



RESOLUCIÓN CS Nº 338/24

VISTO, el Expediente N° 6043/2024 del registro de la Universidad Nacional de General San Martín y,

CONSIDERANDO:

Que mediante la presentación efectuada por el Instituto de Tecnología Nuclear Dan Beninson se solicitó considerar y aprobar las modificaciones introducidas al plan de estudios de la Ingeniería Nuclear con Orientación en Aplicaciones, en respuesta a las recomendaciones realizadas por el Comité de Pares Evaluadores de la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU).

Que la carrera fue creada mediante Resolución del Consejo Superior N° 373 de fecha 5 de diciembre del 2014 y modificada mediante las Resoluciones del Consejo Superior N° 108 de fecha 29 de junio del 2015 y N° 146 de fecha 27 de abril del 2023.

Que el dictamen de la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) recomienda hacer lugar a la solicitud de reconocimiento oficial provisorio de la carrera en fecha 7 de marzo de 2016.

Que las modificaciones introducidas al plan de la carrera se ajustan a lo establecido en la Resolución Ministerial N° 1539/21, que establece los estándares para la acreditación de las carreras de Ingeniería Nuclear.

Que han tomado la debida intervención la Secretaría General Académica y la Dirección General de Asuntos Jurídicos.

Que la propuesta cuenta con dictamen favorable de la Comisión de Enseñanza, Investigación y Extensión emitido en su sesión del 23 de septiembre de 2024.

Que fue considerada y aprobada por este Consejo Superior en su 7º reunión ordinaria del 27 de septiembre del corriente.

Que de acuerdo con las atribuciones conferidas por el Artículo 49º inciso e) del Estatuto de la Universidad Nacional de General San Martín, el Consejo Superior tiene atribuciones para el dictado de la presente Resolución.

Por ello,



**EL CONSEJO SUPERIOR
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE GENERAL SAN MARTÍN**

RESUELVE:

ARTÍCULO 1º.- Aprobar las modificaciones introducidas al plan de estudios de la Ingeniería Nuclear con Orientación en Aplicaciones, dependiente del Instituto de Tecnología Nuclear Dan Beninson, cuyos objetivos, diseño y organización curricular se adjuntan como Anexo único de la presente Resolución.

ARTÍCULO 2º.- Registrar, comunicar a quienes corresponda y cumplido, archivar.

RESOLUCIÓN CS N° 338/24

CDOR. CARLOS GRECO
Rector



Universidad Nacional
de San Martín

2024

30 años de la consagración constitucional de la autonomía y
75 aniversario de la gratuidad universitaria en Argentina

UNIVERSIDAD NACIONAL DE GENERAL SAN MARTÍN

INSTITUTO DE TECNOLOGÍA NUCLEAR DAN BENINSON

INGENIERÍA NUCLEAR

Con Orientación en Aplicaciones

Septiembre 2024



1.- PRESENTACIÓN

1.1 Denominación de la carrera

Ingeniería Nuclear con Orientación en Aplicaciones

1.2 Título a otorgar Ingeniero/a Nuclear

1.3 Ubicación

Instituto de Tecnología Nuclear Dan Beninson. Universidad Nacional de San Martín.

1.4 Nivel de la carrera Grado

1.5 Modalidad de dictado Presencial

1.6 Duración, carga horaria total y créditos académicos

Cinco años. Carga horaria total: 3824 horas, correspondiente a 239 créditos académicos.

2.- FUNDAMENTACIÓN

2.1 Fundamentación

La actividad nuclear en Argentina tiene un hito fundacional que es la creación de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) en el año 1950. Los logros alcanzados desde entonces, vinculados al área de reactores y centrales nucleares, materiales y combustibles nucleares, instalaciones del ciclo de combustible y todas las aplicaciones de la tecnología nuclear, en medicina, agropecuarias, conservación de alimentos, estudios del medio ambiente y tantas otras, han contado con personal capacitado en la tecnología específica tanto en el nivel profesional como técnico. Esta capacitación se ha realizado en la gran mayoría de los casos en el ámbito exclusivo de CNEA. Con el tiempo CNEA se ha vinculado con la Universidad para asegurar que la formación del personal afectado a tareas en el área nuclear tuviera garantías de formalidad y excelencia. La creación del Instituto de Tecnología Nuclear Dan Beninson, en convenio con la Universidad Nacional de General San Martín (UNSAM) constituye un ámbito propicio para la creación de una "Ingeniería Nuclear con Orientación en Aplicaciones" (INA), que se propone como objetivo formar ingenieros de excelencia para desempeñarse en los múltiples y crecientes usos de la tecnología nuclear.

La tecnología nuclear es un área del conocimiento que se ha establecido en nuestro país muy tempranamente, en la década del cincuenta y que ha tenido un crecimiento sostenido en las últimas décadas. Tanto las actividades de investigación y desarrollo, como las múltiples aplicaciones de esta tecnología, descansan fuertemente sobre la existencia de una base de recursos humanos altamente calificados. Las aplicaciones son muy variadas y cubren un amplio espectro: producción de energía (centrales nucleares), aplicaciones industriales (uso de trazadores, instrumentos nucleares, técnicas de inspección, etc.), aplicaciones médicas (nuevos y más sofisticados equipos de diagnóstico y técnicas de tratamiento), medioambientales (medición de contaminantes, análisis hidrológico), etc. Ello requiere que los profesionales que se desempeñan en estas áreas posean conocimiento específico, además de una sólida formación en las disciplinas



nucleares básicas.

Dado el renacer de la actividad nuclear ligada al uso creciente de radioisótopos y radiaciones en aplicaciones tecnológicas, en la industria, particularmente en la generación de energía nuclear, agropecuarias, en la industria farmacéutica, alimentaria y varias otras, se torna imprescindible la capacitación de recursos humanos especializados en el área. Particularmente es importante que los profesionales que intervienen en todas las áreas involucradas con radioisótopos y radiaciones tengan el nivel de conocimientos específicos para desempeñarse con independencia, idoneidad y seguridad en las responsabilidades asignadas.

El uso creciente de las radiaciones y de los materiales radiactivos en el mundo actual ha creado una demanda de Ingenieros especializados en las aplicaciones nucleares. Tanto a nivel internacional como local, en el caso de la Argentina, se espera que esta demanda siga siendo significativa durante muchos años y ya en la actualidad supera la oferta de personal calificado, constituyendo esto un aliciente interesante para los aspirantes.

2.2 Justificación de la creación de la carrera

El Instituto dicta carreras y cursos en esta temática como son la Tecnicatura Universitaria en Aplicaciones Nucleares¹ (pregrado), la Especialización en Radioquímica y Aplicaciones Nucleares² (posgrado), la Especialización en Reactores Nucleares y su Ciclo de Combustible³ (posgrado), la Especialización en Física de la Radioterapia⁴ (posgrado) y el Doctorado en Tecnología Nuclear⁵ (posgrado), todos ellos dedicados en diferentes niveles a la formación y profundización del conocimiento de las Aplicaciones Nucleares. La Ingeniería Nuclear con orientación en Aplicaciones⁶ brinda una formación de grado necesaria que completa el ciclo académico que el Instituto se ha trazado como objetivo importante.

Un programa de capacitación específica de alto nivel, con un título universitario avalado por el Instituto de Tecnología Nuclear Dan Beninson y otorgado por la Universidad Nacional de San Martín, ofrece a los estudiantes una oportunidad única de obtener una formación especializada con salida laboral de significativa demanda en todas las áreas que de un modo u otro están relacionadas con las aplicaciones de las radiaciones y los materiales radiactivos.

No existe en la actualidad en nuestro país una oferta académica en tecnología nuclear como la aquí ofrecida para los jóvenes aspirantes a un título de grado con orientación hacia las diversas aplicaciones nucleares. Esta oferta es asimismo de interés para postulantes de otros países de Latinoamérica. El Instituto ha recibido estudiantes de Chile, Perú, Colombia y Costa Rica en diversas actividades académicas, lo que muestra el interés regional por el tema nuclear y la formación académica ofrecida, en particular. En lo que se refiere al aspecto local, el desarrollo de actividades vinculadas a radioisótopos y radiaciones y sus aplicaciones en todo el país se refleja en el interés suscitado por la carrera en estudiantes de todas las provincias.

La formación tiene como rasgo distintivo una sólida base en las disciplinas básicas indispensables

¹ Resolución del Consejo Superior UNSAM 209/09–ME–RM 570/10.

² Resolución CONEAU 97/16, Categoría A. Resol. - 208-822-APN-MECCYT.

³ Resolución CONEAU 98/16, Categoría A, Resol. - 2017-1575-APN-ME.

⁴ Dictamen favorable con recomendación del título por CONEAU. IF-2017-34861113-APN-CONEAU#ME. Resol. -2019-2081-APN-MECCYT.

⁵ Resolución CONEAU RESFC-2021-493-APN-CONEAU#ME, Categoría A.

⁶ Dictamen favorable con recomendación del título por CONEAU RES-1323-17 (07/03/2016).



para todo ingeniero y una formación específica amplia y flexible que garantice su inmediata adaptación a una variedad de ámbitos laborales. Las disciplinas nucleares están presentes en la vida cotidiana a tal punto que no las reconocemos como tales, aunque intervienen en el control de gran parte de los procesos industriales (mediciones de nivel, espesor, densidad), en la producción de alimentos (mejora de granos, análisis de aguas), en las medicinas que tomamos (análisis), en elementos descartables de uso médico (esterilización), en el transporte (controles de corrosión y desgaste de motores), en los exámenes diagnósticos (con utilización de técnicas nucleares y radiofármacos) o en estudios del medio ambiente (trazas de radioisótopos).

Desde el año 2010, con el advenimiento del Plan Nacional de Medicina Nuclear, en la Argentina comenzó un ambicioso proyecto de construcción de centros de medicina nuclear para diagnóstico y tratamiento a lo largo y ancho del país (CABA, Mendoza, Oro Verde - Entre Ríos, Santa Rosa-La Pampa, Río Gallegos-Santa Cruz, Bariloche-Río Negro, etc.). Esta tarea continúa en CNEA a través de la Gerencia de Área de Medicina Nuclear. El plan, de alto impacto social, tiene un efecto en la producción de radioisótopos y radiaciones, capacidades que necesitan verse incrementadas y de ahí la construcción del reactor RA10 en el CAE, que triplica la potencia del reactor RA3 con el que actualmente se provee de Tecnecio 99 a los centros de medicina nuclear, proyecto que se encuentra en estado muy avanzado. Además de la producción de radioisótopos, el Plan de Medicina Nuclear tuvo impacto en la formación de recursos humanos especializados, siendo la INA una formadora de profesionales especializados en las aplicaciones médicas de la tecnología nuclear y con la potencialidad de generar futuros investigadores en el área a través del doctorado en tecnología nuclear y los convenios internacionales para doble titulación y doctorados en cotutela que mantiene el Instituto Beninson con universidades europeas.

Existe además una diversidad de aplicaciones tecnológicas en la industria, desde luego en la más conocida, la generación de energía nuclear, y otras menos difundidas, pero de alto impacto tecnológico, como lo son la producción agropecuaria, la industria farmacéutica y varias otras. Particularmente es importante que los profesionales que intervienen en todas las áreas involucradas con radioisótopos y radiaciones tengan el nivel de conocimientos específicos para desempeñarse con independencia, idoneidad y seguridad en las responsabilidades asignadas.

Aunque la aplicación económicamente más significativa de la tecnología nuclear está en la producción de energía eléctrica, se aplica en muy diversos campos y daremos un brevísimo resumen de los más importantes.

El Instituto cuenta para el desarrollo de la carrera, con el apoyo de laboratorios y personal especializado de la CNEA, Instituto Ángel Roffo, Hospital de Clínicas, espacios en los cuales son relevantes las actividades relacionadas con las aplicaciones nucleares.

Aplicaciones industriales (análisis y control de procesos)

Trazadores: pequeñas cantidades de sustancias radiactivas pueden medirse rápidamente y con precisión; esto hace que los radioisótopos se utilicen para seguir procesos o analizar las características de dichos procesos. Así se determinan caudales, eficacia de

ventilación, homogeneidad y tiempo de mezclas, fugas o escapes y flujos por tuberías, detección de desgaste y corrosión, etc.

Gammagrafía y neutrografía: radiografías especiales para control de calidad industrial. Se realizan con rayos gamma o neutrones respectivamente. Se trata de un método no destructivo que permite comprobar la calidad en soldaduras, piezas metálicas o cerámicas, etc., sin dañar o alterar la composición del material.



Radiación intensa: mejora la calidad de ciertos materiales. Por ejemplo, aplicada a ciertos plásticos, se induce la formación de grandes cadenas poliméricas que mejoran la calidad del material como aislante térmico y eléctrico. Se utiliza también en alimentos, para preservarlos durante más tiempo o mejorar su calidad sanitaria.

Aplicaciones médicas (diagnóstico y tratamiento)

Las técnicas en medicina nuclear son quizás, las más conocidas y ampliamente aceptadas. Las técnicas de diagnóstico y tratamiento se han vuelto tan corrientes, fiables y precisas que aproximadamente uno de cada tres pacientes es sometido a alguna forma de procedimiento radiológico terapéutico o de diagnóstico.

Radiofármaco: Compuesto químico, en su mayoría orgánico, al que se le une un radioisótopo que se administra al paciente para investigar en el cuerpo humano un proceso biológico o el funcionamiento de un órgano. También se utilizan para terapia (radioterapia metabólica) o bien para el tratamiento y su seguimiento diagnóstico (teragnosis). Actualmente, se usan más de 100 radiofármacos diferentes para diagnóstico o tratamiento.

Imágenes por medicina nuclear: Una vez administrado al paciente, el radiofármaco se fija en el órgano que se desea estudiar, por su especial afinidad, emitiendo radiación gamma que es detectada por un equipo denominado cámara gamma cuyo detector se sitúa sobre el órgano a explorar. También existen técnicas más sofisticadas de imágenes, como la tomografía de emisión de fotón simple (SPECT) o la tomografía por emisión de positrones (PET), que permiten obtener información muy precisa sobre el funcionamiento de diversos órganos y diagnosticar tumores y otras enfermedades. En la actualidad existen técnicas y equipos mixtos o híbridos (SPECT-CT, PET-CT, PET-RMN) que combinan las imágenes anatómicas de la tomografía convencional de rayos X o de la resonancia magnética, con las imágenes funcionales del SPECT o el PET, proporcionando así información más pormenorizada.

En estas aplicaciones se utilizan diversos radioisótopos, por ejemplo: Tecnecio-99m o Iodo-123, Galio-67, entre otros, para SPECT; Flúor-18, Carbono-11, Nitrógeno-13, Galio-68 y otros para el escaneo PET; Kriptón-81m para obtener imágenes de funcionamiento del pulmón, Estroncio-90 para la terapia contra el cáncer óseo, Iodo-131 para la terapia contra el cáncer de tiroides, Lutecio-177 para teragnosis de cáncer de próstata, etc.

Radioterapia: Es la especialidad médica que utiliza la aplicación de radiaciones ionizantes con fines curativos para la destrucción de tejidos malignos y tumores. Esta terapia puede utilizarse sola o asociada a otros medios terapéuticos como la cirugía o la quimioterapia. Ejemplos: Aceleradores lineales de electrones, fuentes externas de rayos gamma, o bien fuentes radiactivas que se colocan directamente en el tumor a tratar por un tiempo determinado (Braquiterapia).

Las técnicas de vanguardia a nivel mundial, como la irradiación con haces de protones de altas energías y la terapia por captura de neutrones en Boro, se encuentran en proceso de desarrollo en nuestro país. La CNEA está construyendo en Buenos Aires el primer centro de Protonterapia de Latinoamérica, para el cual se necesitará formar un plantel muy nutrido de profesionales y técnicos de diversas disciplinas, incluyendo obviamente ingenieros nucleares.

Esterilización de equipos médicos: se irradia a los equipos en un proceso altamente eficaz y de bajo costo.



Análisis de procesos biológicos mediante trazadores: La información proporcionada por las moléculas marcadas en las distintas etapas del ciclo celular y el auxilio prestado por las técnicas de separación analítica han hecho que se puedan determinar pequeñísimas concentraciones de enzimas, hormonas, drogas, venenos, etc., mediante la técnica de radioinmunoanálisis (RIA), que hace uso de la especificidad de las reacciones antígeno- anticuerpo.

Estudio de los caracteres de las células tumorales, su localización y extensión tumoral: Permite planificar el tipo de irradiación, el cálculo de la dosis total, la forma de administración y su posible fraccionamiento con intervalos de descanso para facilitar la reducción progresiva del tumor, favoreciendo así la eliminación de células muertas y permitiendo la mejor reparación de los tejidos circundantes.

Aplicaciones agrícolas y alimentarias

Fertilizantes: su uso eficiente hace al cuidado del medio ambiente. Es importante determinar que la mayor proporción posible de lo que se utiliza vaya a las plantas minimizando las pérdidas en el medio. Los fertilizantes “marcados” con un isótopo particular (Nitrógeno-15, Fósforo-32) permiten determinaciones cuantitativas de cuánto se deposita en las plantas, el suelo o el aire.

Variaciones genéticas: la irradiación gamma o neutrónica permite, junto con otras técnicas, desarrollar variantes de plantas más resistentes a las plagas o a las condiciones climáticas lo cual es una herramienta poderosa para combatir el hambre en el planeta.

Control de insectos: las pérdidas en cosechas pueden reducirse considerablemente combatiendo cierto tipo de insectos que, en algunos casos desarrollan resistencia a los pesticidas comunes. La técnica de los machos esterilizados por radiación, que se liberan en grandes cantidades en zonas infestadas ha sido muy beneficiosa en América del Sur y Méjico, para combatir la mosca de la fruta y el gusano barrenador.

Conservación de alimentos: es posible la irradiación de alimentos exponiéndolos a dosis controladas de radiación gamma para reducir pérdidas, aumentando el período de conservación. Después de 30 años de utilización, esta técnica, recomendada por FAO, OMS y OIEA, es más económica que los métodos tradicionales y reduce drásticamente el uso de aditivos y fumigantes.

Recursos hídricos: Aproximadamente el 70% del agua potable se destina a usos agrícolas y la eficiencia en el uso es inferior al 50%. Las técnicas radioisotópicas son herramientas indispensables para optimizar la gestión del agua. Mediante ellas es posible identificar nuevas fuentes de agua, su origen, edad y distribución del agua subterránea, así como las conexiones con el agua superficial y la recarga de los acuíferos.

Aplicaciones medioambientales

Del total de los recursos hídricos de la Tierra, sólo el 2,5% es agua dulce. La gestión sostenible de los recursos hídricos consiste en poseer los conocimientos necesarios para tomar las decisiones apropiadas. La hidrología isotópica es una técnica nuclear que utiliza tanto isótopos estables como radiactivos para seguir los movimientos del agua en el ciclo hidrológico. Los isótopos pueden utilizarse para investigar las fuentes de agua subterráneas y determinar su origen, su forma de recarga, si existe riesgo de intrusión o contaminación por agua salada y si es posible utilizarlas de manera sostenible.



Los recursos hídricos son importantes no sólo para la agricultura y la industria sino principalmente para los asentamientos humanos.

La detección y análisis de diversos contaminantes en el medio ambiente puede realizarse por la técnica de activación neutrónica que aprovecha la especificidad de los espectros gamma que emite cada material, pudiéndose identificar elementos y concentraciones.

La esterilización de residuos orgánicos y patógenos es otro uso de las radiaciones de enorme interés.

Aplicaciones energéticas

Las centrales nucleares contribuyen a la generación eléctrica mundial en un porcentaje de alrededor del 10%. Lo hacen, además, con el atributo de generar una porción muy menor de los gases de efecto invernadero. En nuestro país la participación de la nucleoelectricidad es de 4% en capacidad instalada y 6.3% en generación eléctrica (valores de 2023).

Acompañando la concientización creciente acerca de la participación de la producción y uso de la energía en el inventario de gases de efecto invernadero y sus efectos devastadores en el clima y las condiciones de habitabilidad de nuestro planeta, se ha ido afianzando la necesidad de sustitución de los recursos fósiles por fuentes renovables.

El estudio NET ZERO⁷ y su actualización (IEA, 2021/2023), muestra que un camino viable para alcanzar los objetivos de no superar el límite tolerable de aumento de temperatura promedio de la tierra para fines de siglo (1,5° C) consiste en llegar a 2050 con una matriz energética en la cual la electricidad represente el 50% del consumo total y la electricidad se produzca en un 90% con generación renovable y 10% con generación nuclear. Pero para que esto sea posible, es necesario duplicar al menos la generación nucleoelectrónica actual, atendiendo al previsible aumento de la población mundial y el tamaño de su economía.

Inclusive el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático IPCC en su informe especial sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C para 2050⁸, es más optimista aún en cuanto a la participación nuclear.

Este panorama asegura un desarrollo creciente y sostenido de la tecnología y de las necesidades de personal especializado. La formación de los ingenieros nucleares es ideal para afrontar estos desafíos y con toda seguridad la demanda laboral futura ha de superar ampliamente la oferta siendo que ya hoy se verifica esta situación.

El personal profesional estable de una central nuclear incluye especialistas de diversas ramas de la ingeniería. Sin embargo, con excepción de los ingenieros nucleares (que constituyen una minoría), ninguno de ellos posee, en su formación de grado, contenidos de tecnología nuclear que los habiliten a desenvolverse en una planta nuclear. Los Ingenieros Nucleares con orientación en

⁷ International Energy Agency. (2021). *Net zero by 2050: A roadmap for the global energy sector*. Obtenido de <https://iea.blob.core.windows.net/assets/063ae08a-7114-4b58-a34e-39db2112d0a2/NetZeroby2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector.pdf>

⁸ Grupo intergubernamental de expertos sobre cambio climático. (2019). *Calentamiento global de 1,5° C Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza*. Obtenido de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/SR15_Summary_Volume_spanish.pdf



Aplicaciones pueden hacerlo con una notable ventaja inicial y su desempeño puede destacarse en áreas como física del núcleo, procesos químicos, protección radiológica e impacto ambiental tanto de la planta generadora como de las instalaciones del ciclo de combustible asociado.

Otras

Datación: emplea las propiedades de fijación del carbono-14 a los huesos, maderas o residuos orgánicos, determinando su edad cronológica.

Geofísica y Geoquímica: se aprovecha la existencia de materiales radiactivos naturales para la fijación de las fechas de los depósitos de rocas, carbón o petróleo. También utilizando sondas nucleares se puede determinar la física y química de los suelos determinando si el estrato analizado reúne condiciones para albergar minerales o combustibles.

Conservación y autenticación de obras de arte: se pueden eliminar insectos y hongos por esterilización y consolidar una pieza impregnándola con un monómero (molécula pequeña) e irradiándola para polimerizarla. También es posible, mediante análisis no destructivos, descubrir “huellas” en una obra que permitan autenticarla.

Generadores para vehículos espaciales: son generadores isotópicos de electricidad. El nucleído es encapsulado y la radiación que emite calienta las paredes de la cápsula. Esta fuente de calor se acopla a un circuito eléctrico cuya corriente alimenta los instrumentos. Se utiliza Pu-238 cuyo período de semi-desintegración es de 88 años y se considera el Am-241 con un período de 432 años para misiones más largas.

Las aplicaciones nucleares cubren, como puede verse, un rango amplísimo de áreas y requieren conocimientos muy variados. Esto demanda una formación básica importante en matemáticas, física, química y biología, además de un particular acento en la protección radiológica que acompaña a las diversas aplicaciones.

El Instituto de Tecnología Nuclear Dan Beninson (IDB), de la UNSAM y de la CNEA mediante un convenio fundacional, le da a la carrera el marco adecuado, en cuanto esta última posee personal especializado, laboratorios y equipamiento que aseguran a los estudiantes la posibilidad de una formación del mejor nivel y con una orientación fuertemente volcada hacia las aplicaciones de la tecnología nuclear. Además, el instituto gestiona cinco carreras: Doctorado en Tecnología Nuclear, Especialización en Reactores Nucleares y Ciclo de Combustible, Especialización en Radioquímica y Aplicaciones Nucleares, Especialización en Física de la Radioterapia y Tecnicatura Universitaria en Aplicaciones Nucleares, que tienen en su currículum una fuerte vinculación con la carrera de grado ofrecida. Particularmente, la carrera de pregrado se dirige a la formación de técnicos universitarios que se desempeñarán en una variedad de instalaciones nucleares.

2.3 Justificación de las modificaciones introducidas al Plan de Estudios

La experiencia recogida desde la creación de la carrera hasta la fecha, tanto por parte de estudiantes, egresados, como por docentes y autoridades, ha mostrado que resulta de interés agregar en el tramo superior de la carrera, y particularmente en el bloque de tecnologías aplicadas, un par de materias con contenidos que enriquecerán el perfil de Los ingenieros nucleares. Con esa motivación, y con el objetivo de no incrementar la carga horaria total, se ha decidido también reducir levemente la carga horaria de algunas materias, cuyos contenidos se refuerzan a través de actividades prácticas a lo largo de la carrera en todos los casos.

En cuanto a lo referido al bloque de Ciencias Básicas, en acuerdo con el resto de las carreras de ingeniería de la UNSAM y respetando totalmente los contenidos indicados en los Descriptores de Conocimiento requeridos como lo indica la normativa vigente para esta carrera, se han modificado las denominaciones de algunas asignaturas y evitando la reiteración de contenidos, reagrupando las matemáticas y las físicas de un modo lógico, y eliminando algunos contenidos no indispensables para esta carrera. Por otra parte, se han ampliado contenidos en química inorgánica, útiles para la formación de los ingenieros nucleares.

2.3.1 Modificación en la denominación de las unidades curriculares del bloque de ciencias básicas

Nombre de la asignatura actual	Nombre de la propuesta	Fundamentación del cambio
Introducción al Análisis Matemático Cálculo I	Análisis A	Incluye todos los contenidos de cálculo diferencial e integral en una variable, anteriormente divididos en las dos asignaturas.
Cálculo II	Análisis B	Incluye los contenidos de cálculo diferencial e integral en varias variables.
Álgebra y Geometría Analítica I Álgebra y Geometría Analítica II	Álgebra y Geometría Analítica A	Incluye los contenidos de interés para esta carrera, de las dos asignaturas anteriores.
Cálculo III Métodos Numéricos	Análisis C1	Incluye los contenidos de ecuaciones diferenciales y métodos numéricos, anteriormente en dos materias
Química General	Química General A + Química Inorgánica	Se ha agregado una Química Inorgánica, que fortalece la formación en química.
Física I	Física A	Incluye Estática, cinemática y dinámica, mecánica de fluidos y Sonido.
Física II	Física B	Incluye conceptos de Óptica, calor, electricidad, magnetismo e introduce elementos de electromagnetismo



Física III	Física C1	<p>Refuerza contenidos de electromagnetismo e introduce elementos de física moderna.</p> <p>Se han rediseñado los contenidos de las Físicas I, II y III en las ahora denominadas Física A, B y C1, respetando la totalidad de los contenidos necesarios de las tres.</p>
------------	-----------	--

2.3.2. Modificación de las cargas horarias totales. Bloque de Ciencia Básicas.

Carga horaria de la asignatura actual	Carga horaria de la propuesta	Fundamentación del cambio
Introducción al Análisis Matemático + Cálculo I 128 horas +96 horas	Análisis A 128 horas	En Cálculo I era necesario repetir los conceptos básicos que se habían dado en Introducción al Análisis Matemático. Al integrarse en una sola materia, no es necesaria la repetición.
Cálculo II 128 horas	Análisis B 128 horas	Se respetó la carga horaria total modificando básicamente sólo el nombre.
Álgebra y Geometría Analítica I + Álgebra y Geometría Analítica II 96 horas + 64 horas	Álgebra y Geometría Analítica A 64 horas	Manteniendo los contenidos indispensables en una sola materia, se restringieron los que eran accesorios a la carrera
Cálculo III + Métodos Numéricos 128 horas + 64 horas	Análisis C1 128 horas	Incluye los contenidos de ecuaciones diferenciales y métodos numéricos, manteniendo los contenidos indispensables en una sola materia, y restringiendo los que eran accesorios a la carrera



Química General 128 horas	Química General A + Química Inorgánica 64 horas + 128 horas	Se ha agregado una Química Inorgánica, profundizando contenidos necesarios para la carrera.
Física I 128 horas	Física A 128 horas	Se ha reorganizado la distribución de todos los contenidos en las 3 físicas, manteniendo la carga horaria total de las 3.
Física II 128 horas	Física B 128 horas	Se ha reorganizado la distribución de todos los contenidos en las 3 físicas, manteniendo la carga horaria total de las 3.
Física III 128 horas	Física C1 128 horas	Se ha reorganizado la distribución de todos los contenidos en las 3 físicas, manteniendo la carga horaria total de las 3.

2.3.3 Modificación de la carga horaria de las materias del resto de los bloques sin modificar su denominación. En la Tabla 2.3.4. se consignan las actividades curriculares nuevas.

Denominación de la asignatura	Modificación de la carga horaria total	Fundamentación de la modificación
Química II	De 128 a 96 horas	Se ha agregado una Química Inorgánica inexistente en el plan anterior, que profundiza la formación en el área.
Laboratorio I	De 128 a 96 horas	En estas asignaturas se ha disminuido levemente la carga horaria semanal, priorizando la importancia de los tiempos de reflexión y absorción de los nuevos conceptos, sin perjuicio del rendimiento.
Termodinámica	De 128 a 96 horas	
Radioquímica	De 64 a 48 horas	
Aplicaciones Industriales I	De 128 a 96 horas	Se han incluido conceptos importantes en el área de los reactores nucleares
Protección Radiológica	De 64 a 48 horas	
Termohidráulica	De 64 a 96 horas	Nuevamente, la disminución semanal de la carga horaria demostró ser un recurso beneficioso para el rendimiento académico de Los estudiantes.
Técnicas Analíticas Nucleares y Relacionadas	De 64 a 48 horas	
Laboratorio II	De 128 a 112 horas	



Radiofarmacia	De 64 a 48 horas	En ambos casos fue el resultado de modificar de 12,5 a 12 horas semanales de dedicación, sin un impacto real.
Instrumentación y Control	De 64 a 48 horas	
Seguridad Nuclear y Convencional	De 64 a 48 horas	
Aplicaciones médicas	De 128 a 96 horas	
PPS	De 200 a 192 horas	
PFI	De 200 a 192 horas	

2.3.4. Actividades curriculares nuevas

Denominación y Carga horaria semanal teórica de la nueva asignatura	Carga horaria práctica semanal de la nueva asignatura	Fundamentación de su inclusión
Método Monte Carlo aplicado al Transporte de Radiación 2 horas	1 hora	En el plan anterior era electiva. La experiencia mostró la conveniencia de transformarla en obligatoria
Química Inorgánica	4 horas	Se transformó Química General del plan anterior, en dos asignaturas: Química General A y Química Inorgánica, profundizando en esta última contenidos de interés para la carrera
Seminario de Cálculo 1 hora	1 hora	En el plan anterior era electiva. Se ha considerado conveniente transformarla en obligatoria
Técnicas neutrónicas y complementarias 1 hora	1 hora	Por su contribución a la formación del estudiante en lo que se refiere a grandes instalaciones nucleares, novedosas en el país.
Inglés I 1 hora	1 hora	Incluida como asignatura curricular (anteriormente extra-curricular)
Inglés II 2 horas	1 hora	Incluida como asignatura curricular (anteriormente extra-curricular)

La actualización de la carrera se ha llevado a cabo de modo que la formación de Los estudiantes tenga en cuenta actividades de proyecto y diseño de ingeniería, contemplando una experiencia significativa en esos campos, que requiera la aplicación integrada de conceptos fundamentales de ciencias básicas, tecnologías básicas y aplicadas. De igual modo se han enfatizado aspectos de economía y de cuidado del medio ambiente, tomando en cuenta el impacto social de la profesión, y fortaleciendo en Los estudiantes habilidades que estimulen su capacidad de análisis, de síntesis y su espíritu crítico, proponiéndose despertar su vocación creativa de modo que se entrenen para el



trabajo en equipo y la valoración de alternativas.

Asimismo, se han enfatizado aspectos ya existentes en lo que se refiere a competencias blandas en sus diversas manifestaciones.

El Plan de Estudios original se ha mantenido en su concepción, y los cambios realizados no sólo no modifican esa concepción original, sino que la refuerzan.

La normativa con la que se contaba previamente es:

Resolución CS N° 108/15- 29/6/2015 – UNSAM	Resolución Ministerial N° 1323/17-21/3/17
Dictamen CONEAU N° 435 /2016- 7/3/2016	Vigencia de acreditación: hasta culminar su primer ciclo de dictado teórico

Las Normativas Nacionales e Institucionales vigentes actualmente se han respetado cabalmente. En este sentido, se han propuesto las modificaciones necesarias para adecuar el dictado de la carrera a la RM 1539-21, que, en el caso de esta carrera, se reflejan perfectamente en lo descripto. Adicionalmente, se han tomado en cuenta las recomendaciones y los contenidos de la normativa institucional que se indica a continuación:

- RCS 101/16. “Sistema de Créditos Académicos UNSAM”
- RCS 376/21. Reglamento General de Estudiantes.

3. OBJETIVOS DE LA CARRERA

Los objetivos de la carrera son:

- Formar profesionales de excelencia, que puedan afrontar los principales desafíos que plantea la actividad, aplicando los últimos avances de la tecnología nuclear en el área específica del conocimiento al cual estén dedicados y que realicen esta tarea con un marcado sentido ético y de responsabilidad social.
- Brindar espacios para el desarrollo en los estudiantes de la capacidad de innovar, identificando o desarrollando métodos o aplicaciones novedosas que eleven su quehacer profesional a un estadio superior.
- Crear un ámbito de intercambio científico-tecnológico permanente, donde estudiantes, docentes y egresados encuentren oportunidades de reconocimiento de los últimos avances de la tecnología nuclear relacionados con sus aplicaciones y las posibilidades de implementación en el quehacer profesional concreto en nuestro país.
- Difundir la utilización de las mejores prácticas de la profesión en todos los ámbitos de aplicación, colaborando para ello con los organismos públicos y privados en una actividad de comunicación permanente y servicio a la comunidad.



4. PERFIL DE EGRESO

4.1 Perfil transversal del Ingeniero UNSAM

Una mirada internacional sobre la ingeniería.

El Sistema de Acreditación Regional de Carreras Universitarias (ARCU-SUR) define a la carrera de ingeniería como “el conjunto de conocimientos científicos, humanísticos y tecnológicos de base físico-matemática, que con la técnica y el arte analiza, crea y desarrolla sistemas, modelos, procesos, productos y/u obras físicas, para proporcionar a la humanidad con eficiencia y sobre bases económicas, bienes y servicios que le den bienestar con seguridad y creciente calidad de vida, compatibles con un desarrollo sustentable” (MERCOSUR, 2019).

Por su parte, y en consonancia con ARCU-SUR, la Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería (ASIBEI) establece que *“el ingeniero iberoamericano debe ser un ingeniero global con compromiso y pertinencia local, con sólidas bases científicas, técnicas, tecnológicas, culturales, y con arraigados valores y principios, consciente de la importancia y significado de sus nexos con la historia y el desarrollo regional, fiel a sus compromisos sociales y ambientales, atento a la identificación de los problemas y oportunidades del entorno para actuar de manera responsable y competente en cualquier escenario nacional e internacional.”* (ASIBEI, 2016).

Cabe destacar que para la consolidación del perfil de los ingenieros UNSAM, la universidad hace suyas las palabras de ARCU-SUR: *“El perfil de egreso comprende una sólida formación científica, técnica y profesional que capacita al ingeniero o la ingeniera para absorber y desarrollar nuevas tecnologías, con actitud ética, crítica y creativa para la identificación y resolución de problemas de manera holística, considerando aspectos políticos, económicos, sociales, ambientales y culturales desde una perspectiva global, tomando en cuenta las necesidades de la sociedad.”*

La formación en UNSAM.

La tarea formadora de la UNSAM se desarrolla dentro del marco establecido en su Estatuto. En el preámbulo, se instituyen los siguientes principios rectores:

- Concepción de la educación superior como derecho humano universal, bien público y social, y un deber del Estado:

“En este sentido reconocemos como aspecto constitutivo de la formación universitaria los diálogos que se producen entre saber y técnica, teoría y práctica e investigación y experiencia, promoviendo la autonomía de los miembros de la comunidad en la configuración de sus trayectos formativos, de aprendizaje, y de ejercicio profesional y laboral, orientando la educación en particular y las acciones institucionales en general hacia el bien común, la formación de calidad y la generación de conocimiento.”

- Compromiso permanente con las problemáticas de su tiempo:

“La UNSAM es una universidad comprometida con las problemáticas de su tiempo y de su territorio, buscando como horizonte de realización la justicia social y la justicia de género, ejerciendo su autonomía



institucional con responsabilidad expresada en la pertinencia de su oferta académica integrada a la investigación que desarrolla. Esta visión involucra necesariamente a la formación y la investigación como conceptos indisolubles que deben comprometer el sentido prioritario de la práctica de los diversos actores que conforman la comunidad universitaria: estudiantes, graduados y graduadas, docentes, investigadoras e investigadores, personal no docente y equipos de gestión.”

- Participación activa en la promoción del desarrollo social sustentable:

“En la UNSAM, promovemos el desarrollo social sustentable en todos sus aspectos: económico, cultural, científico-tecnológico y ambiental, a nivel local, regional, nacional e internacional, reconociendo la asociatividad con instituciones y organismos que comparten esta visión como un valor estratégico.”

- Democratización del conocimiento y responsabilidad en la formación de profesionales críticos con apuesta a la innovación:

“Ampliar permanentemente las fronteras del saber y el conocimiento, fomentar la innovación y el pensamiento crítico, brindar una experiencia de formación y transformación personal, institucional y colectiva, son las premisas fundamentales desde las cuales la Universidad se propone realizar una contribución sustancial para el futuro de nuestro país.”

Formación de los Ingenieros UNSAM

Los ingenieros de la UNSAM son profesionales formados para valorar la investigación, la articulación con las ciencias humanas y el trabajo en equipos multidisciplinarios; actuar conforme a los principios éticos y la responsabilidad social; conducirse en el contexto global y de internacionalización de su profesión; detectar, identificar y comprometerse con los problemas de su territorio y la mejora en la calidad de vida mediante su trabajo y sus saberes; comprometerse con el desarrollo sostenible local, nacional y regional, y con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas; y promover la producción de conocimiento y nuevos productos y servicios, con una adecuada orientación hacia la investigación, el desarrollo y la innovación.

4.2 Perfil del título

Los graduados de la carrera se dedican a las aplicaciones, en los muy variados ámbitos de penetración de la tecnología nuclear. Esta actividad la realizan a partir de una sólida formación en las disciplinas básicas y en los fundamentos de la tecnología nuclear. La carrera hace énfasis en las buenas prácticas con apelación permanente a los principios y la normativa de la protección radiológica en todos los ámbitos de aplicación, dotando al graduado de una amplia experiencia de campo.

Los graduados podrán, en las diversas áreas en las que puede desenvolverse:

- Encarar los problemas con espíritu crítico e innovador, dada su importante formación de base.
- Proponer soluciones novedosas realizando siempre un balance que permita asegurar que



los beneficios producidos por la utilización de la tecnología nuclear son siempre superiores a los efectos indeseados de la misma.

- Integrar conocimientos en variadas áreas, lo cual facilita el trabajo interdisciplinario, propio de una formación actualizada, abierta a los avances científico-tecnológicos.
- Gestionar su propio desarrollo profesional que tienda a la actualización permanente.

5. ALCANCES DEL TÍTULO

Quienes egresan reúnen una sólida formación en los fundamentos de las disciplinas nucleares, con conocimientos en disciplinas asociadas. Esta formación resulta esencial para abordar la amplitud de las aplicaciones posibles, diseñando e implementando procesos, sistemas y procedimientos adecuados para cada tipo de aplicación y encarando los eventuales problemas que se presentan con amplitud de criterio, reconociendo las causas de base que lo originan y aportando soluciones prácticas y creativas. En particular los egresados están capacitados para:

A. diseñar, calcular y proyectar la instalación y puesta en marcha de:

1. Sistemas o partes de sistemas y procesos relacionados con las aplicaciones de la tecnología nuclear en los diversos campos (investigación, industria, salud, etc.) que involucran radioisótopos y radiaciones.
2. Laboratorios de todo tipo relacionados con la tecnología nuclear y sus aplicaciones, excepto obras civiles.
3. Sistemas de control de los procesos involucrados.
4. Sistemas y procedimientos destinados a la protección radiológica del personal de laboratorios, instalaciones, etc. y del público en general.
5. Instalaciones destinadas a evitar la contaminación ambiental involucrando la medición de radiaciones nucleares, la determinación de normas y medidas de seguridad, protección y blindaje en todo tipo de instalaciones y procesos nucleares, ya sea para la protección del personal de la instalación o del público, así como la gestión de los residuos radioactivos.
6. Sistemas e instalaciones relacionadas con los incisos anteriores, abordando su control y optimización.

B. Realizar estudios, proyectar, dirigir y asesorar en temas y tareas relacionadas con:

1. La elaboración de combustibles nucleares, la gestión de residuos radiactivos y la optimización de los procesos involucrados.
2. Las aplicaciones de la tecnología nuclear en el área de salud tanto para diagnóstico como para tratamiento.
3. La gestión de calidad asociada a las diferentes aplicaciones de la tecnología nuclear.
4. Asuntos de ingeniería legal, económica y financiera, vinculados con las diferentes aplicaciones de la tecnología nuclear.
5. Actividades de arbitraje, pericias y tasaciones vinculadas con las diferentes aplicaciones de la



tecnología nuclear.

6. ACTIVIDADES RESERVADAS AL TÍTULO

Las actividades reservadas al título de Ingeniero Nuclear, de acuerdo a la RM 1254/18, son las siguientes:

1. Diseñar, calcular y proyectar la instalación y puesta en marcha de sistemas y procesos relacionados con la generación y transformación de la energía nuclear, con el aprovechamiento de sus reacciones y transmutaciones, y la elaboración y el procesamiento de material nuclear.
2. Proyectar, dirigir y controlar la operación, ensayo y medición de lo mencionado anteriormente
3. Certificar el funcionamiento y/o condición de uso o estado de lo mencionado anteriormente.
4. Proyectar y dirigir lo referido a higiene, seguridad y control de impacto ambiental en lo concerniente a su actividad profesional.

7. REQUISITOS DE INGRESO

Podrán ingresar a la Carrera “**Ingeniería Nuclear con Orientación en Aplicaciones**” de la UNSAM, en dos modalidades diferentes:

7.1 Estudiantes que realizarán la carrera completa

Podrán ingresar a la carrera quienes posean estudios secundarios completos en instituciones reconocidas oficialmente; o se encuentren contemplados en el artículo 7 de la Ley Nacional de Educación Superior N° 24.521,

Para ingresar a la carrera los aspirantes deberán:

- Aprobar el CPU de la UNSAM
- Presentar la documentación requerida por la normativa vigente para la educación superior universitaria.

7.2 Postulantes a ingresar en el Ciclo Superior

a) Quienes hayan egresado de la carrera de Técnico Universitario en Aplicaciones Nucleares, podrán ingresar directamente en el Ciclo Superior de la carrera, cumpliendo con las recomendaciones que figuran a continuación.

- Presentar la documentación que certifique la culminación de los estudios de pregrado.
- Presentar el certificado analítico de la carrera realizada, con aplazos incluidos (si los tuviere).
- El Comité de Admisión recomendará, de ser necesaria, la complementación del plan de estudio de pregrado con los contenidos de los espacios curriculares del Ciclo Básico que



considere pertinentes.

b) Quienes certifiquen haber aprobado, en cualquier universidad del país con reconocimiento oficial, las asignaturas correspondientes al Bloque de Ciencias Básicas para las ingenierías o para cualquier otra carrera de temática afín a juicio del Comité Académico del Instituto y de la Dirección de esta Carrera, deberán:

- Presentar el formulario de inscripción completo incluyendo el certificado analítico que acredite las materias aprobadas en la institución universitaria donde cursaron sus estudios previos, con las calificaciones obtenidas, con aplazos si los tuviere.
- El Comité de Admisión recomendará, de ser necesaria, la complementación a las asignaturas aprobadas con los contenidos de los espacios curriculares del Ciclo Básico que considere pertinentes.
- Rendir un examen de admisión que incluirá una entrevista personal.

8. ORGANIZACIÓN CURRICULAR

8.1. Organización curricular de la carrera

La carrera se divide en los siguientes dos ciclos:

CB: Ciclo Básico (min. 1440 horas) NUC: Ciclo Superior (min. 2384 horas)

El Ciclo Básico está constituido por las asignaturas pertenecientes al Bloque de Ciencias Básicas al que se le ha agregado la asignatura Ciencia, Tecnología y Sociedad, perteneciente al Bloque de las Ciencias y Tecnologías Complementarias.

El Ciclo Superior está constituido por las asignaturas de los bloques de Tecnologías Básicas, Tecnologías Aplicadas, Ciencias y Tecnologías Complementarias.

A su vez, las asignaturas están organizadas en cuatro Bloques de conocimiento:

1.	Ciencias Básicas	(1376 horas)
2.	Tecnologías Básicas	(736 horas)
3.	Tecnologías Aplicadas	(1344 horas)
4.	Ciencias y Tecnologías Complementarias	(368 horas)

1. El Bloque de conocimiento de las Ciencias **Básicas** abarca los conocimientos de Ciencias Exactas y Naturales que necesita el ingeniero para asegurar una sólida formación conceptual para el sustento de su disciplina específica y la evolución permanente de sus contenidos en función de los avances científicos y tecnológicos.

2. El Bloque de conocimiento de las Tecnologías **Básicas** apunta a la aplicación creativa del conocimiento y la solución de problemas de la ingeniería teniendo como fundamento las Ciencias Básicas.

3. El Bloque de conocimiento de las Tecnologías **Aplicadas** está orientado a la aplicación de las Ciencias y Tecnologías básicas para proyectar y diseñar sistemas, componentes o procedimientos que satisfagan necesidades y metas preestablecidas.



4. El Bloque de conocimiento de las Ciencias y **Tecnologías Complementarias** está destinado a cubrir aspectos formativos relacionados con las ciencias sociales y humanidades, con el fin de asegurar una formación integral del ingeniero en relación a sus responsabilidades éticas y sociales, capacitándolo para relacionar diversos factores en el proceso de la toma de decisiones, como éticos, económicos, legales, organizativos y de higiene y seguridad, en el ámbito laboral y en el medio ambiente.

La distribución de las actividades curriculares de acuerdo al bloque y su carga horaria total se aprecia en la siguiente tabla:

Distribución de las actividades curriculares de acuerdo al bloque y su carga horaria total

<i>Bloque</i>	<i>Actividades Curriculares</i>	<i>Carga horaria total del bloque</i>
Ciencias Básicas	Análisis A Química general A Introducción a la Informática Química Inorgánica Álgebra y Geometría Analítica A Física A Análisis B Sistemas de Representación Gráfica Física B Física C1 Análisis C1 Probabilidad y Estadística Química I Química II	1376 horas
Tecnologías Básicas	Física Moderna Biología Física Nuclear Mecánica Racional y del Sólido Termodinámica Termohidráulica Aplicaciones Industriales I Laboratorio I Seminario de Cálculo	736 horas
Tecnologías Aplicadas	Mediciones Nucleares Materiales Protección Radiológica Radioquímica Técnicas Analíticas Nucleares y Relacionadas Técnicas neutrónicas y complementarias Laboratorio II Aplicaciones Industriales II Producción de Radioisótopos Instrumentación y Control Aplicaciones Médicas Radiofarmacia Diseño de Instalaciones Nucleares Método Monte Carlo aplicado a Transporte de Radiación Práctica Profesional Supervisada Proyecto Final Integrador	1344 horas
Ciencias y Tecnologías Complementarias	Ciencia, Tecnología y Sociedad Gestión de la Calidad Seguridad Nuclear y Convencional Inglés I Inglés II Gestión de residuos radiactivos Economía y Gestión de Proyectos	368 horas



8.2 Estructura del plan de estudios

8.2.1. Distribución de materias por año y por cuatrimestre, su carga horaria semanal y total, y sus correlatividades:

INGENIERÍA NUCLEAR CON ORIENTACIÓN EN APLICACIONES					
Plan de Estudios 2023					
AÑO Cuatrimestre	Código	Asignatura	Carga horaria semanal	Carga horaria total	Correlati- vidades
PRIMERA AÑO Cuatrimestre 1	CB01	Análisis A	8	128	
	CB02	Ciencia, tecnología y sociedad	4	64	
	CB03	Química General A	4	64	
	CB36	Introducción a la Informática	4	64	
Totales			20	320	
PRIMERA AÑO Cuatrimestre 2	CB04	Química Inorgánica	4	64	CB01- CB03
	CB06	Algebra y Geometría Analítica A	6	96	CB01
	CB10	Física A	8	128	CB01
Totales			18	288	
SEGUNDO AÑO Cuatrimestre 3	CB09	Análisis B	8	128	CB01- CB02
	CB37	Sistemas De Representación Gráfica	4	64	CB01- CB02
	CB13	Física B	8	128	CB01- CB02 CB10
Totales			20	320	
SEGUNDO AÑO Cuatrimestre 4	CB15	Física C1	8	128	CB09- CB06- CB13
	CB30	Análisis C1	8	128	CB09- CB06- CB37
	CB34	Probabilidad y Estadística	4	64	CB36 CB37- CB02- CB09
	NUCO 0	Química I	6	96	CB03- CB13- CB04- CB06
Totales			26	416	



TERCERA AÑO Cuatrimestre 5	NUC03	Física Moderna	4	64	CB09- CB13- CB28
	NUC04	Biología	6	96	CB03- CB05- CB06
	NUC05	Física Nuclear	6	96	CB13- CB34
	NUC30	Mecánica Racional y del Sólido	4	64	CB01- CB05- CB10
	NUC06	Química II	6	96	CB03
Totales			26	416	
TERCERA AÑO Cuatrimestre 6	NUC07	Materiales	6	96	CB15- NUC01
	NUC08	Laboratorio I	6	96	CB15- CB30- CB35
	NUC09	Termodinámica	6	96	CB15- NUC01
	NUC10	Radioquímica	3	48	CB15- CB30- NUC01
	NUC14	Gestión de la Calidad	4	64	CB34
Totales			25	400	
CUARTO AÑO Cuatrimestre 7	NUC11	Aplicaciones Industriales I	6	96	NUC03- NUC05- NUC06
	NUC12	Mediciones Nucleares	6	96	NUC05
	NUC13	Protección Radiológica	3	48	NUC04- NUC05- NUC06
	NUC29	Termohidráulica	6	96	NUC01- NUC06- NUC09
	NUC15	Técnicas Analíticas Nucleares y Relacionadas	3	48	NUC04- NUC05- NUC06
	NUC38	Seminario de Cálculo	2	32	NUC04- NUC05- NUC06
Totales			26	416	
CUARTO AÑO Cuatrimestre 8	NUC16	Laboratorio II	7	112	NUC08- NUC10
	NUC17	Aplicaciones Industriales II	6	96	NUC07- NUC10



	NUC18	Producción de Radioisótopos	3	48	NUC11- NUC12- NUC13 NUC14- NUC15
	NUC19	Instrumentación y Control	3	48	NUC07- NUC08
	NUC20	Seguridad Nuclear y Convencional	3	48	NUC09
	NUC39	Técnicas neutrónicas y complementarias	2	32	NUC04- NUC05- NUC06
	ING01	Inglés I	2	32	
Totales			26	416	
QUINTO AÑO Cuatrimestre 9	NUC21	Aplicaciones Médicas	6	96	NUC13- NUC14- NUC15
	NUC23	Gestión de Residuos Radiactivos	3	48	NUC11- NUC13- NUC15
	NUC24	Radiofarmacia	3	48	NUC10
	NUC27	Práctica Profesional Supervisada	12	192	NUC11- NUC16- NUC17 NUC29
	ING02	Inglés II	3	48	ING01
Totales			27	432	
QUINTO AÑO Cuatrimestre 10	NUC25	Diseño de Instalaciones Nucleares	6	96	NUC11- NUC13- NUC16 NUC17- NUC18- NUC19 NUC20- NUC29
	NUC26	Método Monte Carlo aplicado a Transporte de Radiación	3	48	NUC11
	NUC22	Economía y Gestión de Proyectos	4	64	NUC14
	NUC28	Proyecto Final Integrador	12	192	NUC19- NUC21- NUC23 NUC24- NUC29
Totales			25	400	
CARGA HORARIA TOTAL DE LA CARRERA					3824



8.4. Distribución de asignaturas por año y cuatrimestre, carga horaria práctica y teórica semanal, carga horaria total y créditos académicos,

<i>Asignatura</i>	<i>Carga horaria práctica semanal</i>	<i>Carga horaria teórica semanal</i>	<i>Carga horaria semanal</i>	<i>Carga horaria total</i>	<i>Créditos</i>
Análisis A	4 horas	4 horas	8 horas	128 horas	8
Ciencia Tecnología y Sociedad	1 hora	3 horas	4 horas	64 horas	4
Química General A	2 horas	2 horas	4 horas	64 horas	4
Introducción a la Informática	2 horas	2 horas	4 horas	64 horas	4
Química Inorgánica	2 horas	2 horas	4 horas	64 horas	4
Algebra y Geometría Analítica A	3 horas	3 horas	6 horas	96 horas	6
Física A	5 horas	3 horas	8 horas	128 horas	8
Análisis B	4 horas	4 horas	8 horas	128 horas	8
Sistemas de Representación Gráfica	2 horas	2 horas	4 horas	64 horas	4
Física B	5 horas	3 horas	8 horas	128 horas	8
Física C1	4 horas	4 horas	8 horas	128 horas	8
Análisis C1	3 horas	5 horas	8 horas	128 horas	8
Probabilidad y Estadística	2 horas	2 horas	4 horas	64 horas	4
Química I	2 horas	4 horas	6 horas	96 horas	6
Física Moderna	1 horas	3 horas	4 horas	64 horas	4
Biología	2 horas	4 horas	6 horas	96 horas	6
Física Nuclear	3 horas	3 horas	6 horas	96 horas	6
Mecánica Racional y del Sólido	1 horas	3 horas	4 horas	64 horas	4
Química II	2 horas	4 horas	6 horas	96 horas	6
Materiales	2 horas	4 horas	6 horas	96 horas	6
Laboratorio I	4 horas	2 horas	6 horas	96 horas	6
Termodinámica	2 horas	4 horas	6 horas	96 horas	6
Radioquímica	1 horas	2 horas	3 horas	48 horas	3



Gestión de la Calidad	-	4 horas	4 horas	64 horas	4	
Aplicaciones Industriales I	2 horas	4 horas	6 horas	96 horas	6	
Mediciones Nucleares	2 horas	4 horas	6 horas	96 horas	6	
Protección Radiológica	1 horas	2 horas	3 horas	48 horas	3	
Termohidráulica	2 horas	4 horas	6 horas	96 horas	6	
Técnicas Analíticas Nucleares y Relacionadas	1 horas	2 horas	3 horas	48 horas	3	
Seminario de Cálculo	1 horas	1 horas	2 horas	32 horas	2	
Técnicas neutrónicas y complementarias	1 horas	1 horas	2 horas	32 horas	2	
Laboratorio II	5 horas	2 horas	7 horas	112 horas	7	
Aplicaciones Industriales II	2 horas	4 horas	6 horas	96 horas	6	
Producción de Radioisótopos	-	3 horas	3 horas	48 horas	3	
Instrumentación y Control	1 horas	2 horas	3 horas	48 horas	3	
Seguridad Nuclear y Convencional	-	3 horas	3 horas	48 horas	3	
Inglés I	1 horas	1 horas	2 horas	32 horas	2	
Aplicaciones Médicas	2 horas	4 horas	6 horas	96 horas	6	
Gestión de Residuos Radiactivos	-	3 horas	3 horas	48 horas	3	
Radiofarmacia	1 horas	2 horas	3 horas	48 horas	3	
Práctica Profesional Supervisada	12 horas	-	12 horas	192 horas	12	
Inglés II	1 horas	2 horas	3 horas	48 horas	3	
Diseño de Instalaciones Nucleares	1 horas	5 horas	6 horas	96 horas	6	
Método Monte Carlo aplicado a Transporte de Radiación	1 horas	2 horas	3 horas	48 horas	3	



Economía y Gestión de Proyectos	-	4 horas	4 horas	64 horas	4	
Proyecto Final Integrador	12 horas	-	12 horas	192 horas	12	
Carga horaria total	108 horas	131 horas	239 horas	3824 horas		

Carga horaria total de la carrera	3824 horas
Carga horaria total Práctica	1728 horas
Carga horaria total Teórica	2096 horas

8.5. Régimen de aprobación

Para mantener la regularidad en las asignaturas, los estudiantes deberán:

- Cumplir las normas de asistencia y promoción establecidas en el Reglamento General de Estudiantes de la Universidad Nacional de San Martín.
- Aprobar los exámenes parciales y/o trabajos prácticos de las asignaturas.
- Aprobar los exámenes finales de las asignaturas según lo que se establezca para cada una a través de un examen final o por régimen de promoción.
- En el caso de los estudiantes en el Ciclo Superior, adicionalmente deberán respetar los requisitos establecidos por el Instituto.

8.6. Examen de suficiencia de Idioma

La carrera presenta dos niveles de inglés como asignaturas obligatorias. La cátedra dará lugar a que quienes ya poseen el nivel de idioma mínimo requerido, puedan aprobar esas asignaturas mediante un examen que constará de escrito y oral. La aprobación de ese examen, a satisfacción del docente, eximirá al estudiante de la cursada de idioma, y tendrá por aprobada la asignatura correspondiente.

9. ENFOQUE DE ENSEÑANZA

La metodología de enseñanza está centrada en el estudiante y promueve su participación activa mediante el diseño y la planificación de entornos, situaciones y experiencias que faciliten el proceso de aprendizaje. Las modalidades de enseñanza y de aprendizaje se desarrollan mediante la creación de ambientes de aprendizaje interactivos y motivadores a fin de promover una formación integral en el que se incentive el pensamiento crítico, la indagación, la creatividad y la construcción de saberes. Asimismo, las distintas actividades planificadas buscan fomentar el aprendizaje cooperativo con el objetivo de desarrollar pensamiento colegiado en el estudiantado y habilidades y actitudes para el trabajo en equipo.



La bibliografía básica de cada asignatura se adoptará privilegiando la disponibilidad de la misma, sea en la Biblioteca de la Universidad, de CNEA, o en repositorios digitales de acceso libre o especialmente contratados.

La evaluación se realiza de manera continua, procesual y formativa a través de la observación del desempeño y de la producción del estudiante. Se favorece la construcción de instancias de retroalimentación que aporten a la mejora continua del proceso de aprendizaje.

La enseñanza en las Ciencias Básicas

Las asignaturas del Bloque de Ciencias Básicas están orientadas a que el estudiante obtenga las herramientas conceptuales, y principalmente las habilidades instrumentales, necesarias para los procesos de abstracción y modelización que la tarea del ingeniero implica.

Las actividades curriculares de Matemáticas destinarán no menos del 50% de la carga horaria al aprendizaje centrado en el estudiante, priorizando la exposición dialogada - discusión y formulación de preguntas y nuevos ejemplos-; la resolución de ejercicios para entrenar y automatizar ciertas operaciones y procedimientos; la resolución de problemas, con especial énfasis en los relacionados con la formación para el ejercicio de la profesión, que potencien/promuevan una reflexión durante su ejecución y sugieran una reflexión posterior a la acción con fines metacognitivos; la realización de simulaciones, graficaciones y cálculo empleando software matemático, preferiblemente de libre disponibilidad; y el trabajo en pequeños grupos desde el enfoque de aprendizaje cooperativo.

Las actividades curriculares de Química y de Física se proponen movilizar la actividad cognitiva del estudiantado de forma creativa mediante el formato de experimento de laboratorio, donde se incorporan los órganos de la visión, audición, olfato y tacto aptos para ayudar a contemplar de manera conjunta el ¿cómo?, ¿por qué? y el ¿para qué? de lo que se aprende. Las actividades promueven el aprendizaje significativo (Ausubel et al., 1983) a través de la comprensión, la problematización, la toma consciente de decisiones y las relaciones significativas entre lo que ya saben y la nueva información que se presenta.

Las ciencias básicas adicionales aplican el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) para favorecer al Aprendizaje Activo Centrado en el Estudiante (AACE), proveyendo un contexto de trabajo con las particularidades propias del campo disciplinar de cada ciencia.

Introducción a la informática presenta teorías y marcos conceptuales para la formación profesional mediante actividades prácticas individuales e interactivas que posibiliten que el estudiante desarrolle un algoritmo y lo exprese en forma de diagrama y de programa.

Sistemas de representación gráfica trabaja con el formato aula-taller, con foco en el saber- hacer, y con el respaldo de material de estudio (tutoriales, videos y normas de aplicación). Las clases se estructuran mediante la introducción dialogada del tema del día y luego la resolución de ejercicios presentados, ya sea realización de láminas, modelado o dibujo digital, representativos de los conocimientos conceptuales y procedimentales a desarrollar.

La enseñanza en las Tecnologías Básicas

Las asignaturas del Bloque de Tecnologías Básicas están orientadas a introducir al estudiantado en un conjunto de temas que le permitirán, a través de los correspondientes marcos teóricos y la



necesaria experimentación, introducirse con una base sólida en lo que representará finalmente la formación indispensable para un ingeniero nuclear.

La enseñanza de Biología se efectúa bajo la modalidad teórico-práctica con una metodología de trabajo orientada a lograr la mayor participación de los estudiantes, fomentando el pensamiento crítico y deductivo, articulando sobre preguntas y problemas integradores preparados por el equipo docente. Asimismo, se planifican situaciones prácticas de trabajo en el laboratorio.

Asignaturas tales como Termodinámica, Mecánica Racional y del Sólido, están orientadas a proveer al futuro ingeniero nuclear las herramientas particulares de las que deberá hacer uso para introducirse con solvencia en los temas específicos posteriores, tales como Física Nuclear y Moderna, Mecánica de los Fluidos, Neutrónica y Transferencia de Energía y Masa.

En todas ellas se utilizará el aprendizaje basado en problemas, y, cuando corresponda, en actividades de experimentación en laboratorio.

La enseñanza en las Tecnologías Aplicadas

Las asignaturas de este Bloque se proponen introducir al estudiantado en la aplicación del conocimiento específico en aquellas áreas temáticas en las cuales podrá desarrollar su profesión de ingeniero nuclear, fomentando el pensamiento crítico y creativo, estimulando su capacidad de formular proyectos, trabajar en equipo y asesorar en todos aquellos temas vinculados a la energía nuclear, los radioisótopos y las radiaciones en sus múltiples aplicaciones.

La enseñanza en el Bloque de Ciencias y Tecnologías Complementarias

Las asignaturas del Bloque de Ciencias y Tecnologías Complementarias tienen como objeto complementar en el estudiantado la formación global con conceptos tales como el respeto y cuidado del ambiente, la economía y la calidad en los proyectos, así como también el comportamiento ético en su quehacer profesional, entre otros.

La metodología utilizada se basa en la exposición dialogada, discusión y formulación de ejemplos, el estímulo en el trabajo en equipo y la toma consciente y fundamentada de decisiones frente a problemas planteados.

Se complementa este bloque con el fortalecimiento en la comprensión de la lengua inglesa tanto para la comunicación oral como escrita, en sus aspectos técnicos, siendo estas capacidades esenciales para su desempeño en el mundo globalizado.

9.1 Bloques de conocimiento de acuerdo al grado de profundidad de ejes y enunciados multidimensionales y transversales

Los ejes bajo los cuales se desarrolla la formación, y que se han consignado en la tabla precedente son los siguientes, categorizados con una escala de importancia ALTA, MEDIA, BAJA o NULA según cada caso.



<i>EJES</i>	<i>Ciencias Básicas</i>	<i>Tecnologías Básicas</i>	<i>Tecnologías Aplicadas</i>	<i>Ciencias y Tecnologías Complementarias</i>
1.- Identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería nuclear.	Nula	Media	Alta	Nula
2.- Concepción, diseño y desarrollo de proyectos de ingeniería nuclear	Baja	Baja	Alta	Media
3.- Gestión, planificación, ejecución y control de proyectos de ingeniería nuclear.	Nula	Media	Alta	Media
4.- Utilización de técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería nuclear.	Baja	Media	Alta	Media
5.- Generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.	Nula	Baja	Alta	Media
6.- Fundamentos para el desempeño en equipos de trabajo.	Baja	Media	Alta	Alta
7.- Fundamentos para una comunicación efectiva.	Baja	Baja	Baja	Media
8.- Fundamentos para una actuación profesional ética y responsable.	Nula	Baja	Alta	Media
9.- Fundamentos para evaluar y actuar en relación con el impacto social de su actividad profesional en el contexto global y local.	Nula	Media	Alta	Alta
10.- Fundamentos para el aprendizaje continuo.	Media	Media	Media	Media
11.- Fundamentos para el desarrollo de una actitud profesional emprendedora.	Baja	Baja	Media	Alta



10. DESCRIPTORES Y CONTENIDOS MÍNIMOS

▪ ANÁLISIS A

Descriptor: Cálculo diferencial e integral

Carga horaria semanal: 4 horas teóricas y 4 horas prácticas, total 8 horas. Carga horaria cuatrimestral: 128 horas

Números reales. Propiedades. Intervalos en \mathbb{R} . Módulo.

Concepto de función. Dominio. Gráficas. Inyectividad y suryectividad. Función inversa. Funciones polinomiales, racionales, exponenciales y logarítmicas. Límites de funciones y Continuidad. Discontinuidades: clasificación.

Cálculo diferencial. Reglas de derivación. Fórmula de Taylor. Aplicaciones de las derivadas. Intervalos de monotonía. Extremos locales. Extremos absolutos. Concavidad. Puntos de inflexión. Análisis de funciones. Gráficas aproximadas.

Integral. Primitivas. Fórmula de Barrow. Cálculo integral y sus aplicaciones. Integrales impropias.

Introducción a las ecuaciones diferenciales ordinarias. Métodos elementales de integración. Ecuaciones con variables separables y lineales de primer y de segundo orden. Sucesiones y series.

▪ CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

Descriptor: Gestión ambiental. Conceptos de ética y legislación. Conceptos generales de higiene y seguridad.

Carga horaria semanal: 3 horas teóricas y 1 hora práctica, total 4 horas. Carga horaria cuatrimestral: 64 horas

Los debates contemporáneos. La democracia y sus instituciones. Los discursos económicos. Discursos epistemológicos. Revoluciones científicas. Filosofía de las ciencias y de las tecnologías El mundo del trabajo. La salud y el ambiente. Acciones y organizaciones para la protección ambiental. Sistema global terrestre. Los ecosistemas. Cuestiones éticas vinculadas con el cuidado del ambiente. Biodiversidad y recursos naturales. Energía. Recursos naturales. Uso racional de la energía. Biotecnología. Producción de medicamentos y alimentos. Biotecnología y medio ambiente. Información y Comunicación.

▪ QUÍMICA GENERAL A **Descriptor:** Fundamentos de Química

Carga horaria semanal: 2 horas teóricas y 2 horas prácticas, total 4 horas. Carga horaria cuatrimestral: 64 horas

Átomos, iones y configuración electrónica. Estructura molecular. Polaridad. Soluciones. Gases. Estequiometría. Cinética Química.

▪ INTRODUCCIÓN A LA INFORMÁTICA

Descriptor: Fundamentos de programación de sistemas informáticos

Carga horaria semanal: 2 horas teóricas y 2 horas prácticas, total 4 horas. Carga horaria



cuatrimestral: 64 horas

Sistemas de Numeración (binario, octal, hexadecimal). Álgebra Binaria. Compuertas Lógicas. Arquitectura de la Computadora. Ejecución de Programas. Programación Estructurada. Herramientas para la manipulación de datos, cálculo y graficación.

▪ **QUÍMICA INORGÁNICA**

Descriptor: Fundamentos de química

Carga horaria semanal: 4 horas teóricas y 4 horas prácticas, total 6 horas. Carga horaria cuatrimestral: 128 horas

Equilibrios Iónicos: acido-base y solubilidad de sales. Titulación ácido-base. Reacciones de óxido-reducción: Pilas. Uniones químicas. Orbitales atómicos y moleculares. Tendencias periódicas de los elementos y los compuestos representativos. Química de los elementos representativos: bloques s y p. Elementos metálicos del bloque d y f. Compuestos de coordinación.

▪ **ÁLGEBRA Y GEOMETRÍA ANALÍTICA A** **Descriptor:** Álgebra lineal. Geometría analítica

Carga horaria semanal: 3 horas teóricas y 3 horas prácticas, total 6 horas. Carga horaria cuatrimestral: 96 horas

El cuerpo de los números complejos. Polinomios. Geometría en el plano y el espacio. Vectores, operaciones entre vectores, aplicaciones. Rectas y planos. Paralelismo y perpendicularidad. Matrices. Operaciones aritméticas matriciales. Transposición. Matriz inversa. Sistemas de ecuaciones lineales. Eliminación gaussiana. Determinantes. Espacios vectoriales R^n . Subespacios. Transformaciones lineales. Matrices asociadas a una transformación lineal.

▪ **FÍSICA A**

Descriptor: Mecánica. Óptica y Sonido.

Carga horaria semanal: 4 horas teóricas y 4 horas prácticas, total 8 horas. Carga horaria cuatrimestral: 128 horas

Medición y errores.

Cinemática y dinámica de la partícula. Cantidad de movimiento. Trabajo. Energía. Oscilaciones. Momento angular. Cinemática y dinámica del cuerpo rígido. Equilibrio y elasticidad. Ondas. Mecánica de fluidos. Sonido.

▪ **ANÁLISIS B**

Descriptor: Cálculo diferencial e integral

Carga horaria semanal: 4 horas teóricas y 4 horas prácticas, total 8 horas. Carga horaria cuatrimestral: 128 horas

Funciones vectoriales reales. Límites y continuidad. Cálculo diferencial vectorial. Regla de la cadena. Funciones implícitas. Curvas y superficies parametrizadas. Fórmula de Taylor vectorial.

Plano tangente. Problemas de máximos y mínimos. Multiplicadores de Lagrange. Campos escalares



y vectoriales. Potencial. Campo tangente y normal. Formas diferenciales exactas.

Análisis geométrico de ecuaciones diferenciales. Cambio de coordenadas. Coordenadas polares, esféricas y cilíndricas. Integrales múltiples. Integrales paramétricas, curvilíneas y de superficie.

Aplicaciones geométricas. Operadores gradiente, divergencia, rotor y laplaciano. Teoremas integrales. Fórmula de Green. Teoremas de Stokes y de la divergencia.

- **SISTEMAS DE REPRESENTACIÓN GRÁFICA** **Descriptor:** Sistemas de representación gráfica

Carga horaria semanal: 2 horas teóricas y 2 horas prácticas, total 4 horas. Carga horaria cuatrimestral: 64 horas.

Normas de dibujo técnico. Construcciones geométricas. Representación gráfica de espacios y objetos. Proyecciones, vistas, cortes, y cotas. Perspectivas. Planos y croquis. Modelado de Sólidos. Dibujo asistido por computadora.

- **FÍSICA B**

Descriptor: Óptica y Sonido. Electricidad. Magnetismo. Electromagnetismo. Calor

Carga horaria semanal: 3 horas teóricas y 5 horas prácticas, total 8 horas. Carga horaria cuatrimestral: 128 horas

Óptica Geométrica. Espejos y Lentes. Instrumentos ópticos. Óptica Física. Interferencia y Difracción de la luz.

Electrostática. Carga y campo eléctrico. Ley de Coulomb. Ley de Gauss. Energía potencial eléctrica. Potencial electrostático. Electrostática en medios dieléctricos. Condensadores. Corriente y resistencia eléctricas. Ley de Ohm. Leyes de Kirchhoff.

Magnetismo. Campo magnético. Fuerza de Lorentz. Ley de Biot-Savart. Aplicaciones de la Ley de Ampere.

Ley de Faraday. Inducción electromagnética. Energía magnética. Propiedades magnéticas de la materia. Fuerza electromotriz alterna. Ecuaciones de Maxwell.

Temperatura. Calor. Primera ley de la termodinámica.

- **FÍSICA C1**

Descriptor: Electromagnetismo.

Carga horaria semanal: 4 horas teóricas y 4 horas prácticas, total 8 horas. Carga horaria cuatrimestral: 128 horas

Conceptos básicos de la Teoría Especial de la Relatividad.

Electromagnetismo. Campos electromagnéticos variables en el espacio y el tiempo. Ecuaciones de Maxwell. Ondas electromagnéticas. Espectro de radiación. Propagación de ondas electromagnéticas en medios materiales.



Mecánica cuántica electrónica.

Modelos cuánticos del átomo y redes semiconductoras. Estado Sólido. Emisiones estimuladas en semiconductores.

▪ **ANÁLISIS C1**

Descriptor: Ecuaciones diferenciales. Cálculo diferencial e integral. Cálculo y Análisis Numérico.

Carga horaria semanal: 4 horas teóricas y 4 horas prácticas, total 8 horas. Carga horaria cuatrimestral: 128 horas

Conceptos básicos de funciones de variable compleja.

Ecuaciones diferenciales ordinarias lineales. Solución analítica considerando condiciones iniciales.

Transformada de Laplace. Producto de convolución. Propiedades. Antitransformación. Aplicación a la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias. Conceptos básicos de sistemas lineales e invariantes en el tiempo.

Serie de Fourier. Series trigonométrica y exponencial. Cálculo de los coeficientes. Aproximación a funciones periódicas. Espectro de potencia.

Transformada de Fourier. Convergencia. Propiedades. Espectro de potencia. Antitransformación.

Métodos numéricos. Evaluación de errores. Uso de programas específicos. Resolución numérica de: sistemas de ecuaciones lineales, ecuaciones no lineales, y ecuaciones diferenciales ordinarias. Integración numérica. Ajuste de curvas mediante polinomios.

▪ **PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA**

Descriptor: Probabilidad y Estadística

Carga horaria semanal: 2 horas teóricas y 2 horas prácticas, total 4 horas. Carga horaria cuatrimestral: 64 horas.

Probabilidad. Probabilidad condicional e independiente. Fórmula de Bayes. Variables aleatorias. Distribuciones discretas y continuas. Media y varianza. Variables aleatorias bidimensionales. Covarianza y correlación. Distribución Normal. Teorema Central del Límite. Generación de variables pseudoaleatorias y resolución de problemas simples por simulación. Naturaleza aleatoria de los datos utilizados en la Ingeniería, ejemplos. Estadística Descriptiva. Nociones de estimación, sesgo, varianza, error cuadrático medio. Intervalos de confianza y test de hipótesis. Nociones de regresión lineal, propiedades estadísticas de los estimadores de cuadrados mínimos.

▪ **QUÍMICA I**

Descriptor: Fundamentos de química.

Carga horaria semanal: 4 horas teóricas y 2 horas prácticas, total 6 horas. Carga horaria cuatrimestral: 96 horas.

Estructura atómica. Modelo mecánico-cuántico. Enlace químico. Familias químicas y propiedades periódicas. Gases y fases condensadas. Energética química. Sistemas químicos en equilibrio. Equilibrios ácido-base. PH y soluciones reguladoras. Equilibrios de formación de complejos.



Equilibrio de fases. Estabilidad de sólidos. Adsorción. Solubilidad. Formación de precipitados. Equilibrios de óxido-reducción. Electroquímica. Cinética de reacción. Mecanismos y ley de velocidad. Energía de activación. Catálisis

Principios de química inorgánica. Clasificación periódica. Química de elementos representativos. Química de elementos de transición. Radiactividad. Series radiactivas naturales. Química de lantánidos y actínidos. Gases inertes. Elementos superpesados.

Principios de química analítica. Operaciones y técnicas en análisis cualitativo y cuantitativo. Métodos electroanalíticos. Métodos ópticos de análisis. Errores en el análisis cuantitativo. Procedimientos experimentales. Marchas analíticas. Técnicas y métodos separativos. Tipos, y aspectos operativos. Reactivos. Sustancias patrón. Instrumental y técnicas de las operaciones comunes del análisis cualitativo y cuantitativo.

▪ **FÍSICA MODERNA Descriptor:** Física Nuclear y Moderna

Carga horaria semanal: 3 horas teóricas y 1 hora práctica, total 4 horas. Carga horaria cuatrimestral: 64 horas.

Los orígenes de la mecánica cuántica: Problema del cuerpo negro, efecto fotoeléctrico, efecto Compton, modelos atómicos, dualidad onda-partícula. Ecuación de Schrödinger. Átomo de Hidrógeno. Momentos magnéticos y de spin. Tabla periódica. Introducción de la relatividad.

▪ **BIOLOGÍA**

Descriptor: Biología. Asignatura propia de la orientación.

Carga horaria semanal: 4 horas teóricas y 2 horas prácticas, total 6 horas. Carga horaria cuatrimestral: 96 horas.

Biomoléculas. Distintos tipos de células. Organización y función celular. Membrana celular. Núcleo y estructura del genoma. Transcripción. Citoesqueleto. Metabolismo, fotosíntesis y respiración. Ciclo celular. Mitosis y meiosis. Herencia. Genotipo y fenotipo. Traducción. Enzimas. Comunicación celular y vías de señalización. Sistema endócrino. Daño al ADN. Tipos de muerte celular. Rol de los radicales libres. Sistema nervioso. Células madre. Cáncer.

Trabajo experimental con sistemas biológicos y comunicación de resultados en investigación.

▪ **FÍSICA NUCLEAR**

Descriptor: Física Nuclear y Moderna.

Carga horaria semanal: 3 horas teóricas y 3 horas prácticas, total 6 horas. Carga horaria cuatrimestral: 96 horas.

Introducción: contexto evolutivo y dimensional. Nociones básicas sobre relatividad especial. Átomos y radiaciones. El núcleo atómico: sus propiedades y constituyentes. La interacción nuclear. Modelos nucleares. Reacciones nucleares. Decaimientos nucleares. Propiedades generales de la radiación ionizante. Interacción de partículas cargadas con la materia. Interacción de radiación electromagnética con la materia.



▪ **MECÁNICA RACIONAL Y DEL SÓLIDO**

Descriptor: Mecánica racional y del sólido

Carga horaria semanal: 3 horas teóricas y 1 hora práctica, total 4 horas. Carga horaria cuatrimestral: 64 horas.

Mecánica vectorial: Cinemática del punto. Sistemas de coordenadas. Dinámica: Leyes de Newton. Dinámica de sistemas de partículas.

Mecánica analítica: Grados de libertad. Teoremas de conservación. Principios variacionales: D'Alembert, formulación de Lagrange y de Hamilton. Pequeñas oscilaciones: amortiguadas, forzadas, resonancia.

Cuerpo rígido: cinemática y dinámica.

▪ **QUÍMICA II**

Descriptor: Fundamentos de química

Carga horaria semanal: 4 horas teóricas y 2 horas prácticas, total 6 horas. Carga horaria cuatrimestral: 96 horas.

Introducción a la química orgánica. Características y propiedades de los compuestos orgánicos. Clasificación. Química del carbono. Nomenclatura de compuestos orgánicos. Grupos funcionales. Familias alifáticas y aromáticas. Compuestos heterocíclicos. Polímeros. Estructura, propiedades físicas, propiedades químicas y mecanismos de reacción. Nociones de isomería y estereoisomería. Nociones de espectroscopía para el análisis funcional orgánico (espectrometría UV-VIS, IR, RMN)

Reacciones de adición, sustitución, eliminación y desplazamiento. Sistemas aromáticos. Reacciones radicalarias. Mecanismos e intermediarios de reacciones.

Introducción a las biomoléculas. Relación estructura actividad. Composición y estructura de la materia viva.

Compuestos de relevancia biológica. Hidratos de carbono. Lípidos. Proteínas. Ácidos Enzimas.

▪ **MATERIALES**

Descriptor: Materiales y combustibles nucleares.

Proyecto, dirección, control y asesoramiento sobre: procesamiento y reprocesamiento de combustibles nucleares; Gestión de la calidad en temas de producción de combustibles, componentes de reactores y fuentes de irradiación.

Carga horaria semanal: 4 horas teóricas y 2 horas prácticas, total 6 horas. Carga horaria cuatrimestral: 96 horas.

Estructura de los materiales, tipos de unión. Nociones de cristalografía, cristales ideales. Técnicas basadas en la difracción para el estudio de propiedades de materiales estructurales. Cristales reales, defectos cristalinos. Difusión en materiales, Leyes de Fick. Propiedades mecánicas, método fenomenológico, ensayos y clasificación de materiales según su comportamiento. Diagramas de equilibrio binarios. Aceros. Transformaciones de los aceros dentro y fuera del equilibrio. Tratamientos térmicos. Metales no ferrosos, aleaciones de circonio. Cerámicos, óxidos de uranio y



otros compuestos de uranio. Propiedades tecnológicas de los combustibles nucleares. Fabricación de combustibles nucleares, procesos metalúrgicos para la fabricación de vainas de Zircaloy-4 y pastillas de uranio para combustibles nucleares.

▪ **LABORATORIO I**

Descriptor: Electrónica

Carga horaria semanal: 2 horas teóricas y 4 horas prácticas, total 6 horas. Carga horaria cuatrimestral: 96 horas.

Introducción al trabajo en el laboratorio. Familiarización con instrumental básico. Mediciones. Teoría de errores. Introducción a la electrónica. Instrumentos: osciloscopio. Cadenas de medición. Instrumentación electrónica para sistemas de detección de radiación: preamplificadores y amplificadores; analizador de altura de pulsos (PHA); Conversores amplitud-tiempo; conversores analógico-digitales; fuentes de alta tensión; tubo de rayos catódicos; osciloscopios, monitores. Herramientas de software para procesamiento de señales. Redacción de material para presentación técnica y de divulgación, presentación oral de los trabajos realizados.

▪ **TERMODINÁMICA**

Descriptor: Transferencia de energía y masa. Termodinámica

Carga horaria semanal: 4 horas teóricas y 2 horas prácticas, total 6 horas. Carga horaria cuatrimestral: 96 horas.

Definición de sistema termodinámico: sistemas cerrados y abiertos. Propiedades intensivas y extensivas. Presión y temperatura.

Estados de agregación de la materia: gaseoso, líquido y sólido. Gases ideales. Leyes de los gases ideales. Mezclas de gases ideales.

Leyes de la termodinámica. Concepto de entropía. Exergía. Aplicaciones. Soluciones: Propiedades. Diagramas de Equilibrio.

Ciclos termodinámicos. Aplicaciones. Ciclos de refrigeración.

Aire húmedo. Mezclas de gas y vapor. Temperaturas de bulbo seco, de bulbo húmedo, de saturación adiabática y de rocío. Entalpía del aire húmedo.

Fluidos compresibles. Toberas y difusores. Termodinámica de las reacciones químicas.

▪ **RADIOQUÍMICA**

Descriptor: Aplicaciones de la tecnología nuclear. Prácticas de laboratorio.

Carga horaria semanal: 2 horas teóricas y 1 horas prácticas, total 3 horas. Carga horaria cuatrimestral: 48 horas.

Definición de Radioquímica y Química Nuclear. Tabla de nucleídos. Equilibrios madre-hija. Datos nucleares. Concentración de actividad. Conceptos de portador y trazador. Actividad específica, con



portador, libre de portador y sin agregado de portador. Generadores.

Efectos físicos y químicos de las radiaciones ionizantes. Radiólisis del agua, de soluciones acuosas y de sistemas gaseosos. Efecto Szilard-Chalmers.

Revisión de conceptos sobre reacciones nucleares. Cálculos de activación para reacciones nucleares inducidas por neutrones. Aplicación para la producción de radioisótopos: tipo de reacción, tipos de blancos, datos nucleares asociados, análisis de impurezas, requerimientos de actividad específica, rendimientos de reacción. Génesis de los elementos químicos.

Criterios de pureza. Métodos de separación y purificación de radioisótopos. Criterios de seguridad convencional para trabajo en laboratorios químicos. Normas de trabajo en laboratorios radioquímicos. Manejo de materiales radiactivos. Normas básicas de protección radiológica orientadas al trabajo en laboratorios activos.

Mediciones: Análisis cualitativo y cuantitativo, muestra, matriz, blanco, analito, muestreo. Concepto de eficiencia de medición, fuentes de calibración, radiación de fondo.

Espectrometría gamma, Centelleo líquido, Espectrometría alfa.

▪ **GESTIÓN DE LA CALIDAD**

Descriptor: Gestión de la calidad. Conceptos de ética y legislación. Gestión ambiental. Conceptos generales de higiene y seguridad.

Carga horaria semanal: 4 horas teórico, total 4 horas. Carga horaria cuatrimestral: 64 horas.

Gestión de la calidad en las actividades nucleares. Sistema nacional de normas. Calidad y Certificación. Acreditación vs. Certificación. Entidades Nacionales e internacionales. La serie ISO 9001, ISO 14000 y ISO 17025. Normas del ámbito Nuclear. Requerimientos, reglamentación y recomendaciones de la Autoridad Regulatoria Nuclear. Sistema de Gestión Ambiental en la industria nuclear. Enfoque a Procesos. Principales y de apoyo. Registros. Requerimientos y reglamentaciones de la Autoridad Regulatoria Nuclear. La norma AR para Gestión de la Seguridad. Planificación y Documentación de un SGC. Clasificación y jerarquía de los documentos.

Responsabilidades de la dirección. Política y objetivos. Recursos de SGC. Infraestructura. Equipos y/o herramientas. Calificación de Equipos. Servicios. Recursos Humanos.

Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) aplicados a instalaciones nucleares, estructura organizacional asociada y aplicable a proyectos científico-tecnológicos dentro del ámbito de aplicación de la ingeniería nuclear.

Realización del producto o prestación del servicio. Planificación. Requerimientos del cliente y del área nuclear. Diseño y desarrollo. Compras. Inspección, ensayo y muestreo. Seguimiento y medición de procesos y productos. Control de los dispositivos de medición y seguimiento. Preservación de productos. Validación de procesos y métodos. Herramientas estadísticas. Aseguramiento de los resultados. Ensayos de Aptitud.

Medición, análisis y mejora. Auditorías e inspecciones. No conformidades, acciones correctivas y preventivas. Gestión de Riesgos. Herramientas de la calidad. Buenas Prácticas de Manufactura y su aplicación a radiofármacos.



▪ **APLICACIONES INDUSTRIALES I**

Descriptor: Neutrónica. Transferencia de energía y masa.

Carga horaria semanal: 4 horas teóricas y 2 horas prácticas, total 6 horas. Carga horaria cuatrimestral: 96 horas.

1. Estática de reactores

Interacción de neutrones con la materia. Moderación de neutrones. Magnitudes fundamentales. La ecuación de difusión. Reactor reflejado. Reactor heterogéneo

Teoría de perturbaciones

2. Cinética y dinámica de reactores

Ecuación de difusión con dependencia temporal. Neutrones retardados. Cinética puntual a N-grupos de neutrones retardados. Métodos de medición de reactividad. Introducción sobre métodos numéricos. Efectos de retroalimentación

3. Centrales nucleares

Tipo de reactores. Mecanismos de control. Sistemas de refrigeración, moderación. Características principales de los diferentes tipos de centrales.

Reactores de Generación IV. 4 Combustibles nucleares.

Tipos de combustibles. Extracción de calor. Mecánica del sólido en materiales nucleares. Termoquímica y Termofísica de los materiales combustibles

5 Accidentes nucleares

▪ **MEDICIONES NUCLEARES**

Descriptor: Instrumentación y Control. Aplicaciones de la tecnología nuclear. Prácticas de laboratorio

Carga horaria semanal: 4 horas teórico y 2 horas prácticas, total 6 horas. Carga horaria cuatrimestral: 96 horas.

Se realizan prácticas experimentales, con diferentes detectores e instrumentos de medición de radiación ionizante, algunas de las cuales son realizadas en instalaciones nucleares relevantes.

Contenidos teóricos mínimos: Estadística de conteo. Propiedades generales de los detectores. Detectores gaseosos. Cámara de ionización. Contadores proporcionales. Contadores Geiger-Müller. Cadenas de instrumentación en detección de radiación y partículas. Detectores centelladores. Fotodetectores. Espectroscopía gamma. Detectores semiconductores. Detectores de silicio y germanio. Espectroscopía gamma de alta resolución. Dosímetros personales.

▪ **PROTECCIÓN RADIOLÓGICA**



Descriptor: Protección radiológica. Proyecto, dirección, estudio y asesoramiento en temas y tareas relacionadas con Higiene, seguridad industrial y contaminación ambiental en el ámbito de la ingeniería nuclear. Seguridad y diseño nuclear.

Carga horaria semanal: 2 horas teóricas y 1 hora práctica, total 3 horas. Carga horaria cuatrimestral: 48 horas.

Revisión de magnitudes dosimétricas y radiométricas. Riesgo debido a la radiación. Efectos de la radiación ionizante a nivel celular. Objetivo y principios de la protección radiológica. Exposiciones potenciales, intervenciones en emergencias, exposiciones médicas. Protección Ocupacional. Protección del público. Transporte de material radiactivo. Intervención radiológica. Blindaje de las radiaciones

▪ **TERMOHIDRÁULICA**

Descriptor: Transferencia de energía y masa. Mecánica de los fluidos.

Carga horaria semanal: 4 horas teóricas y 2 hora práctica, total 6 horas. Carga horaria cuatrimestral: 96 horas

Procesos convencionales de transferencia de calor y mecánica de fluidos. Propiedades físicas de los fluidos y clasificación de fuerzas. Ecuaciones integrales y diferenciales de conservación de masa, cantidad de movimiento y energía para fluidos viscosos y no viscosos en simple fase. Flujo laminar y turbulento, estacionario y transitorio. Ecuación de Bernoulli. Fricción en fluidos viscosos, caída de presión, potencia de bombeo y circuitos hidráulicos. Refrigeración por convección forzada y natural. Mecanismos de transferencia de calor y sus leyes asociadas: conducción, convección y radiación. Introducción a la mecánica de fluidos en doble fase. Flujos bifásicos agua-vapor. Ecuaciones de balance. Procesos de transferencia de calor en doble fase y fenómenos críticos asociados a la refrigeración de reactores nucleares. Aplicaciones prácticas en simple fase: refrigeración de combustible tipo PWR y MTR.

▪ **TÉCNICAS ANALÍTICAS NUCLEARES Y RELACIONADAS** **Descriptor:** Aplicaciones de la tecnología nuclear. Prácticas de laboratorio.

Carga horaria semanal: 2 horas teóricas y 1 hora práctica, total 3 horas. Carga horaria cuatrimestral: 48 horas.

Introducción al análisis químico y las técnicas instrumentales. Cifras de mérito. Conceptos de límite de detección, cuantificación y sensibilidad.

Incertidumbre asociada a las mediciones en técnicas analíticas. Tipos de errores en el análisis químico.

Métodos espectroscópicos de emisión y absorción. Fluorescencia molecular. Fluorescencia de rayos X. Análisis por activación neutrónica. Aplicaciones en geología, biología, arqueología, medio ambiente, alimentación, ciencias forenses y forense nuclear. Aplicaciones a distintas etapas del ciclo de combustible.

Técnicas separativas. Métodos cromatográficos.

Aplicaciones en control de calidad de combustible nuclear y testeo de soldaduras, indicadores de corrosión de circuitos cerrados de agua. Otras aplicaciones ambientales y en la industria farmacéutica.



Espectrometría de masas.

Preparación de muestras sólidas: molienda, tamizado, digestión ácida y alcalina. Filtración.
Métodos de preconcentración de muestras.

Preparación de muestras líquidas. Separaciones radioquímicas.

▪ **SEMINARIO DE CÁLCULO Descriptor:** Métodos Numéricos

Carga horaria semanal: 1 hora teórica, 1 hora práctica, total 2 horas. Carga horaria cuatrimestral: 32 horas.

Se darán las bases para realizar una modelización numérica, estudiando los tipos de problemas básicos y más generales: resolución de sistemas lineales, ajuste de funciones e interpolación, derivación e integración numéricas, estudio de problemas de autovalores y autovectores, resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales, etc. Se hará una breve introducción a los Métodos de Monte Carlo y de Elementos Finitos. Para todo ello se darán los primeros pasos en el uso de lenguajes modernos de programación, con ejemplos concretos a desarrollar en lenguaje Python. Con ellos se analizarán los aspectos más relevantes a tener en cuenta en una simulación numérica, como son la importancia de las condiciones iniciales, la consideración de los recursos disponibles, la estimación de tiempos de cálculo en función de la precisión requerida, entre otros.

▪ **TÉCNICAS NEUTRÓNICAS Y COMPLEMENTARIAS Descriptor:** Aplicaciones de la tecnología nuclear.

Carga horaria semanal: 1 hora teórica y 1 hora práctica, total 2 horas. Carga horaria cuatrimestral: 32 horas.

Historia, características principales, desafíos en la implementación e impacto en los sistemas científico-productivos de los países de las Instalaciones de gran escala para la caracterización de la materia y los objetos.

Fundamentos básicos de las técnicas de caracterización disponibles en grandes instalaciones y su complementariedad en función del tipo de radiación utilizada (técnicas de difracción, dispersión y transmisión con neutrones y Luz Sincrotrón). Para la presentación de diferentes técnicas se revisarán cuatro aspectos principales: i) el tipo de información que provee la técnica, ii) a qué sistemas o problemas se aplica, iii) el principio de funcionamiento, iv) los componentes principales del instrumento asociado.

Se planificarán experimentos en grandes instalaciones, con descripción de su desarrollo y procesamiento de datos.

▪ **LABORATORIO II**

Descriptor: Aplicaciones de la tecnología nuclear. Prácticas de laboratorio. Certificación del funcionamiento y/o condición de uso o estado de sistemas o partes de sistemas y procesos de generación y/o transformación de la energía nuclear.

Carga horaria semanal: 2 horas teóricas y 5 horas prácticas, total 7 horas. Carga horaria



cuatrimestral: 112 horas.

Realización de experimentos complementarios y/o en apoyo a las materias con contenido nuclear. Detectores neutrónicos gaseosos, manejo de electrónica asociada, medición y caracterización con fuente de neutrones de laboratorio. Instrumentación en reactores nucleares experimentales.

Estimaciones de reactividad en reactores nucleares, realización de experiencias en reactores para experimentación. Utilización de software dedicado a aplicaciones prácticas nucleares.

Detectores por activación neutrónica, detectores neutrónicos autoenergizados (SPND), aplicación para la caracterización de flujo neutrónico en sistemas experimentales.

Introducción y principios físicos de la neutrografía, instrumentación, teoría de procesamiento de imágenes y utilización de software aplicado para resolución de casos prácticos.

Teoría sobre metrología de radioisótopos y métodos primarios de medición; determinación de la actividad de una fuente empleando un método absoluto.

Teoría general sobre aceleradores de partículas y espectrometría de masas con acelerador (AMS); obtención del espectro de masas de una muestra. Seminarios de presentación e informes y trabajos desarrollados en la materia.

▪ **APLICACIONES INDUSTRIALES II**

Descriptor: Diseño, cálculo y proyecto de la instalación y puesta en marcha de laboratorios específicos, sistemas de control y sistemas o partes de sistemas y procesos relacionados con la generación y/o transformación de la energía nuclear, las transmutaciones producidas y las radiaciones generadas.

Proyecto, dirección, estudio y asesoramiento en temas y tareas relacionadas con Higiene, seguridad industrial y contaminación ambiental en el ámbito de la ingeniería nuclear. Aplicaciones de la tecnología nuclear. Prácticas de laboratorio. Diseño, cálculo y proyecto de las instalaciones destinadas a evitar la contaminación ambiental involucrando la medición de radiaciones nucleares, la determinación de normas y medidas de seguridad, protección y blindaje en todo tipo de instalaciones y procesos nucleares, así como la gestión de los residuos radioactivos

Carga horaria semanal: 4 horas teóricas y 2 horas prácticas, total 6 horas. Carga horaria cuatrimestral: 96 horas.

Instalaciones de irradiación industrial. Tipo de irradiadores según la fuente generadora de la energía ionizante. Diseño de plantas de irradiación. Seguridad radiológica y sistemas de control. Sistemas dosimétricos como control de procesos y de rutina. El rol del laboratorio de Referencia secundaria. Software de cálculo dosimétrico. Procesos de esterilización y descontaminación con radiaciones ionizantes. Determinación de rango de dosis. Irradiación de alimentos. Tratamiento fitosanitario y poscosecha. Aplicaciones industriales, en alimento y salud de las radiaciones: esterilización y descontaminación, irradiación de alimentos, tratamiento fitosanitario. Efecto de las radiaciones en polímeros. Aplicación en bienes culturales y tejidos humanos. Aplicaciones agronómicas y ambientales de las radiaciones: tratamiento de gases, efluentes y lodos. Radioinmunoanálisis. Técnicas nucleares en fertilidad, manejo y conservación de suelos y la relación suelo planta. Aplicaciones en la producción apícola. Técnica del insecto estéril.

▪ **PRODUCCIÓN DE RADIOISÓTOPOS**

Descriptor: Diseño, cálculo y proyecto de la instalación y puesta en marcha de laboratorios



específicos, sistemas de control y sistemas o partes de sistemas y procesos relacionados con la generación y/o transformación de la energía nuclear, las transmutaciones producidas y las radiaciones generadas. Protección radiológica. Aplicaciones de la tecnología nuclear

Carga horaria semanal: 3 horas teóricas, total 3 horas. Carga horaria cuatrimestral: 48 horas.

Reactores de investigación y producción. Facilidades de irradiación y transporte de blancos. Ciclotrones de producción de radioisótopos. Comparación con otros aceleradores de partículas. Blindajes e instalaciones para ciclotrones.

Radioisótopos de reactor y de ciclotrón. Métodos de obtención de radioisótopos. Procesos radioquímicos aplicados a la producción. Métodos de separación y purificación de los radioisótopos más usados (^{99}Mo , ^{131}I , ^{125}I , ^{153}Sm , ^{177}Lu , ^{32}P , ^{51}Cr , ^{18}F , ^{11}C , ^{13}N , ^{15}O , ^{67}Ga , ^{123}I , ^{124}I , ^{201}Tl , ^{213}Bi y otros). Generadores de radioisótopos ($^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$, $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$, $^{90}\text{Sr}/^{90\text{Y}}$ y otros), preparación y control de calidad.

Instalaciones y equipos para la producción de radioisótopos. Celdas radioquímicas. Telemanipuladores y telepinzas. Sistemas de operación remota o automática. Cajas de guantes. Sistemas de transferencia. Sistemas de ventilación y control. Aspectos regulatorios nucleares. Envasado y transporte de material radiactivo.

Control de calidad. Especificaciones de producto. Garantía de calidad. Buenas Prácticas de Manufactura. Farmacopea. Aspectos regulatorios farmacéuticos.

▪ **INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL Descriptor:** Instrumentación y control

Carga horaria semanal: 2 horas teóricas y 1 horas prácticas, total 3 horas. Carga horaria cuatrimestral: 48 horas.

Criterios de diseño e instrumentación nuclear. Requerimientos de control y funcionales. Tiempos de respuesta. Sistemas de información y de control. Normas nacionales e internacionales aplicables. Detectores de neutrones y monitoreo de radiaciones. Mediciones neutrónicas. Cámaras de ionización. Contadores de fisión. Contadores proporcionales. Detectores autoenergizados. Campo y rango de utilización de cada tipo. Instrumentación neutrónica. Instrumentación convencional. Sensores y transmisores de temperatura, caudal, nivel, etc. Controladores, distintos tipos. Actuadores. Válvulas de control. Sistemas de enclavamiento, seguridad y alarmas. Monitoraje de radiaciones. Sistemas de control. Objetivos de diseño.

Implementación de sistemas de control. Instrumentación y controladores. Control centralizado y distribuido. Retardos, pérdidas de paquetes, variación del período de actualización de la ley de control.

Tolerancia de fallas. Disponibilidad y redundancia. Arquitectura del sistema de control. Control de reactores. El reactor y su lazo de control. Función transferencia. Inclusión de

los efectos del aumento de temperatura y del envenenamiento. Control on-off. Estabilidad del lazo. Piloto automático. Instrumentación y control por computadora. Back up analógico. Sistemas redundantes de computadoras. Sistemas distribuidos.

▪ **SEGURIDAD NUCLEAR Y CONVENCIONAL**

Descriptor: Gestión ambiental. Conceptos generales de higiene y seguridad. Conceptos de Ética y



Legislación.

Carga horaria semanal: 3 horas teórico, total 3 horas. Carga horaria cuatrimestral: 48 horas.

Fundamentos de la seguridad nuclear. Criterios. Enfoques determinísticos y probabilísticas. Defensa en profundidad. Seguridad en instalaciones nucleares. Aspectos de seguridad en el diseño, el emplazamiento y la operación. Confiabilidad de los sistemas de protección Planes de emergencia. Evaluación de consecuencias radiológicas. Implementación de contramedidas. Métodos de evaluación de seguridad. Análisis probabilístico. Análisis de riesgos. Confiabilidad de los sistemas de protección y aspectos legales. Aspectos específicos de Seguridad Nuclear para instalaciones Clase I e instalaciones Clase II, y correspondiente aspectos regulatorios y legales vigentes. Análisis de accidentes nucleares. Aspectos de Seguridad convencional que pueden afectar a la seguridad radiológica y nuclear. Cultura de la Seguridad. Aspectos institucionales. Rol, recomendaciones y acciones del Organismo Internacional de Energía Atómica.

Definición de riesgo en seguridad convencional, Riesgo Individual, Aceptabilidad de Riesgo, Criterios empresariales de aceptación de riesgo. Definición de accidente. Prevención de accidentes. Accidente de trabajo, Legislación Argentina (LEY 24557), La seguridad y salud laboral. Enfermedades laborales.

Definición de fuego y su origen. Clases de Fuego, Extintores, seguridad contra incendios. Protección Física Materiales e Instalaciones Nucleares, definiciones, Responsabilidades.

▪ **INGLÉS I**

Descriptor: Fundamentos para la comprensión de una lengua extranjera.

Carga horaria semanal: 1 hora teórico y 1 hora práctica, total 2 horas. Carga horaria cuatrimestral: 32 horas.

Presentarse, intercambiar información personal, expresar gustos, preferencias y opiniones. Descripción de hábitos y rutinas (present simple), hablar de acciones en progreso en el momento de la enunciación o cercano a ésta (present continuous). Entrevista, conversación casual y cotidiana (everyday English). Descripción de lugares y situaciones establecer comparaciones y jerarquías (comparative and superlative form of adjectives, have and have got), expresión de habilidades propias y de terceros (can, to be good/bad at), hablar sobre eventos pasados (past simple, regular and irregular verbs, affirmative forms, questions, negatives, time expressions, present simple and past simple, present perfect), Expresar planes y predecir eventos futuros (infinitive of purpose, going to future, will, present continuous with idea of future).

▪ **APLICACIONES MÉDICAS**

Descriptor: Aplicaciones de la tecnología nuclear. Protección radiológica. Instrumentación y Control.

Diseño, cálculo y proyecto de la instalación y puesta en marcha de laboratorios específicos, sistemas de control y sistemas o partes de sistemas y procesos relacionados con la generación y/o transformación de la energía nuclear, las transmutaciones producidas y las radiaciones generadas.

Carga horaria semanal: 4 horas teóricas y 2 horas prácticas, total 6 horas. Carga horaria



cuatrimestral: 96 horas.

Fundamentos del uso de la tecnología nuclear en el ámbito de la salud. Aplicaciones en diagnóstico y terapéuticas de la tecnología nuclear: fundamentos físicos, químicos y biológicos, procedimientos, equipamiento, infraestructura y personal. Validación y verificación, sistemas de calidad y procedimientos en aplicaciones diagnósticas y terapéuticas. Aspectos legales y normas regulatorias de aplicación en el área de las aplicaciones médicas de la tecnología nuclear. Descripción de algunas de las aplicaciones.

Radiodiagnóstico. Tomografía computada. Cámara de ionización tipo lápiz. Cámara gamma y SPECT: principios generales. Equipamiento para radioterapia. Aceleradores lineales de electrones. Tomoterapia. Braquiterapia. Hadronterapia. BNCT.

▪ **GESTIÓN DE RESIDUOS RADIATIVOS**

Descriptor: Gestión ambiental. Conceptos de ética y legislación. Formulación y evaluación de Proyectos.

Carga horaria semanal: 3 horas teóricas, total 3 horas. Carga horaria cuatrimestral: 48 horas.

Sustentabilidad de la industria nuclear. Ciclo del combustible nuclear abierto, cerrado y avanzados. Residuos generados en el ciclo del combustible y la producción de radioisótopos. Combustible nuclear gastado, pre-disposición, disposición final y reprocesamiento. Gestión de fuentes selladas y de irradiación. Concepto de material exceptuado, efluente y residuo radiactivo. Clasificación de Residuos Radiactivos. Normativa aplicable, responsabilidades del generador y gestor. Conocimiento de todas las etapas de la gestión de residuos radiactivos.

▪ **RADIOFARMACIA**

Descriptor: Protección radiológica. Diseño, cálculo y proyecto de la instalación y puesta en marcha de laboratorios específicos, sistemas de control y sistemas o partes de sistemas y procesos relacionados con la generación y/o transformación de la energía nuclear, las transmutaciones producidas y las radiaciones generadas. Aplicaciones de la tecnología nuclear

Carga horaria semanal: 2 horas teóricas y 1 hora práctica, total 3 horas. Carga horaria cuatrimestral: 48 horas.

Definición de radiofármaco. Diferencias entre los diferentes tipos de radiofármacos de diagnóstico y su aplicación en la radiofarmacia hospitalaria.

Control de calidad en los radiofármacos.

Usos diagnósticos de los radiofármacos de Tc-99m en Medicina Nuclear. Usos diagnósticos del Iodo radiactivo en Medicina Nuclear.

Diseño de un laboratorio de radiofarmacia hospitalaria. Aplicación de aspectos regulatorios. Sistema de Gestión de Calidad en Radiofarmacia. Aspectos de protección radiológica aplicados a la radiofarmacia hospitalaria. Medidas de seguridad y gestión de residuos. Radiofármacos terapéuticos y desarrollo de nuevos radiofármacos. Radiofármacos paliativos del dolor y Radioinmunoterapia. Otras aplicaciones médicas de radionucleidos terapéuticos: Braquiterapia y Radiosinovectomía



▪ PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

Descriptor: Diseño, cálculo y proyecto de la instalación y puesta en marcha de laboratorios específicos, sistemas de control y sistemas o partes de sistemas y procesos relacionados con la generación y/o transformación de la energía nuclear, las transmutaciones producidas y las radiaciones generadas.

Proyecto, dirección, control y asesoramiento sobre: procesamiento y reprocesamiento de combustibles nucleares; Gestión de la calidad en temas de producción de combustibles, componentes de reactores y fuentes de irradiación.

Aplicaciones de la Tecnología Nuclear.

Carga horaria semanal: 12 horas prácticas. Carga horaria cuatrimestral: 192 horas.

Realización de una práctica profesional en una institución científico-tecnológica o empresa del sistema nuclear, como también en centros de salud especializados en medicina nuclear, con la debida supervisión profesional, con el objeto de brindar oportunidad al estudiante de realizar actividades que lo acerquen al ejercicio profesional específico.

Las actividades que se lleven a cabo en esta asignatura dependen totalmente del proyecto seleccionado y aprobado por las autoridades de la carrera.

▪ INGLÉS II

Descriptor: Fundamentos para la comprensión de una lengua extranjera.

Carga horaria semanal: 2 horas teórico y 1 hora práctica, total 3 horas. Carga horaria cuatrimestral: 48 horas.

Hablar sobre procedimientos (uses of the “to infinitive” , warnings and instructions), expresar preferencias, expectativas y esperanzas (uses of the gerund), expresar obligaciones y falta de necesidad (modality: have to, must/ mustn’t, don’t have to) , dar y recibir consejos y sugerencias (should/ shouldn’t), establecer hipótesis y hablar de eventos probables (first conditional), hipotetizar a cerca de eventos improbables (conditional type 2), hablar sobre eventos del pasado reciente y acciones terminadas (present perfect and simple past), describir procesos sin mencionar agencia (passive voice). Expresar hábitos pasados (used to). Preparar y exponer un tema para presentación multimedia.

▪ DISEÑO DE INSTALACIONES NUCLEARES

Descriptor: Seguridad y diseño nuclear. Diseño, cálculo y proyecto de la instalación y puesta en marcha de laboratorios específicos, sistemas de control y sistemas o partes de sistemas y procesos relacionados con la generación y/o transformación de la energía nuclear, las transmutaciones producidas y las radiaciones generadas. Ingeniería legal, económica y financiera relacionada con sistemas o partes de sistemas y procesos relacionados con la generación y/o transformación de la energía nuclear, las transmutaciones producidas y las radiaciones generadas.

Proyecto, dirección, control y asesoramiento sobre: procesamiento y reprocesamiento de combustibles nucleares; Gestión de la calidad en temas de producción de combustibles, componentes de reactores y fuentes de irradiación.



Carga horaria semanal: 5 horas teóricas y 1 hora práctica, total 6 horas. Carga horaria cuatrimestral: 96 horas.

El rol del diseño en la Ingeniería: partes involucradas

El proceso de Diseño de Instalaciones Nucleares. Criterios y Objetivos de Diseño. Interfaces entre áreas.

Las Etapas del Diseño: Ingeniería Conceptual, Básica, Detalle, Montaje. El impacto del ente Regulador en el proceso de Diseño.

Clasificación de Instalaciones Nucleares y el impacto en el diseño. Normativa de aplicación.

Modelización matemática y códigos de cálculo como herramientas de diseño.

Diseño y usos de los Reactores experimentales. El diseño de reactores experimentales multipropósito.

Diseño orientado a la producción de Radioisótopos, a la Ciencia de Materiales y al ensayo y calificación de Elementos Combustibles.

Diseño de otras Instalaciones Nucleares: Centros de Radioterapia

Consideraciones generales. La importancia del equipo multidisciplinario El rol humano del paciente su importancia en el diseño de salas para tratamiento. Complejidades y limitaciones.

Diseño de Reactores de Potencia. Diseños orientados a la producción de electricidad. Otros diseños.

Diseño de Reactores de Agua liviana y de Agua Pesada Diseño de Reactores Modulares de Baja potencia

El diseño orientado a la Seguridad. Ejercicio Final de Diseño

Selección como caso de estudio de un elemento tecnológico con trascendencia en el ámbito nuclear.

Presentación del caso de análisis de manera oral, con preparación de material de exposición.

- **MÉTODO MONTE CARLO APLICADO AL TRANSPORTE DE RADIACIÓN** Descriptor:
Aplicaciones de la Tecnología Nuclear

Carga horaria semanal: 2 horas teóricos y 1 hora práctica, total 3 horas. Carga horaria cuatrimestral: 48 horas.

Conceptos básicos sobre probabilidades. Distribuciones de probabilidades binomial, normal, poissoniana. Distribuciones de probabilidades de varias variables. Valor esperado. Varianza. Coeficiente de correlación. Aplicaciones.

Método de Monte Carlo. Muestreo aleatorio y generadores de números aleatorios. Método de Monte Carlo aplicado a la determinación computacional de la eficiencia de detección de un detector de



radiación de origen nuclear.

Método de Monte Carlo aplicado al transporte y a la moderación de neutrones. Cálculo de flujos neutrónicos y otras magnitudes. Incerteza estadística en el cálculo de magnitudes. Métodos de reducción de varianza aplicados al transporte de radiación.

▪ **ECONOMÍA Y GESTIÓN DE PROYECTOS**

Descriptor: Conceptos de Economía para ingeniería. Formulación y evaluación de proyectos. Conceptos de ética y legislación. Organización industrial.

Carga horaria semanal: 4 horas teórico, total 4 horas. Carga horaria cuatrimestral: 64 horas.

Estudio del funcionamiento de la economía en su conjunto. Microeconomía. Macroeconomía. Agentes económicos. Cláusula “ceteris paribus”. La escasez y la elección. Frontera de posibilidades de producción y el costo de oportunidad. Crecimiento económico. Eficacia. Eficiencia. Productividad. Eficiencia económica. Oferta, demanda y mercado. Desplazamientos de la curva de demanda y de la curva de oferta. Equilibrio del mercado. La elasticidad – precio de la demanda. Carta orgánica del BCRA.

Dirección estratégica de proyectos. Planificación. Programación. Control. Cultura organizacional. Diagramas de Gantt. Costo total, costos fijos y costos variables. Análisis del punto de equilibrio. Administración de la capacidad operativa. Economías de escala. Diferencias entre un resultado económico y financiero. Evaluación financiera de proyectos. TIR y VAN.

Patentes y modelos de utilidad. Modelos. Marcas. Información tecnológica. INPI.

▪ **PROYECTO FINAL INTEGRADOR**

Descriptor: Diseño, cálculo y proyecto de la instalación y puesta en marcha de laboratorios específicos, sistemas de control y sistemas o partes de sistemas y procesos relacionados con la generación y/o transformación de la energía nuclear, las transmutaciones producidas y las radiaciones generadas.

Proyecto, dirección, control y asesoramiento sobre: procesamiento y reprocesamiento de combustibles nucleares; Gestión de la calidad en temas de producción de combustibles, componentes de reactores y fuentes de irradiación.

Aplicaciones de la Tecnología Nuclear.

Carga horaria semanal: 12 horas prácticas. Carga horaria cuatrimestral: 192 horas.

Realización de un trabajo en el ámbito de las aplicaciones de la tecnología nuclear, que requiera la aplicación integrada de conceptos fundamentales de ciencias básicas, tecnologías básicas y aplicadas, conocimientos relativos al impacto social, la metodología de la investigación, así como habilidades que estimulen la capacidad de análisis, de síntesis y el espíritu crítico del estudiante, despierten su vocación creadora y se entrenen para el trabajo en equipo y la valoración de alternativas.

Las actividades que se lleven a cabo en esta asignatura dependen totalmente del proyecto seleccionado y aprobado por las autoridades de la carrera.



11. ADECUACIÓN A LOS ESTÁNDARES PARA LA ACREDITACIÓN DE CONEAU

11.1. Cumplimiento de los estándares del Ministerio de Educación para las carreras de Ingeniería.

El diseño curricular de la carrera cumple con los estándares fijados por el Ministerio de Educación en la Resolución N° 1539/21, como a continuación se justifica.

11.1.1. Cumplimiento de la carga horaria mínima

El diseño cumple con la carga horaria mínima exigible a la carrera, a cada uno de sus bloques curriculares y a cada una de las áreas básicas, como lo muestran las tablas que figuran en los incisos 8.2.1.5 y 8.2.1.6.

A modo de resumen, se muestra el siguiente cuadro:

Carga Horaria Total de la Ingeniería Nuclear **3824 horas**

<i>BLOQUES DE CONOCIMIENTO</i>	<i>Plan 2023</i>	<i>RM 1539-2021</i>
Ciencias Básicas	1376 horas	710 horas
Tecnologías Básicas	736 horas	545 horas
Tecnologías Aplicadas (Incluye Práctica Profesional Supervisada y Práctica Profesional Supervisada)	1344 horas	545 horas
Ciencias y Tecnologías Complementarias	368 horas	365 horas

11.1.2. Cumplimiento de los descriptores de conocimiento en las asignaturas

A continuación, se muestra el total cumplimiento, por parte del diseño curricular, de los descriptores de conocimiento establecidos por la reglamentación vigente en los distintos bloques curriculares:

<i>Bloque curricular</i>	<i>Descriptores de Conocimiento</i>	<i>Asignaturas de la Ingeniería Nuclear</i>
<i>Ciencias Básicas</i>	Algebra lineal Geometría Analítica	Algebra y Geometría Analítica A.
	Cálculo diferencial e integral Ecuaciones diferenciales Cálculo y Análisis numérico	Análisis A Análisis B Análisis C1 Seminario de Cálculo
	Probabilidad y Estadística	Probabilidad y Estadística



	Mecánica Electricidad y Magnetismo Electromagnetismo Óptica. Termometría y Calorimetría Estructura de la Materia Equilibrio Químico Metales y no Metales Cinética Básica	Química General. Química Inorgánica Física A. Física B Física C1 Química I Química II
	Sistemas de Representación Gráfica	Sistemas de Representación Gráfica
	Fundamentos de Programación de Sistemas Informáticos	Introducción a la Informática
Bloque Curricular	Descriptores de Conocimiento	Asignatura de la carrera
Tecnologías Básicas	Mecánica de Fluidos Transferencia de Energía y masa.	Termohidráulica
	Electrónica	Laboratorio I
	Física Nuclear Neutrónica	Física Nuclear Aplicaciones Industriales I
	Métodos Numéricos	Seminario de Cálculo
	Mecánica Racional y del Sólido	Mecánica Racional y del Sólido
	Termodinámica Física Nuclear y Moderna	Termodinámica Física Moderna
	Otras materias específicas de la orientaci	Biología Radioquímica
Bloque Curricular	Descriptores de Conocimiento	Asignatura de la carrera
	Instrumentación y Control	Instrumentación y Control Método de Monte Carlo aplicado al Transporte de Radiación



<i>Tecnologías aplicadas</i>	<p>Protección Radiológica Ingeniería legal, económica y financiera relacionada con sistemas o partes de sistemas y procesos relacionados con la generación y/o transformación de la energía nuclear, las transmutaciones producidas y las radiaciones generadas. Proyecto, dirección, estudio y asesoramiento en temas y tareas relacionadas con Higiene, seguridad industrial y contaminación ambiental en el ámbito de la ingeniería nuclear.</p> <p>Certificación del funcionamiento y/o condición de uso o estado de sistemas o partes de sistemas y procesos de generación y/o transformación de la energía nuclear.</p>	<p>Protección Radiológica Diseño de Instalaciones Nucleares. Técnicas Analíticas Nucleares y Relacionadas. Laboratorio II.</p>
	<p>Materiales y Combustibles Nucleares Seguridad y Diseño Nuclear Instrumentación y Control Aplicaciones de la Tecnología Nuclear</p>	<p>Materiales Técnicas neutrónicas y complementarias Mediciones Nucleares Diseño de Instalaciones nucleares Protección radiológica</p>
	<p>Diseño, cálculo y proyecto de las instalaciones destinadas a evitar la contaminación ambiental involucrando la medición de radiaciones nucleares, la determinación de normas y medidas de seguridad, protección y blindaje en todo tipo de instalaciones y procesos nucleares, así como la gestión de los residuos radiactivos. Materias específicas de la orientación</p>	<p>Aplicaciones Industriales II Aplicaciones Médicas Producción de Radioisótopos Radiofarmacia</p>
	<p>Proyecto, dirección, control y asesoramiento sobre: procesamiento y reprocesamiento de combustibles nucleares; Gestión de la calidad en temas de producción de combustibles, componentes de reactores y fuentes de irradiación</p>	<p>Materiales Diseño de instalaciones nucleares Práctica Profesional Supervisada Proyecto Integrador Final</p>
<i>Bloque Curricular</i>	<i>Descriptor de Conocimiento</i>	<i>Asignatura de la carrera</i>



<p><i>Ciencias y Tecnologías Complementarias</i></p>	<p>Conceptos de Economía para Ingeniería Conceptos de Ética y Legislación Organización Industrial Gestión Ambiental Gestión de la Calidad Conceptos Generales de Higiene y Seguridad Formulación y Evaluación de Proyectos. Fundamentos para la Comprensión de una lengua extranjera (preferentemente inglés)</p>	<p>Economía y Gestión de Proyectos. Seguridad Nuclear y Convencional. Gestión de la Calidad Ciencia, Tecnología y Sociedad. Gestión de residuos radiactivos Inglés I Inglés II</p>
--	---	--

11.2. Cumplimiento de la intensidad de la formación práctica

El diseño curricular muestra la inclusión de instancias supervisadas de formación en la práctica profesional (PPS, con un mínimo de 192 horas) en los Centros de Investigación y Desarrollo de la CNEA, o en instituciones del área nuclear en el país, o en proyectos concretos desarrollados por la Universidad para estos sectores, o en cooperación con ellos, como requisito para alcanzar la titulación, con la inserción de la exigencia de una práctica profesional supervisada con esa duración.

Se muestra también la inclusión de actividades de proyecto y diseño de ingeniería (PFI, con un mínimo de 192 horas), contemplando una experiencia significativa en esos campos que requiera la aplicación integrada de conceptos fundamentales de ciencias básicas, tecnologías básicas y aplicadas, economía y gerenciamiento, conocimientos relativos al impacto social, así como habilidades que estimulen la capacidad de análisis, de síntesis y el espíritu crítico del estudiante, despierten su vocación creativa y entrenen para el trabajo en equipo y la valoración de alternativas, con la inserción de la exigencia de un Proyecto Final Integrador con esa duración mínima en el último cuatrimestre de la carrera.

Se contempla la realización de trabajos prácticos de aula en todas las materias de Ciencias Básicas, así como en varias de las asignaturas de las Tecnologías Básicas, Aplicadas y Complementarias.

En lo que se refiere a la realización de prácticas de laboratorio y/o resolución de problemas prácticos de ingeniería, se señala que estas actividades se llevan a cabo en las materias de Física y Química del bloque de Ciencias Básicas, y en gran parte de las asignaturas de los bloques de Tecnologías Básicas y Aplicadas. La realización de las prácticas se lleva a cabo en laboratorios de enseñanza para las materias de Ciencias Básicas y parte de las Tecnologías Básicas y en los propios laboratorios y plantas pilotos de la CNEA, para el resto de las Tecnologías Básicas y Aplicadas.

El objetivo de la carrera es lograr un graduado con una sólida formación práctica garantizando una formación experimental de laboratorio, planta piloto y/o industria que desarrolle habilidades prácticas en la operación de equipos, diseño de experimentos, toma de muestras y análisis de resultados. Esto se ve fortalecido por la posibilidad de realización de prácticas en los laboratorios y plantas piloto de la CNEA y en laboratorios adicionales para la enseñanza, para los que la unidad académica prevé completar el equipamiento experimental dedicado en el edificio de Ingeniería



Nuclear recientemente inaugurado en el Centro Atómico Ezeiza.

Por otro lado, se estimula el desarrollo de las competencias necesarias para la identificación y solución de problemas abiertos de Ingeniería, es decir, de aquellas situaciones reales o hipotéticas cuya solución requiera la aplicación de los conocimientos de las Ciencias Básicas y de las Tecnologías constituyendo la base formativa para que el estudiante adquiera las habilidades para encarar diseños y proyectos. Esta formación integral contemplada en materias como Diseño de Instalaciones Nucleares está avalada por la posibilidad de realización de ejercicios prácticos de resolución de situaciones complejas y actividades de laboratorios en las instalaciones de la CNEA y de la UNSAM.

En la tabla siguiente se refleja la distribución de carga horaria práctica en las materias de la carrera.

<i>Aporte a la Formación Práctica</i>	<i>Carga horaria práctica total por materia (en horas)</i>
Introducción a la Informática	32
Química General A	32
Análisis A	64
Álgebra y Geometría Analítica A	48
Química Inorgánica	32
Sistemas de Representación Gráfica	32
Análisis B	64
Física A	80
Física B	80
Física C1	64
Análisis C1	48
Probabilidad y Estadística	32
Termohidráulica	32
Mecánica Racional y del Sólido	16
Física Moderna	16
Biología	32
Física Nuclear	48
Termodinámica	32
Química I	32
Química II	32
Radioquímica	16
Materiales	32
Mediciones Nucleares	32
Protección Radiológica	16
Aplicaciones Industriales I	32
Técnicas Analíticas Nucleares y Relacionadas	16
Instrumentación y Control	16
Diseño de Instalaciones Nucleares	16
Técnicas neutrónicas y complementarias	16
Aplicaciones Industriales II	32
Seminario de cálculo	16
Método Monte Carlo aplicado al Transporte de Radiación	16



Aplicaciones Médicas	32
Radiofarmacia	16
Laboratorio I	64
Laboratorio II	80
Inglés I	16
Inglés II	16
Práctica Profesional Supervisada	192
Proyecto Final Integrador	192
Ciencia, Tecnología y Sociedad	16
Total	1728 horas

El aporte a la formación práctica incluye la formación experimental en laboratorio, la resolución de problemas de ingeniería, la exposición oral de trabajos realizados por los estudiantes, la comprensión y exposición oral de trabajos de terceros en los temas de interés de la carrera, la práctica escrita y oral en inglés, que habilita al estudiante no sólo a comprender información técnica en lengua inglesa, sino también a exponer sus trabajos en foros de participación internacional, entre otras actividades indispensables en la formación de todo ingeniero, que se completan con la Práctica Profesional Supervisada y el Proyecto Final Integrador.

12. MECANISMOS DE SEGUIMIENTO CURRICULAR

La carrera cuenta con dos Comisiones creadas por Disposiciones Decanales: las Comisiones de Seguimiento Curricular y la de Coordinación de Actividades Disciplinarias, cuya constitución, funciones y objetivos se describen a continuación:

COMISIÓN DE SEGUIMIENTO CURRICULAR

Constitución, funcionamiento, objetivos

La Comisión de Seguimiento Curricular está compuesta por dos miembros estables: el Director de la carrera y la Secretaria Académica. Contará también con al menos un representante del cuerpo docente a cargo del dictado de alguna materia específica de la carrera, elegido por los dos miembros estables y la Decana/o del Instituto.

Los representantes del cuerpo docente durarán en sus funciones dos (2) años, y podrán ser reelegido/s con el acuerdo de los dos miembros estables y la Decana/o del Instituto.

Esta Comisión deberá reunirse al menos dos veces al año, al comenzar cada semestre lectivo, y toda otra vez que las circunstancias así lo requieran, en opinión de cualquiera de sus miembros.

Objetivos

General:



Emitir opiniones y recomendaciones en asuntos referidos a la actividad curricular de las asignaturas de la carrera, fundamentadas en el conocimiento de las misiones institucionales y de las demandas del entorno social, contribuyendo a la mejora continua de la calidad de la carrera.

Específicos:

- Tener conocimiento de los contenidos, las estrategias didácticas y de evaluación de las materias que conforman la carrera, haciendo un seguimiento continuo del desarrollo de la misma en esos aspectos, a fin de favorecer y profundizar los aspectos positivos y corregir los negativos.
- Recomendar asignaturas optativas para cubrir áreas de vacancia.
- Generar actas de sus reuniones, en las que se consignen las decisiones tomadas y hacerlas llegar al Comité Académico del Instituto y a su Decana/o.

COMISIÓN DE COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES DISCIPLINARES

La Comisión de Coordinación de Actividades Disciplinarias está compuesta por al menos tres (3) miembros del equipo docente y/o colaboradores de la carrera en sus aspectos académicos, elegidos por el Director de la carrera y la Decana/o del Instituto. Dos de sus miembros deben ser los Coordinadores de la carrera.

Todos los miembros de esta Comisión durarán en sus funciones dos (2) años, y podrán ser reelegidos con el acuerdo del Director de la carrera y la Decana/o del Instituto.

Objetivos

General:

Coordinar, en forma habitual y continua, los asuntos académicos relacionados con el desarrollo de cada una de las materias vigentes, en contacto permanente con el director de la carrera, docentes y estudiantes.

Específicos:

- Tener conocimiento de la evolución continua del dictado de cada materia y de su evaluación.
- Mantener reuniones con el cuerpo docente al menos una vez en cada semestre lectivo.
- Atender a las necesidades académicas de los estudiantes, contribuyendo a la búsqueda de soluciones frente a eventuales dificultades.
- Colaborar con la dirección de la carrera en la búsqueda de propuestas para las Prácticas Profesionales Supervisadas y los Trabajos Finales.
- Colaborar con la dirección de la carrera en todos los aspectos que hacen al desarrollo normal de la misma, identificando falencias, problemas o dificultades



Universidad Nacional
de San Martín

2024

30 años de la consagración constitucional de la autonomía y
75 aniversario de la gratuidad universitaria en Argentina

tanto de docentes como de estudiantes.