

.07

Sistema Nuclear

Marzo 2024

.UBAfiuba 
FACULTAD DE INGENIERÍA

 Proyecto
Vectores



.07

Sistema Nuclear

2024. Más información sobre el Proyecto Vectores [\(+\)](#)

Líneas de trabajo que se integran en el vector Sistema Nuclear (puede accederse a más información haciendo clic en cada línea):

- [Energía Nuclear](#)
- [Industria y Tecnología Nuclear](#)

Hasta el momento, seis de los doce vectores que integran el Proyecto Vectores cuentan con una publicación general inicial, en la que se incluye la caracterización conceptual del vector y de las diferentes líneas de trabajo que lo integran, así como una reseña de lo realizado hasta el momento.

En el caso del vector Sistema Nuclear, dicha publicación fue emitida en el mes de noviembre de 2022, con la participación de nuestra Facultad de Ingeniería UBA y el Programa Interdisciplinario de la UBA sobre Desarrollo, PIUBAD, y con el apoyo de la Comisión Nacional de Energía Atómica y la empresa Nucleoeléctrica Argentina SA.

2022. Vector Sistema Nuclear. Primera publicación general [\(+\)](#)

Actividades y publicaciones recientes

2023. Entrega Doctorado Honoris Causa, al Ing. José Luis Antúnez + Clase magistral: 'La energía nuclear en la era de la descarbonización' [\(+\)](#)

2023. RA-10. Reactor nuclear argentino multipropósito [\(+\)](#)

2023. Centrales nucleares, tecnología y sociedad [\(+\)](#)



Energía Nuclear

Caracterización conceptual

Para contribuir a la reflexión en torno a esta temática se recurrió al conocimiento de miembros de la comunidad de la Facultad de Ingeniería UBA, quienes a su vez desarrollan su actividad profesional en el sector, Martín Irigaray (Departamento de Ingeniería Química FIUBA; Comisión Nacional de Energía Atómica, CNEA), Pablo Rattel (Departamento de Tecnología Industrial FIUBA; Nucleoeléctrica Argentina Sociedad Anónima, NASA) y Emanuel Vázquez (graduado FIUBA que desarrolla su actividad profesional en el sector energético, ex miembro de la Comisión Nacional de Energía Atómica, CNEA). Dichos profesionales aportaron un texto de caracterización conceptual, del cual se reproduce un extracto a continuación:

En el año 1950, a través del Decreto N° 10.936/1950 se estableció la creación de la Comisión Nacional de Energía Atómica, CNEA, en dependencia directa de la Presidencia de la Nación. Con esta decisión, se dio inicio a una política de Estado que persiste hasta nuestros días y que, ha permitido a la República Argentina integrar tempranamente el selecto grupo de naciones que desarrollan tecnología nuclear y ser pionero en Latinoamérica en la generación de energía eléctrica a partir de la fisión nuclear.

Luego de una amplia experiencia con más de 70 años de historia nuclear y con tres centrales de potencia nucleares, operando con seguridad y confiabilidad, la potencia instalada de energía eléctrica de origen nucleoeléctrica representa el 4,3% de la potencia nacional instalada del Sistema Argentino de Interconexión (SADI) y con una participación en energía del 7,4% en el año 2021. Se tienen 1763 MW de potencia nucleoeléctrica instalada pertenecientes a una matriz de 41598 MW totales a octubre de 2020.

En la actualidad, la generación nucleoeléctrica se presenta como una de las alternativas más seguras y conocidas para la producción de electricidad con bajas emisiones de gases de efecto invernadero que pueden, junto con las energías renovables, contribuir a disminuir la incidencia de los hidrocarburos como fuente de generación de energía eléctrica. En ese contexto, nuestro país está intentando convertirse en líder en el desarrollo de reactores modulares pequeños. Estos son sumamente prometedores para incorporarlos en la matriz eléctrica junto con los grandes reactores y las energías renovables como solar y eólica.



Actividades realizadas

Una de las actividades fundantes de esta línea de trabajo fue la celebración, en el mes de octubre de 2020, del seminario ‘Accidente Nuclear de Fukushima, ¿Por qué ocurrió?’, en el que el Ing. Antonio Godoy, graduado FIUBA y experto internacional en seguridad nuclear y en evaluación de sitios de emplazamiento de centrales nucleares, transmitió su experiencia respecto del citado accidente-

2020. Accidente Nuclear de Fukushima, ¿Por qué ocurrió? [\(+\)](#)

También, en el mes de marzo del mismo año, se llevó adelante el seminario ‘Gestión de Proyectos Nucleares’, en el que el Ing. Oscar Mignone, graduado UBA y experto internacional en la temática, disertó sobre los principales desafíos asociados a la gestión de proyectos de construcción de centrales nucleares

2020. Gestión de Proyectos Nucleares [\(+\)](#)

Asimismo, se destaca el seminario realizado en el mes de abril de 2021, titulado ‘Selección y evaluación del sitio de emplazamiento para una central nuclear’, en el que el Ing. Antonio Godoy transmitió su nutrida experiencia internacional en la materia e hizo también referencia a un trabajo realizado en años recientes en el ámbito de nuestro país.

2021. ‘Selección y evaluación del sitio de emplazamiento para una central nuclear’ [\(+\)](#)

También durante 2021 se impulsó la publicación de una serie de tres cuadernillos de divulgación, uno de las cuales guarda relación directa con esta línea de trabajo, ‘CAREM: Central Argentina de Elementos Modulares’, cuyos contenidos estuvieron a cargo de la Inga. Esp. Viviana Escobedo.

2021. CAREM: Central Argentina de Elementos Modulares [\(+\)](#)

También se destaca la incorporación al vector del Ing. Facundo Fraguas, miembro de la Unidad de Gestión de Proyectos Nucleares de la empresa Nucleoeléctrica Sociedad Anónima, NASA, quien impulsó una serie de iniciativas que potenciaron considerablemente la agenda de actividades.

Entre ellas, se destaca la realización del Curso de Posgrado en Energía Nuclear, dictado en la Facultad de Ingeniería UBA durante el primer semestre de 2022, y que ya cuenta con varias promociones de egresados.



Asimismo, y también gracias a los aportes del Ing. Fraguas, se realizaron importantes encuentros de divulgación durante 2022 junto a la Comisión Nacional de Energía Atómica, CNEA, y Nucleoeléctrica Argentina Sociedad Anónima, NASA. El primero de ellos fue realizado en el marco de la Semana de la Ingeniería y contó con la participación de la Dra. Sol Pedre, Gerenta de Área CAREM, CNEA, quien disertó sobre actualidad del proyecto CAREM y su importancia para Argentina.

2022. CAREM. Actualidad del proyecto e importancia para Argentina (+)

En 2023 se continuó con la agenda de actividades, realizando en el mes de mayo el encuentro ‘Centrales nucleares, tecnología y sociedad’, como clase magistral abierta del posgrado de energía nuclear, a cargo del Ing. Jorge Sidelnik, por entonces vicepresidente de Nucleoeléctrica Argentina Sociedad Anónima, NASA.

2023. Centrales nucleares, tecnología y sociedad (+)

También se realizó un evento muy especial, como fue la entrega de la máxima distinción honorífica que otorga la Universidad de Buenos Aires, el Doctorado Honoris Causa, al Ing. José Luis Antúnez, orgullo de nuestra Universidad y por entonces presidente de Nucleoeléctrica Argentina Sociedad Anónima, NASA, quien brindó en esa misma jornada una charla, también como clase magistral abierta del posgrado de energía nuclear, titulada ‘La energía nuclear en la era de la descarbonización’.

2023. Entrega Doctorado Honoris Causa al Ing. José Luis Antúnez + Clase magistral: ‘La energía nuclear en la era de la descarbonización’ (+)

Por último, en lo que respecta a la formación de recursos humanos y la generación de nuevo conocimiento y contenidos útiles al sector, se destaca la finalización de un Trabajo Profesional de ingeniería industrial titulado ‘Análisis de factibilidad del módulo comercial de un reactor CAREM’, desarrollado por Reinaldo Panoso y tutorizado por el Ing. Pablo Rattel. Asimismo, se destaca el inicio de una tesis de grado de ingeniería industrial, titulada ‘Rol de la Energía Nuclear en la Transición Energética y la Descarbonización’, en desarrollo por Facundo Toniolo y tutorizada también por el Ing. Pablo Rattel, así como de un Trabajo Profesional titulado ‘Estudio de factibilidades técnico-económicas para la producción de hidrógeno rosa en Argentina’.



Asimismo, se destaca el inicio de una tesis doctoral de ingeniería titulada ‘Análisis y definición de criterios para determinar el impacto económico de la industria nuclear como propuesta para una transición energética y tecnológica mundial y nacional’, llevada adelante por el Ing. Maximiliano Drab, quien antes realizara su tesis de grado en el marco del vector.

Contribuyen al desarrollo de esta línea de trabajo: docentes de los Departamentos de Tecnología Industrial y de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería UBA; Curso de Posgrado en Energía Nuclear FIUBA; Programa Interdisciplinario de la UBA sobre Desarrollo, PIUBAD. También realizaron valiosos aportes: Comisión Nacional de Energía Atómica, CNEA; Nucleoeléctrica SA, NASA.



Industria y Tecnología Nuclear

Caracterización conceptual

Para contribuir a la reflexión en torno a esta temática se recurrió al conocimiento de miembros de la comunidad de la Facultad de Ingeniería UBA, quienes a su vez desarrollan su actividad profesional en el sector, Martín Irigaray (Departamento de Ingeniería Química FIUBA; Comisión Nacional de Energía Atómica, CNEA), Pablo Rattel (Departamento de Tecnología Industrial FIUBA; Nucleoeléctrica Argentina Sociedad Anónima, NASA) y Emanuel Vázquez (graduado FIUBA que desarrolla su actividad profesional en el sector energético, ex miembro de la Comisión Nacional de Energía Atómica, CNEA). Dichos profesionales aportaron un texto de caracterización conceptual, del cual se reproduce un extracto a continuación:

La tecnología nuclear se encuentra presente, directa o indirectamente, en múltiples ámbitos que mejoran la vida humana. Algunas de las sub-líneas específicas de interés se listan a continuación, junto a una muy breve descripción:

Aplicaciones en alimentos. Entre otras, pueden mencionarse el uso de isótopos y técnicas de radiación para combatir plagas y enfermedades, optimizar procesos productivos de cultivos, proteger la tierra y los recursos hídricos, así como, fundamentalmente, garantizar la inocuidad y autenticidad de los alimentos.

Medicina nuclear. Algunos ejemplos de este tipo de tecnologías son las asociadas a diferentes tipos de radiodiagnósticos; los tratamientos mediante radioterapia y los radiofármacos.

Aplicaciones industriales. Entre otras, pueden mencionarse los ensayos no destructivos por medio de gammagrafía, por ejemplo en las costuras de las soldaduras y la mejora y optimización de procesos productivos mediante la aplicación de radiotrazadores, entre muchas otras aplicaciones.

Aplicaciones tecnológicas en centrales nucleares. Soluciones tecnológicas aplicadas a necesidades de centrales nucleares, reactores de investigación y cualquier otra instalación nuclear, en materia de optimización de sistemas de proceso, eficiencia energética, análisis de condiciones de operación, minimización de desgaste de componentes, entre otros.

Minería de uranio y combustible nuclear. Soluciones tecnológicas aplicadas al



diseño de aspectos característicos del ciclo del combustible, entiendo por ello las distintas fases del proceso que comprenden desde la extracción del mineral de uranio para la fabricación del combustible, fabricación de vainas y elementos combustibles, hasta la gestión de material de residuos radioactivos generados.

Como antecedente del desarrollo de la industria nuclear nacional existen un conjunto de empresas tecnológicas e industriales argentinas que aseguren una importante cuota de autonomía en la cadena de suministros del sistema nuclear argentino. Algunas de estas son: Comisión Nacional de Energía Atómica (1950), INVAP (1976), CONUAR (1981), Fabricaciones de aleaciones especiales-FAE (1986, fusionada con CONUAR en abril del 2019), Empresa Neuquina de Servicios de ingeniería-ENSI (1989) que opera la Planta Industrial de Agua Pesada-PIAP (1994), Nucleoeléctrica Argentina SA (1994) y Dioxitek (1996). Además cabe mencionar la nutrida red de empresas industriales pequeñas y medianas que proveen soluciones de diverso tipo al sector nuclear argentino.

En el área de I+D, la tecnología nuclear nacional tiene como abanderada a la Comisión Nacional de Energía Atómica que tiene tres centros atómicos (Ezeiza, Constituyentes y Bariloche) con cinco reactores de investigación operativos (RA-0, RA-1, RA-3, RA-4 y RA-6). En la actualidad se ha desarrollado y se está construyendo el moderno Reactor Nuclear Argentino Multipropósito RA-10 en el Centro Atómico Ezeiza que permitirá aumentar la producción de radioisótopos para la detección y tratamientos de múltiples patologías, contando con capacidad para atender buena parte de la demanda de América Latina.

Desde aquel 31 de mayo de 1950 en que se creara la CNEA hasta nuestros días, se ha logrado un desarrollo nacional en cada dimensión donde la tecnología nuclear con fines pacíficos participa; sorteando los vaivenes de la economía y dando una continuidad ininterrumpida durante más de setenta años. Argentina es capaz de unir el área de I+D con el sector industrial en provecho de posicionarse en el mundo por ejemplo como exportador de reactores de investigación a otros países por medio de INVAP (Australia, Argelia, Egipto, Perú, Arabia Saudita y Holanda), y de plantas de producción de radioisótopos (Australia, Argelia, Egipto, India), de contribuir en la generación de energía eléctrica libre de emisiones de gases de efecto invernadero y de diversificar la matriz energética nacional. En paralelo, se han desarrollado carreras específicas y de especialización para formar recursos humanos profesionales, con los niveles de conocimiento y dentro de los estándares internacionales que se requieren en este segmento industrial-tecnológico.



Actividades realizadas

Como acciones fundantes de esta línea de trabajo se destacan dos publicaciones realizada en 2021, una de ellas tituladas ‘Reactor nuclear argentino multipropósito RA-10’, cuyos contenidos fueran aportados por el Ing. Herman Blaumann, y “Breve historia de la formación de recursos humanos para el sector nuclear en la Facultad de Ingeniería de la UBA’, cuyos contenidos fueran aportados por el del Lic. Gerardo Quintana.

2021. Reactor nuclear argentino multipropósito RA-10 [\(+\)](#)

2021. Breve historia de la formación de recursos humanos para el sector nuclear en la Facultad de Ingeniería de la UBA [\(+\)](#)

También se destaca que la focalización del Día de la Ingeniería 2023 tuvo relación con esta línea de trabajo, llevando adelante el encuentro ‘RA-10. Reactor nuclear argentino multipropósito’, en el que disertó el titular de dicho proyecto, Ing Herman Blaumann.

2023. RA-10. Reactor nuclear argentino multipropósito [\(+\)](#)

Por último, se destaca una serie de acciones que combinan la formación de recursos humanos con los aportes al sector, las cuales se detallan a continuación, de acuerdo a las sub-líneas de trabajo ya mencionadas.

Aplicaciones en alimentos. Se llevó adelante un Trabajo Profesional de ingeniería industrial titulado ‘Implementación de una planta ionizadora de alimentos centrada en carne de exportación’, desarrollado por Ramiro Lerman Rey, Federico Barg y Gaspar Lucanera, y tutorizado por el Ing. Hernán Fernández y el Ing. Pablo Rattel. Se trata de un trabajo pionero, que se espera pueda abrir caminos para avanzar en el fortalecimiento de esta importante sub-línea de trabajo.

Medicina nuclear. Se finalizó a primera tesis relacionada con la medicina nuclear, titulada ‘Reactores nucleares de investigación y su enfoque en la biomedicina’, desarrollada por el Maximiliano Drab y tutorizada por el Dr. Eduardo Nassif. Esta tesis analiza la utilización de los reactores de investigación en la medicina nuclear, y cómo los avances del país en esta área contribuyen a su desarrollo tecnológico.



Por otro lado hace un análisis respecto a la percepción que tiene la sociedad sobre la industria nuclear. Se trata de un trabajo pionero, que se espera pueda abrir caminos para avanzar en el fortalecimiento de esta importante sub-línea de trabajo. Por otra parte, actualmente se desarrolla un trabajo profesional adicional enfocado en medicina nuclear desde un enfoque económico.

Aplicaciones tecnológicas en centrales nucleares. Se trata de la temática en la que se cuenta con mayor cantidad de antecedentes, buena parte de ellos debidos al trabajo del Dr. Ing. Mauricio Chocrón, quien dirigió una nutrida serie de tesis de Ing. Química vinculadas a la temática de las aplicaciones tecnológicas en centrales nucleares, entre ellas las desarrolladas por los Ings. Martín Irigaray y Emanuel Vazquez, miembros de este vector desde sus inicios, así como, más recientemente, la que se titula 'Análisis y cuantificación de fenómenos de corrosión asistida por flujo en el circuito secundario de la Central Nuclear Embalse durante la operación normal y transitorio del segundo ciclo de operación', llevada adelante por Julieta Mazali, quien también se incorporó al vector.

Minería de uranio y combustible nuclear. Se finalizó el primer Trabajo Profesional de ingeniería industrial enmarcado en esta sub-línea, titulado 'Diseño de una línea de producción para combustibles del tipo PWR', desarrollado por Lucas Omar Galigniana y por María Emilia Garrido y tutorizada por los Ings. Pablo Rattel y David Canal. A su vez, se avanzó con la realización de dos Trabajos Profesionales adicionales, uno enfocado en la biolixiviación aplicada a la minería de uranio, y otro en la recuperación de metanol en el proceso de obtención de óxido de uranio.

Contribuyen al desarrollo de esta línea de trabajo: docentes de los Departamentos de Tecnología Industrial y de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería UBA; Curso de Posgrado en Energía Nuclear FIUBA; Programa Interdisciplinario de la UBA sobre Desarrollo, PIUBAD. También realizaron valiosos aportes: Comisión Nacional de Energía Atómica, CNEA; Nucleoeléctrica SA, NASA.