda su diagnóstico

- Radiotrazadores para PET
- Cápsulas ^{131}I
- Productos para Medicina Nuclear
- Medios de contraste para RMN y TC
- Semillas de ^{125}I para Braquiterapia



LABORATORIOS BACON S.A.I.C.

Tel +54(11) 4709-0171 | Fax +54(11) 4709-2636 | www.bacon.com.ar | ventas@bacon.com.ar

INSPECCIÓN NUCLEAR AUTOMATIZADA:

Decisiones de ingeniería y gestión
detrás de un sistema de control
industrial en CONUAR

CONTEXTO INDUSTRIAL Y DESAFÍO

¿Qué necesidad operativa y de calidad motivó el desarrollo de la Torre de Control y qué cambió respecto a los esquemas de control anteriores?

La motivación principal fue el aumento de productividad de la unidad de negocios. En CONUAR realizamos un control del 100% de EC. Esto hace que el control manual sea físicamente difícil de sostener, obligando a pasar de una inspección manual a una inspección industrial automatizada y sistemática.

¿Qué implicó, desde el punto de vista industrial, pasar a un escenario de mayor ritmo productivo con exigencias nucleares crecientes?

El término "ritmo productivo" es totalmente correcto. En la industria nuclear, el control de calidad no es un paso periférico, sino un eslabón crítico de la cadena de suministro. Aumentar la productividad implica eliminar el "cuello de botella" que representaba la inspección manual. Industrialmente, significó profesionalizar la captura de datos: pasar de la apreciación del inspector a la objetividad del sensor, garantizando que el aumento de velocidad no sacrificara ni un ápice de la seguridad nuclear.

EXIGENCIA NUCLEAR Y CRITERIOS DE CALIDAD

¿Qué tipo de controles debía garantizar el sistema y qué desafíos presenta automatizar inspecciones con más de 20 ítems en un entorno nuclear?

El sistema debe garantizar la conformidad de más de 20 ítems, que combinan parámetros dimensionales (medidas exactas) y visuales (estado de superficie, integridad). El desafío de automatizar radica en la diversidad de las tareas: lo que un ojo humano hace por comparación, una máquina debe procesarlo mediante algoritmos distintos (triangulación para posición, perfilometría para formas complejas y cámaras color para controles de daños superficiales). Todo esto bajo la premisa de "falla cero".

¿Cómo se definieron y validaron los criterios de aceptación para asegurar confiabilidad, repetibilidad y trazabilidad?

Se utilizaron elementos combustibles "Dummy" (maquetas de prueba) para calibrar los sensores. La validación fue un trabajo conjunto con el departamento

de Metrología e Ingeniería de Calidad, comparando las mediciones automáticas con métodos tradicionales certificados. La trazabilidad se asegura mediante el software de control, que registra cada uno de los 20 ítems por cada elemento combustible, creando una "partida de nacimiento" digital e inviolable para cada unidad.

SOLUCIÓN TECNOLÓGICA Y DECISIONES DE INGENIERÍA

¿Cómo fue el proceso de diseño de la solución y qué pruebas fueron clave para definir el uso de visión artificial, triangulación láser y perfilometría 3D?

El proceso fue iterativo. Las pruebas con el "Dummy" determinaron que una sola tecnología no bastaba. Se optó por la triangulación láser para la posición precisa, perfilometría 3D con brazo robótico para la compleja geometría de la parte inferior y cámaras de alta resolución para los controles visuales. La clave fue entender que la solución debía ser "multimodal" para cubrir la complejidad del elemento combustible.

¿Qué aprendizajes surgieron al decidir que giren los sistemas de medición y no el elemento combustible?

Técnicamente, el elemento combustible es una estructura esbelta y pesada. Al intentar girarlo, la mínima excentricidad provocaba oscilaciones (vibraciones y movimientos pendulares) que introducían ruido en las mediciones de precisión. El aprendizaje fundamental fue: "Si el objeto es inestable en movimiento, mueve el observador". Esto garantizó una base de medición estática y ultra-precisa, aunque trasladó el desafío a la ingeniería mecánica del carro giratorio.

INTEGRACIÓN, AUTOMATIZACIÓN Y CONFIABILIDAD

¿Cuáles fueron los principales desafíos de integración mecánica, eléctrica y de software, particularmente en un sistema con giro continuo superior a 360°?

El desafío técnico mayor fue la resolución del cableado y la comunicación de datos. Girar más de 360° con múltiples cámaras y sensores requiere una ingeniería de cableado que evite la fatiga mecánica y la pérdida de señal. En software, el reto fue la progra-

ción del sistema completo y en particular los subsistemas de control por visión.

¿Cómo se aseguró la robustez del sistema para operar de manera repetitiva y confiable en producción?

La robustez se logró mediante la integración de los departamentos de Ingeniería de Procesos y Mantenimiento desde el diseño. Se seleccionaron componentes de grado industrial y se programaron rutinas de autochequeo. El sistema está diseñado para la repetitividad: cada ciclo de medición es idéntico al anterior, eliminando la fatiga o el error de interpretación humana.

GESTIÓN DEL PROYECTO Y TRABAJO TRANSVERSAL

¿Cómo se organizó el trabajo entre los distintos sectores de la compañía y qué rol tuvo cada uno en el éxito del proyecto?

El proyecto funcionó como una célula integrada: Ingeniería de Procesos, Ingeniería de Proyectos y Calidad y Metrología, además de otras áreas transversales de la compañía.

¿Qué aprendizajes dejó esta experiencia en términos de gestión de proyectos tecnológicos complejos?

El aprendizaje central fue el sentido de propiedad (ownership). Cuando los equipos no solo "participan" sino que se "adueñan" del problema, los plazos que parecen imposibles (menos de un año para un desarrollo de este tipo) se cumplen. La comunicación transversal eliminó los compartimentos estancos y permitió una respuesta rápida ante fallas.

PROYECCIÓN TECNOLÓGICA Y POSICIONAMIENTO

¿Qué demuestra este desarrollo sobre las capacidades tecnológicas e industriales de CONUAR?

Demuestra que CONUAR no es solo una planta de fabricación, sino un centro de desarrollo tecnológico. La capacidad de crear soluciones a medida para problemas que no tienen una máquina comercial "de estante" posiciona a la empresa como un referente en ingeniería de alta complejidad.

Para ir cerrando ¿en qué otros procesos o industrias este tipo de soluciones de inspección automatizada podría tener aplicación?

Esta tecnología es transferible a cualquier industria de manufactura de alta precisión: aeroespacial (inspección de álabes), automotriz (control de chasis) o incluso otras ramas de la energía donde se manejen componentes de grandes dimensiones con tolerancias milimétricas.

¿De qué manera este proyecto fortalece el posicionamiento de CONUAR dentro de la cadena de valor nuclear?

Incrementa la confianza de los clientes al garantizar una calidad auditable y digitalizada. Eleva el estándar de cumplimiento ante organismos reguladores y demuestra que CONUAR está alineada con la Industria 4.0.

Por último, ¿cuál creen que es el próximo paso natural a partir de esta experiencia?

El paso natural es la explotación de los datos (Big Data). Con cada combustible medido automáticamente, CONUAR ahora tiene una base de datos de precisión que puede alimentar modelos de Inteligencia Artificial para mantenimiento predictivo y para optimizar aún más el proceso de fabricación aguas arriba.





Anillos de cierre

NUCLEARIS es el proveedor de los denominados Anillos de Cierre de las Centrales Nucleares Atucha I & II

Pastillas de Co 59

Utilizadas en tratamientos oncológicos de radioterapia y otras aplicaciones industriales



nuclearis

España y el fracaso de los planes de cierre nuclear

CASO DE ESTUDIO

Por Daniel Herrera Cardona,
Físico nuclear. Divulgador e investigador
sobre ciencia y tecnologías nucleares
Universidad de Antioquia, Colombia

Introducción

Durante años, el calendario de cierre nuclear en España se presentó como una hoja de ruta inevitable. El protocolo acordado en 2019 entre las empresas propietarias y Enresa, y posteriormente recogido en la planificación energética y de residuos radiactivos del Estado, fijó un cese escalonado del parque nuclear entre 2027 y 2035. Sobre el papel, parecía el inicio del final. En la práctica, con el paso del tiempo, lo que ha ido quedando en evidencia es otra cosa: que **el cierre nuclear español nunca estuvo respaldado por una lógica técnica suficientemente robusta** y que, a medida que Europa revalorizó la energía nuclear por razones de seguridad de suministro, competitividad y descarbonización, la posición española empezó a verse cada vez más aislada.

Una línea del tiempo que se volvió insostenible

La línea del tiempo es reveladora. En 2019 se formalizó el marco de cierre ordenado. Más tarde, el 7º Plan General de Residuos Radiactivos consolidó ese horizonte 2027-2035 como supuesto de planificación estatal. Sin embargo, **mientras España institucionalizaba su salida, el resto de Europa comenzaba a moverse en dirección distinta**. Bélgica prorrogó reactores que iba a cerrar y en 2026 incluso estudia nuevas extensiones; Italia aprobó en 2025 un plan para regresar a la energía nuclear; Suecia reforzó su discurso pronuclear; y en Alemania, aunque no se ha producido una reapertura oficial, el debate sobre reactivar parte del parque clausurado volvió al centro de la discusión energética. El contraste es contundente: mientras Europa se reabría a la nuclear, España seguía intentando clausurar una de sus pocas fuentes firmes, bajas en carbono y estratégicas.

El peso real del parque nuclear español

Ese contraste se volvió todavía más difícil de sostener por una razón elemental: **las centrales nucleares españolas seguían funcionando bien**. En 2024 produjeron 52.390,75 GWh netos, equivalentes al 19,98 % de la electricidad del país. Red Eléctrica situó a la nuclear como la segunda fuente del mix en 2024, solo por detrás de la eólica. En 2025 el sector siguió reivindicando ese papel estructural, subrayando además su aporte a la generación libre de emisiones y a la estabilidad del sistema. En otras palabras: **no se estaba cerrando una tecnología marginal o residual, sino una columna relevante del sistema eléctrico español**.

Almaraz como símbolo de la resistencia social

La central de Almaraz se convirtió en el símbolo de esta contradicción. Al ser la primera del calendario de cierre, con el cese previsto para sus dos unidades en 2027 y 2028, su futuro pasó a representar el debate entero. En enero de 2025, **unas 7.000 personas marcharon hasta las puertas de la planta para exigir su continuidad, en una de las manifestaciones pronucleares más importantes que ha vivido España en los últimos años**. No fue una protesta marginal ni de nicho: reunió ciudadanía, alcaldes, agentes sociales y dirigentes de distinto signo, mostrando que el rechazo al cierre había dejado de ser un asunto exclusivamente sectorial para convertirse en una cuestión social, territorial y económica. En Extremadura, Almaraz dejó de verse solo como una central; pasó a verse como sinónimo de empleo, tejido productivo, estabilidad regional y soberanía energética.



Del rechazo ciudadano a la revisión política

A marzo de 2026, puede afirmarse con un bajo margen de error, que **la presión pública entorno a evitar el cierre de Almaraz alteró el clima político, elevó el coste público del cierre y ayudó a forzar una revisión del calendario que parecía inamovible.** En febrero de 2025 el Congreso aprobó una proposición no de ley para revisar el cierre nuclear, gracias a una mayoría construida en torno a la preocupación por el impacto energético e industrial de esa política. Meses después, en octubre de 2025, Iberdrola, Endesa y Naturgy acordaron solicitar formalmente una prórroga para Almaraz. Y en febrero de 2026 el propio presidente de Iberdrola anticipó que esperaba pedir también la extensión del conjunto del parque nuclear español. **El cierre ya no aparece como un destino sellado, sino como una decisión en disputa.**

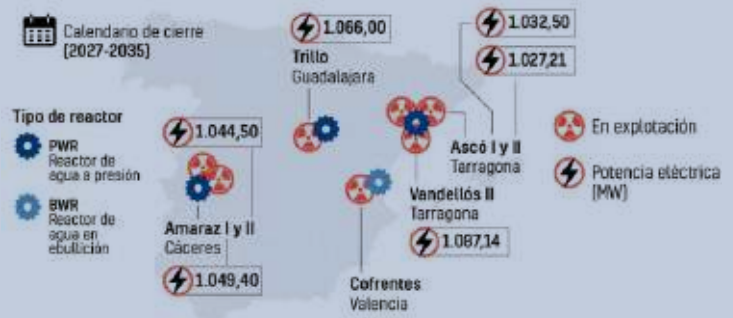
Un giro claro en la opinión pública

En paralelo, la opinión pública española cambió de forma notable. El 45º Barómetro del Real Instituto Elcano, publicado en julio de 2025, registró que el **66 % de los españoles considera que las centrales nucleares deben seguir funcionando**, frente al 43 % que apoyaba extender su vida útil en 2023. Ese salto no es menor: significa que, en apenas dos años, la continuidad nuclear pasó de ser una posición discutida a convertirse en una opinión claramente mayoritaria. La energía nuclear dejó de percibirse solo desde el prisma ideológico del pasado y empezó a valorarse también por lo que ofrece en el presente: firmeza, seguridad de suministro, bajas emisiones y resiliencia frente a crisis energéticas.

Centrales nucleares en España

GENERAN 28.000 EMPLEOS (ENTRE DIRECTOS E INDIRECTOS)

20 minutos



La importancia de la divulgación científica y técnica

En este cambio cultural ha sido crucial la labor de divulgación de voces técnicas que se negaron a abandonar el debate público. **Alfredo García**, conocido como **Operador Nuclear**, combina experiencia real de operación en Ascó con una intensa tarea pedagógica, reconocida por el propio Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). **Manuel Fernández Ordóñez**, físico nuclear, analista y divulgador, ha sido otra de las voces que con más claridad ha defendido la continuidad del parque español y la necesidad de introducir racionalidad técnica en una discusión demasiado contaminada por consignas políticas. Junto a ellos, entidades como la **Sociedad Nuclear Española** y **Foro Nuclear** han cumplido una función esencial: sostener una conversación pública basada en datos, seguridad operativa, contexto internacional y análisis energético, justo cuando una parte del discurso político pretendía clausurar la nucleoelectricidad en España por decreto ideológico.



Conclusión

La historia reciente de la nucleoelectricidad en España, vista en perspectiva, no es la de un cierre lineal y exitoso. Es la de un plan que empezó como consenso de despacho y terminó chocando con la realidad. Chocó con el **giro pronuclear europeo**. Chocó con el buen desempeño del parque español. Chocó con la reacción social en territorios como Extremadura. Chocó con una opinión pública cada vez más favorable a prolongar la operación. Y chocó, finalmente, con la evidencia de que **cerrar centrales perfectamente operativas en medio de una transición energética exigente es más un gesto ideológico que una decisión técnica**. Por eso, más que hablar hoy del fin de la energía nuclear en España, quizá sea más acertado hablar del fracaso progresivo de una política de cierre que cada vez convence a menos gente.

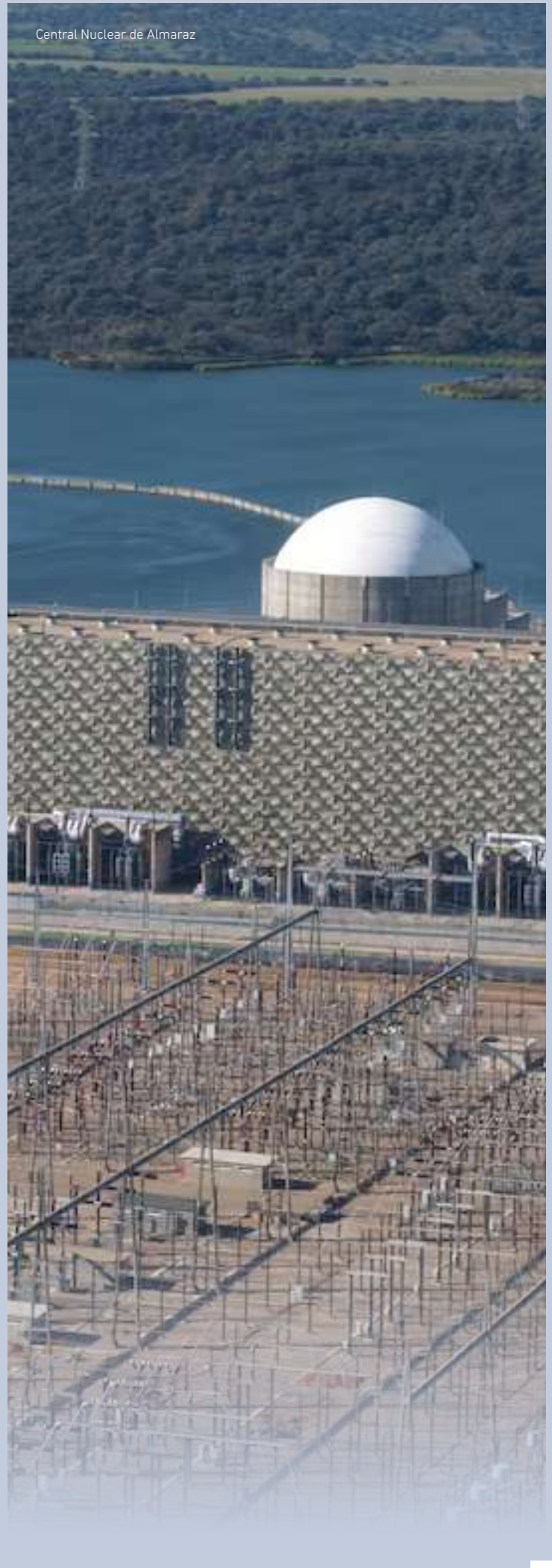


Daniel Herrera Cardona

Físico Nuclear. Divulgador e investigador sobre ciencia y tecnologías nucleares. Universidad de Antioquia, Colombia

Referencias

Boletín Oficial del Estado (2024). 7.º Plan General de Residuos Radiactivos. || Reuters (5 de marzo de 2025). Germany's nuclear lobby says up to six reactors could restart. || Foro Nuclear (2025). Resultados nucleares y actuación de las centrales tras el cero nacional. || Europa Press (18 de enero de 2025). 7.000 personas se manifiestan en Almaraz para reclamar su continuidad. || Cinco Días / El País (12 de febrero de 2025). El PP saca adelante una propuesta contra el cierre de las nucleares. || Reuters (21 de octubre de 2025). Iberdrola, Endesa y Naturgy acuerdan solicitar la extensión de Almaraz. || Reuters (25 de febrero de 2026). Iberdrola espera solicitar la extensión del conjunto del parque nuclear español. || Real Instituto Elcano (julio de 2025). 45.º Barómetro del Real Instituto Elcano. || Tech Show Madrid (2025). Entrevista y perfil divulgativo de Alfredo García. || Senado de España (2025). Documentación parlamentaria sobre el debate del cierre nuclear.



Celebramos nuestros primeros **15 años**
acompañando el desarrollo nuclear argentino !



msftech

INGENIERÍA ESPECIALIZADA



www.msfttech.com.ar



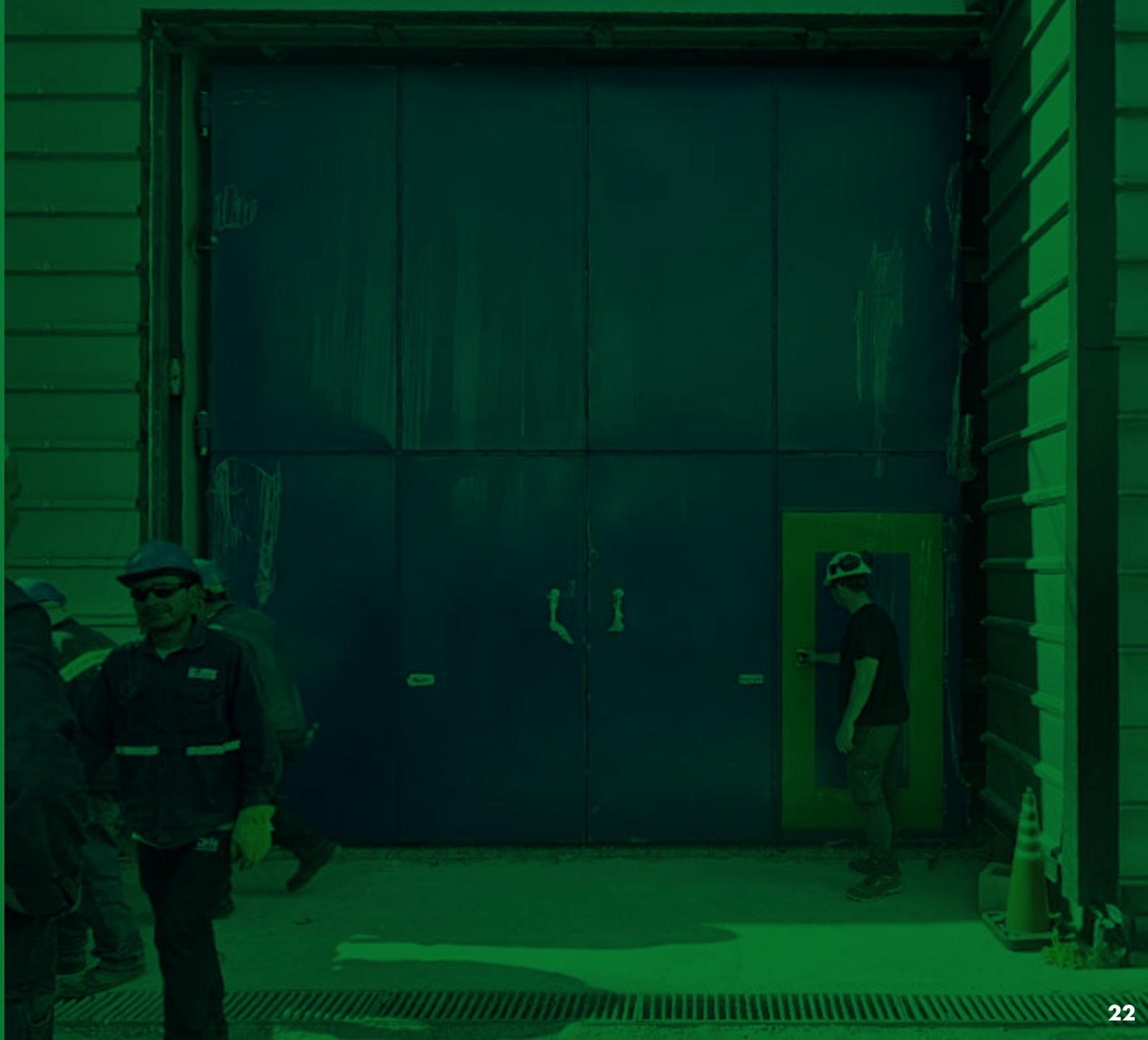
José Gontero 4661. Parque Industrial. San Francisco. Córdoba



MSF TECH S.A.



Novedades MSF TECH



El mes de marzo marca un período de intensa actividad para **MSF TECH**, con avances en proyectos estratégicos vinculados al sector nuclear y con nuevas inversiones orientadas a fortalecer las capacidades tecnológicas de la empresa.

Uno de los hitos más relevantes es el **inicio de los trabajos en obra correspondientes a la instalación en el reactor RA-10 de los cuatro obturadores de neutrones** construidos por la compañía. Su participación en este tipo de proyectos reafirma su compromiso con el desarrollo de la industria nuclear argentina.

Además, el equipo de MSF TECH se encuentra próximo a finalizar la **provisión de puertas especiales destinadas a la Central Nuclear Atucha I**, desarrolladas y fabricadas de acuerdo con las exigencias técnicas del recinto donde serán instaladas. Este trabajo implica altos estándares de ingeniería, fabricación y control de calidad.



“Por otra parte, continuamos trabajando junto a la **Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)** en relación con el envío al **Centro Atómico Ezeiza** del **instrumento ANDES**, que actualmente se encuentra en su etapa final de fabricación y ensayos. Como proveedores nacionales de la industria nuclear estamos expectantes a las definiciones en el rubro que debe comunicar el gobierno”, subrayaron desde la empresa.

Finalmente, como parte de la estrategia de crecimiento y fortalecimiento de la infraestructura productiva, MSF TECH incorporó un **nuevo centro de mecanizado CNC**. Este equipo permitirá realizar piezas con una **capacidad máxima de carga sobre mesa de 30 toneladas** y un **volumen máximo de trabajo definido por un paralelepípedo de 5 x 3 x 1,2 metros de altura**. “Esta inversión representa un paso importante para seguir ofreciendo soluciones tecnológicas de alta complejidad a nuestros clientes”.

De esta manera, **MSF TECH continúa consolidando su posicionamiento como proveedor de soluciones tecnológicas avanzadas para sectores industriales estratégicos**, acompañando el desarrollo de proyectos de alto valor agregado para el país.

Momento OIEA: novedades

Cooperación con Colombia para ampliar los usos pacíficos de la tecnología nuclear

El Director General del OIEA, **Rafael Mariano Grossi**, firmó un conjunto de acuerdos clave para apoyar a Colombia en la **ampliación de los usos pacíficos de la tecnología nuclear**. Lo hizo en el marco de su visita a Cartagena a fines de febrero.

El OIEA trabajará con Colombia para robustecer los sistemas de alimentación y agricultura en el marco de su iniciativa emblemática **Atoms4Food**. Además, forjará una alianza con ese país para hacer frente a la contaminación marina por plásticos en el marco de la iniciativa del OIEA **NUTEC Plastics**, y potenciará la atención oncológica en el país por medio de la iniciativa **Rayos de Esperanza**. Colombia también recibirá asistencia del OIEA para analizar la posibilidad de incorporar la energía nucleoelectrónica en su canasta energética de futuro.

Rafael Mariano Grossi se reunió con la Canciller de Colombia, Rosa Yolanda Villavicencio Mapy, la Ministra de Agricultura y Desarrollo Rural, Martha Carvajalino, y el Ministro de Minas y Energía, Edwin Palma Egea.



(Abstracto y adaptación. Nota original de Emma Midgley, Oficina de Información al Público y Comunicación del OIEA, en el siguiente link: <https://www.iaea.org/es/newscenter/news/en-colombia-el-oiea-se-compromete-a-fortalecer-la-alimentacion-y-la-agricultura-la-atencion-oncologica-el-medio-ambiente-y-la-energia>)

Alianza nuclear con instituciones financieras internacionales

Tras un histórico acuerdo de asociación sobre cooperación en materia de energía nuclear que en junio de 2025 firmaron el OIEA y el Grupo Banco Mundial (GBM), a principios de febrero se celebró en la Sede del OIEA en Viena un taller que se centró en la siguiente etapa: **ampliar la cooperación con otras instituciones financieras internacionales y otros bancos multilaterales de desarrollo**, aclarar las funciones, armonizar expectativas técnicas y reglamentarias y ofrecer acciones concretas de cooperación para **ayudar a los países a utilizar la energía nuclear según las normas del OIEA en materia de seguridad tecnológica, seguridad física y no proliferación**.

El taller congregó a expertos de alto nivel no solo del **Grupo Banco Mundial**, sino también de otras importantes instituciones financieras, entre ellas el **Banco Europeo de Reconstrucción y Desarrollo (BERD)**, el **Banco Asiático de Desarrollo (BASD)** y el **Fondo OPEP para el Desarrollo Internacional**. Los participantes abordaron desafíos como la gestión de los desechos radiactivos, la preparación y respuesta para casos de emergencia y el estado de preparación institucional que requieren los inversionistas antes de estudiar la posibilidad de prestar apoyo a infraestructuras nucleares de gran escala.

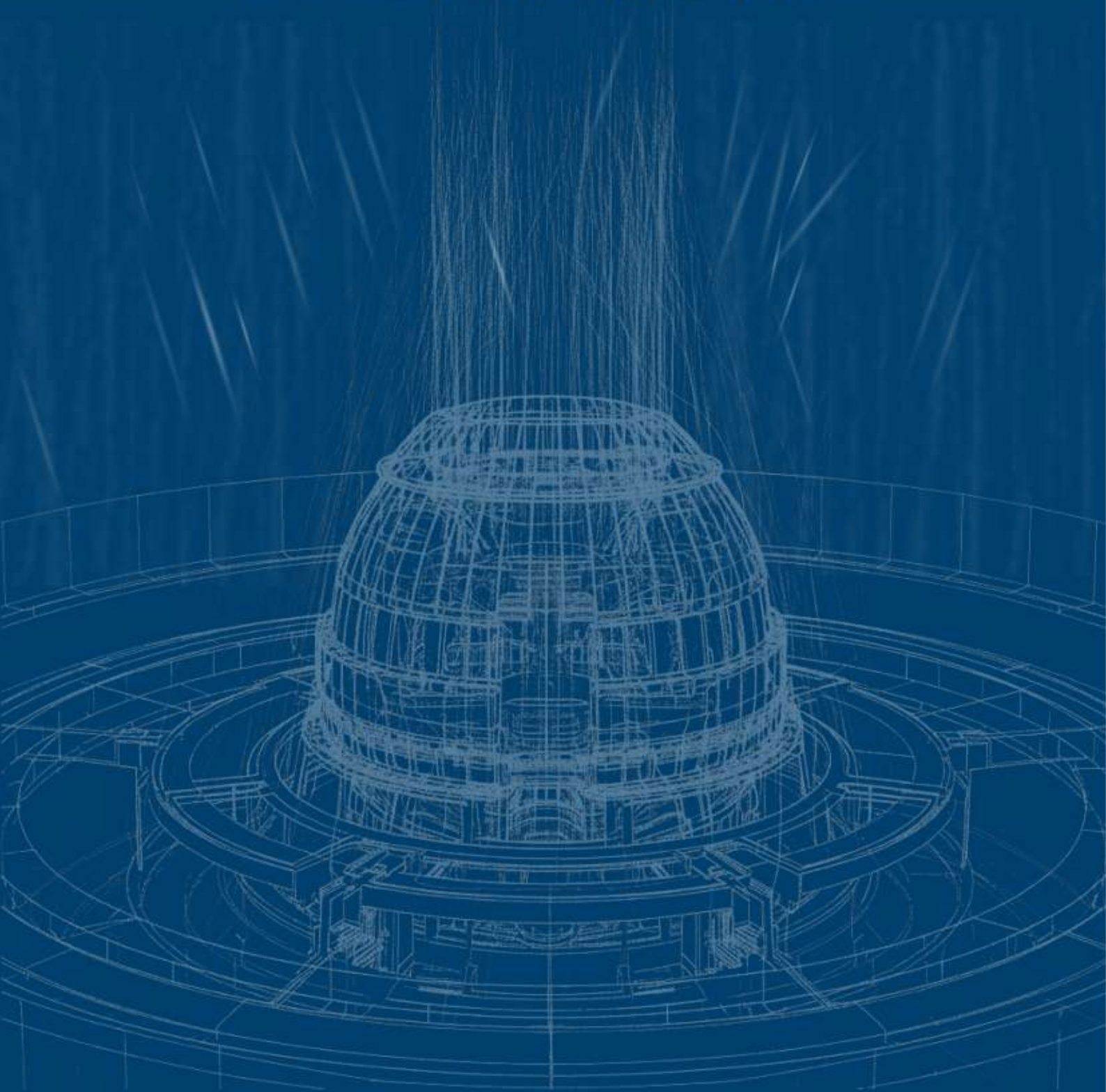


(Abstracto. Nota original de Jeffrey Donovan, Departamento de Energía Nuclear del OIEA, disponible en: <https://www.iaea.org/es/newscenter/news/el-oiea-y-las-instituciones-financieras-internacionales-llevan-la-alianza-nuclear-de-la-diplomacia-a-la-accion>



Ab Astra

We make the unseen, seen



www.abastra.tech | Info@abastra.tech

RADIACIÓN, MEDICINA Y CLIMA

Tu Tía Nuclear



+FISIONES
-EMISIONES



Radiactividad natural

El 1 de marzo de 1896 **Henri Becquerel** descubrió la **radiactividad natural** (porque recordemos, padawans atómiques, la radiación es un fenómeno natural, no lo inventamos nosotros). Henri vivía en el laboratorio muy contento y un día, en una zona oscura, colocó sales de uranio sobre una placa fotográfica. Encontró que había marcas en la placa "¿¿¿Pero cómo es posible eso?!?!", dijo Henri (en francés, claro). Llegó a la conclusión de que las marcas provenían del uranio. "Algo" salía del mineral y dejaba marca en la placa. Ese "algo" era la radiación provocada por la radiactividad natural del uranio.



En 1903, **Henri Becquerel compartió el premio Nobel de Física con Maria Sklodowska-Curie y su marido Pierre Curie.**

#SaberMásparaTemerMenos #CienciaEsPoder #Nuclear #Radiación

Deconstruyendo los "residuos nucleares"

Tres países, con el auspicio y asistencia del OIEA, están entregando fuentes de Radio en desuso para que sean utilizadas en **tratamiento de cáncer de mama y próstata**. Filipinas, Guatemala y Croacia entregan este material para que se transforme en **Actinio225**, material radiactivo usado en tratamiento de cáncer.

La mayor parte del material nuclear y radiactivo en desuso puede entrar en estos procesos de economía circular, para aprovechar lo útil y reducir lo que hay que descartar.



Imagen y noticia tomadas del Instagram de @iaeaorg

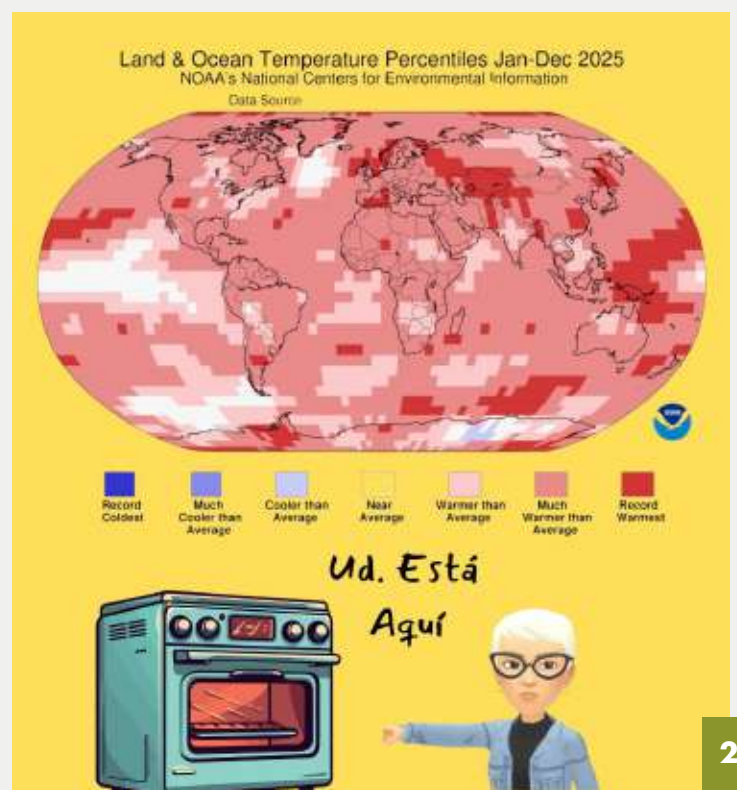
#Cáncer #Radiacion #Radiation #ResiduosRadiactivos

Al horno

No terminamos la semana con una buena noticia, padawanes. El 2025 fue ooooootra vez el año en que la Tierra tuvo temperaturas mayores que el promedio histórico, excepto en algunos lugares muy puntuales.

Lo de estar en el horno va dejando de ser una metáfora...

#CrisisClimática #NuclearParaDescarbonizar





20 AÑOS METALURGICA
ALBACE

Más de 20 años de trayectoria en el rubro metalúrgico

Fabricamos recipientes a presión y estructuras en general bajo normas ASME VIII Div.1., recipientes de acumulación de distintos códigos de diseño, como API 650 o UL-142 y piping bajo ASME B31.3.

Poseemos certificación ISO 9001:2015 vigente.

Elaboramos planes de inspección y ensayos.

Contamos con soldadores calificados y personal certificado para la realización de ensayos no destructivos.



📍 J. B. Alberdi 846, Colón - Entre Ríos ☎ + 54 9 3447 423475

www.metalurgicaalbace.com.ar

Posicionamiento de Argentina en Calidad Nuclear

DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES

Por **Damián Torre**
Socio fundador y Director
de Calidad de la empresa
NUCLEARIS

www.damiantorre.com

Posicionamiento de Argentina en Calidad Nuclear:

Argentina está **muy bien posicionada** en el ámbito de la calidad nuclear a nivel global, especialmente en América Latina.

- **Madurez del Programa Nuclear:** El país tiene una historia de más de 70 años en el desarrollo nuclear, con ciclos de combustible, reactores de investigación, y centrales de potencia en operación y en construcción. Esta madurez implica una vasta experiencia y un conocimiento profundo de los requisitos de calidad y seguridad.
- **Autoridad Regulatoria Fuerte:** La existencia de la ARN como organismo independiente y competente es un pilar fundamental que genera confianza a nivel nacional e internacional. Su capacidad para establecer y hacer cumplir normas rigurosas es un activo invaluable.
- **Capacidad de Diseño y Construcción Propia:** El desarrollo del reactor CAREM y la trayectoria de INVAP en la exportación de reactores de investigación a países como Australia, Egipto, y Arabia Saudita, son claros indicadores de la capacidad argentina para diseñar y construir tecnología nuclear con los más altos estándares de calidad reconocidos globalmente.
- **Recursos Humanos Calificados:** A pesar de los desafíos, Argentina ha logrado mantener una base de profesionales altamente capacitados en el ámbito nuclear.
- **Participación Internacional:** El país participa activamente en foros internacionales como el OIEA y WANO, contribuyendo y beneficiándose del intercambio de mejores prácticas en seguridad y calidad.

Expectativas a Futuro (Desafíos y Oportunidades):

El futuro de la calidad nuclear en Argentina, si bien prometedor, también presenta desafíos significativos:

Desafíos:

- **Sostenibilidad de la Inversión:** Mantener un nivel constante de inversión en infraestructura, tecnología y, crucialmente, en recursos humanos, es vital para sostener la calidad. Los ciclos económicos pueden afectar esta continuidad.
- **Retención y Desarrollo de Talento:** La competencia global por profesionales nucleares es alta. Asegurar que las nuevas generaciones se interesen por el sector y que los expertos existentes permanezcan en el país es un desafío constante.
- **Adaptación a Nuevas Tecnologías:** La emergencia de los Pequeños Reactores Modulares (SMRs) y otras tecnologías avanzadas requerirá una adaptación del marco regulatorio y de los sistemas de gestión de calidad para sus particularidades.
- **Fortalecimiento de la Cadena de Suministro Nacional:** Aunque existen capacidades, potenciar aún más la cadena de suministro local para reducir dependencias externas y asegurar la calidad de los componentes es un desafío.
- **Ciberseguridad:** La creciente digitalización de los sistemas de control y gestión en las instalaciones nucleares introduce nuevos desafíos en ciberseguridad, que deben integrarse plenamente en los sistemas de gestión de calidad.
- **Comunicación y Percepción Pública:** Mantener y mejorar la confianza pública en la energía nuclear, comunicando de manera transparente los altos estándares de seguridad y calidad.



Oportunidades:

- **Liderazgo Regional:** Argentina puede consolidar su posición como referente en calidad y seguridad nuclear en América Latina, ofreciendo capacitación y asistencia técnica a otros países.
- **Innovación en Gestión de Calidad:** La adopción de herramientas digitales, inteligencia artificial y analítica avanzada puede posicionar a Argentina a la vanguardia en la gestión de calidad nuclear.
- **Desarrollo Sostenible:** La energía nuclear es una fuente de energía limpia y confiable. Mantener la calidad en su operación contribuye directamente a los objetivos de desarrollo sostenible del país.

En general, las expectativas son positivas, siempre y cuando se mantenga el compromiso político y la inversión necesaria para afrontar los desafíos y capitalizar las oportunidades que se presenten.

Para cerrar esta profunda conversación sobre la calidad en la industria nuclear argentina, me gustaría enfatizar dos puntos clave:

- **La Cultura de Calidad y Seguridad como Pilar Fundamental:** Más allá de las normas, los procedimientos y las auditorías, lo que realmente distingue a una operación nuclear segura y de calidad es una cultura organizacional arraigada. Esto significa que cada individuo, desde la alta dirección hasta el personal de campo, comprende la importancia de su rol en la seguridad y la calidad, actúa con responsabilidad, reporta desviaciones y busca activamente la mejora. Es una mentalidad donde la seguridad no es una opción, sino un valor intrínseco. La ISO 9001:2015 subraya el "liderazgo y compromiso" (Cláusula 5.1) y la "conciencia" (Cláusula 7.3) precisamente por esta razón.

- **La Perspectiva a Largo Plazo:** La industria nuclear se caracteriza por horizontes temporales muy extensos. Las decisiones de calidad tomadas hoy en el diseño o la fabricación de un componente pueden tener repercusiones décadas después en la operación de una planta. Esto exige una visión a largo plazo, una planificación meticulosa y un compromiso sostenido con los principios de calidad a lo largo de todo el ciclo de vida de una instalación nuclear, desde la concepción hasta el desmantelamiento. La calidad es una carrera de resistencia, no de velocidad, y en el sector nuclear, es una carrera que no podemos permitirnos perder.



Damián Torre

Socio fundador y Director de Calidad de la empresa NUCLEARIS

Del residuo al recurso:

LA APUESTA NUCLEAR QUE PUEDE CAMBIAR
EL FUTURO ENERGÉTICO ARGENTINO

Por Karen Ayelén Molina
Instituto Superior Politécnico
Córdoba, Universidad Nacional
de los Comechingones

La lucha contra el **cambio climático** exige descarbonizar la matriz energética. La energía nuclear, al producir electricidad sin emisiones directas de CO₂, es una pieza clave de esa estrategia. Según el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y asociaciones del sector, **la energía nuclear genera emisiones de ciclo de vida comparables a las eólicas y muy inferiores a las de otras fuentes limpias** [1]. Además, opera de manera continua las 24 horas, aportando una base firme y confiable al sistema eléctrico. En Argentina, la contribución nuclear es modesta (alrededor del 5–8 % de la electricidad) [2], pero estratégica y estable. En América Latina, sólo Argentina, Brasil y México cuentan con centrales nucleares de potencia en operación, lo que subraya el carácter singular y avanzado de esta tecnología en la región. En este contexto surge una pregunta clave:

¿Qué es el combustible nuclear gastado?

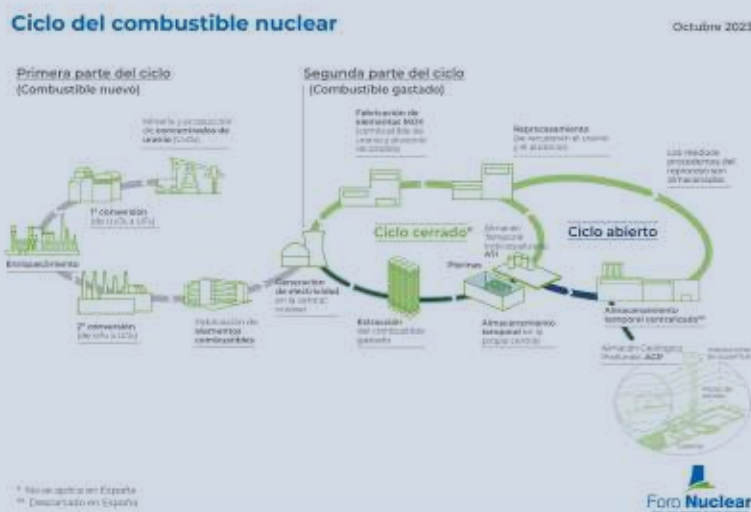
El combustible nuclear está compuesto originalmente por **pastillas cerámicas de dióxido de uranio**, encapsuladas en varillas metálicas, capaces de sostener una reacción en cadena controlada de fisión nuclear dentro del reactor. Durante su vida útil, estos elementos liberan grandes cantidades de energía de forma continua y segura. Sin embargo, con el paso del tiempo, la acumulación de productos de fisión y la disminución del material fisible hacen que ya no pueda mantenerse esa reacción en cadena de manera eficiente. A partir de ese momento, el conjunto de varillas se considera combustible nuclear gastado. **Aunque deja de ser útil para la generación eléctrica, sigue siendo altamente radiactivo debido a la presencia de isótopos de larga vida**, por lo que requiere aislamiento estricto durante miles de años: si no se reprocesa, su radiactividad decae al nivel del mineral original recién después de unos 300.000 años [3]. Por esta razón se lo gestiona con precauciones extraordinarias.



En Argentina no se considera el combustible usado como un desecho final inmediato: tras su uso en Atucha I, Atucha II o Embalse se guarda de forma segura in situ. Primero se refrigera en piscinas especiales y luego se traslada a silos secos de hormigón, como los utilizados en la central Embalse [4]. El material sigue conteniendo la mayor parte de su energía potencial, pero es peligroso: si no se maneja adecuadamente, el combustible usado presenta riesgos ambientales y sanitarios durante milenios [3].

Ciclo abierto versus cerrado: estrategias globales

Existen dos enfoques fundamentales en el mundo para el combustible gastado: el ciclo abierto y el ciclo cerrado.



Ciclo abierto: el combustible gastado se trata como residuo final sin recuperar materiales aprovechables. Se mantiene almacenado indefinidamente, por ejemplo en depósitos geológicos profundos. Este enfoque evita inversiones técnicas complejas, pero deja grandes cantidades de desecho altamente radiactivo. **Es la política actual de países como Estados Unidos.**

Ciclo cerrado (reprocesamiento): el combustible usado se separa químicamente en sus componentes —uranio, plutonio y residuos radiactivos—. El uranio y el plutonio recuperados pueden reutilizarse como combustible, por ejemplo en **combustibles MOX**. Esto reduce de forma drástica el volumen y la peligrosidad del residuo final. **El reprocesamiento permite extraer aproximadamente un 25–30 % más de energía del uranio original y reduce el volumen de los residuos de alta actividad a cerca de un 15 % del inicial** [5]. Además, el residuo resultante decae a niveles de radiactividad del mineral original en unos 9.000 años, frente a los 300.000 años sin reprocesar [3].

Varios países desarrollados practican el ciclo cerrado: Francia, Reino Unido, Rusia y Japón cuentan con plantas comerciales de reprocesamiento [6]. Otros lo están comenzando, como Corea del Sur e India, y algunos, como Estados Unidos, evalúan retomar esta opción por su potencial de ahorro. La capacidad global de reprocesamiento supera las 3.000 toneladas por año[7]. La tendencia internacional es considerar el combustible gastado como un recurso.

¿Por qué reprocesar el combustible usado?

El reprocesamiento **convierte la “basura” nuclear en materia prima energética**. En cada tonelada de combustible gastado hay alrededor de 96 % de uranio (principalmente U-238, con una fracción de U-235) y cerca de 1 % de plutonio[8]. Estos materiales son aprovechables: su reciclaje permite ahorrar uranio natural y reducir la minería y su huella ambiental.

En la práctica, el plutonio recuperado se mezcla con uranio empobrecido para fabricar combustible MOX, que permite extraer energía adicional en reactores convencionales. **Del total histórico de combustible usado producido, alrededor de 430.000 toneladas, apenas un 30 % ha sido reprocesado hasta ahora [3]; el resto permanece almacenado como residuo.**

La propuesta: cerrar el ciclo con una planta nacional

La tesis de Karen Ayelén Molina, junto a Sebastián Terranova y Alejandro Heredia, propone aprovechar esta ventaja estratégica para Argentina mediante la **instalación de una planta nacional de reprocesamiento que cierre el ciclo del combustible**. En lugar de acumular indefinidamente las barras usadas, éstas se enviarían a una instalación dedicada para recuperar uranio y plutonio reutilizables, reduciendo de forma significativa la cantidad de residuos que requieren almacenamiento seguro.

Argentina cuenta con antecedentes relevantes: en los años sesenta se exploró el reprocesamiento con la Planta de Reprocesamiento 1, orientada a recuperar plutonio y cerrar el ciclo del combustible [9]. La propuesta actual se apoya en esa experiencia y en las **capacidades locales del ciclo del combustible**, como el enriquecimiento de uranio y la fabricación de elementos combustibles.

Los beneficios son múltiples: aprovechamiento energético, con hasta un 25–30 % más de energía por el mismo uranio [5]; reducción de residuos finales, que se limitan a aproximadamente una quinta parte del volumen inicial y con menor radiactividad a largo plazo [3] [5]; impulso a la ciencia y la tecnología nacionales mediante empleo calificado; y una economía circular que agrega valor al ciclo nuclear argentino.

Organismos internacionales reconocen la viabilidad de estas estrategias y señalan que **el financiamiento para proyectos nucleares está siendo revisado favorablemente por grandes instituciones financieras [10]**.

Impacto ambiental y beneficios económicos

Desde el punto de vista ambiental, cerrar el ciclo nuclear reduce el volumen de residuos de larga duración, facilita su gestión y minimiza riesgos a muy largo plazo. Al reutilizar recursos minerales existentes, también **se evitan emisiones asociadas a la minería y al enriquecimiento de nuevo uranio**.

Económicamente, **el reprocesamiento genera actividad industrial de alto valor y reduce costos del sistema nuclear**. El combustible que hoy se considera desperdicio puede sustentar nuevas rondas de generación. La generación nuclear global evitó alrededor de 2.100 millones de toneladas de CO₂ equivalente en el último año [11].



Argentina, potencial líder regional

Argentina es un referente regional en energía nuclear, con tres centrales que aportan cerca del 7 % de la electricidad nacional[2]. Además, cuenta con una cadena **completa de combustible** y proyectos propios como CAREM, lo que brinda la base técnica para liderar un ciclo cerrado a escala regional.

Cerrar el ciclo del combustible nuclear transformaría el futuro energético argentino: el residuo dejaría de ser un problema para convertirse en un recurso reutilizable. **Con una planta nacional de reprocesamiento, el país aprovecharía mejor su capacidad científica y tecnológica y avanzaría hacia una matriz energética más limpia y autosuficiente.**



Referencias: La información aquí presentada se apoya en datos de organismos internacionales como la World Nuclear Association y la IAEA[1][5][3][8][10][9].

[1] Nuclear Essentials - World Nuclear Association - <https://world-nuclear.org/nuclear-essentials/how-can-nuclear-combat-climate-change>

[2] Nuclear Power in Argentina - World Nuclear Association <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/argentina>

[3][5][6] Radioactive Waste Management - World Nuclear Association <https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/nuclear-waste/radioactive-waste-management>

[4] Acerca de los combustibles nucleares gastados | Argentina.gob.ar <https://www.https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/nuclear-waste/radioactive-waste-managementw.argentina.gob.ar/gestion-de-residuos-radiactivos-y-combustibles-gastados/acerca-de-los-combustibles-nucleares>

[7][8] Processing of Used Nuclear Fuel - World Nuclear Association <https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/fuel-recycling/processing-of-used-nuclear-fuel>

[9] Maquetación 1 <https://oei.int/wp-content/uploads/2018/10/revista-cts-no-39.pdf>

[10][11] Tripling Global Nuclear Energy by 2050 Within Reach—If Governments Act Now - World Nuclear Association <https://world-nuclear.org/news-and-media/press-statements/tripling-global-nuclear-energy-by-2050-within-reach-if-governments-act-now>



Karen Ayelén Molina

Instituto Superior Politécnico Córdoba,
Universidad Nacional de los Comechingones

MUNDO NUCLEAR

¿Qué está pasando en los diferentes países con la energía nuclear?



- ASIA
6. EMIRATOS ÁRABES UNIDOS
 7. GAMBIA
 8. ISRAEL
 9. JORDANIA
 10. KUWAIT
 11. LAOS
 12. LÍBANO
 13. QATAR
 14. SIRIA

- Abu Dhabi
- Banjul
- Jerusalén
- Amman
- Kuwait
- Vientiane
- Beirut
- Duhá
- Damasco

ÁFRICA

1. BENÍN
2. BOTSUANA
3. BURUNDI
4. DJIBOUTI
5. GHANA
6. GUINEA ECUATORIAL
7. GUINEA-BISSAU
8. LESOTO
9. LIBERIA
10. MALAWI
11. RUANDA
12. SIERRA LEONA
13. SUAZILANDIA
14. TOGO

- Porto-Novo
- Gaborone
- Bujumbura
- Djibouti
- Accra
- Malabo
- Sissau
- Maseru
- Monrovia
- Lilongue
- Kigali
- Freetown
- Mbabane
- Lomé
- Lucana

Macron y Von der Leyen defienden la energía nuclear

Al inaugurar en París la **Cumbre Mundial de Energía Nuclear**, el presidente francés, Emmanuel Macron, subrayó que la dependencia de los combustibles fósiles importados podría convertirse en un factor de vulnerabilidad.

En su opinión, la energía nuclear es, por el contrario, un **"factor de independencia"**, mientras que los hidrocarburos pueden convertirse a veces en un instrumento de "presión, o incluso de desestabilización".

"La energía nuclear es la clave para conciliar la independencia y, por tanto, la soberanía energética, la descarbonización, la neutralidad en carbono de aquí a 2050; la competitividad y, por ende, la creación de empleo para nuestras economías", declaró Macron ante unos cuarenta representantes gubernamentales reunidos en esta segunda cumbre internacional.

Por su parte, **Von der Leyen**, presidenta de la Comisión Europea, también se pronunció a favor de la energía nuclear civil. Afirmó que **reducir el papel de la energía nuclear en algunos países europeos fue un "error estratégico"**.

La Comisión Europea también anunció una **garantía de 200 millones de euros** para apoyar la inversión en tecnologías nucleares innovadoras. (Euronews).

BRASIL y CHINA comprometidos a triplicar la energía nuclear para 2050

China y Brasil figuran entre los cuatro nuevos países que se sumaron recientemente al **compromiso internacional de al menos triplicar la capacidad mundial de energía nuclear para 2050**, un objetivo respaldado ahora por 38 Estados, según se anunció durante la Cumbre Mundial de Energía Nuclear celebrada en París.

También se incorporaron a esta iniciativa **Italia y Bélgica**, ampliando la coalición internacional que respalda la llamada Declaración para Triplicar la

respalda la llamada Declaración para Triplicar la Energía Nuclear para 2050, a la que se había incorporado a principios de marzo Sudáfrica.

En este sentido, la directora general de la **Asociación Nuclear Mundial**, la española Sama Bilbao y León, afirmó en la cumbre que las nuevas adhesiones refuerzan "enormemente" la coalición internacional de "países ambiciosos" que respalda la expansión del sector nuclear.

La iniciativa fue presentada originalmente durante la COP28 celebrada en Dubai en diciembre de 2023, cuando 25 países respaldaron una declaración ministerial que planteaba triplicar la capacidad nuclear mundial como parte de los esfuerzos para alcanzar la neutralidad de emisiones de gases de efecto invernadero hacia mediados de siglo.

El documento sostiene que ampliar **la energía nuclear puede contribuir a mantener el objetivo de limitar el aumento de la temperatura global a 1,5 grados** y ayudar a descarbonizar sectores industriales difíciles de electrificar, además de complementar el despliegue de energías renovables. (EFE)

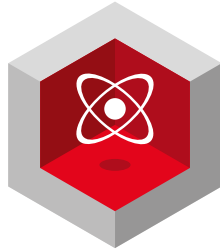
PANAMÁ impulsa su programa nacional de control del cáncer junto al OIEA

Un grupo de expertos internacionales encabezado por el **OIEA** determinó que **en el sector de la salud de Panamá hay oportunidades de mejora en cuanto al fortalecimiento de la capacitación especializada en oncología y la potenciación de la coordinación**, tras efectuar en el país una misión de evaluación impACT de una semana de duración que estuvo coordinada por el Ministro de Salud de Panamá.

El grupo, designado por el **OIEA**, la **Organización Mundial de la Salud (OMS)** y el **Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (CIIC)**, visitó 11 establecimientos de salud en cinco provincias del país y celebró una reunión nacional de planificación a la que asistieron más de 80 participantes, entre ellos representantes de establecimientos de salud públicos y privados.

Más información:

<https://www.iaea.org/es/newscenter/news/panama-impulsa-su-programa-nacional-de-control-del-cancer-por-medio-de-una-mision-conjunta-del-oiea>



TECHONUCLEAR

Somos parte de  Eckert & Ziegler

En E&Z combinamos la experiencia de múltiples equipos de diferentes áreas de especialización.

De esta manera, podemos actuar como un socio integral que ofrece una gama completa de productos y servicios para proyectos de medicina nuclear y otros campos de aplicación.



Contribuyendo a salvar vidas

PUEDES CONTACTARNOS


TELÉFONO

+54 9 11 4730 1070


VENTAS

ventas@tecnonuclear.com


COMEX

ventas@tecnonuclear.com

www.tecnonuclear.com

14° Congreso Mundial de la World Federation of Nuclear Medicine and Biology

Por Patricia Espinosa de los Monteros G.
Marketing manager E&Z

El 14° Congreso Mundial de la World Federation of Nuclear Medicine and Biology (WFNMB) celebrado en Cartagena, Colombia, a mediados de febrero fue, sin duda, uno de los eventos más relevantes que ha tenido la medicina nuclear global en los últimos años. La ciudad amurallada se convirtió en el epicentro científico internacional, reuniendo a líderes, investigadores, especialistas clínicos, físicos médicos, radiofarmacéuticos y representantes de la industria de más de 60 países, en un encuentro de enorme diversidad y profundidad académica.

La WFNMB organizó una reunión de partes interesadas en una sesión satélite durante el congreso, compuesta por el **Dr. Savvas Frangos**, la **Dra. Gisela Estrada** y el **Dr. Gopinath Gnanasegaran**, la **Dra. Diana Paez (OIEA)**, así como el **Dr. John Prior** y el **Dr. Andrew Scott** (ambos de la OMS). Se invitó a representantes internacionales de organizaciones de medicina nuclear, ONG e instituciones académicas: la **Dra. Masha Maharaj (WARMTH)**, la Dra. Elba Etchebehere (ALASBIMN), la Dra. Marwa Hakkam (Fundación ICPO) y Efraín Perini (Fundación Oncidium), quienes expusieron la perspectiva de sus respectivas organizaciones y participaron en el panel sobre posibles vías de colaboración para implementar la resolución WHA78.13.

La resolución WHA78.13, adoptada durante la **78ª Asamblea Mundial de la Salud en mayo de 2025**, se centra en el **fortalecimiento de la capacidad en materia de diagnóstico por imagen** a nivel mundial. Esta medida busca integrar tecnologías de imagen (radiografías, ecografías, etc.) **para mejorar la detección temprana de enfermedades**, incluyendo el cáncer, enfermedades no transmisibles y neumonía infantil.

Fueron cuatro días de sesiones, simposios y cursos de intercambio académico en el que expertos de todo el mundo presentaron investigaciones, avances y nuevas tecnologías en esta área, que están tratando múltiples enfermedades. **Un programa científico excepcional** que se destacó por su **amplitud, diversidad y nivel de actualización**. Abarcó todos los temas clave que hoy impulsan la transformación de la medicina nuclear, incluyendo actualizaciones en:

- Lutecio-177 (DOTATATE y PSMA)
- Muchos otros radioisótopos y moléculas que están en fase clínica
- Nuevos trazadores PET y SPECT
- Avances en química radiofarmacéutica

PET/CT Total-Body y tecnologías emergentes: Sobre este tema se presentaron plenarias sobre equipamiento de nueva generación y su impacto en

dosimetría, sensibilidad diagnóstica y eficiencia clínica. Además, **la Cardiología Nuclear, siempre presente y parte fundamental de la Medicina Nuclear**, contó con un apartado con cursos especializados en:

- Perfusión miocárdica
- Reserva de flujo
- Imágenes híbridas
- Protocolos de baja dosis
- Radioprotección en cardio-NM

En cuanto a la **Medicina de precisión y dosimetría personalizada**, la tendencia dominante del congreso fue mostrar cómo se adapta la Terapia Metabólica a cada paciente con enfoques cuantitativos de última generación.

También se organizaron simposios internacionales con participación de varias sociedades de múltiples continentes, como la WARMTH, ISORBE, ALASBIMN. En estas reuniones se develaron las sedes para el próximo WFNMB 2030 -que se llevará a cabo en Río de Janeiro Brasil- y el ALASBIMN 2028, que se realizará en Punta del Este, Uruguay.

El Congreso ofreció una amplia oferta educativa, con cursos precongreso en materias como:

- Radiopharmacy & Radiochemistry
- Dosimetría clínica
- Educación para residentes y jóvenes

En síntesis, **fue un evento alineado con todas las tendencias disruptivas de la especialidad**, principalmente teragnóstico, nuevas moléculas y medicina personalizada, que atrajo a **expertos, disertantes e inscriptos de todo el mundo**, incluidas delegaciones de:

- Estados Unidos
- Canadá
- Japón
- Corea
- Alemania
- Francia
- España
- Italia
- India
- Australia
- China
- Países nórdicos
- Representantes de toda América Latina: México, Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú, Uruguay, Venezuela, Cuba, República Dominicana, etc.

La **misión de la WFNMB** es impulsar la medicina nuclear y la aplicación global de la medicina molecular en todo el mundo. Sirve como plataforma central para la coordinación, la comunicación y el intercambio de conocimientos, ayudando a las sociedades a fortalecer la planificación estratégica y la eficacia.

Mediante el fomento de la colaboración, el apoyo a la visibilidad de la investigación operativa, la facilitación del desarrollo de liderazgo y la participación patrocinada en reuniones globales, la **WFNMB busca construir una comunidad global de medicina nuclear más coordinada, cooperativa y de mayor impacto, minimizando la duplicación y potenciando el progreso colectivo.**

El **área comercial** del congreso fue una de las mayores y más completas que la WFNMB ha organizado. La presencia industrial incluyó gigantes de distintas áreas:

- En equipamiento se lució United Imaging, Siemens Healthineers, entre otras, con una exposición muy avanzada en PET/SPECT, IA y theranostics.
- Proveedores de radiofármacos internacionales, en donde Tecnonuclear que es parte de Eckert & Ziegler brilló con el stand más colorido y atractivo del congreso, invitando a los participantes a una visita obligada.
- Empresas de ciclotrones
- Soluciones digitales para dosimetría
- Compañías de dispositivos e infraestructura hospitalaria

La expo se convirtió en un espacio clave para networking, demostraciones y alianzas internacionales.

Nuestro stand: el más lindo, innovador y visitado del congreso

Dentro de esta gran exposición comercial, **nuestro stand se destacó como uno de los verdaderos protagonistas del WFNMB 2026.**

Los comentarios recurrentes de asistentes, organizadores y speakers tuvieron que ver con distintas características.

Diseño visual moderno y elegante: Un espacio abierto, atractivo y fotográfico, que se convirtió en punto de referencia dentro del área de exhibición.

Material educativo y folletos accesibles desde la aplicación, que cómodamente se bajaba al celular o la computadora.

Actividades interactivas, demostraciones del funcionamiento de sus generadores de $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ y el Generador de $^{68}\text{Ga}/^{68}\text{Ge}$. Reuniones técnicas y flujo constante de especialistas y estudiantes.

Visitado por líderes de opinión (KOLs). Muchos referentes internacionales se acercaron para conversar, pedir información, intercambiar contactos y explorar colaboraciones.

Reputación consolidada. Nuestro stand fue descrito por varios asistentes como "el más interesante, el mejor presentado y el más activo del congreso".

Visitado por líderes de opinión (KOLs). Muchos referentes internacionales se acercaron para conversar, pedir información, intercambiar contactos y explorar colaboraciones.

Reputación consolidada. Nuestro stand fue descrito por varios asistentes como "**el más interesante, el mejor presentado y el más activo del congreso**".

Este nivel de visibilidad fortalece nuestro posicionamiento como empresa comprometida con la ciencia, la educación y la industria. En resumen, nuestro stand se posicionó como uno de los puntos centrales del evento, reforzando nuestro liderazgo en el mercado y ampliando nuestra red de contactos.



Conclusiones

El WFNMB 2026 en Cartagena:

- Fue uno de los congresos internacionales más completos y mejor organizados de los últimos años. Consolidó tendencias clave como teragnóstico, dosimetría y medicina personalizada.
- Atrajo una comunidad global en crecimiento, con altísimo interés en radiofármacos diagnósticos y terapéuticos.
- La exposición comercial fue amplia, tecnológica e internacional.

Efectos de la radiación en la salud

DERRIBANDO MITOS POPULARES

Por Alejandro Kinbaum Alberdi
Radioquímico en Comisión Europea

Cuando la gente piensa en radiación y energía nuclear, muchas veces suele asociarla con “peligro”, “Chernóbil”, Los Simpsons y los mutantes que vemos en los cómics. Por lo tanto no es extraño que haya resistencia al desarrollo de tecnología nuclear en diversas regiones del país. El objetivo de este artículo es traer a la luz información sobre la radiación que la gente suele desconocer y derribar mitos populares.

Las radiaciones ionizantes poseen energía suficiente para arrancar electrones de los átomos con los que interactúan, creando iones que pueden alterar la estructura química de las moléculas biológicas, principalmente el ADN. El comportamiento de estas radiaciones varía según su naturaleza física:

1 Radiación Alfa (α): Consiste en la emisión de núcleos de helio (dos protones y dos neutrones). Debido a su masa y carga positiva (+2), tienen un corto alcance en el aire y un poder de penetración extremadamente bajo, siendo detenidas por la capa externa de la piel o una hoja de papel. Su peligrosidad es nula de forma externa, pero significativa si se ingieren o inhalan radionucleidos emisores alfa, como el Americio-241 presente en detectores de humo o el Polonio-210 en el tabaco.

2 Radiación Beta (β): Compuesta por electrones o positrones de alta energía. Son más penetrantes que las partículas alfa, pudiendo atravesar algunos centímetros de tejido, pero son bloqueadas por láminas de aluminio o plástico. El tritio (^3H), isótopo de gran relevancia en el monitoreo ambiental de centrales tipo CANDU como Embalse, es un emisor beta de baja energía cuya radiación no atraviesa la capa externa de la piel.

3 Radiación Gamma (γ) y Rayos X: Radiación electromagnética de alta frecuencia. Al no tener masa ni carga, poseen un alto poder de penetración y requieren materiales densos como plomo o muros gruesos de hormigón para su atenuación. Son la base de la radioterapia para el tratamiento del cáncer, donde se utilizan para dañar de forma dirigida el ADN de las células tumorales.

4 Neutrones: Partículas sin carga eléctrica producidas en la fisión nuclear. Tienen una alta capacidad de penetración y su interacción con el cuerpo humano es indirecta a través de la captura neutrónica o el choque con núcleos de hidrógeno, lo que los hace biológicamente muy efectivos en términos de daño celular.

<https://www.iaea.org/es/newscenter/news/que-es-la-radiacion>
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ionizing-radiation-and-health-effects>

Cuando se habla de los **efectos de la radiación en la salud** hay que entender que, al igual que sucede con la ingesta o inhalación de agentes químicos, no solo tiene importancia el qué sino también el cuánto (y dónde). Aquí introduciremos el concepto de **dosis**.

A menudo escuchamos hablar de ciertos compuestos presentes en los alimentos que "son potencialmente cancerígenos", como es el caso del monoglutamato sódico. ¿Esto significa que si como mi snack preferido voy a tener cáncer? Por supuesto que no, pero si consumimos grandes cantidades de este compuesto, las posibilidades de desarrollar cáncer se incrementan. Lo mismo ocurre con la radiación que uno recibe a lo largo de su vida. Esto está ampliamente estudiado y **se han determinado los límites por encima de los cuales la probabilidad de desarrollar cáncer por exposición a la radiación aumentan en proporción a la dosis recibida**. Por debajo de esos límites, se considera que no hay riesgo, tomando un amplio margen de seguridad al establecer las regulaciones de la actividad.

Magnitud	Unidad SI	Definición y Aplicación
Actividad	Becquerel (Bq)	Desintegraciones atómicas por segundo. Mide la "cantidad" de radiactividad de una fuente.
Dosis Absorbida	Gray (Gy)	Energía depositada por unidad de masa (1J/kg). Evalúa cambios bioquímicos en tejidos.
Dosis Equivalente	Sievert (Sv)	Dosis absorbida ponderada por el tipo de radiación. Evalúa el daño biológico esperado.
Dosis Efectiva	Sievert (Sv)	Dosis equivalente ponderada por la sensibilidad de cada órgano. Estima el riesgo de efectos a largo plazo.

Tabla: Definiciones de actividad y dosis de radiación absorbida. En la práctica, se utilizan submúltiplos como el milisievert (mSv) o el microsievert (μSv), ya que las dosis cotidianas son órdenes de magnitud inferiores al Sievert.

<https://grupo-microanalisis.com/guia-rapida-de-las-unidades-de-radiacion-ionizante/>

Los efectos biológicos de la radiación ionizante se clasifican en dos grandes **categorías**, dependiendo de cómo se manifiestan en el organismo y de su relación con la dosis recibida.

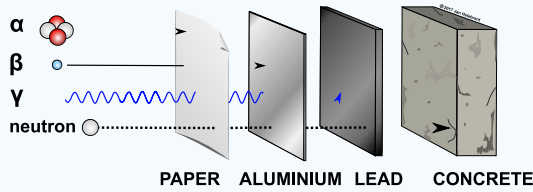
1. Efectos Deterministas (Reacciones Tisulares)

Estos efectos ocurren cuando la radiación provoca la muerte de un número elevado de células en un tejido u órgano, lo que impide que este funcione correctamente.

- **Dosis Umbral:** Tienen una dosis mínima obligatoria para manifestarse. Por debajo de ese "umbral" (que suele ser de 0,5 Gy o 500 mSv para la mayoría de los tejidos), el efecto no aparece.
- **Relación con la Dosis:** Una vez superado el umbral, la gravedad del daño aumenta a medida que aumenta la dosis.

- **Ejemplos:** Quemaduras en la piel (eritemas), cataratas, esterilidad y el síndrome de irradiación aguda. Suelen aparecer poco tiempo después de una exposición alta.

Penetrating power of different types of radiation



2. Efectos Estocásticos (Probabilísticos)

Son efectos aleatorios que no dependen de la muerte celular, sino de un daño "subletal" o mutación en el ADN de una célula que sobrevive y se replica.

- **Sin Dosis Umbral:** Se asume que no existe una dosis mínima segura. Teóricamente, cualquier exposición, por pequeña que sea, podría causar una mutación.
- **Probabilidad vs. Gravedad:** La dosis recibida determina la probabilidad de que el efecto ocurra, pero no su gravedad. Si una persona desarrolla cáncer por radiación, la enfermedad no será "más grave" por haber recibido más dosis.
- **Ejemplos:** Los principales son el cáncer (carcinogénesis) y los efectos hereditarios que afectan a la descendencia. Aparecen tras un largo periodo de latencia, a menudo años o décadas después.

Característica	Efectos Determinantes	Efectos Estocásticos
Mecanismo	Muerte celular masiva	Mutación celular
Umbral	Sí (ej. 0,5 Gy)	No
Gravedad	Depende de la dosis	Independiente de la dosis
Probabilidad	100% (sobre umbral)	Depende de la dosis
Analogía	Una quemadura de sol: más tiempo, más daño.	La lotería: más billetes, más chances de ganar

Esta distinción **es la base de la protección radiológica**: los límites de dosis se establecen para **evitar por completo** los efectos deterministas y **reducir al mínimo** la probabilidad de los estocásticos.

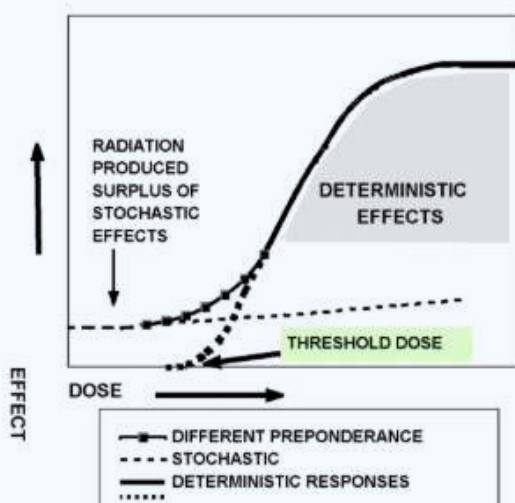


Gráfico: Curvas Efecto vs Dosis para Determinístico y Estocástico. Una vez superada la dosis umbral (Threshold) el efecto de ambas curvas se suman dando forma a la curva-efecto total. Fuente: <https://nnk.gov.hu/cejoem/Volume4/Vol4No2/ce982-01.html>

Fuentes de radiación: la omnipresencia del fondo natural

Uno de los pilares para reducir el miedo es visibilizar que la radiación es un componente natural e inevitable de la vida en la Tierra. **Aproximadamente entre el 82% y 90% de la dosis total que recibe un ser humano promedio proviene de fuentes naturales.** El organismo humano ha evolucionado en este entorno y posee mecanismos de reparación celular altamente eficientes para gestionar estas exposiciones constantes.

El Fondo Radiactivo Natural en Argentina

La dosis efectiva natural promedio mundial es de 2,4 mSv al año, pero este valor varía drásticamente según la geografía y la altitud. En Argentina, las diferencias regionales son notables:

- **Radiación Cósmica:** Originada en el espacio exterior. La atmósfera actúa como escudo, por lo que a mayor altitud, mayor es la dosis. Un habitante de Salta (1190 msnm) o de localidades en la Puna como El Rosal (3355 msnm) recibe una dosis cósmica significativamente superior a la de un habitante de Buenos Aires al nivel del mar.
- **Radiación Terrestre:** Proviene de radionucleidos primordiales como el Uranio-238, el Torio-232 y sus productos de desintegración en la corteza terrestre (Radón-222 y Radón-220 respectivamente). Zonas con suelos graníticos o presencia de colas de mineral pueden presentar niveles de fondo superiores, como se ha observado en estudios en la provincia de Córdoba.
- **Dosis Interna (Alimentos y Aire):** Ingerimos radiactividad diariamente. El Potasio-40 está presente en todos los alimentos ricos en potasio, como bananas y yerba mate.

A los efectos de tener mayor llegada al lector, compararemos distintas fuentes de radiación en la vida cotidiana, con su "Dosis Banana-Equivalente" (DBE).

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27607308/>
<https://www.argentina.gob.ar/cnea/destacados/las-radiaciones-en-la-vida-cotidiana/la-radiacion-es-peligrosa>

Comparativa de Dosis por Fuentes y Actividades

Fuente o Actividad	Dosis Estimada (mSv)	Equivalencia Aproximada
Comer una banana	0.0001	1 Dosis Banana Equivalente (DBE)
Radiografía dental	0.005	50 bananas
Vuelo de 6-7 horas (ej: de Bs As a Bogotá)	0.02 - 0.035	200-350 bananas
Radiografía de tórax	0.02 - 0.1	200-1000 bananas
Fondo natural anual (Argentina)	2.4 - 3.0	24.000-30.000 bananas
Tomografía computarizada (TC)	1.0 - 20	10.000-200.000 bananas
Límite anual público (ARN)	1.0	10.000 bananas
Límite anual trabajadores (ARN)	20.0	200.000 bananas

Es fundamental destacar que vivir un año en las cercanías de una central nuclear como Atucha aporta una **dosis adicional inferior a 0.01 mSv (100 bananas)**, lo cual es menor a la radiación que se recibe en un solo vuelo transatlántico o por la diferencia de altitud entre dos ciudades argentinas.

<https://dentistbocaratonfl.com/2024/12/04/bananas-vs-dental-x-rays-which-has-more-radiation/>
<https://www.foronuclear.org/descubre-la-energia-nuclear/preguntas-y-respuestas/sobre-proteccion-radiologica-y-radiacion/sabes-cuanta-radiacion-emiten-estos-elementos-de-la-vida-cotidiana/>

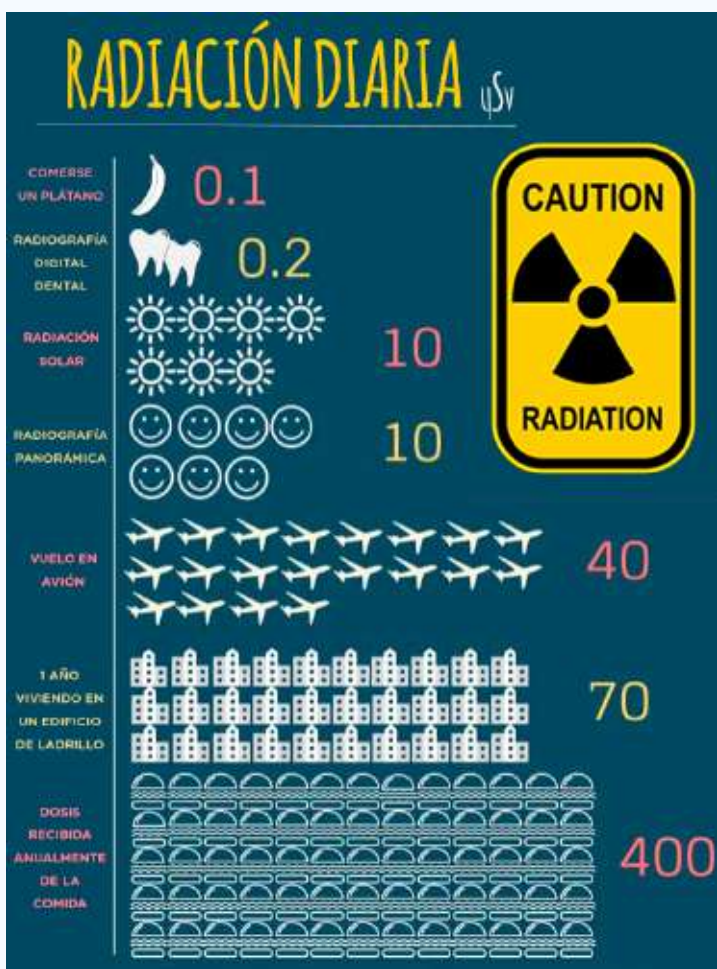


La radiación es parte del ambiente... ¡y las bananas no te darán superpoderes!

Conclusión

La radiación forma parte de nuestra vida diaria, ya sea de forma natural o artificial. **Ser consciente de las dosis que recibimos habitualmente y saber que a bajas dosis estamos seguros nos ayuda a perder el miedo a la fascinante Tecnología Nuclear y a aceptar los beneficios que nos trae en energía, medicina y en la industria.**

Hay que aprender a distinguir la realidad de la ficción, siempre desde un enfoque en donde se priorice la seguridad y sopesando beneficios contra perjuicios al momento de realizar una actividad que genere una dosis adicional de radiación. No hay peces de tres ojos nadando en Embalse Río Tercero, ni tampoco un técnico nuclear se transforma en el increíble Hulk cada vez que se enoja. Consumir una banana nos dará una dosis adicional de radiación, pero los beneficios de su consumo son mucho mayores, así que a comer bananas con total tranquilidad y a apoyar la energía nuclear.



Alejandro Kinbaum Alberdi
Radioquímico en Comisión Europea



Más de 40 años de **impulso argentino en desarrollo nuclear** y de tecnologías críticas.

Soluciones e ingeniería integradas para sectores estratégicos.



Elementos Combustibles Nucleares

Desarrollo y fabricación para reactores con tecnologías PWR, PHWR, MTR y SMR.

.....

Tubos de Aleaciones Avanzadas

Tubos sin costura de alta performance para aplicaciones críticas.

.....

Ingeniería y Fabricación

Componentes críticos y equipos especiales a medida.

.....



Protección del paciente en radiología intervencionista

Por Daniel Andisco

La utilización de equipos de fluoroscopia, como los angiografos y los arcos en C, han permitido un **desarrollo extraordinario de los procedimientos diagnósticos y terapéuticos mínimamente invasivos**. Sin embargo, estos equipos pueden generar exposiciones relativamente elevadas tanto para el paciente como para el personal que trabaja en estas salas, si no se aplican adecuadamente los principios de protección radiológica específicos.

Diversos organismos internacionales, entre ellos el programa Radiation Protection of Patients del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), destacan que **en los procedimientos intervencionistas la optimización de la dosis debe ser considerada un componente esencial de la práctica clínica**. Esto implica utilizar la radiación ionizante de manera consciente y controlada, asegurando que cada exposición contribuya efectivamente al objetivo clínico y que la dosis administrada sea la mínima necesaria para obtener la información requerida.

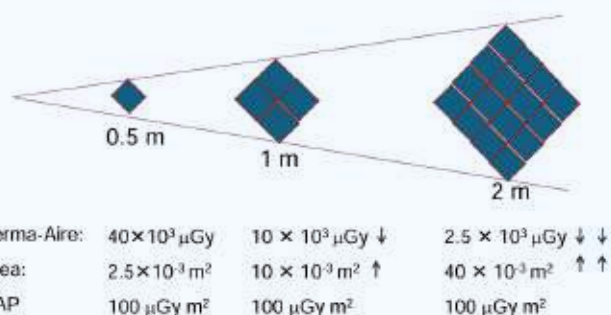
Las magnitudes físicas utilizadas para dosimetría en este tipo de sistemas son el **KERMA**, cuyo nombre proviene del acrónimo inglés *Kinetic Energy Released per unit Mass* (mGy) y el *Producto KERMA-área*.

kerma puntual, el PKA representa la energía total impartida al paciente por el haz de radiación y es independiente de la distancia entre el tubo y el detector. Por esta razón constituye **un indicador muy útil para comparar la exposición entre distintos procedimientos o entre diferentes equipos**. Para este monitoreo, los sistemas modernos incorporan cámaras de ionización planas ubicadas en la salida del tubo de rayos X que permiten medir el PKA en tiempo real durante el procedimiento. **Este parámetro resulta particularmente útil para estudios estadísticos y para el establecimiento de niveles de referencia en radiología intervencionista.**



En lo que respecta a la protección radiológica del paciente durante procedimientos con angiógrafo o arco en C, el concepto más importante es la **gestión de los tiempos de exposición**. La fluoroscopia puede mantenerse activa durante largos períodos si no se controla adecuadamente, lo que incrementa significativamente la dosis acumulada. Por esta razón, se recomienda que el operador active la **fluoroscopia** únicamente cuando sea necesario para la navegación o visualización del procedimiento y que la suspenda inmediatamente cuando no se requiera. **La experiencia del operador y/o la planificación previa del procedimiento son factores fundamentales para reducir el tiempo total de fluoroscopia**. Asimismo, el uso de funciones como la "última imagen retenida" permite revisar una imagen sin necesidad de continuar irradiando al paciente, contribuyendo a disminuir la exposición innecesaria.

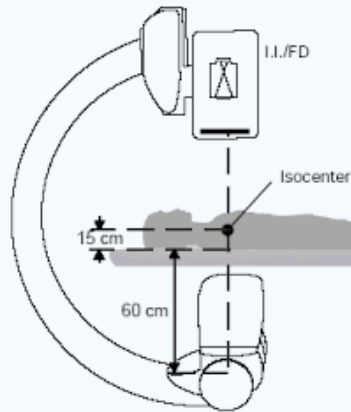
Otro principio clave consiste en **optimizar la geometría del sistema de imagen**. La distancia entre el detector y el paciente tiene una influencia directa en la dosis recibida. Tanto en los sistemas con intensificador de imágenes como en aquellos con detectores planos (flat panel), es fundamental acercar el detector lo máximo posible al paciente; de esta manera, el Control Automático de Exposición (CAE) acciona una menor intensidad de radiación para generar una imagen adecuada, reduciendo así la



En particular, en procedimientos intervencionistas se utiliza el concepto de **"punto de referencia intervencionista"**. Este punto es una posición geométrica definida por los fabricantes de equipos y utilizada como referencia para estimar la dosis que recibe la piel del paciente durante la fluoroscopia. Se encuentra ubicado a 15 cm del isocentro hacia el lado del tubo. El equipo calcula el KERMA en aire en ese punto, valor que se acerca a la dosis que podría estar recibiendo la piel del paciente durante el procedimiento. Este valor no representa exactamente la dosis real en la piel pero constituye **una referencia útil para monitorear la exposición y tomar decisiones durante procedimientos prolongados**.

Otra magnitud ampliamente utilizada en estos procedimientos es el **Producto Kerma-Área (PKA) o Producto Dosis Área**. Esta magnitud combina la intensidad del haz con el área irradiada y se expresa generalmente en $Gy \cdot cm^2$ o $mGy \cdot m^2$. A diferencia del

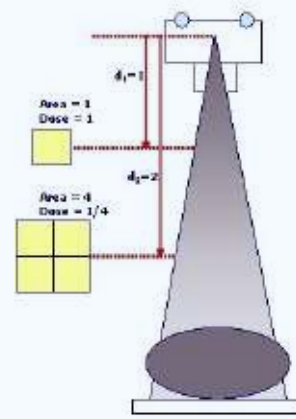
dosis. Inversamente, si el detector se encuentra alejado, el equipo incrementa la dosis para compensar la mayor dispersión, lo que se traduce en un aumento significativo de la dosis en la piel del paciente. Del mismo modo, **siempre que sea posible debe mantenerse una máxima posible entre el tubo de rayos X y el paciente**, ya que esto permite que el haz se expanda antes de alcanzar la superficie corporal, reduciendo el KERMA en aire en la entrada de la piel.



La utilización de **fluoroscopia pulsada** constituye otra estrategia esencial para la optimización. A diferencia de la **fluoroscopia continua**, en la que el haz de rayos X permanece activo de forma constante, la fluoroscopia pulsada emite radiación en forma de pulsos. Esto permite reducir considerablemente la dosis total sin comprometer la visualización del procedimiento que puede hacerse con frecuencias de pulso relativamente bajas, como 7,5 o incluso 3 pulsos por segundo, dependiendo de la complejidad del procedimiento y del movimiento del campo observado. **La reducción de la tasa de pulsos disminuye la dosis absorbida por el paciente.** Además, muchos sistemas modernos permiten ajustar diferentes modos de fluoroscopia con niveles progresivos de calidad de imagen y dosis, lo que brinda al operador la posibilidad de seleccionar configuraciones de baja dosis durante las etapas del procedimiento en las que no se requiere una resolución espacial más elevada.



En el caso de pacientes pediátricos, y especialmente en recién nacidos, deben adoptarse medidas adicionales de optimización. Una de las recomendaciones más importantes es evitar el uso de la **rejilla antidifusora**; este dispositivo tiene como función mejorar el contraste de la imagen al absorber parte de la radiación dispersa. Sin embargo, también absorbe una fracción de la intensidad del haz, lo que obliga al equipo a incrementar la dosis a la salida del tubo para mantener la calidad de imagen. Estos pacientes generan **radiación dispersa baja**, por lo que la rejilla aporta un beneficio limitado en la calidad de imagen aumentando significativamente la dosis.



Las incidencias oblicuas o laterales implican que el haz atraviese un espesor mayor del paciente aumentando la atenuación y obligando al CAE a incrementar la intensidad de radiación. Esto puede traducirse en aumentos significativos de la dosis en la piel. Por esta razón y siempre que sea posible, **se recomienda utilizar proyecciones anteroposteriores o ligeramente oblicuas.** Además, siempre que sea posible, es aconsejable variar la posición del haz para distribuir la dosis sobre diferentes áreas de la piel, reduciendo el riesgo de efectos deterministas localizados, como eritemas o lesiones cutáneas.

También es importante considerar el tamaño del campo irradiado. Una buena colimación del haz de rayos X permite limitar la radiación únicamente a la región anatómica de interés, reduciendo la irradiación de tejidos vecinos y disminuyendo la radiación dispersa. **Una colimación adecuada no solo reduce la dosis al paciente, sino que también mejora el contraste de la imagen al disminuir la radiación dispersa que llega al detector.**

El **monitoreo continuo** de estas magnitudes dosimétricas permite al equipo médico tomar decisiones informadas durante el procedimiento. Por ejemplo, si el kerma acumulado se aproxima a valores elevados, el operador puede optar por modificar la proyección o reducir la tasa de pulsos. **De este modo, la información dosimétrica deja de ser un simple registro posterior y pasa a convertirse en una herramienta activa de gestión de la dosis.** Asimismo, el registro sistemático de estos valores permite posteriormente analizar los procedimientos, identificar variaciones significativas entre operadores o protocolos y desarrollar estrategias de optimización basadas en evidencia.

Finalmente, vemos que la **capacitación continua** en el uso adecuado de los controles del sistema, la comprensión de los indicadores dosimétricos y la implementación de protocolos optimizados son elementos esenciales para garantizar procedimientos seguros. **La colaboración entre médicos intervencionistas, técnicos radiólogos y físicos médicos resulta fundamental** para revisar las prácticas, analizar los datos dosimétricos y aplicar mejoras. De esta manera, aseguramos que los beneficios clínicos de los procedimientos intervencionistas se obtengan con el menor riesgo posible para el paciente, manteniendo siempre el equilibrio entre calidad de imagen y seguridad radiológica.



Daniel Andisco

Capacitación Nuclear

Inscripción abierta para la Carrera de Especialización en Seguridad Nuclear

Las postulaciones se reciben hasta el 30 de abril de 2026.

El Centro de Capacitación Regional en Seguridad Nuclear, Radiológica, del Transporte y de los Desechos para América Latina y el Caribe (CCR), a cargo de la ARN, abrió la **inscripción para la edición 2026 de la Carrera de Especialización en Seguridad Nuclear (CESN)**, que se dictará del **7 de septiembre al 11 de diciembre de 2026**, de manera **presencial**.

La CESN tiene como objetivo generar en los estudiantes las competencias necesarias que le permitan un **desempeño profesional eficaz en la regulación y el control de la seguridad** de actividades que involucran **tecnologías y materiales nucleares**.

La carrera está orientada a **profesionales** que se desempeñan en organismos reguladores de actividades nucleares; instituciones, organizaciones o prácticas bajo el control de los organismos reguladores; fuerzas de seguridad u otras organizaciones actuantes en caso de situaciones de emergencia nuclear; e interesados en dicho ámbito.

Los postulantes deben contar con **título universitario** expedido por universidades nacionales argentinas o extranjeras en el **área de las ingenierías o las ciencias exactas**, cuya duración no sea menor a cuatro años.



El plan de estudios de la Carrera de Especialización en Seguridad Nuclear incluye visitas técnicas de estudio a instalaciones nucleares relevantes.

La CESN es dictada por profesionales y técnicos de la ARN y la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA), con el auspicio del OIEA.

La carrera tiene **carácter intensivo** y requiere **dedicación exclusiva**. Su plan de estudios incluye seminarios, trabajos prácticos, **visitas técnicas de estudio a instalaciones relevantes** y el desarrollo de un **trabajo final integrador**, enfocado en un tema específico de seguridad nuclear.



Participantes de la edición 2025 de la Carrera de Especialización en Seguridad Nuclear durante una visita al Complejo Nuclear Atucha.

Los interesados deben solicitar su postulación enviando un correo electrónico a carrerasycursos@arn.gov.ar hasta el **30 de abril de 2026**.

Por su parte, la postulación de **funcionarios de organizaciones e instituciones públicas o privadas** deberá ser solicitada por las mismas, indicando su orden de mérito en caso de postular a más de un candidato, sin excepción.

Informes: carrerasycursos@arn.gov.ar



Profesionales y técnicos durante una visita técnica a los laboratorios propios de la ARN.

Más información:

<https://www.argentina.gob.ar/noticias/finalizo-una-nueva-edicion-de-la-diplomatura-en-radiomedicina-radiaciones-ionizantes-y-0>

Finalizó una nueva edición de la Diplomatura en Radiomedicina, Radiaciones Ionizantes y Emergencias

El programa ofrece conocimientos teóricos y prácticos en los aspectos relacionados con el uso adecuado y seguro de las fuentes de radiación.

En diciembre de 2025 finalizó la tercera edición de la **Diplomatura en Radiomedicina, Radiaciones Ionizantes y Emergencias**, dictada por la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires (UBA) y la ARN, en colaboración con el Instituto de Medicina y Radiomedicina (IMRM).

Participaron **16 profesionales y técnicos** de Argentina que se desempeñan como **personal de salud** en áreas vinculadas al uso de radiaciones ionizantes y en ámbitos relacionados con la medicina laboral y emergencias.

ENERGÍA QUE MUEVE EMPRESAS HACIA EL FUTURO



**GAS
NATURAL**



**ENERGÍA
ELÉCTRICA**



**ENERGÍA
RENOVABLE**



**ASESORAMIENTO
ESTRATÉGICO**

¡Hablemos!

Tel: +54 9 11 6763 8899

Comercial@fenixenergy.com.ar

www.fenixenergy.com.ar

AGENDA NUCLEAR

MAR
2026

International Conference on the Safe and Secure Transport of Nuclear and Radioactive Material

23 DE MARZO

- Lugar: Viena, Austria
- Organizador: Organismo Internacional de Energía Atómica
- Tema: transporte seguro de material nuclear y radiactivo. Participan organismos reguladores, funcionarios gubernamentales, operadores, expertos técnicos y legales, etc.

WiN Global Annual Conference 2026

30 DE MARZO

- Lugar: Gyeongju, Corea del Sur
- Organizador: Women in Nuclear Global
- Tema: "Energía nuclear para nuevos desafíos". Liderazgo femenino y desafíos del sector nuclear
- Se extenderá hasta el 3 de abril



ABR
2026

World Nuclear Fuel Cycle 2026

14 DE ABRIL

- Lugar: Mónaco
- Organizadores: World Nuclear Association y Nuclear Energy Institute
- Tema: mercado del combustible nuclear, minería de uranio, enriquecimiento y fabricación de combustible.
- Se extenderá al 16 de abril.

International Conference on Effective Nuclear and Radiation Regulatory Systems

27 DE ABRIL

- Lugar: Viena, Austria
- Organiza: Organismo Internacional de Energía Atómica
- Tema: modernización y cooperación entre autoridades regulatorias nucleares con el objetivo de robustecer la seguridad nuclear y radiológica a nivel mundial.
- Se extenderá hasta el 30 de abril.

IONIZACIÓN GAMMA

ionizado
360

Asegura calidad en cada etapa
del ciclo productivo

- ➔ Diseño e investigación
- ➔ Materias primas y envases
- ➔ Productos terminados
- ➔ Aseguramiento de calidad
- ➔ Transporte y distribución para el consumo



GESTIÓN
DE LA CALIDAD

RI-0000-3774
Norma ISO 9001:2015



Administración Nacional de Medicamentos,
Alimentos y Tecnología Médica

ionics
Ionización Gamma

Conozca los beneficios de la ionización gamma

Te.: (11) 2150-6670 al 74 / comercial@ionics.com.ar / www.ionics.com.ar

