



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE CONCLUSIÓN  
DE LA ADMINISTRACIÓN 2012-2018



CIUDAD DE MÉXICO, A 26 DE OCTUBRE DE 2018.

### I. Marco jurídico de actuación

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 5 de febrero de 1917, sus Reformas y Adiciones.

#### LEYES

Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, publicada en Diario Oficial de la Federación el 29 de diciembre de 1976; sus reformas y adiciones.

Ley Federal de las Entidades Paraestatales, publicada en Diario Oficial de la Federación el 14 de mayo de 1986; sus Reformas y Adiciones.

Ley de Planeación, publicada en Diario Oficial de la Federación el 5 de enero de 1983; sus reformas y adiciones.

Ley General de Deuda Pública, publicada en Diario Oficial de la Federación el 31 de diciembre de 1976; sus reformas y adiciones.

Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, publicada en Diario Oficial de la Federación el 30 de marzo de 2006; sus Reformas y Adiciones.

Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público, publicada en Diario Oficial de la Federación el 4 de enero del 2000; sus reformas y adiciones.

Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, publicada en Diario Oficial de la Federación el 4 de enero del 2000.

Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear, publicada en Diario Oficial de la Federación el 4 de febrero de 1985.

Ley de Responsabilidad Civil por Daños Nucleares, publicada en Diario Oficial de la Federación el 31 de diciembre de 1974.

Ley de Ciencia y Tecnología, publicada en Diario Oficial de la Federación el 5 de junio del 2002; sus reformas y adiciones.

Ley Federal de Responsabilidades Administrativas de los Servidores Públicos, publicada en Diario Oficial de la Federación el 13 de marzo del 2002; sus reformas y adiciones.

Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental, publicada en Diario Oficial de la Federación el 11 de junio del 2002; sus reformas y adiciones.

#### REGLAMENTOS

Reglamento General de Seguridad Radiológica, publicado en Diario Oficial de la Federación el 22 de noviembre de 1988.

Reglamento de la Ley Federal de las Entidades Paraestatales, publicado en Diario Oficial de la Federación el 26 de enero de 1990; sus reformas y adiciones.

Reglamento de la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria, publicado en Diario Oficial de la Federación el 28 de junio del 2006; sus reformas y adiciones.

Reglamento de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público, publicado en Diario Oficial de la Federación el 20 de agosto del 2001; sus reformas y adiciones.

Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, publicado en Diario Oficial de la Federación el 20 de agosto del 2001; sus reformas y adiciones.

Reglamento de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental publicado en Diario Oficial de la Federación el 11 de junio del 2003; sus reformas y adiciones.

#### DECRETOS

Decreto por el que se aprueba el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, publicado en Diario Oficial de la Federación el 20 de mayo del



2013.

Decreto por el que se aprueba el Programa Sectorial de Energía 2013-2018, publicado en Diario Oficial de la Federación el 13 de diciembre del 2013.

## II. El Resultado de los programas, proyectos, estrategias y aspectos relevantes y/o prioritarios

### a. Los objetivos, metas, políticas y estrategias de gobierno

Conforme a la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear, publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 4 de febrero de 1985 y su última reforma publicada en el DOF el 9 de abril de 2012; el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) tiene por objeto: realizar investigación y desarrollo en el campo de las ciencias y tecnología nucleares, así como promover los usos pacíficos de la energía nuclear y difundir los avances alcanzados para vincularlos al desarrollo económico, social, científico y tecnológico del país.

En el marco del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND), el ININ como parte del sector energético está integrado en la Meta 4 México Próspero; contribuyendo al Objetivo 4.6. Abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva. Estrategia 4.6.2. Asegurar el abastecimiento racional de energía eléctrica a lo largo del país.

El objeto del Instituto está alineado al Programa Sectorial de Energía (PROSENER) contribuyendo en el Objetivo 6 Fortalecer la seguridad operativa, actividades de apoyo, conocimiento, capacitación, financiamiento y proveeduría en las distintas industrias energéticas nacionales; apoyando las estrategias siguientes: Estrategia 6.2 Atender las necesidades de investigación tecnológica aplicada y de innovación del sector energético, Estrategia 6.3 Impulsar la formación de capital humano especializado, incluyendo técnicos y profesionistas certificados.

Conforme a la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear, publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 4 de febrero de 1985 y su última reforma publicada en el DOF el 9 de abril de 2012; el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) tiene por objeto: realizar investigación y desarrollo en el campo de las ciencias y tecnología nucleares, así como promover los usos pacíficos de la energía nuclear y difundir los avances alcanzados para vincularlos al desarrollo económico, social, científico y tecnológico del país.

En el marco del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND), el ININ como parte del sector energético está integrado en la Meta 4 México Próspero; contribuyendo al Objetivo 4.6. Abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva. Estrategia 4.6.2. Asegurar el abastecimiento racional de energía eléctrica a lo largo del país.

El objeto del Instituto está alineado al Programa Sectorial de Energía (PROSENER) contribuyendo en el Objetivo 6 Fortalecer la seguridad operativa, actividades de apoyo, conocimiento, capacitación, financiamiento y proveeduría en las distintas industrias energéticas nacionales; apoyando las estrategias siguientes: Estrategia 6.2 Atender las necesidades de investigación tecnológica aplicada y de innovación del sector energético, Estrategia 6.3 Impulsar la formación de capital humano especializado, incluyendo técnicos y profesionistas certificados.

Conforme a la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear, publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 4 de febrero de 1985 y su última reforma publicada en el DOF el 9 de abril de 2012; el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) tiene por objeto: realizar investigación y desarrollo en el campo de las ciencias y tecnología nucleares, así como promover los usos pacíficos de la energía nuclear y difundir los avances alcanzados para vincularlos al desarrollo económico, social, científico y tecnológico del país.

En el marco del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND), el ININ como parte del sector energético está integrado en la Meta 4 México Próspero; contribuyendo al Objetivo 4.6. Abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE CONCLUSIÓN  
DE LA ADMINISTRACIÓN 2012-2018



la cadena productiva. Estrategia 4.6.2. Asegurar el abastecimiento racional de energía eléctrica a lo largo del país.

El objeto del Instituto está alineado al Programa Sectorial de Energía (PROSENER) contribuyendo en el Objetivo 6 Fortalecer la seguridad operativa, actividades de apoyo, conocimiento, capacitación, financiamiento y proveeduría en las distintas industrias energéticas nacionales; apoyando las estrategias siguientes: Estrategia 6.2 Atender las necesidades de investigación tecnológica aplicada y de innovación del sector energético, Estrategia 6.3 Impulsar la formación de capital humano especializado, incluyendo técnicos y profesionistas certificados.

b. Las acciones y los resultados de los programas sectoriales, institucionales, transversales, regionales y especiales; los programas sujetos a reglas de operación o cualquier otro, los proyectos estratégicos y/o prioritarios

De acuerdo a los lineamientos establecidos por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, el ININ en el periodo comprendido del 1º de diciembre de 2013 al 31 de diciembre de 2015 desarrolló su actividad sustantiva y administrativa en los siguientes programas presupuestarios:

E003 Investigación y desarrollo tecnológico y de capital humano en energía nuclear. Este programa se alinea con el Eje 4 México Próspero, de los cinco ejes para lograr una democracia de resultados y tuvo como objetivo estratégico, "realizar investigación y desarrollo tecnológico en materia nuclear y temas afines".

E016 Prestación de bienes y servicios en materia nuclear. Este programa se alinea con el Eje 4 México Próspero, de los cinco ejes para lograr una democracia de resultados y tuvo como objetivo estratégico, "contribuir a fortalecer la vinculación con el sector productivo mediante el suministro de bienes y servicios tecnológicos".

M001 Actividades de apoyo administrativo.

O001 Actividades de apoyo a la función pública y buen gobierno.

Los programas presupuestales M001 y O001 al apoyar a las actividades sustantivas de la Entidad, contribuyen a lograr una democracia de resultados.

Con base en el PND y en el marco del Programa de Gobierno Cercano y Moderno y del Programa Nacional de Financiamiento del Desarrollo 2014-2018, se conforma a nivel federal el Modelo Sintético de Información de Desempeño (MSD). Este modelo constituye un instrumento que consolida y sintetiza la información de desempeño de los programas presupuestarios con el fin de promover su vinculación con las decisiones presupuestarias fomentando a su vez un ejercicio eficiente, eficaz y transparente de los recursos públicos, a través de la identificación de las áreas de oportunidad para la mejora continua de la eficiencia del gasto.

En el marco del MSD, el cual considera como entradas para la valoración de los programas el ejercicio de gasto y la Matriz de Indicadores para Resultados (MIR) con valores reportados en Cuenta Pública; en el ejercicio 2013 el programa presupuestario E003 obtuvo un valor de 4.8 y el programa presupuestario E016 obtuvo un valor de 4.3 de un valor 5 posible, obteniendo una Valoración Global de Alto y Medio Alto, respectivamente.

Para el ejercicio 2014, el programa presupuestario E003 obtuvo un valor de 4.5 y el programa presupuestario E016 obtuvo un valor de 4.7, obteniendo una Valoración Global de Alto y Alto, respectivamente.

Para el ejercicio 2015 el programa presupuestario E003 obtuvo un valor de 4.7 y el programa presupuestario E016 obtuvo un valor de 4.7, obteniendo una Valoración Global de Alto y Alto, respectivamente.



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE CONCLUSIÓN  
DE LA ADMINISTRACIÓN 2012-2018



En el ejercicio 2016, se efectuó la fusión de los programas presupuestarios del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares: E003 "Investigación y desarrollo tecnológico y de capital humano en energía nuclear" y E016 "Prestación de bienes y servicios en materia nuclear", y el E005 "Investigación y desarrollo tecnológico y de capital humano en energía eléctrica" del Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias, bajo la denominación siguiente: E016 Investigación, desarrollo tecnológico y prestación de servicios en materia nuclear y eléctrica.

La fusión facilita la identificación de las actividades que realizan estos institutos, las cuales contribuyen a la Meta Nacional IV México Próspero del Plan Nacional de Desarrollo (PND), y el objetivo del PND 4.6 Abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva.

Para el ejercicio 2016, el programa presupuestario E016 obtuvo un valor de 4.2 de un valor 5 posible en el MSD, obteniendo una Valoración Global de Medio Alto.

A la fecha del presente informe, no se cuenta con la valoración del MSD para programa presupuestario E016 correspondiente al ejercicio 2017, pero se espera tener una Valoración Global de Medio Alto a Alto.

Para contribuir en la estrategia 6.2 Atender las necesidades de investigación tecnológica aplicada y de innovación del sector energético del PROSENER, en el ejercicio 2013 se desarrollaron 45 proyectos de investigación, en 2014 la entidad desarrolló 46 proyectos de investigación y en 2015 la cifra fue de 41 proyectos. En el ejercicio 2016 se desarrollaron 35 proyectos de investigación y en 2017 la entidad desarrolló 33 proyectos de investigación. Asimismo, emprendió trabajos relacionados con la disposición de desechos radiactivos y realizó servicios especializados en apoyo de la industria del petróleo y en el fortalecimiento de la infraestructura del propio instituto.

Para contribuir en la estrategia del PROSENER 6.3 Impulsar la formación de capital humano especializado, incluyendo técnicos y profesionistas certificados, el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares apoyó en el periodo 2013-2015 a estudiantes a través del acceso a sus instalaciones y con la asesoría de sus investigadores para realizar postdoctorado, estudios y tesis de doctorado, maestría y licenciatura, estadía o residencia profesional para titulación (licenciatura), estancia de investigación, servicio social, residencia profesional, estadía profesional, prácticas profesionales, y estancia de verano, como se muestra en la siguiente tabla:

Modalidad	2013	2014	2015
Estancia de verano	7	15	7
Prácticas profesionales	12	26	40
Estadía profesional	26	36	33
Estadía profesional con tesis	5	2	11
Residencia profesional	21	40	49
Servicio social	11	20	29
Tesis técnica	2	0	0
Estancia de investigación	13	39	18
Tesis licenciatura	46	75	81
Tesis maestría	3	1	0
Estudios y tesis maestría	31	40	35
Tesis doctorado	2	1	2
Estudios y tesis doctorado	33	36	30
Post-doctorado	6	8	8



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE CONCLUSIÓN  
DE LA ADMINISTRACIÓN 2012-2018



Total 218 339 343

Para el periodo 2016-2017 el ININ apoyó a estudiantes obteniendo los resultados que se presentan en la tabla siguiente:

Modalidad	2016	2017
Estancia de verano	14	10
Estancia I	11	7
Estancia II	17	12
Prácticas profesionales	13	14
Estadía profesional	3	0
Residencia profesional	26	14
Servicio social	28	39
Estancia de investigación	20	16
Estadía o residencia profesional para titulación (licenciatura)	35	18
Tesis de carrera técnica	14	13
Tesis licenciatura	9	188
Tesis maestría	13	
Estudios y tesis maestría	37	37
Tesis doctorado	11	
Estudios y tesis doctorado	34	34
Post-doctorado	8	15
Total	353	321

De acuerdo a los lineamientos establecidos por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, el ININ en el periodo comprendido del 1º de enero de 2018 al 30 de junio de 2018 desarrolló su actividad sustantiva y administrativa en los siguientes programas presupuestarios:

E016 Investigación, desarrollo tecnológico y prestación de servicios en materia nuclear y eléctrica. El Pp E016 está asociado al eje de Política Pública del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 en la Meta 4 México Próspero. Objetivo 4.6. Abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva. Estrategia 4.6.2. Asegurar el abastecimiento racional de energía eléctrica a lo largo del país. Las líneas de acción asociadas a la estrategia son las siguientes: "Promover el uso eficiente de la energía, así como el aprovechamiento de fuentes renovables, mediante la adopción de nuevas tecnologías y la implementación de mejores prácticas", y "Promover la formación de nuevos recursos humanos en el sector, incluyendo los que se especialicen en la energía nuclear".

M001 Actividades de apoyo administrativo.

O001 Actividades de apoyo a la función pública y buen gobierno.

Los programas presupuestales M001 y O001 al apoyar a las actividades sustantivas de la Entidad, contribuyen a lograr una democracia de resultados.

Con base en el PND y en el marco del Programa de Gobierno Cercano y Moderno y del Programa Nacional de Financiamiento del Desarrollo 2014-2018, se conforma a nivel federal el Modelo Sintético de Información de Desempeño (MSD). Este modelo constituye un



instrumento que consolida y sintetiza la información de desempeño de los programas presupuestarios con el fin de promover su vinculación con las decisiones presupuestarias fomentando a su vez un ejercicio eficiente, eficaz y transparente de los recursos públicos, a través de la identificación de las áreas de oportunidad para la mejora continua de la eficiencia del gasto.

En el marco del MSD, el cual considera como entradas para la valoración de los programas el ejercicio de gasto y la Matriz de Indicadores para Resultados (MIR) con valores reportados en Cuenta Pública; en el ejercicio 2017 obtuvo un valor de 4 de un valor 5 posible en el MSD, obteniendo una Valoración Global de Medio Alto.

A la fecha del presente informe, no se cuenta con la valoración del MSD para el programa presupuestario E016 correspondiente al ejercicio 2018 ya que este es anual, pero se espera tener una Valoración Global de Medio Alto a Alto.

Para contribuir en la estrategia 6.2 Atender las necesidades de investigación tecnológica aplicada y de innovación del sector energético del PROSENER, en el ejercicio 2018 se desarrollan 39 proyectos de investigación. Asimismo, se realizan trabajos relacionados con la disposición de desechos radiactivos y se realizan servicios especializados en apoyo de la industria del petróleo y en el fortalecimiento de la infraestructura del propio instituto.

Para contribuir en la estrategia del PROSENER 6.3 Impulsar la formación de capital humano especializado, incluyendo técnicos y profesionistas certificados, el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares apoyó en el periodo enero-junio de 2018 a estudiantes a través del acceso a sus instalaciones y con la asesoría de sus investigadores para realizar postdoctorado, estudios y tesis de doctorado, maestría y licenciatura, estadía o residencia profesional para titulación (licenciatura), estancia de investigación, servicio social, residencia profesional, estadía profesional, prácticas profesionales, y estancia de verano, como se muestra en la siguiente tabla:

Modalidad	Enero-Junio 2018
Estancia de verano	5
Estancia I	2
Estancia II	4
Prácticas profesionales	15
Estadía profesional	6
Residencia profesional	13
Servicio social	19
Estancia de investigación	2
Estadía o residencia profesional para titulación (licenciatura)	9
Tesis de carrera técnica	0
Tesis licenciatura	59
Tesis maestría	2
Estudios y tesis maestría	22
Tesis doctorado	0
Estudios y tesis doctorado	29
Post-doctorado	16
Total	203

De acuerdo a los lineamientos establecidos por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, el ININ en el periodo comprendido del 1º de julio de 2018 al 30 de noviembre de 2018 desarrolló su actividad sustantiva y administrativa en los siguientes programas presupuestarios:



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE CONCLUSIÓN  
DE LA ADMINISTRACIÓN 2012-2018



E016 Investigación, desarrollo tecnológico y prestación de servicios en materia nuclear y eléctrica. El Pp E016 está asociado al eje de Política Pública del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 en la Meta 4 México Próspero. Objetivo 4.6. Abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva. Estrategia 4.6.2. Asegurar el abastecimiento racional de energía eléctrica a lo largo del país. Las líneas de acción asociadas a la estrategia son las siguientes: "Promover el uso eficiente de la energía, así como el aprovechamiento de fuentes renovables, mediante la adopción de nuevas tecnologías y la implementación de mejores prácticas", y "Promover la formación de nuevos recursos humanos en el sector, incluyendo los que se especialicen en la energía nuclear".

M001 Actividades de apoyo administrativo.

O001 Actividades de apoyo a la función pública y buen gobierno.

Los programas presupuestales M001 y O001 al apoyar a las actividades sustantivas de la Entidad, contribuyen a lograr una democracia de resultados.

Con base en el PND y en el marco del Programa de Gobierno Cercano y Moderno y del Programa Nacional de Financiamiento del Desarrollo 2014-2018, se conforma a nivel federal el Modelo Sintético de Información de Desempeño (MSD). Este modelo constituye un instrumento que consolida y sintetiza la información de desempeño de los programas presupuestarios con el fin de promover su vinculación con las decisiones presupuestarias fomentando a su vez un ejercicio eficiente, eficaz y transparente de los recursos públicos, a través de la identificación de las áreas de oportunidad para la mejora continua de la eficiencia del gasto.

En el marco del MSD, el cual considera como entradas para la valoración de los programas el ejercicio de gasto y la Matriz de Indicadores para Resultados (MIR) con valores reportados en Cuenta Pública; en el ejercicio 2017 obtuvo un valor de 4 de un valor 5 posible en el MSD, obteniendo una Valoración Global de Medio Alto.

Al periodo que se reporta en el presente informe, no se cuenta con la valoración del MSD para el programa presupuestario E016 correspondiente al ejercicio 2018 ya que este es anual, pero se espera tener una Valoración Global de Medio Alto a Alto.

Para contribuir en la estrategia 6.2 Atender las necesidades de investigación tecnológica aplicada y de innovación del sector energético del PROSENER, en el ejercicio 2018 se desarrollan 39 proyectos de investigación. Asimismo, se realizan trabajos relacionados con la disposición de desechos radiactivos y se realizan servicios especializados en apoyo de la industria del petróleo y en el fortalecimiento de la infraestructura del propio instituto.

Para contribuir en la estrategia del PROSENER 6.3 Impulsar la formación de capital humano especializado, incluyendo técnicos y profesionistas certificados, el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares apoyó en 2018 a estudiantes a través del acceso a sus instalaciones y con la asesoría de sus investigadores para realizar postdoctorado, estudios y tesis de doctorado, maestría y licenciatura, estadia o residencia profesional para titulación (licenciatura), estancia de investigación, servicio social, residencia profesional, estadia profesional, prácticas profesionales, y estancia de verano. En la siguiente tabla se muestran datos reales acumulados al 31 de julio y al 31 de agosto de 2018:

Modalidad	Julio 2018	Agosto 2018
Estancia de verano	7	8
Estancia I	3	3
Estancia II	4	4





Prácticas profesionales	18	18
Estadía profesional	6	6
Residencia profesional	13	13
Servicio social	21	21
Estancia de investigación	2	2
Estadía o residencia profesional para titulación (licenciatura)	10	10
Tesis de carrera técnica	2	2
Tesis licenciatura	63	63
Tesis maestría	2	2
Estudios y tesis maestría	25	25
Tesis doctorado	0	0
Estudios y tesis doctorado	29	29
Post-doctorado	16	16
Total	221	222

Se proyecta apoyar a 250 alumnos al 30 de noviembre de 2018

c. Los avances en los programas sustantivos, con base en la información reportada en las cuentas públicas que correspondan a cada año de gobierno

En el rubro de electricidad, el ININ desarrolló varias etapas de los siguientes proyectos prioritarios: "Evaluación de los procedimientos de gestión de accidentes severos de los BWR's" con el objetivo de analizar las actuales guías genéricas de gestión de accidentes severos con potencial aplicación a BWR's;

"Desarrollo de una metodología basada en licenciamiento aplicable para la evaluación de la seguridad de la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde ante eventos más allá de las bases de diseño", con el objetivo de desarrollar una metodología para la evaluación de la seguridad de dicha central ante eventos más allá de las bases de diseño; "Estudio para el desarrollo de una política nacional de gestión de combustible nuclear gastado y desechos radiactivos", con el objetivo de apoyar a la SENER en el aspecto técnico-científico de la definición de una política y estrategia nacional de gestión de combustible nuclear gastado y de desechos radiactivos; "Desarrollo de una plataforma de cálculo para análisis de reactores nucleares" con objeto de desarrollar una plataforma mexicana de simulación nuclear haciendo uso de códigos neutrónicos propios y de nuevas tecnologías de cómputo; y "Apoyo a la gestión proactiva del envejecimiento de la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde para su operación a largo plazo", con el objeto de apoyar la preparación de la operación a largo plazo de la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde.

Dentro de la Convocatoria CFE-CONACyT 2015-C11, Fondo Sectorial para Investigación y Desarrollo Tecnológico en Energía fueron aprobadas dos propuestas: "Reducción de Dosis por Mantenimiento e Inspección de Prefiltros del Sistema G16 para Unidades 1 y 2 de la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde" y "Desarrollo Tecnológico de un Laboratorio Portátil para la Medición en Línea de las Emisiones de Partículas Suspendidas Totales en Fuentes Fijas (LAPEM-PST)".

En 2013 se realizó la medición, el control y la mitigación de ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) en gabinetes de control e instrumentación de la Central Hidroeléctrica Oviáchic con objeto de coadyuvar a la reducción de paros de planta motivados por fallas de equipo electrónico debido a la presencia de H<sub>2</sub>S y mejorar la confiabilidad y el desempeño de la central. En 2013, no se presentaron fallas en el equipo electrónico debidas a la presencia de este gas contaminante.

En el área de salud, se desarrollaron varias etapas de los siguientes proyectos: "Radiofármacos de <sup>99m</sup>Tc-Hynic/Arg-Gly-Asp y <sup>177</sup>Lu Dota/Arg-Gly-Asp como sistemas multivalentes para la detección in vivo de angiogénesis en el diagnóstico temprano y posible tratamiento de neoplasias por técnicas de medicina nuclear molecular", con objeto de preparar y evaluar sistemas multifuncionales de





nanopartículas de oro radiomarcadas con  $^{99m}\text{Tc}$ -HYNIC ó  $^{177}\text{Lu}$ -DOTA y conjugadas a la secuencia peptídica ciclo-Arg-Gly-Asp-D-Phe(Cys)[cRGDFK(C)] como agentes potenciales para la detección de angiogénesis; "Preparación y evaluación de radioconjugados de exendin para la detección de insulinomas por técnicas de medicina nuclear molecular", con el objetivo de preparar, caracterizar y comparar la cinética celular in vitro e in vivo del conjugado  $^{99m}\text{Tc}$ -EDDA/HYNIC-Exendin(9-39) como un agente útil en la detección y seguimiento de insulinomas y gastrinomas por técnicas de imagen en medicina nuclear molecular; "Estudio biocinético de una formulación híbrida de  $^{99m}\text{Tc}$ -Bn y  $^{99m}\text{Tc}$ -Rgd2 para la detección simultánea in vivo de receptores Grp y de la integrina alfa(v) beta(3) sobre-expresados en una etapa temprana del cáncer", con objeto de evaluar y comparar la cinética in vivo de la formulación de  $^{99m}\text{Tc}$ -BN mejorada con  $^{99m}\text{Tc}$  Rgd2 como agente de diagnóstico para la detección temprana y específica de cáncer de mama por técnicas de imagenología en medicina nuclear molecular; "Diseño y preparación de Radiofármacos Teragnósticos basados en sistemas heterobivalentes y multivalentes de reconocimiento molecular específico". Estos proyectos generan conocimiento científico de frontera sobre las propiedades fisicoquímicas y de reconocimiento molecular específico en células de cáncer de nuevos nanosistemas y radiopéptidos RGD y octreótido para su uso en medicina nuclear molecular.

Asimismo, se llevaron a cabo etapas del proyecto denominado "Aplicación de los plasmas en la cicatrización de heridas y tratamiento de diferentes tipos de células y bacterias", con el objetivo de realizar investigación teórica y experimental para que mediante plasmas de aguja y/o de descarga de barrera dieléctrica se pueda regenerar el tejido en lesiones provocadas en la dermis y en la desinfección y eliminación de bacterias.

El Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares cumple con la encomienda de difundir los avances alcanzados en las investigaciones realizadas, utilizando la energía nuclear con fines pacíficos y apoya el aumento del conocimiento científico-técnico del país. Otro componente que se cumple del objeto de la Entidad de "promover los usos pacíficos de la energía nuclear y difundir los avances alcanzados para vincularlos al desarrollo económico, social, científico y tecnológico del país", es el relativo a presentar en congresos nacionales los resultados de las investigaciones realizadas. A continuación se muestra los resultados obtenidos en el periodo 2013-2017 relacionado con publicaciones.

Tipo de publicación	2013	2014	2015	2016	2017
Artículos publicados en revistas internacionales indexadas	126	88	103	114	117
Artículos aceptados en revistas internacionales indexadas	59	57	44	55	41
Artículos publicados en revistas nacionales indexadas	16	3	7	10	10
Artículos aceptados en revistas nacionales indexadas	9	2	4	6	2
Trabajos presentados en congresos en el extranjero	32	51	41	24	36
Trabajos presentados en congresos en el país	159	174	177	183	174
Tesis	23	50	42	55	68

En el marco del Programa Ordinario de Cooperación Técnica del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), en 2013 el ININ desarrolló cuatro proyectos, en 2014 se desarrollaron tres proyectos y en 2015 se desarrollaron tres proyectos.

En el marco del Acuerdo Regional para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe (ARCAL), el ININ participó en 2013 en cuatro proyectos, obtuvo un contrato de investigación, y participó en dos proyectos regionales fuera del programa ARCAL.

En 2014 la entidad participó en tres proyectos, obtuvo tres contratos de investigación, y participó en tres proyectos regionales fuera del programa.

Para 2015, el instituto participó en dos proyectos, obtuvo tres contratos de investigación, y participó en tres proyectos regionales fuera



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE CONCLUSIÓN  
DE LA ADMINISTRACIÓN 2012-2018



de ARCAL.

En el marco del Programa Ordinario de Cooperación Técnica del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), en 2016 el ININ desarrolló tres proyectos y en 2017 se desarrollaron tres proyectos.

En el marco del Acuerdo Regional para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe (ARCAL), el ININ participó en 2016 en seis proyectos, obtuvo cuatro contratos de investigación y participó en cinco proyectos regionales fuera del programa ARCAL.

En 2017 la entidad participó en cuatro proyectos, obtuvo cuatro contratos de investigación y participó en cinco proyectos regionales fuera del programa ARCAL y contó con un proyecto interregional.

El Laboratorio de Análisis PIXE y la Determinación Gravimétrica de Muestras de Contaminación Atmosférica del ININ, fueron reconocidos por el OIEA como "Centro de Referencia Designado para América Latina y el Caribe". Este centro tiene calibrado el sistema analítico para los elementos entre Azufre y Plata y entre Tungsteno y Torio.

El ININ obtuvo el reconocimiento internacional del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y su publicación en el Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) radicado en Francia, al acreditar 20 capacidades de medida del Departamento de Metrología de Radiaciones Ionizantes (Laboratorio Secundario de Calibración Dosimétrica (LSCD) y Laboratorio de Patrones Radiactivos (LPR)).

El reactor TRIGA Mark III del ININ, es el único reactor de investigación operativo que se tiene en México. Se está efectuando un proceso de modernización de las instalaciones del reactor ya que dicha instalación entró en funcionamiento desde 1968. Estos trabajos son parte de los beneficios obtenidos al hacer la sustitución del combustible nuclear de alto enriquecimiento a bajo enriquecimiento que se realizó bajo el auspicio del Organismo Internacional de Energía Atómica, de acuerdo a las políticas internacionales de eliminación de la utilización de combustible de alto enriquecimiento en reactores de investigación. Con la negociación para la sustitución de combustibles, se obtuvo un número de combustible suficiente para operar el reactor por un tiempo considerable, sin que se presenten problemas que representen un riesgo para el personal de operación, usuarios o medio ambiente.

El reactor TRIGA Mark III tiene características sobresalientes de seguridad nuclear, por lo cual tiene amplias posibilidades para entrenar personal en ciencias y tecnologías nucleares, realizar investigación científica, tecnológica, y producir radioisótopos para el sector salud e industrial del país. Los principales usos del reactor son:

- Formación de recursos humanos en ciencia y tecnología nuclear. Esta formación puede ser de entrenamiento para personal estudiantes de posgrado que trabajan en las áreas afines.
- Difundir la ciencia y tecnología nuclear. Anualmente se reciben una gran cantidad de estudiantes de instituciones de educación superior, en la visita se les proporciona un panorama general del funcionamiento del reactor y de sus instalaciones experimentales.
- Producción de Samario – 153 (Sm-153), requerido por las instituciones de salud del país.
- Activación de muestras para realizar estudios de espectrometría gamma, para determinar la composición química elemental de muestras de origen diverso
- La producción de radioisótopos de acuerdo a las necesidades de estudios de radiotrazado.

Es importante recalcar que se cuenta con la certificación ISO 9001:2008, para las actividades relacionadas con la operación del reactor.

En 2015, el Instituto inauguró el Laboratorio Nacional de Investigación en Forense Nuclear, que es una instalación estratégica de apoyo para atender emergencias radiológicas y nucleares que eventualmente se pudieran presentar en el país. Cuenta con equipos de



vanguardia, altamente especializados que sirven para desarrollar una variedad de técnicas de análisis de muestras biológicas, ambientales, químicas, así como para determinar el posible origen de los materiales nucleares y radiactivos que se pudieran utilizar en la comisión de un delito. Los resultados que ofrece, sirven para la toma de decisiones de las fuerzas de tarea responsables de actuación en los protocolos de emergencia nacional, o bien durante las rutinas de inspección y control.

Para conmemorar los 60 años del nacimiento de las instituciones nucleares en México, en 2016 se realizó en el instituto un ciclo de conferencias y se inauguraron el Laboratorio de Cristalografía y Difracción de Rayos X (LACRID) y el Laboratorio de Control de Calidad y Protección Radiológica en Imagenología (LACCPRIM).

En el periodo 2016-2017 en el rubro de electricidad, se llevaron a cabo los siguientes proyectos prioritarios: "Fundamentos experimentales para la renovación de licencia de la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde-soldaduras disimiles, componentes internos y vasija-", con el objeto de preparar la operación a largo plazo de la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde (CNLV) por medio de estudios experimentales en materiales equivalentes a los utilizados en la manufactura de los componentes internos, vasija y las soldaduras de metales disimilares; "Desarrollo de una plataforma de cálculo para análisis de reactores nucleares"; "Desarrollo de una metodología basada en licenciamiento aplicable para la evaluación de la seguridad de la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde ante eventos más allá de las bases de diseño"; y "Apoyo a la gestión proactiva del envejecimiento de la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde para su operación a largo plazo".

Con relación a la línea de investigación sobre aplicaciones de las radiaciones a los sectores industria, salud y agropecuario, se tuvo lo siguiente:

El ININ llevó a cabo entre otros proyectos el de "Aplicación de técnicas nucleares para promover el mejoramiento de plantas y una agricultura sustentable", con objeto de obtener genotipos mejorados y eficientes respecto al uso de nutrientes mediante mutagénesis radioinducida de especies de interés agronómico para México, con énfasis en *Salvia hispanica*, *Stevia rebaudiana* y *Jatropha curcas* *Vanilla planifolia*; "Diseño y preparación de radiofármacos teragnósticos basados en sistemas hetero-bivalentes y multivalentes de reconocimiento molecular específico", con el objetivo de sintetizar, caracterizar químicamente, estudiar las propiedades fisicoquímicas, la afinidad in vitro en células de cáncer, la cinética y dosimetría a partir de imágenes moleculares en modelos murinos con tumores inducidos así como la eficacia terapéutica; y "Radiofármacos como nanosistemas de liberación de oncofármacos" con objeto de diseñar, preparar, caracterizar y evaluar el conjugado  $^{177}\text{Lu-DOTA-Dendrímtero-Nal3-Octreótido}$  como una nueva formulación teranóstica para la detección oportuna y tratamiento de cánceres de origen neuroendocrino por técnicas de imagen molecular.

En el área ambiental, el ININ llevó a cabo en 2017 el proyecto denominado "Estudio de microcontaminantes atmosféricos como factores de riesgo a la salud de la población" con objeto de prevenir los posibles efectos negativos de la exposición a PM<sub>2.5</sub> en la ZMVT determinando la componente orgánica e inorgánica de ella, las citocinas proinflamatorias y la microproteína de las células Club, durante las distintas épocas del año.

Dentro de la Convocatoria 2017 CONAGUA-CONACYT. Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo sobre el Agua; el instituto tiene una propuesta aprobada relacionada con el "Estudio de radiactividad en agua de fuentes de abastecimiento en acuíferos de la República Mexicana".

Mediante gestiones diplomáticas apoyadas en la capacidad técnica demostrada, México a través del ININ obtuvo la Vicepresidencia del Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe (ARCAL) la cual terminó en 2016, y actualmente la Dra. Lydia Concepción Paredes Gutiérrez, Directora General del ININ ostenta la Presidencia del Órgano de Coordinación Técnica de ARCAL (OCTA) para el periodo 2017-2018.



México se incorporó como miembro del International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycle (INPRO), en el marco de la reunión "25th INPRO Steering Committee", llevada a cabo en noviembre de 2016, como resultado del gran trabajo que se ha venido realizando en los últimos años dentro de dicho grupo. Lo anterior cobra gran relevancia para el Instituto ya que demuestra la activa participación del ININ en uno de los grupos de vanguardia a nivel internacional.

En octubre de 2016 se llevó a cabo en la Ciudad de México, el curso de entrenamiento "Understanding the Physics and Technology of PWRs using Educational Principles Simulators" organizado en conjunto con el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y el ININ con el objetivo de apoyar a México en la formación de capacidades humanas en la tecnología de reactores de agua ligera presurizados. Al evento asistieron representantes de la Secretaría de Energía (SENER), Comisión Federal de Electricidad (CFE), Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardas (CNSNS), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Instituto Politécnico Nacional (IPN), Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Tecnológico de Monterrey, Campus Santa Fe (ITESM-CSF) y del ININ.

Proyectos

#### Comercialización de bienes y servicios tecnológicos

Una de las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear es la elaboración de radiofármacos. La entidad tiene la única planta de producción de radiofármacos en México. En ella se desarrollan y elaboran radiofármacos y moléculas marcadas para aplicaciones en medicina e investigación cuya producción cubre aproximadamente 80% de la demanda nacional para los diferentes productos. El ININ comercializa generadores de Tecnecio 99m (GETEC), dosis orales de Yodo-131, dosis de cloruro de Talio-201, dosis de citrato de Galio-67, 153Sm-EDTMP (Paliativo del dolor), estuches liofilizados de precursores, radiofármacos, núcleos de diagnóstico y terapia entre otros productos.

Los servicios de seguridad radiológica se consideran de importancia por su contribución al uso adecuado de las fuentes y materiales radiactivos que se utilizan en el sector productivo, principalmente en el campo de la medicina y la industria. Los servicios que integran este rubro comprenden la gestión de desechos radiactivos, para ello el Instituto opera el único centro de almacenamiento para desechos radiactivos de bajo nivel que existe en el país, así como otros servicios relacionados con la medición de radiactividad en muestras de diferente naturaleza, dosimetría personal para quienes laboran en instalaciones radiactivas, y calibración y mantenimiento de equipos monitores de radiación.

Para proporcionar los servicios de irradiación de productos, el ININ dispone de una planta con un irradiador gamma de Cobalto-60 modelo JS-6500 de manufactura canadiense. Los servicios de irradiación tienen por objeto lograr la desbacterización y esterilización de diversos productos, clasificados en alimentos deshidratados, productos desechables de uso médico, medicamentos, cosméticos y herbolarios.

Cabe destacar el liderazgo del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares en la aplicación de servicios de irradiación gamma en América Latina. La entidad ha sido reconocida por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), otorgando a México, el liderazgo del proyecto "Increasing the Commercial Application of Electron Beam and X Ray Irradiation Processing of Food in Latin American and Caribbean Countries", que coordina el jefe del departamento del Irradiador Gamma y que se desarrolla en la región Latinoamérica de 2014 a 2017.

A continuación se presenta una tabla con los ingresos obtenidos por la venta de productos y servicios en el periodo 2013-2017.



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE CONCLUSIÓN  
DE LA ADMINISTRACIÓN 2012-2018



Concepto	2013	2014	2015	2016	2017
Material radiactivo	51,192,800	52,112,000	75,624,000	100,815,800	160,823,900
Seguridad radiológica	20,169,600	15,273,000	17,335,000	14,018,700	14,545,900
Irradiación de productos	39,788,400	46,831,000	44,974,000	50,914,400	47,927,200
Servicios a la CFE	60,148,600	55,635,000	42,672,000	43,104,100	28,003,000
Servicios a Pemex	6,585,700	7,999,000	5,871,000	873,900	1,086,000
CNSNS	3,631,000	1,046,000	1,029,000	3,834,800	0
Otros	8,059,400	12,984,000	5,668,000	10,628,400	10,767,300
Total	189,575,500	191,880,000	193,173,000	224,190,100	263,153,300

La obtención de estos ingresos resulta fundamental ya que se utilizan en apoyo para el pago de salarios, operación del instituto y lograr el balance presupuestal.

En el rubro de electricidad, el ININ desarrolla los siguientes proyectos prioritarios: "Desarrollo de una plataforma de cálculo para análisis de reactores nucleares" con objeto de desarrollar una plataforma mexicana para el análisis y diseño de reactores nucleares y "Desarrollo de una metodología basada en licenciamiento aplicable para la evaluación de la seguridad de la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde ante eventos más allá de las bases de diseño", con el objetivo de desarrollar una metodología para la evaluación de la seguridad de dicha central ante eventos más allá de las bases de diseño.

En la Convocatoria para el Apoyo al Fortalecimiento y Desarrollo de la Infraestructura Científica y Tecnológica 2018, el CONACYT aprobó la propuesta del ININ denominada "Síntesis y caracterización de ferrofluidos, estudio de sus interacciones en presencia de radiofrecuencia y distintos microorganismos".

Por otra parte, el ININ ha contribuido en la prestación de servicios especializados dentro del sector energético específicamente en el sector energético nuclear y sus aportaciones en la industria, salud y medio ambiente.

En el área de salud, se desarrolla el proyecto prioritario "Preparación de nanopartículas de Lu<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub> funcionalizadas con biomoléculas y estudio del efecto en sus propiedades estructurales y bioquímicas al activarlas por irradiación neutrónica en el Reactor Triga Mark III, con objeto de sintetizar por termo-reducción y caracterizar fisicoquímicamente, nanopartículas de Lu<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y Sm<sub>2</sub>O<sub>3</sub> funcionalizadas con manosa y péptidos antiangiogénicos, así como estudiar el efecto en sus propiedades estructurales y bioquímicas (reconocimiento molecular) al activarlas por irradiación neutrónica en el reactor Triga Mark III.

Asimismo, en el área de la agricultura, se desarrolla el proyecto prioritario denominado "Aplicación de técnicas nucleares para promover el mejoramiento de plantas y una agricultura sustentable", con objeto de obtener genotipos mejorados y eficientes respecto al uso de nutrientes mediante mutagénesis radioinducida de especies de interés agronómico para México, con énfasis en Salvia hispanica, Stevia rebaudiana y Jatropha curcas Vanilla planifolia.

El Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares cumple con la encomienda de difundir los avances alcanzados en las investigaciones realizadas, utilizando la energía nuclear con fines pacíficos y apoya el aumento del conocimiento científico-técnico del país. Otro componente que se cumple del objeto de la Entidad de "promover los usos pacíficos de la energía nuclear y difundir los avances alcanzados para vincularlos al desarrollo económico, social, científico y tecnológico del país", es el relativo a presentar en congresos nacionales los resultados de las investigaciones realizadas. A continuación se muestra los resultados obtenidos en el periodo enero-



junio relacionado con publicaciones.

Tipo de publicación	Enero-Junio 2018
Artículos publicados en revistas internacionales indexadas	57
Artículos aceptados en revistas internacionales indexadas	19
Artículos publicados en revistas nacionales indexadas	4
Artículos aceptados en revistas nacionales indexadas	0
Trabajos presentados en congresos en el extranjero	13
Trabajos presentados en congresos en el país	16
Tesis	30

En el marco del Programa Ordinario de Cooperación Técnica del Organismo Internacional de Energía Atómica, se desarrollan actualmente dos proyectos nacionales. Asimismo, en el marco de ARCAL, el ININ participa en doce proyectos. Adicionalmente, el Instituto participó en un proyecto regional no perteneciente a ARCAL, y cuenta además con cuatro contratos de investigación y con un proyecto interregional.

El reactor TRIGA Mark III del ININ, es el único reactor de investigación operativo que se tiene en México en 2018. Se está efectuando un proceso de modernización de las instalaciones del reactor ya que dicha instalación entró en funcionamiento desde 1968. Estos trabajos son parte de los beneficios obtenidos al hacer la sustitución del combustible nuclear de alto enriquecimiento a bajo enriquecimiento que se realizó bajo el auspicio del Organismo Internacional de Energía Atómica, de acuerdo a las políticas internacionales de eliminación de la utilización de combustible de alto enriquecimiento en reactores de investigación. Con la negociación para la sustitución de combustibles, se obtuvo un número de combustible suficiente para operar el reactor por un tiempo considerable, sin que se presenten problemas que representen un riesgo para el personal de operación, usuarios o medio ambiente.

El reactor TRIGA Mark III tiene características sobresalientes de seguridad nuclear, por lo cual tiene amplias posibilidades para entrenar personal en ciencias y tecnologías nucleares, realizar investigación científica, tecnológica, y producir radioisótopos para el sector salud e industrial del país. Los principales usos del reactor son:

- Producción de Samario – 153 (Sm-153), requerido por las instituciones de salud del país.
- Activación de muestras para realizar estudios de espectrometría gamma, para determinar la composición química elemental de muestras de origen diverso
- La producción de radioisótopos de acuerdo a las necesidades de estudios de radiotrazado.
- Formación de recursos humanos en ciencia y tecnología nuclear. Esta formación puede ser de entrenamiento para personal estudiantes de posgrado que trabajan en las áreas afines.
- Difundir la ciencia y tecnología nuclear. Anualmente se reciben una gran cantidad de estudiantes de instituciones de educación superior, en la visita se les proporciona un panorama general del funcionamiento del reactor y de sus instalaciones experimentales.

Es importante destacar que se cuenta con la certificación ISO 9001:2008 para las actividades relacionadas con la operación del reactor.

#### Comercialización de bienes y servicios tecnológicos

En diciembre de 2017 se aprobó el programa de comercialización de productos y servicios tecnológicos del ININ para el ejercicio 2018, con una meta de facturación por 209,000 miles de pesos. Al mes de junio de 2018 se obtuvieron convenios y contratos por 136,276.7 miles de pesos, con un avance de 65.2% de la meta anual.





El importe de la facturación ascendió a 109,955.1 miles de pesos, cifra 14.9% mayor a lo facturado en el periodo homólogo anterior. La diferencia se originó principalmente en el rubro de Material Radiactivo.

Los datos de facturación por rubros se presentan en el cuadro siguiente.

Concepto	Miles de pesos
Material radiactivo	69,414.40
Seguridad radiológica	6,455.00
Irradiación de productos	23,405.00
Servicios a la CFE	8,565.60
Servicios a Pemex	1,029.40
Otros servicios	1,085.70
Total	109,955.10

En el rubro de electricidad, el ININ desarrolla los siguientes proyectos prioritarios: "Desarrollo de una plataforma de cálculo para análisis de reactores nucleares" con objeto de desarrollar una plataforma mexicana para el análisis y diseño de reactores nucleares y "Desarrollo de una metodología basada en licenciamiento aplicable para la evaluación de la seguridad de la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde ante eventos más allá de las bases de diseño", con el objetivo de desarrollar una metodología para la evaluación de la seguridad de dicha central ante eventos más allá de las bases de diseño.

Por otra parte, el ININ ha contribuido en la prestación de servicios especializados dentro del sector energético específicamente en el sector energético nuclear y sus aportaciones en la industria, salud y medio ambiente.

En el área de salud y con objeto de sintetizar por termo-reducción y caracterizar fisicoquímicamente, nanopartículas de Lu2O3 y Sm2O3 funcionalizadas con manosa y péptidos antiangiogénicos, así como estudiar el efecto en sus propiedades estructurales y bioquímicas (reconocimiento molecular) al activarlas por irradiación neutrónica en el reactor Triga Mark III; en 2018 se desarrolla el proyecto prioritario "Preparación de nanopartículas de Lu2O3 y Sm2O3 funcionalizadas con biomoléculas y estudio del efecto en sus propiedades estructurales y bioquímicas al activarlas por irradiación neutrónica en el Reactor Triga Mark III.

En 2018 se está desarrollando en el área de agricultura el proyecto prioritario denominado "Aplicación de técnicas nucleares para promover el mejoramiento de plantas y una agricultura sustentable", con objeto de obtener genotipos mejorados y eficientes respecto al uso de nutrientes mediante mutagénesis radioinducida de especies de interés agronómico para México, con énfasis en Salvia hispanica, Stevia rebaudiana y Jatropha curcas Vanilla planifolia.

El Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares cumple con la encomienda de difundir los avances alcanzados en las investigaciones realizadas, utilizando la energía nuclear con fines pacíficos y apoya el aumento del conocimiento científico-técnico del país. Otro componente que se cumple del objeto de la Entidad de "promover los usos pacíficos de la energía nuclear y difundir los avances alcanzados para vincularlos al desarrollo económico, social, científico y tecnológico del país", es el relativo a presentar en congresos nacionales los resultados de las investigaciones realizadas. En la siguiente tabla se muestran datos reales acumulados al 31 de julio y al 31 de agosto de 2018.

Tipo de publicación	Julio 2018	Agosto 2018
Artículos publicados en revistas internacionales indexadas	62	69
Artículos aceptados en revistas internacionales indexadas	22	27
Artículos publicados en revistas nacionales indexadas	6	6
Artículos aceptados en revistas nacionales indexadas	0	1





INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE CONCLUSIÓN  
DE LA ADMINISTRACIÓN 2012-2018



Trabajos presentados en congresos en el extranjero	16	18
Trabajos presentados en congresos en el país	26	39
Tesis	35	36

En el marco del Programa Ordinario de Cooperación Técnica del Organismo Internacional de Energía Atómica, se desarrollan actualmente dos proyectos nacionales. Asimismo, en el marco de ARCAL, el ININ participa en doce proyectos. Adicionalmente, el Instituto participó en un proyecto regional no perteneciente a ARCAL, y cuenta además con cuatro contratos de investigación y con un proyecto interregional.

Se está efectuando un proceso de modernización de las instalaciones del reactor ya que dicha instalación entró en funcionamiento desde 1968. Estos trabajos son parte de los beneficios obtenidos al hacer la sustitución del combustible nuclear de alto enriquecimiento a bajo enriquecimiento que se realizó bajo el auspicio del Organismo Internacional de Energía Atómica, de acuerdo a las políticas internacionales de eliminación de la utilización de combustible de alto enriquecimiento en reactores de investigación. Con la negociación para la sustitución de combustibles, se obtuvo un número de combustible suficiente para operar el reactor por un tiempo considerable, sin que se presenten problemas que representen un riesgo para el personal de operación, usuarios o medio ambiente. El reactor TRIGA Mark III del ININ, es el único reactor de investigación operativo que se tiene en México en 2018.

El reactor TRIGA Mark III tiene características sobresalientes de seguridad nuclear, por lo cual tiene amplias posibilidades para entrenar personal en ciencias y tecnologías nucleares, realizar investigación científica, tecnológica, y producir radioisótopos para el sector salud e industrial del país. Los principales usos del reactor son:

- Formación de recursos humanos en ciencia y tecnología nuclear. Esta formación puede ser de entrenamiento para personal estudiantes de posgrado que trabajan en las áreas afines.
- Difundir la ciencia y tecnología nuclear. Anualmente se reciben una gran cantidad de estudiantes de instituciones de educación superior, en la visita se les proporciona un panorama general del funcionamiento del reactor y de sus instalaciones experimentales.
- Producción de Samario – 153 (Sm-153), requerido por las instituciones de salud del país.
- Activación de muestras para realizar estudios de espectrometría gamma, para determinar la composición química elemental de muestras de origen diverso
- La producción de radioisótopos de acuerdo a las necesidades de estudios de radiotrazado.

Es importante destacar que se cuenta con la certificación ISO 9001:2008 para las actividades relacionadas con la operación del reactor.

#### Comercialización de bienes y servicios tecnológicos

En diciembre de 2017 se aprobó el programa de comercialización de productos y servicios tecnológicos del ININ para el ejercicio 2018, con una meta de facturación por 209,000 miles de pesos. La obtención de estos ingresos resulta fundamental ya que se utilizan en apoyo para el pago de salarios, operación del instituto y lograr el balance presupuestal.

Los datos de facturación por rubros con cifras en miles de pesos, se presentan en el cuadro siguiente con datos acumulados al 31 de julio y al 31 de agosto de 2018.

Concepto	Julio 2018	Agosto 2018
Material radiactivo	84,686	109,241.40



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE CONCLUSIÓN  
DE LA ADMINISTRACIÓN 2012-2018



Seguridad radiológica	9,968	12,193.30
Irradiación de productos	27,717	32,281.50
Servicios a la CFE	11,091	12,673.80
Servicios a Pemex	1,001	1,234.20
Sector Salud	0	166.40
Otros servicios	1,385	2,150.40
Total	135,848	169,941.00

La facturación proyectada a obtener al 30 de noviembre de 2018 es de 225,000 miles de pesos

d. Las reformas de gobierno aprobadas

En el periodo 2013-2017 no se realizaron reformas de gobierno al ININ

En el periodo 01 enero al 30 de junio 2018, no se realizaron reformas de gobierno al ININ

En el periodo 01 de julio al 31 de agosto, no se realizaron reformas de gobierno al ININ

e. Las acciones realizadas y los resultados de los programas para democratizar la productividad, consolidar un gobierno cercano y moderno, y fomentar la perspectiva de género en su ámbito de competencia, derivados de las estrategias transversales del Plan Nacional de Desarrollo

El ININ con relación a la Línea de Acción 2.5.1 Articular esfuerzos de los sectores público, privado y social, para incrementar la inversión en CTI a 1% del PIB, del Programa para Democratizar la Productividad (PDP), se ha visto beneficiado ya que ha aumentado la infraestructura de investigación y dentro de la Convocatoria de Apoyos Complementarios para el Establecimiento y Consolidación de Laboratorios Nacionales CONACyT 2017, ese Consejo aprobó recursos al ININ que funge como titular, para la consolidación del "Laboratorio Nacional de Investigación y Desarrollo de Radiofármacos" por un monto de \$5,000,000.00 y para la consolidación del "Laboratorio Nacional de Investigaciones en Forense Nuclear: Biblioteca Nacional en Forense Nuclear: Caracterización de materiales de origen ambiental y mineral" por un monto de \$3,000,000.00 pesos.

Asimismo, se logró una propuesta aprobada para consolidación-Institución en Colaboración para el "Laboratorio Nacional de Ciencias para la Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural"

Asimismo, en la Línea de Acción 3.4.2 Incrementar la eficiencia operativa y de gestión de PEMEX y CFE, el ININ contribuye con el apoyo del fondo CONACYT-SENER-Sustentabilidad Energética se encuentra trabajando en varios proyectos de gran relevancia. Por un lado, el proyecto "AZTLÁN - Desarrollo de una plataforma mexicana para el análisis y diseño de reactores nucleares", está enfocado en el desarrollo de una plataforma con códigos mexicanos para el análisis de reactores nucleares y apoyando de manera relevante en la formación de recursos humanos. Por otra parte, el proyecto "Desarrollo de una metodología basada en licenciamiento aplicable para la evaluación de la seguridad de la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde ante eventos más allá de las bases de diseño", se encuentra trabajando en el análisis con códigos sofisticados de accidentes severos más allá de las bases de diseño cuyos resultados podrían ser de apoyo tanto al órgano regulador como a la CNLV.

Línea de acción: 1.2.5 Desarrollar protocolos y códigos de conducta para que los prestadores de servicios atiendan a las mujeres sin discriminación o misoginia.

Si la dependencia realizó actividades enmarcadas en la línea de acción, podrá reportar hasta 5 de ellas en orden de prioridad para el cumplimiento de la línea de acción. Reporte primero la actividad que considere que más impacta en el cumplimiento de la línea de



acción o aquella que la dependencia desee destacar.

Descripción de la actividad

Se incorporaron al Código de Conducta del ININ conductas específicas para dar claridad y certidumbre al personal sobre temas relacionados con los valores éticos, los derechos humanos, la igualdad y no discriminación y la igualdad de oportunidades y no discriminación contra las mujeres, independientemente de su origen étnico, racial o nacional, sexo, género, edad, discapacidad, condición social o económica, condiciones de salud, embarazo, lengua, religión, opiniones, preferencia u orientación sexual, estado civil o cualquier otra característica o condición.

Línea de acción: 1.3.9 Promover la transversalidad de la igualdad de género en estatutos, normas, procedimientos y plataformas políticas de los partidos.

Si la dependencia realizó actividades enmarcadas en la línea de acción, podrá reportar hasta 5 de ellas en orden de prioridad para el cumplimiento de la línea de acción. Reporte primero la actividad que considere que más impacta en el cumplimiento de la línea de acción o aquella que la dependencia desee destacar.

Descripción de la actividad

Se actualizaron y difundieron los documentos: - Protocolo de Atención a Quejas y Denuncias ante el CEPCI del ININ -Procedimiento de Atención a Quejas y Denuncias ante el CEPCI del ININ Los dos documentos anteriores atendiendo actualizaciones de los lineamientos publicados en el DOF/22/08/2017 Aunado a lo anterior se trabajo en la actualización y uso de lenguaje incluyente y no discriminatorio en reglamentos y procedimientos del ININ, tales como - Procedimiento para la detección de necesidades de capacitación - Procedimiento para eventos internos de capacitación - Reglamento de atención a becas - Protocolo de Atención a Quejas y Denuncias ante el CEPCI del ININ - Procedimiento de Atención a Quejas y Denuncias ante el CEPCI del ININ - Catálogo de puestos de personal sindicalizado - Catálogo de puestos de personal operativo de confianza - Procedimiento selección, evaluación y contratación de personal sindicalizado ( y sus formatos) - Procedimiento de claves de acceso para los sistemas de recursos humanos.

Línea de acción: 1.5.3 Eliminar el lenguaje sexista y excluyente en la comunicación gubernamental escrita y cotidiana.

Descripción de la actividad

Se incorporó lenguaje incluyente y no discriminatorio a los siguientes documentos: - Procedimiento para la detección de necesidades de capacitación - Procedimiento para eventos internos de capacitación - Reglamento de atención a becas - Protocolo de Atención a Quejas y Denuncias ante el CEPCI del ININ - Procedimiento de Atención a Quejas y Denuncias ante el CEPCI del ININ - Catálogo de puestos de personal sindicalizado - Catálogo de puestos de personal operativo de confianza - Procedimiento selección, evaluación y contratación de personal sindicalizado (y sus formatos) - Procedimiento de claves de acceso para los sistemas de recursos humanos.

Línea de acción: 1.5.4 Promover que en las imágenes y en los eventos públicos haya una participación sustantiva de mujeres.

Descripción de la actividad

Durante la colecta de la Cruz Roja se mandaron comunicados y se cuidó incluir en las imágenes a ambos sexos Se llevó a cabo una conferencia magistral "Mujer Indómita y Moderna" con la participación de la Dra, Milada Bazant Se distribuyó el folleto "10 tips para el uso del lenguaje incluyente" En cursos de capacitación se solicitó a los instructores abstenerse del uso de roles de género en sus dinámicas y de usar lenguaje incluyente en sus materiales Estas y otras acciones serán de caracter permanente.

Línea de acción: 1.5.5 Difundir en la APF códigos de conducta en contra de la discriminación hacia las mujeres y en favor del lenguaje incluyente.

Descripción de la actividad

Se diseñaron campañas relacionadas con los valores tanto de las Personas Servidoras Públicas como los del ININ, y se difundieron por: -Correo electrónico masivo -En banner montados en distintas áreas -Como fondos de escritorio Además de distribuyó de manera



constante la campaña "Con pequeñas acciones fomentamos el Código de Ética", que diseñó y distribuyó entre las Dependencias y Entidades la Unidad de Ética, Integridad Pública y Prevención de Conflictos de Interés"

Línea de acción: 3.1.10 Fomentar la igualdad salarial y la promoción de cuadros femeninos en el sector público.

Descripción de la actividad

En 2016, se hizo una revisión a la política salarial, y se concluyó que ésta tiene su base en la especialización y la antigüedad, libre de discriminación por género. No es una acción afirmativa ni de nivelación.

Línea de acción: 3.5.5 Fomentar la expedición de licencias de paternidad para el cuidado de las niñas y niños.

Descripción de la actividad

Se incorporó al CCT del ININ en la Cláusula 74 "Permisos" inciso I, 1 m "Permiso por paternidad, con fundamento en el Art. 132 de la LFT Además se diseñó y divulgó la campaña "Paternidad Responsable"

Línea de acción: 3.5.6 Difundir en los centros de trabajo los derechos de los varones a licencias de paternidad y sus responsabilidades domésticas y de cuidados.

Descripción de la actividad

Se diseñó una campaña de "Paternidad Responsable" y se difundió a través de mensajes masivos electrónicos

Línea de acción: 6.7.1 Garantizar la aplicación integral de Programa de Cultura Institucional.

Descripción de la actividad

Se certificaron 65 Personas Servidoras Públicas en "Liderazgo en el Servicio Público" El ININ se certificó en Igualdad laboral y no discriminación En ININ se pronunció con CERO TOLERANCIA hacia el hostigamiento y acoso sexual Se instrumentó el protocolo y el procedimiento para la atención de acoso y hostigamiento sexual y se llevó a cabo su divulgación Al interior del Instituto se nombraron a las Personas "Consejera" y "Asesora"

Línea de acción: 6.7.1 Garantizar la aplicación integral de Programa de Cultura Institucional.

Descripción de la actividad

Se certificaron 65 Personas Servidoras Públicas en "Liderazgo en el Servicio Público" El ININ se certificó en Igualdad laboral y no discriminación En ININ se pronunció con CERO TOLERANCIA hacia el hostigamiento y acoso sexual Se instrumentó el protocolo y el procedimiento para la atención de acoso y hostigamiento sexual y se llevó a cabo su divulgación Al interior del Instituto se nombraron a las Personas "Consejera" y "Asesora"

Línea de acción: 6.7.3 Promover el uso de lenguaje incluyente en los informes y documentos oficiales.

Descripción de la actividad

Se diseñó y publicó una campaña para promover el uso del lenguaje incluyente y no discriminatorio Se solicitó a instructores de capacitación externos el uso del lenguaje incluyente y no discriminatorio y sus materiales de trabajo, así como evitar los roles estereotipados por género en sus dinámicas.

Compromisos de bases de colaboración, que derivan de las líneas de acción generales del PGCM y de medidas contempladas en el Decreto de Austeridad, conforme fueron reportadas. dicho compromiso esta cumplido al 100%



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE CONCLUSIÓN  
DE LA ADMINISTRACIÓN 2012-2018



Gestionar los procesos de recursos humanos, incluyendo el SPC, por competencias y con base en el mérito.

Acciones realizadas; Con la finalidad de dar cumplimiento al compromiso de certificar la competencias de "Liderazgo en el Sector Público", a través de un convenio con en el INAP se desarrollo la capacitación, evaluación y certificación de la dicha competencia ante el CONOCER, por la totalidad del personal de mando medio y superior durante el ultimo bimestre de 2017.

Se incorporaron al Código de Conducta del ININ conductas específicas para dar claridad y certidumbre al personal sobre temas relacionados con los valores éticos, los derechos humanos, la igualdad y no discriminación y la igualdad de oportunidades y no discriminación contra las mujeres, independientemente de su origen étnico, racial o nacional, sexo, género, edad, discapacidad, condición social o económica, condiciones de salud, embarazo, lengua, religión, opiniones, preferencia u orientación sexual, estado civil o cualquier otra característica o condición.

- \* Ratificación del Código de Conducta del ININ100%
- \* Actualización y aprobación de las Bases de Integración, Organización y Funcionamiento del CEPCI en el ININ100%
- \* Aprobación del Programa Anual de Trabajo 2018100%
- \* Ratificación del Procedimiento y Protocolo para presentar denuncias ante el CEPCI100%
- \* Aprobación del Informe Anual de Actividades 2017100%
- \* Aprobación del Procedimiento para la Prevención, Atención y Sanción del Hostigamiento Sexual y del Acoso Sexual100%
- \* Aprobación del Procedimiento para la Atención de denuncias por presuntos actos de Discriminación ante el CEPCI del ININ100%
- \* Atención a denuncias recibidas durante el semestre100%

Compromisos de bases de colaboración, que derivan de las líneas de acción generales del PGCM y de medidas contempladas en el Decreto de Austeridad, conforme fueron reportadas. dicho compromiso esta cumplido al 100%

#### ACCIONES REALIZADAS DEL 1 DE JUNIO DE AL 31 DE AGOSTO DE 2018

Tema: Ética

- Aprobación del Protocolo para la Prevención, Atención y Sanción del Hostigamiento Sexual y del Acoso Sexual 100%
- Aprobación del Protocolo para la Atención de denuncias por presuntos actos de Discriminación ante el CEPCI del ININ 100%
- Atención a denuncias recibidas durante el trimestre 100%
- Seguimiento a las campañas de la Unidad de Ética, Integridad Pública y Prevención de Conflictos de Intereses 100%
- Aplicación del Cuestionario de Percepción sobre el Cumplimiento del Código de Ética, 2018 100%

Tema: Perspectiva de género

- Seguimiento a las acciones para demostrar el mantenimiento de la certificación en la Norma Mexicana NMX-R-025-SCFI-2015 en Igualdad Laboral y No Discriminación 100%
- Cursos de sensibilización y Capacitación en materia de: Inducción al ININ, Plática sobre el uso de lenguaje incluyente 100%

#### ACCIONES REALIZADAS Y/O POR REALIZAR DEL 1 DE SEPTIEMBRE AL 30 DE NOVIEMBRE DE 2018



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE CONCLUSIÓN  
DE LA ADMINISTRACIÓN 2012-2018



Tema: Ética

Atención a denuncias recibidas en el trimestre (lo que se requiera)

Seguimiento a las campañas de la Unidad de Ética, Integridad Pública y Prevención de Conflictos de Intereses 100%

Adecuación del formulario para la recepción de quejas y denuncias ante el CEPCI (proyecto para noviembre)

Informe del Programa de Trabajo del CEPCI 2018 (proyecto para noviembre)

Tema: Perspectiva de Género

Cursos y talleres en línea sobre: Claves para la igualdad entre mujeres y hombres; El ABC de la Igualdad y No Discriminación 100%

Mantenimiento de la certificación en la Norma Mexicana NMX-R-025-SCFI-2015 en Igualdad Laboral y No Discriminación (auditoría externa 7 de noviembre) 0%

Campañas de sensibilización en la materia 50%

Seguimiento a las acciones comprometidas ante el INMUJERES a través de la plataforma 100%

f. Los principales proyectos de inversión terminados y aquellos que se encuentren en proceso, reportando para estos últimos su avance físico y financiero, y justificando el grado de avance y estado que guardan

En 2015, el Instituto inauguró el Laboratorio Nacional de Investigación en Forense Nuclear (LANAFONU), que es una instalación estratégica de apoyo para atender emergencias radiológicas y nucleares que eventualmente se pudieran presentar en el país. Cuenta con equipos de vanguardia, altamente especializados que sirven para desarrollar una variedad de técnicas de análisis de muestras biológicas, ambientales, químicas, así como para determinar el posible origen de los materiales nucleares y radiactivos que se pudieran utilizar en la comisión de un delito. Los resultados que ofrece, sirven para la toma de decisiones de las fuerzas de tarea responsables de actuación en los protocolos de emergencia nacional, o bien durante las rutinas de inspección y control.

En 2016 para conmemorar los 60 años del nacimiento de las instituciones nucleares en México, se realizó en el instituto un ciclo de



conferencias y se inauguró el Laboratorio de Cristalografía y Difracción de Rayos X (LACRID) y el Laboratorio de Control de Calidad y Protección Radiológica en Imagenología (LACCPRIM).

•Con el Laboratorio de Cristalografía y Difracción de Rayos-X se fortalecen las líneas de investigación institucionales, se da mayor apoyo regional en la comunidad científica y a la formación de recursos humanos a nivel posgrado, así como la capitalización de los conocimientos que ya se tienen en cristalografía y difracción de rayos X en beneficio de la sociedad mexicana. El nuevo difractor del LACRID es un equipo de última generación y el primero en su tipo en México.

•El Laboratorio de Control de Calidad y Protección Radiológica en Imagenología. (LACCPRIM) es la primera infraestructura de este tipo en la región de América Latina, se ha diseñado para lograr los objetivos de incorporar los recursos humanos en áreas de física médica, mejora la disponibilidad del conocimiento de la protección radiológica de los radiólogos y médicos nucleares fortaleciendo su motivación e implicación en el monitoreo de las dosis a los pacientes, las técnicas de reducción de dosis y evaluación de la calidad de imagen.

En 2016, el Instituto estableció el Laboratorio Nacional de Investigación y Desarrollo de Radiofármacos (LANIDER), que es una instalación con tecnología radiofarmacéutica propia, que es transferible a la manufactura de radiofármacos bajo las Normativas de Buenas Prácticas de Fabricación y de Gestión de Calidad ISO 9001:2008, a fin de satisfacer las necesidades del sector salud nacional e internacional mediante el suministro de radiofármacos para la investigación clínica diagnóstica y terapéutica aplicando técnicas de Medicina Nuclear Molecular, mejorando así la calidad de vida de los pacientes; así como apoyar a la formación de recursos humanos de alto nivel con capacidad para generar conocimiento científico de frontera.

Asimismo, el Instituto ha colaborado para el establecimiento y consolidación del Laboratorio Nacional de Ciencias para la Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural (LANCIC) y del Laboratorio Nacional de Espectrometría de Masas con Aceleradores (LEMA), ambos de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Dichos laboratorios han recibido importante apoyo de financiamiento externo como es el caso de las convocatorias de Apoyos complementarios para el Establecimiento y Consolidación de Laboratorios Nacionales del CONACYT

Dentro de la Convocatoria de Apoyos Complementarios para el Establecimiento y Consolidación de Laboratorios Nacionales CONACYT 2018, el ININ obtuvo:

- Tres Propuestas aprobada para Consolidación – Institución Sede:
  - \* Laboratorio Nacional de Investigación y Desarrollo de Radiofármacos" (LANIDER).
  - \* Laboratorio Nacional de Espectrometría de Masas con Aceleradores (LEMA)"
  - \* Laboratorio Nacional de Ciencias para la Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural (LANCIC)"

Dentro de la Convocatoria 2018 de Apoyo al Fortalecimiento y Desarrollo de la Infraestructura Científica y Tecnológica, el instituto obtuvo:

- Dos Propuestas aprobadas:
  - \* Síntesis y caracterización de ferrofluidos, estudio de sus interacciones en presencia de radiofrecuencia y distintos microorganismos
  - \* Mejoramiento de la infraestructura para el desarrollo y mantenimiento de los patrones nacionales y Capacidades de Medida y Calibración del Departamento de Metrología de Radiaciones Ionizantes.

Dirección de Investigación Tecnológica





Laboratorio Nacional de Investigación y Desarrollo de Radiofármacos (LANIDER) Avance Físico 80%

\* En proceso de instalación de equipos.

\* Actualmente se encuentra en operación y en instalación de los accesorios adquiridos.

Laboratorio Nacional de Investigaciones en Forense Nuclear (LANAFONU) Avance Físico 75%

\* Actualmente el Laboratorio se encuentra en la etapa final de remodelación y proceso acreditación, ante la entidad mexicana de acreditación (ema) Norma 17025.

Proyecto "Mejoramiento de la infraestructura para el desarrollo y mantenimiento de los patrones nacionales y Capacidades de Medida y Calibración del Departamento de Metrología de Radiaciones Ionizantes." Avance Físico 60%

\* Actualmente se encuentran en tránsito los accesorios requeridos para el proyecto.

Proyecto "Estudio de radiactividad en agua de fuentes de abastecimiento en acuíferos de la República Mexicana" Avance Físico 80%

\* En espera de autorización de la Cartera de inversión por parte de Hacienda.

\* Actualmente se encuentra en proceso de adquisición los materiales y accesorios requeridos para el proyecto.

Proyecto Estudio de las Propiedades Físicas de Sistemas Basados en  $^{177}\text{Lu}$ -nanopartículas para su aplicación en Terapia e Imagen Óptica y Nuclear".

Avance Físico 100%

\* El proyecto interno se concluyó de manera satisfactoria.

Determinación de radionucleidos emisores beta y alfa puros presentes en desechos radiactivos. Avance Físico 100%

\* El proyecto interno se concluyó de manera satisfactoria.

Modernización de las Instalaciones del Reactor Triga Mark III (6A ETAPA)--Avance Físico 80%

\* Se tiene planeado concluir la modernización en 2018.

### III. Los principales logros alcanzados en los programas, proyectos, estrategias y aspectos relevantes y/o prioritarios

#### a. Los principales logros alcanzados y sus impactos

En la Cumbre de la Industria Nuclear celebrada el primero de abril de 2016 en Washington D. C., donde se reunieron los líderes de más de 50 países y de organismos internacionales en la materia, México fue reconocido por su liderazgo global sobre los usos pacíficos de la ciencia nuclear en las áreas de la salud, del ambiente, de la industria, de la investigación y de la energía, labor y compromiso que el país realiza a través del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. El galardón en representación de México fue recibido por el Lic. Pedro Joaquín Coldwell, Secretario de Energía.

México a través del ININ obtuvo la Vicepresidencia del Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe (ARCAL) para el periodo 2015-2016 y actualmente la Dra. Lydía Concepción Paredes Gutiérrez, Directora General del ININ; ostenta la Presidencia del Órgano de Coordinación Técnica de ARCAL (OCTA) para el periodo 2017-2018.

Para conmemorar los 60 años del nacimiento de las instituciones nucleares en México, en 2016 se realizó en el instituto un ciclo de conferencias y se inauguró el Laboratorio de Cristalografía y Difracción de Rayos X (LACRID) y el Laboratorio de Control de Calidad y Protección Radiológica en Imagenología (LACCPRIM).

• Con el Laboratorio de Cristalografía y Difracción de Rayos-X se fortalecen las líneas de investigación institucionales, se da mayor



apoyo regional en la comunidad científica y a la formación de recursos humanos a nivel posgrado, así como la capitalización de los conocimientos que ya se tienen en cristalografía y difracción de rayos X en beneficio de la sociedad mexicana. El nuevo difractor del LACRID es un equipo de última generación y el primero en su tipo en México.

•El Laboratorio de Control de Calidad y Protección Radiológica en Imagenología. (LACCPRI) es la primera infraestructura de este tipo en la región de América Latina, se ha diseñado para lograr los objetivos de incorporar los recursos humanos en áreas de física médica, mejora la disponibilidad del conocimiento de la protección radiológica de los radiólogos y médicos nucleares fortaleciendo su motivación e implicación en el monitoreo de las dosis a los pacientes, las técnicas de reducción de dosis y evaluación de la calidad de imagen.

En 2015, el Instituto inauguró el Laboratorio Nacional de Investigación en Forense Nuclear (LANAFONU), que es una instalación estratégica de apoyo para atender emergencias radiológicas y nucleares que eventualmente se pudieran presentar en el país. Cuenta con equipos de vanguardia, altamente especializados que sirven para desarrollar una variedad de técnicas de análisis de muestras biológicas, ambientales, químicas, así como para determinar el posible origen de los materiales nucleares y radiactivos que se pudieran utilizar en la comisión de un delito. Los resultados que ofrece, sirven para la toma de decisiones de las fuerzas de tarea responsables de actuación en los protocolos de emergencia nacional, o bien durante las rutinas de inspección y control.

En 2016, el Instituto estableció el Laboratorio Nacional de Investigación y Desarrollo de Radiofármacos (LANIDER), que es una instalación con tecnología radiofarmacéutica propia, que es transferible a la manufactura de radiofármacos bajo las Normativas de Buenas Prácticas de Fabricación y de Gestión de Calidad ISO 9001:2008, a fin de satisfacer las necesidades del sector salud nacional e internacional mediante el suministro de radiofármacos para la investigación clínica diagnóstica y terapéutica aplicando técnicas de Medicina Nuclear Molecular, mejorando así la calidad de vida de los pacientes; así como apoyar a la formación de recursos humanos de alto nivel con capacidad para generar conocimiento científico de frontera.

Asimismo, el Instituto ha colaborado para el establecimiento y consolidación del Laboratorio Nacional de Ciencias para la Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural (LANCIC) y del Laboratorio Nacional de Espectrometría de Masas con Aceleradores (LEMA), ambos de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Dichos laboratorios han recibido importante apoyo de financiamiento externo como es el caso de las convocatorias de Apoyos complementarios para el Establecimiento y Consolidación de Laboratorios Nacionales del CONACYT.

El ININ ha proporcionado en la presente administración, soporte técnico y científico para la operación de la CLV colaborando en la seguridad energética del país. Entre estos apoyos se pueden mencionar:

Se desarrolló y aplicó un método para la medición de la radiactividad de las barras de control de los reactores nucleares de la CLV. Este trabajo contribuyó a la selección del tipo de contenedores para el almacenamiento temporal, en seco, de combustible gastado de la CLV.

El ININ contribuyó a la formulación de la solicitud de Renovación de licencia de la CLV, en la que se utilizaron los resultados del proyecto de cooperación técnica con el OIEA MEX 2017 "Supporting Proactive Ageing Management for Long Term Operation of Laguna Verde Nuclear Power Plant", y del proyecto CFE-CONACYT 154289, "Fundamentos Experimentales para la renovación de Licencia de la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde - Soldaduras disímiles, componentes internos y vasija-".

Se realizó la medición, el control y la mitigación de ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) en gabinetes de control e instrumentación de la Central Hidroeléctrica Oviáchic con objeto de coadyuvar a la reducción de paros de planta motivados por fallas de equipo electrónico debido a la presencia de H<sub>2</sub>S y mejorar la confiabilidad y el desempeño de la central.



El ININ, con el propósito de coadyuvar a SENER en los trabajos para la elaboración de una Política Nacional para la gestión de desechos radiactivos, estableció un proyecto de colaboración con la Comisión Europea. Durante la ejecución del proyecto, en conjunto con consultores europeos e instituciones mexicanas se evaluó el estado actual de gestión de desechos radiactivos en cuanto a estructura organizacional, marco normativo, financiamiento, infraestructura técnica y procedimientos de trabajo.

El diseño, fabricación e instalación de los equipos, estructuras y componentes relacionados con la seguridad nuclear están sujetos a requisitos estrictos particularmente en los temas de resistencia a la sismicidad y ambientes severos de funcionamiento. El Departamento de Calificación de Equipos determinó el grado de cumplimiento de estos requisitos para los equipos sujetos al licenciamiento por parte de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias.

Dentro de su quehacer nuclear, el instituto con el apoyo del fondo CONACYT-SENER-Sustentabilidad Energética se encuentra trabajando en varios proyectos de gran relevancia. Por un lado, el proyecto "AZTLÁN - Desarrollo de una plataforma mexicana para el análisis y diseño de reactores nucleares", está enfocado en el desarrollo de una plataforma con códigos mexicanos para el análisis de reactores nucleares y apoyando de manera relevante en la formación de recursos humanos. Por otra parte, el proyecto "Desarrollo de una metodología basada en licenciamiento aplicable para la evaluación de la seguridad de la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde ante eventos más allá de las bases de diseño", se encuentra trabajando en el análisis con códigos sofisticados de accidentes severos más allá de las bases de diseño cuyos resultados podrían ser de apoyo tanto al órgano regulador como a la CNLV.

Dentro del proyecto "Desarrollo de una red de medición optimizada de gases contaminantes para plantas de generación eléctrica", auspiciado por el Fondo Sectorial CONACYT-SENER-Sustentabilidad Energética, se construyó un Laboratorio Móvil para la Medición de Contaminantes Atmosféricos. Con esta unidad se efectuó una campaña de medición en la Central Geotermoeléctrica Cerro Prieto con el objeto de crear una base de datos que sirva de referencia para el diseño y construcción de la nueva generación sondas de monitoreo de H<sub>2</sub>S del ININ.

El ININ a través de los Fondos Sectoriales de CONACYT-SENER-Sustentabilidad Energética, de Investigación para la Educación SEP-CONACYT, de Investigación y Desarrollo sobre el Agua CONAGUA-CONACYT, para Investigación y Desarrollo Tecnológico en Energía CFE-CONACYT, así como por el Fondo Institucional del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología se han financiado propuestas de investigación por un monto de más de \$190'000,000.00 M.N.

En 1999 el Director general del Centro Nacional de Metrología (CENAM) como signatario del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo de la Conferencia Internacional de Pesas y Medidas (CIPM) declaró al Laboratorio Secundario de Calibración Dosimétrica (LSCD) del ININ como el Instituto designado para el desarrollar y mantener los Patrones Nacionales en el área de las radiaciones ionizantes.

En 2013, el LSCD aprobó ante el Sistema Interamericano de Metrología (SIM) de Calidad de seis Capacidades de Medida y Calibración (CMC) en Dosimetría y 45 CMC en la magnitud Actividad

El 29 de febrero de 2016 después de tres años de una exhaustiva revisión y evaluación por miembros de las Organizaciones Metroológicas Regionales, fueron publicadas en la base de datos key comparison database del Bureau International des Poids et Mesures (BIPM), seis Capacidades de Medida y Calibración en el área de Dosimetría.

Dichas Capacidades de Medida y Calibración constituyen el origen de la trazabilidad y el reconocimiento internacional de la competencia del Estado Mexicano en la metrología de Radiaciones Ionizantes son el sustento de las mediciones en actividad y dosimetría de radiaciones ionizantes en el país, para la calibración de dosímetros empleados radioterapia para el tratamiento de cáncer, protección radiológica y radiología diagnóstica, utilizados en hospitales, centros de diagnóstico e industria.

En el sistema Mexicano MNEA (Metrología-Normalización- Evaluación de la Conformidad- Acreditación), el Departamento de



Metrología de Radiaciones Ionizantes del ININ cuenta con 4 Patrones Nacionales autorizados ante la Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía.

1) Patrón Nacional de Rapidez de Kerma en Aire en la Energía de  $^{60}\text{Co}$  para aplicaciones en radioterapia. Patrón Nacional de Actividad Nuclear  $\leq 370$  kBq.

2) Patrón Nacional de Exposición de  $2,57 \times 10^{-7}$  Ckg-1 a  $1,29 \times 10^{-2}$  Ckg-1

3) Patrón Nacional para la realización de la Unidad de Rapidez de Dosis Absorbida en Aire para Radiación Beta de 1,0 a 28 000  $\mu\text{Gy/s}$  y fuentes de  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ .

4) Patrón Nacional de Rapidez de Kerma en Aire en la Energía de  $^{60}\text{Co}$  para aplicaciones en radioterapia.

El último de ellos fue autorizado en el año 2016, con lo cual se amplía la capacidad institucional para dar trazabilidad a laboratorios de ensayo y calibración, unidades de verificación, organismos de certificación y a los distintos usuarios involucrado en el uso de radiaciones ionizantes con fines médicos, industriales o protección radiológica.

Uno de los usos más importantes de las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear se da en el área de la salud al desarrollar radiofármacos de nueva generación que se utilizan para la detección y la terapia en distintos tipos de cáncer. Al respecto, en 2016 se obtuvieron dos patentes: "99MTC-EDDA/HYNIC-GGC-AUNP-MANOSA COMO UN NUEVO RADIOFARMACO PARA LA DETECCIÓN DEL GANGLIO CENTINELA EN CANCER DE MAMA" (MX 336322 B), y "99MTC-TAT-BOMBESINA COMO UN NUEVO RADIOFARMACO PARA LA DETECCIÓN TEMPRANA DE CANCER DE MAMA" (MX 336321 B).

En 2017 se obtuvieron dos patentes: "NANOPARTÍCULAS DE ORO RADIOMARCADAS CON 99MTC Y CONJUGADAS A PÉPTIDOS C[RGDFK(C)] COMO UN NUEVO RADIOFÁRMACO PARA LA DETECCIÓN IN VIVO DE ANGIOGÉNESIS. PATENTE NO. 345184" y "NANOPARTÍCULAS DE ORO RADIOMARCADAS CON  $^{177}\text{Lu}$  Y CONJUGADAS A PÉPTIDOS C(RGDFK)C COMO UN NUEVO RADIOFÁRMACO PARA LA TERAPIA DE TUMORES QUE SOBRE-EXPRESAN INTEGRINAS A(V)B(3). PATENTE NO. 345185"

En el área del medio ambiente, en 2015 el ININ obtuvo la patente: "EQUIPO PORTATIL, MODULAR, SOPORTE Y PERIFÉRICOS PARA COLECTOR DE MUESTRAS FÍSICAS Y QUÍMICO BIOLÓGICAS EN EL AIRE" (MX 334578 B).

En el mes de julio de 2016, la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) y el Instituto Nacional e Investigaciones Nucleares (ININ) firmaron el Convenio de Colaboración en Materia de Uso, Aprovechamiento y control de Fuentes de Radiación Ionizante. El convenio tiene como objetivo establecer los mecanismos de colaboración para el desarrollo de actividades en el área de salud, fomento sanitario, seguridad radiológica, formación, capacitación y actualización de recursos humanos en el campo de las radiaciones ionizantes, así como el desarrollo de proyectos conjuntos, información científica y tecnológica, asistencia técnica sobre protección y seguridad radiológica, dosimetría, control de calidad y garantía de calidad en radiología diagnóstica e intervencionista.

El Organismo Internacional de Energía Atómica con la cooperación del ININ, realizó en México el evento "Regional Training Course on Conducting Computer Security Assessments at Nuclear Facilities", los días 30 de mayo al 3 de junio de 2016. Participaron representantes de los países miembros de América Latina y el Caribe, y expertos del organismo, Argentina, Brasil, Canadá, Chile y USA.

En octubre de 2015 se llevó a cabo en Toluca, Estado de México, la primera Reunión regional para ampliar la aplicación comercial del tratamiento de alimentos por irradiación con haces de electrones y rayos X, organizada por el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. En el evento participaron representantes de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Jamaica, México, Perú, República Dominicana y Uruguay.

El ININ fue designado por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) como coordinador del proyecto regional "Increasing the Commercial Application of Electron Beam and X Ray Irradiation Processing of Food in Latin American and Caribbean Countries", debido a la labor realizada en investigación y desarrollo en el campo de las ciencias y tecnologías nucleares, aplicadas en ámbitos



como: Energía, Salud, Ambiente, Conservación del Patrimonio Cultural e Industria agroalimentaria. El objetivo es propiciar el uso de la tecnología de aceleradores de electrones, para el desarrollo sostenible de los países de América Latina, además de fortalecer la seguridad alimentaria a nivel global.

Asimismo, la planta de irradiación gamma del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares obtuvo en 2016 la "membresía azul" otorgada por el International Irradiation Association"

En el mes de julio de 2015 se llevó a cabo el "Consultants' Meeting: Education & Training Seminar on Fast Reactors Science and Technology" organizado conjuntamente por el Grupo de Trabajo en Reactores Rápidos del Organismo Internacional de Energía Atómica (TWG-FR, OIEA) y el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, con el objetivo de proveer conocimientos y habilidades sobre las tecnologías de reactores rápidos a los investigadores, académicos, profesionistas y estudiantes del sector nuclear mexicano y de otros países. Para tal efecto, se contó con la participación de reconocidos expertos internacionales en el tema.

En febrero de 2016 se desarrolló el taller interregional "Newcomers and Expanding Nuclear Power Plants", evento que fue inaugurado por el Dr. Cesar Emiliano Hernández Ochoa, Subsecretario de Electricidad y por el Mtro Oscar Acuña, Jefe de Sección Asia Pacifico del Departamento de Cooperación Técnica del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), con la participación de más de 30 especialistas y participantes internacionales de 21 Estados. Las actividades del taller tuvieron como objetivos principales describir el proceso de evaluación de las tecnologías de reactores, utilizando las guías del OIEA y experiencias de los -Estados miembros; revisar y evaluar las ofertas de tecnologías de reactores de las distintas las empresas internacionales que ofrecen servicios para centrales nucleares y compartir experiencias de las lecciones aprendidas por parte de los países con programas de expansión nuclear.

En junio de 2016 se llevó a cabo el taller "Learn from Experience in Severe Accident Analysis in México" organizado por el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares en el marco del proyecto 213519 denominado "Desarrollo de una metodología basada en licenciamiento aplicable para la evaluación de la seguridad de la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde ante eventos más allá de las bases de diseño" del Fondo Sectorial CONACYT-Secretaría de Energía- Sustentabilidad Energética, con la valiosa participación de colaboradores expertos del Instituto, así como de instituciones usuarias y académicas como la Central Nucleoeléctrica de Laguna Verde, la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias y el Instituto Politécnico Nacional, al igual que expertos internacionales de la SCDAP Development & Training Program. En estas sesiones se tuvo la oportunidad de realizar el análisis de escenarios reales y simulaciones en sistemas operativos de avanzada.

En octubre de 2016 se llevó a cabo en la Ciudad de México, en las instalaciones del Tec de Monterrey, Campus Santa Fe, el curso de entrenamiento "Understanding the Physics and Technology of PWRs using Educational Principles Simulators" organizado en conjunto con el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y el ININ con el objetivo de apoyar a México en la formación de capacidades humanas en la tecnología de reactores de agua ligera presurizados. Al evento asistieron representantes de la Secretaría de Energía (SENER), Comisión Federal de Electricidad (CFE), Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardas (CNSNS), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Instituto Politécnico Nacional (IPN), Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Tec de Monterrey, Campus Santa Fe (ITESM-CSF) y del ININ.

En mayo de 2017, en seguimiento al primer taller, se llevó a cabo el segundo evento denominado "Learn from Experience in Severe Accident Analysis in México II" organizado por el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares en el marco del proyecto 213519 denominado "Desarrollo de una metodología basada en licenciamiento aplicable para la evaluación de la seguridad de la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde ante eventos más allá de las bases de diseño" como parte de las actividades comprometidas con el Fondo Sectorial CONACYT-Secretaría de Energía- Sustentabilidad Energética. Es importante destacar, la continuidad que este taller le dio a los trabajos iniciados en la primera edición.



En el marco de la reunión "25th INPRO Steering Committee", llevada a cabo en noviembre de 2016 se anunció a los miembros de INPRO la incorporación oficial de México, como resultado del trabajo que se ha venido realizando en los últimos años dentro de dicho grupo. Lo anterior cobra gran relevancia para el ININ ya que demuestra la activa participación del Instituto en uno de los grupos de vanguardia a nivel internacional.

Se llevó a cabo el "1er Curso Nacional de Protección Radiológica y Control de Calidad en Tomografía Pediátrica", organizado por el ININ y el OIEA, que tuvo lugar en el Laboratorio de Control de Calidad y Protección Radiológica en Imagenología del Instituto, siendo el objetivo del curso la formación y actualización de los verificadores sanitarios que realizan actividades de vigilancia del cumplimiento normativo, además de la justificación y optimización de las aplicaciones médicas de las radiaciones (rayos X) a nivel nacional, donde intervinieron la Cofepris, la CNSNS, el ININ, el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, el Instituto de Salud del Estado de México, y 17 participantes más.

En el mes de marzo de 2017, el Comité de Ética e Investigación en Salud del Hospital de Especialidades ISSEMyM, evaluó y aprobó el primer protocolo médico denominado "Proceso de cicatrización de heridas quirúrgicas en pacientes sometidos a plastia laparoscópica de hernia inguinal mediante un plasma frío"; y en el mes de agosto de 2017, evaluó y aprobó el segundo protocolo médico denominado "Cicatrización de heridas crónicas mediante la aplicación de un plasma no-térmico".

Durante más de una década en el ININ se han desarrollado importantes aportaciones en el campo del Análisis Científico Aplicado al Patrimonio Cultural de México, --específicamente en 2014—se participó en los siguientes proyectos estratégicos:

- Proyecto de Investigación Científica para la Conservación y Restauración del Escultura Ecuestre de Carlos IV y su Pedestal
- Análisis micro-estructural de artefactos del complejo Funerario "El Salitre", Tula, Hidalgo, correspondiente a la cultura Tolteca 1100 D.C.
- Laboratorio Nacional para la Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural (LANCIC) (UNAM-ININ).

Por primera vez, en el ejercicio 2017 los Mandos Medios y Superiores del ININ se certificaron en la Competencia Laboral "Liderazgo en el Servicio Público", bajo la coordinación del Instituto Nacional de Administración Pública y el Consejo Nacional de Normalización.

Certificación ISO 9001: 2008.

Actualmente el Instituto mantiene vigente la Certificación del Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001: 2008, conforme al Registro No. 10-730-083 con vigencia del 01 de octubre de 2015 al 15 de septiembre de 2018 con el siguiente alcance:

Servicios de Irradiación Gamma para la Industria Química y Alimentaria, Productos Médicos y Cosméticos; Investigación y Producción de Radiofármacos y Radisótopos para el Sector Salud y la Industria; la Investigación, Desarrollo y Procesamiento de Tejidos Biológicos Radioesterilizados, Operación del Reactor Triga Mark III, así como el proceso de Contratación, Remisionado, Facturación y Cobranza de bienes y servicios.

La certificación original data del 28 de febrero de 2002, la cual se ha mantenido vigente a la fecha.

Las Áreas del Instituto con procesos certificados son cinco:

- a) Planta de Irradiación Gamma.
- b) Planta de Producción de Radiofármacos.
- c) Banco de Tejidos Radioesterilizados.
- d) Reactor Triga Mark III y
- e) Procesos administrativos de Contratación, Remisionado, Facturación y Cobranza de bienes y servicios.

Los principales Grupos de apoyo a las Áreas certificadas son siete:

- Gerencia de Sistemas (Programas de Apoyo informático y Mesa de ayuda)
- Depto. Relaciones Laborales (Programas Servicio Médico de Urgencia y SIPC)





- Depto. de Adquisiciones y Almacenes (Programa de Adquisiciones)
- Depto. de Capacitación y Adiestramiento (Programa de Capacitación)
- Depto. de Mantenimiento y Obras (Programa de Mantenimiento)
- Depto. de Servicios Generales (Programa de Servicios Generales)
- Depto. de Promoción y Mercado (Comunicación con el cliente)

Actualmente participan en el proceso de certificación aproximadamente 150 personas del Instituto, tanto de Áreas sustantivas como administrativas y grupos de apoyo.

Proceso de certificación ISO 29990:2010.

Como parte del Convenio de trabajo firmado entre el World Institute for Nuclear Security (WINS) y la Secretaría de Energía (SENER); con la contribución del Departamento Canadiense de Asuntos Exteriores, Comercio y Desarrollo, con el propósito de crear un "Centro Regional de Entrenamiento en Ciencias y Tecnologías Nucleares" y obtener su Certificación como proveedor de servicios de aprendizaje para la educación y entrenamiento no formal, conforme a la Norma ISO 29990: 2010.

Para lo anterior, la Gerencia de Garantía de Calidad realizó una auditoría de diagnóstico en marzo de 2017, en la que se documentaron dos Programas de trabajo, uno para la elaboración de documentos y otro para las actividades y procuración de recursos requeridos, para que el Instituto solicite en su oportunidad, la Certificación del "Centro Regional de Entrenamiento en Ciencias y Tecnologías Nucleares" comprometida en el Anexo 1, del mencionado convenio para el 31 de marzo de 2018.

Actualmente participan aproximadamente en este proyecto 35 personas del Instituto.

Acreditaciones ISO/IEC 17020 Y 17025, ante la Entidad Mexicana de Acreditación, S.C. (ema).

Las Unidades y Laboratorios que cuentan actualmente con Métodos y Magnitudes acreditados, ante la Entidad mexicana de Acreditación "ema", conforme a las normas ISO/IEC 17020:2012 e ISO/IEC 17025:2005 son:

a)Unidad de Verificación en Auditoría Ambiental.

b)Laboratorio de Metrología Eléctrica.

Están en proceso de Acreditación los siguientes Laboratorios de Investigación de la Gerencia de Tecnología Nuclear:

a)Laboratorio Nacional de Investigaciones en Forense Nuclear (LANAFONU) y el

b)Laboratorio de Análisis por Activación Neutrónica.

Aprobación del Sistema de Gestión de Calidad por el Sistema Interamericano de Metrología (SIM)

El Instituto cuenta con la aprobación del Sistema de Gestión de Calidad del ININ, aplicado a los Laboratorios Secundario de Calibración Dosimétrica y de Patrones Radiactivos, ante el QSTF del Sistema Interamericano de Metrología "SIM", para Capacidades de Medida de Calibración declaradas ante dicho Sistema.

Principales instalaciones nucleares y radiactivas que aplican el sistema de gestión de calidad por requisitos de licencias o permisos emitidos por la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS) y la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS):

a)Planta de Irradiación Gamma (CNSNS y COFEPRIS).

b)Planta de Producción de Radiofármacos (CNSNS y COFEPRIS).

c)Reactor Triga Mark III (CNSNS).

El mantener las Certificaciones, Acreditaciones y Aprobaciones indicadas anteriormente, asegura el cumplimiento de las regulaciones nacionales de las instalaciones nucleares y radiactivas, así como de los laboratorios del instituto, garantizando la operación de los mismos y coadyuvando al logro del objeto legal de la entidad.

El ININ realizó ante el IMPI el trámite de la patente No. MX/a/2018/003175, "177Lu-DOTA-HYNIC-iPSMA como un radiofármaco terapéutico dirigido al antígeno prostático específico de membrana".

Se obtuvo el Registro Público de Derechos de Autor No. 03-2018-031210473200-01 de nombre CODIROE 1.1 Código de Reconstrucción Anatómica de Roedores; se obtuvo el Registro Sanitario No. 0532R2018 SSA de nombre Núcleo-Equipo para





preparación de  $^{99m}\text{Tc}$ -HYNIC-Exendin(9-39)-Octreotido. Agente de diagnóstico, se renovó la reserva de derechos al uso exclusivo de la revista APPS NUCLEARES y de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, se obtuvo la Certificación de Buenas Prácticas de Fabricación para lo siguiente:

Línea de producción o producto	Tipo de dispositivo médico	Actividad que realiza
Radiofármacos de administración por vía oral	Agentes de diagnóstico	Producción
Radiofármacos de administración por vía intravenosa		Acondicionamiento
Precusores de radiofármacos		Control de calidad
		Importación
		Liberación

Dentro de la Convocatoria de Apoyos Complementarios para el Establecimiento y Consolidación de Laboratorios Nacionales CONACYT 2018, el ININ obtuvo:

- Una Propuesta aprobada para Consolidación – Institución Sede: "Laboratorio Nacional de Investigación y Desarrollo de Radiofármacos" (LANINDER)

- Dos Propuestas aprobadas para consolidación – Institución en Colaboración

- ¿"Laboratorio Nacional de Espectroscopia de Masas con Aceleradores" (LEMA)

- ¿"Laboratorio Nacional de Ciencias para la Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural" (LANCIC)

Dentro de la Convocatoria 2018 de Apoyo al Fortalecimiento y Desarrollo de la Infraestructura Científica y Tecnológica, el instituto obtuvo:

- Dos Propuestas aprobadas:

- ¿Síntesis y caracterización de ferrofluidos, estudio de sus interacciones en presencia de radiofrecuencia y distintos microorganismos

- ¿Mejoramiento de la infraestructura para el desarrollo y mantenimiento de los patrones nacionales y Capacidades de Medida y Calibración del Departamento

- de Metrología de Radiaciones Ionizantes.

Dentro de la Convocatoria 2018 Programa de Apoyos para Actividades Científicas, Tecnológicas y de Innovación, se aprobó la propuesta de Congreso PHYSOR 2018, el cual a nivel mundial, es el congreso más grande que se realiza en física de reactores y es la primera vez que se realiza en México.

Al primer trimestre de 2018, el ININ envió para las convocatorias de CONACYT y Fondos Sectoriales, 37 cartas de apoyo institucional para propuestas de proyectos: 32 cartas para propuestas sometidas como Institución Sede y cinco cartas para propuestas sometidas como Institución en Colaboración; históricamente este es el mayor número de participación en un trimestre para el ININ.

El ININ participó en la elaboración del libro denominado "La Ciudad Perdida". Raíces de los soberanos tarascos. Hay escasos estudios sobre la metalurgia Tarasca, que corresponde a las Culturas Michoacanas del Posclásico Medio (1200-1400 d.C.). En la investigación se analizó la tecnología de factura de una docena de artefactos metálicos, la mayoría de color cobrizo, y dos ejemplares extraordinarios de color plateado recientemente descubiertos en el área funeraria y sectores domésticos del sitio de Malpaís Prieto. La metodología comprendió, además de pruebas por digitalización tridimensional, la caracterización de la materialidad por microscopía óptica estereoscópica, difracción de rayos X y microscopía electrónica de barrido con análisis químico elemental. Se comprobó que los Cascabeles Plateados se produjeron con una aleación de plata y cobre, con una alta proporción del primer elemento, mediante vaciado a la cera perdida, proceso que implicó un meticuloso control de temperatura tanto durante la fundición (800°) como en el enfriamiento. Este sofisticado trabajo de metal se consideraba fuera del alcance de la tecnología de la época, hasta el descubrimiento y el análisis



**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES**  
**INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE CONCLUSIÓN**  
**DE LA ADMINISTRACIÓN 2012-2018**



científico de estos artefactos. Esto demostró la maestría de los artesanos de la Ciudad Perdida.

Dentro de las acciones de modernización del Reactor Triga Mark III, se terminó la inspección física de los elementos combustibles del núcleo del reactor y se terminó la modernización del sistema ventilación.

En marzo entregó el Informe Final del "Protocolo del Proceso de Cicatrización en Heridas Sanas con Plasma Frío al Instituto de Seguridad Social del Estado de México y Municipios". El protocolo inició el 22 de marzo de 2017 y concluyó el 30 de abril de 2018 al aplicar el plasma frío al paciente número 50. En uno de los casos, cuyo proceso de cicatrización consistió en dos aplicaciones del plasma frío, uno de 5 minutos y otro de 4 minutos, dando un tiempo de 20 minutos entre las dos aplicaciones para coser la capa subdérmica, se logró la cicatrización de la herida en un tiempo de 30 minutos aproximadamente. Es importante destacar que al siguiente día de la aplicación del protocolo no se presentó dolor, no hubo indicios de infección y la herida quedó correctamente cerrada.

Se realizó la "Biental de Ciencias Aplicadas Universidad Autónoma del Estado de México-ININ". Las sesiones realizadas estuvieron enfocadas a la superación académica, la formación y capacitación profesional, el desarrollo de la ciencia y la tecnología, así como la divulgación del conocimiento.

Se participó en el Interregional Workshop Contracting, Operations and Risk Management for Expanding Countries, realizada del 12 al 16 de marzo de 2018.

Se realizó la Primera Reunión de Coordinadores del proyecto RLA 5078, ARCAL CLVII "Mejoramiento de Prácticas de Fertilización en Cultivos de Importancia Regional Mediante el Uso de Genotipos Eficientes en la Utilización de Macronutrientes y Bacterias Promotoras del Crecimiento" en Guadalajara, Jalisco, entre la División Conjunta FAO (Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación)/OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica), el ININ y el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño de Jalisco (CIATEJ). El objetivo del proyecto persigue mejorar la producción agrícola mediante el uso de genotipos eficientes además de las prácticas de manejo del suelo a través de un uso eficiente de fertilizantes, agua y microorganismos. El proyecto es una prioridad en el Plan Estratégico Regional para América Latina y el Caribe, ya que en la región existe una gran dependencia de los fertilizantes importados que sólo están disponibles para los agricultores a altos costos.

En el proyecto Mex1023, se participó en el "Hands on Workshop for e-Beam technology in the medical device and pharmaceutical industries" TAMU del 17 - 20 de abril.

Se tuvieron reuniones y presentación del proyecto e-Beam en la Asociación Frutícola del Soconusco, Tapachula Chis. del 1- 3 de mayo, para la irradiación de mango ataulfo.

En el proyecto RLA1013, se participó en el taller de intercomparación dosimétrica en la Comisión Nacional de Energía Atómica de Argentina del 11 al 16 de junio.

En el periodo de referencia, el ININ obtuvo la patente internacional "Method And Device For Treating Diatomaceous Earth Waste And Other Waste In Order To Obtain Construction Materials" en los Estados Unidos de Norteamérica. Patente: US / 9,789,630 / B2.

El Centro Nacional de Metrología comunicó al ININ que Georgette Macdonal, Coordinadora del Sistema Interamericano de Metrología Quality System Task Force, entregó el documento que certifica la aprobación del sistema de gestión de calidad que soporta las Capacidades de Medición y Calibración en Dosimetría y Radioactividad del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. Dicho



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE CONCLUSIÓN  
DE LA ADMINISTRACIÓN 2012-2018



sistema de calidad está basado en la norma ISO/IEC 17025 y/o ISO Guía 34.

Se realizó la solicitud de patente ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial del radiofármaco:  $^{177}\text{Lu}$ -DOTA-HA-PLGA(MTX) como un nuevo nanoradiofármaco para terapia dual de procesos inflamatorios que sobreexpresan receptores CD44, el 7 de julio de 2018.

Se realizó en el ININ en el mes de julio el curso "Muestreo Radiológico Ambiental" en el marco del proyecto "Determination of Radiological Baseline for Natural Occurring Radioactive Materials (NORM'S) in future sites to be exploited for gas and oil industry", el cual fue organizado por el ININ-Organismo Internacional de Energía Atómica.

En el mes de agosto se realizó en las instalaciones del instituto, el Curso Regional de Capacitación sobre Protección contra Sabotaje de Materiales Nucleares e Instalaciones Nucleares y Material Radiactivo e Instalaciones Asociadas, organizado por el Organismo Internacional de Energía Atómica.

Se realizó en el ININ en el mes de septiembre el Curso Nacional de Técnicas de Detección en sitio para Mediciones Radiológicas Ambientales, en el marco del proyecto "Determination of Radiological Baseline for Natural Occurring Radioactive Materials (NORM'S) in future sites to be exploited for gas and oil industry", el cual fue organizado por el ININ-Organismo Internacional de Energía Atómica.

En el mes de septiembre se realizó en las instalaciones del instituto, el curso nacional de capacitación sobre Escaneo Gamma de Columnas de Destilación, en el marco del proyecto ARCAL RLA-1016, Certificación de Flujos Métodos de Medición y Técnicas de Calibración de Medidores de Flujo utilizadas en la Industria del Petróleo y Gas por Radiotrazadores". El curso fue organizado por el ININ-Organismo Internacional de Energía Atómica.

El 21 de septiembre del 2018 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Autorización por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía del patrón nacional de Rapidez de Kerma en Aire (ka) en la Energía de  $^{137}\text{Cs}$ , para aplicaciones en protección radiológica

•Vinculación INECC-ININ.- Con base en el Convenio General de Colaboración firmado por ambas entidades, se han desarrollado varias reuniones de trabajo con el fin de identificar áreas mutuas de oportunidad. Esencialmente, se trabaja en el desarrollo de una cartera de proyectos como la elaboración de un mapa de sulfatos con base en la caracterización de materia particulada PM2.5, diseño de una metodología para la validación de sensores remotos para el monitoreo vehicular, integración de redes de monitoreo de gases contaminantes para áreas protegidas, entre otros. Además, el ININ ha solicitado al INECC su adhesión al proyecto ARCAL RLA2016004, auspiciado por el OIEA, denominado: "Aerosol components in urban areas on the rising trends of air quality deterioration and climate change", cuyo objeto es reducir el impacto de las actividades humanas en el deterioro de la calidad del aire, en la salud de la población y en el cambio climático, en el cual participan catorce países de América Latina y el Caribe.

Centro Colaborativo OIEA - ININ

•Centro Colaborativo OIEA en ININ.- Esta designación se obtuvo el pasado 22 de septiembre, 2017. Su función está orientada a fortalecer las actividades programáticas del organismo, en esta región geográfica, específicamente, en el campo de la operación segura, el mantenimiento y la actualización de instalaciones de irradiación gamma a través de la implementación de un plan de trabajo convenido con el Departamento de Ciencias y Aplicaciones Nucleares del OIEA. La designación tiene una vigencia de cuatro años, el primer reporte anual de avance se envió al Organismo, este julio de 2018. En él se conjuntan los resultados logrados en la promoción de la tecnología y en la elaboración de guías que facilitan su comprensión. Incluye la participación en diversas reuniones con asociaciones de productores de frutas, la asistencia a conferencias técnicas y la impartición de cursos locales y regionales.



#### Participaciones relevantes en el extranjero

•"Entrenamiento sobre Aplicación de la Radiación en la Esterilización de Productos Médicos y la Desbacterización de Alimentos".- El responsable sanitario de la PIG obtuvo una beca auspiciada por el OIEA dentro del proyecto MEX1023, para fortalecer su conocimiento y competencia en el tema, que incluyó técnicas de análisis microbiológico en productos irradiados. El entrenamiento se realizó en la Comisión Nacional de Energía Atómica, en la Ciudad de Buenos Aires, Argentina del 18 de junio al 13 de julio, 2018.

•"Consultancy Meeting on Quality Management Practices on Radiation Facilities".- La División de Ciencias Físicas y Químicas del OIEA a través de Section Radioisótopos y Tecnología de Radiación, organizó en Viena, Austria, la reunión del 2 al 5 de julio participando 5 expertos (uno por cada continente), dos oficiales técnicos y una consultora de dicho departamento. Por América Latina fue invitado como experto, el responsable de la Planta de Irradiación Gamma del ININ, con el objeto de brindar información y experiencia asociada a la gestión óptima de sistemas de calidad en plantas de irradiación y presentar el estado del arte en América Latina. La reunión será el inicio de un proyecto interregional (África, América Latina, Asia, Medio Oriente y Europa) para apoyar el desarrollo y certificación de Sistemas de Gestión de la Calidad en los países miembros que aplican procesos de la radiación en servicios, desarrollo e investigación.

•Dentro del Proyecto ARCAL 1015 "Harmonizing Integrated Management Systems and Good Irradiation Practice Procedures in Irradiation Facilities", se realizó un curso de entrenamiento sobre "Safe and Efficient Management of Radiation Processing Facilities" en el cual participó un profesionalista y como experto, el responsable de la Planta de Irradiación Gamma del ININ. El curso se llevó a cabo en Sao Paulo, Brasil del 13 al 16 de agosto de 2018.

•El responsable de la Planta de Irradiación Gamma del ININ participó como experto en el "IAEA Technical Meeting on Strengthening Quality Assurance/Quality Control Protocols in Radiation Facilities through Dosimetry Inter-Comparison". Viena, Austria. October 1-6, 2018.

•Curso de Entrenamiento US AMS Summer Training Course "Testing and Troubleshooting of I&C Systems for Nuclear Facilities".- Bajo el auspicio del proyecto OIEA-MEX/2018. Asistió un profesionalista del Departamento de Sistemas Electrónicos. Knoxville, Tennessee, USA. Agosto 20-24, 2018.

•"2nd Research Coordination Meeting J02008". Toronto/Kincardine, Canada. Marzo 19-23, 2018. Asistió el jefe del Departamento de Infraestructura del ININ.

•Seminario de Infraestructura Crítica ANEPE. Santiago, Chile. Mayo 6-7, 2018. Asistió el jefe del Departamento de Infraestructura del ININ.

•"Consultancy Meeting on Use of Research Environments for Countermeasure Design and Analysis Activities for CRP J02008", Viena, Austria. Septiembre 21-29, 2018. Asistió el jefe del Departamento de Infraestructura del ININ.

•"International Training Course for Protecting Computer based Systems in Nuclear Security Regimes", Idaho Falls, USA. Octubre 1-12, 2018. Asistió el jefe del Departamento de Infraestructura del ININ.

•Reunión de expertos del OIEA para el Diseño de Proyectos Regionales 2020-2021 en Viena, Austria del 29 de octubre al 2 de noviembre del 2018. Participa el Director de Servicios Tecnológicos del ININ.

#### Cursos y Talleres relevantes desarrollados en y por el ININ



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE CONCLUSIÓN  
DE LA ADMINISTRACIÓN 2012-2018



•Curso "ABC Aceleradores de Partículas".- Objeto: Describir los principios básicos del funcionamiento de los aceleradores de partículas así como sus beneficios en los procesos de irradiación de productos. Alcance: Dirigido al personal del proyecto MEX-1023 y personal que promueve las capacidades del ININ para difundir las tecnologías de Irradiación a nivel regional. Septiembre 4 y 5, 2018.

•Curso "Protección Radiológica en Diagnóstico Médico con Rayos X Nivel Personal Ocupacionalmente Expuesto".- Dirigido a personal del IMSS de todo el país. Septiembre 10-14, 2018.

•Curso "Protección Radiológica nivel Encargado de Seguridad Radiológica" para instalaciones tipo C.- Dirigido a personal de la compañía UTC AEROSPACE en Navojoa, Sonora, del 20 al 31 de Agosto del 2018.

•Curso de "Protección Radiológica nivel Personal Ocupacionalmente Expuesto".- Dirigido a personal de Petróleos Mexicanos (PEMEX) impartándose a 2 grupos del 4 al 8 de junio y del 11 al 15 de junio de 2018.

•Curso "Protección Radiológica en Diagnóstico Médico con Rayos X Nivel Personal Ocupacionalmente Expuesto".- Dirigido a personal de la compañía REMSA en Septiembre del 3 al 7 de Septiembre de 2018.

•Taller "Tecnología de irradiación para esterilización de dispositivos médicos" del 24 al 28 de septiembre. Conforme a un programa diseñado ex profeso, estuvo a cargo de especialistas en tecnologías de irradiación del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. La Dra. Lydia C. Paredes Gutiérrez efectuó la inauguración del evento, en sus palabras, destacó las bondades y beneficios que se obtienen del uso de esta tecnología y su importancia en el desarrollo de nuevos materiales y en su participación dentro de los sectores automotriz, aeronáutico y aeroespacial. Los asistentes, procedentes de la industria médico-farmacéutica, compartieron sus experiencias y necesidades, junto con su visión de mediano y largo plazo, en particular, el aspecto normativo y regulatorio de dicha industria.

El evento tuvo lugar en el Centro Nuclear Dr. Nabor Carrillo Flores. La organización la encabezaron, personal de los Departamentos de Irradiación Gamma y Educación Continua de la Dirección de Servicios Tecnológicos con el apoyo de la Dirección General.

El programa con duración de dos días, abordó temas básicos de la tecnología como la interacción de la radiación con la materia, aplicaciones, aspectos normativos nacionales e internacionales, oportunidades de negocio e indicadores del crecimiento del mercado. Asimismo, resultó destacada la participación de los asistentes al intercambiar experiencias, datos, proyecciones a futuro y posibles colaboraciones con el instituto.

Al finalizar el evento, los participantes resaltaron la necesidad de que este tipo de ejercicios se efectúen periódicamente para mejorar la comunicación, estrechar la vinculación y fortalecer la relación de la industria con el instituto.

Cursos y Talleres relevantes desarrollados en la Central Nucleoeléctrica de Laguna Verde

•Taller "Application of Digital Technologies in the Modernization of Instrumentation and Control Systems at Nuclear Power Plants". Este evento fue auspiciado por el OIEA, al amparo de Proyecto MEX2017 "Reviewing existing Process Monitoring and Other Systems to support the Long Term Operation of the Laguna Verde NPP". Se contó con la participación del oficial técnico del organismo, Janoia Eiler y de los siguientes expertos:

- Gary Johnson: Private Consultant, USA
- Chad Kiger: Analysis and Measurements Services, USA
- Benjamin Beck: Enercon, USA
- Ousama A. Abuyousif: Dynamic Solutions, USA



Participó personal de la central electromecánica y personal del ININ.

#### Programa de Comercialización 2018

El Programa de Comercialización del año 2018 estableció una meta de facturación por 209,000 miles de pesos, por concepto de venta de productos y servicios tecnológicos. Al mes de septiembre se obtuvo una contratación por un total de 223,682.1 miles de pesos, 107.0% del programa anual, de los cuales se facturaron 195,658.5 miles de pesos.

La facturación proyectada a obtener al 30 de noviembre de 2018 es de \$ 225,000 miles de pesos.

#### Actividades de Promoción y Vinculación

- El pasado 10 de octubre, el Presidente de Exxon Mobil Exploración y Producción visitó este Instituto con el objeto de conocer las capacidades tecnológicas disponibles que son susceptibles de aplicar en la industria de petróleo y gas. Se efectuó un recorrido por los laboratorios e instalaciones más relevantes.

- PPG México.- Con esta empresa está en curso un ejercicio de análisis multidisciplinario cuyo objeto es identificar las variables que afectan la adhesión entre capas de pintura de vehículos en las zonas de horneado de la planta automotriz FCA Toluca 1.

b. La identificación de los programas, proyectos, estrategias y aspectos relevantes y/o prioritarios que se consideren deban tener continuidad con la justificación correspondiente

- Continuar informando al Órgano de Gobierno sobre los avances en la modernización de los sistemas e instalaciones asociadas al Reactor Triga Mark III, considerando que es una parte estratégica del Instituto.

- Cumplir en tiempo y forma con las acciones comprometidas en el Programa de Trabajo de Control Interno Institucional para fortalecer al mismo y mantenerse en un proceso de mejora continua.

- Cumplir en tiempo y forma con las acciones comprometidas en el Programa de Trabajo de Administración de Riesgos a fin de que los riesgos estén controlados.

- Cumplir en tiempo y forma con la entrega de la información a la Auditoría Superior de la Federación motivada por la auditoría de desempeño que este ente fiscalizador está realizando al Instituto con relación a la Cuenta Pública 2017.

- Seguir participando en las convocatorias del CONACyT, proponiendo proyectos de investigación de calidad que den respuesta a problemas del país.

La Dirección de Investigación Científica.

1.Desarrollo de una plataforma mexicana para el análisis y diseño de reactores nucleares.

El proyecto aquí expuesto está enfocado a dar un paso muy importante rumbo a la independencia de cálculo y análisis de reactores nucleares con el objetivo de poner a México en el mediano plazo en un nivel internacional competitivo. En este proyecto se está desarrollando, modernizando, mejorando e integrando los códigos y metodologías de cómputo propios en una plataforma integrada mexicana, desarrollada y mantenida por expertos mexicanos para beneficio de las instituciones mexicanas. Este proyecto fortalece de





manera sustancial a las instituciones de investigación y a la vez a las instituciones educativas coadyuvando en la formación de recursos humanos altamente capacitados en el área de análisis y diseño de reactores nucleares.

El proyecto considera el trabajo en equipo entre la mayoría de las instituciones públicas relacionadas con el campo nuclear en México y asimismo apoyados por un grupo de expertos del Instituto Tecnológico de Karlsruhe de Alemania; por lo que representa un proyecto innovador e incluyente. El país siempre ha dependido de herramientas de cálculo comerciales y en su mayoría extranjeras al carecer de las propias validadas. Los desarrollos propios se han quedado en el nivel académico, por lo que la plataforma desarrollada en este proyecto, permite al país contar con una herramienta de cálculo única desarrollada y mantenida por mexicanos y que contribuirá al fortalecimiento científico y tecnológico del país para análisis y diseño de reactores nucleares. De igual forma, el proyecto fomenta la formación de recursos humanos que son los encargados de desarrollar y de mantener en un futuro a la plataforma, por lo que la plataforma enriquecerá no solo el ámbito científico del país sino también el académico pues podrá usarse en los cursos de enseñanza relacionados con reactores nucleares, de tal forma que los alumnos se capaciten para el uso de la plataforma y puedan usarla sin complicaciones cuando se incorporen al campo laboral científico y tecnológico. El éxito del proyecto se consolida con la creación de un grupo de usuarios, conformado por las instituciones integrantes del proyecto (ININ, IPN, UNAM, UAM), así como por la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS), la Central Nuclear Laguna Verde (CNLV), la Secretaría de Energía (SENER), el Instituto Tecnológico de Karlsruhe (KIT), entre otros, que eventualmente serán los encargados de usar las herramientas desarrolladas y retroalimentar al equipo de desarrollo con el objetivo de que los desarrollos cubran las necesidades de la industria y del organismo regulador. Este grupo de usuarios es crucial para la aplicabilidad de la plataforma y representa una innovación muy importante y la unión de los esfuerzos de las instituciones públicas de investigación y educación superior. Finalmente, este proyecto constantemente busca explotar al máximo el trabajo en equipo y la colaboración entre las instituciones participantes.

## 2. Plasmas en la Salud, Medio Ambiente y Materiales

En el Laboratorio de Física de Plasmas, durante los últimos 15 años se han realizado investigaciones de plasmas aplicados en salud, medio ambiente y materiales. El proyecto aquí presentado tiene una aplicación directa en el sector salud en el tratamiento de infecciones en heridas y células cancerosas.

En la actualidad, las aplicaciones del plasma en la medicina están creciendo rápidamente, en especial el plasma no-térmico, que está siendo aplicado en la esterilización de superficies [Vi-2008, We-2012], esterilización de material médico sensible al calor [Ar-2000], tratamiento de tejidos vivos [Ki-2005a, La-2009a], coagulación de la sangre [Fr-2008] y tratamientos de la piel [Fr-2007, Fr-2008]. Sin embargo estos resultados deben de ser analizados biológicamente y discutidos por médicos especializados para su aplicación.

La capacidad del plasma en el tratamiento de células vivas, tejidos y órganos, ha permitido en la última década la investigación y el desarrollo tecnológico en biotecnología, microbiología y medicina. Esta nueva y fascinante línea de estudio presenta numerosos retos tecnológicos y cuestionamientos fundamentales sobre los mecanismos de interacción entre el plasma y los organismos vivos. En particular, las aplicaciones biomédicas de los plasmas, han estado enfocadas principalmente a la esterilización de superficies [St-2004], el tratamiento superficial para controlar la compatibilidad con biomateriales, [Cr-2010] la esterilización y curación de heridas [Mo-2001], coagulación de sangre [Ka-2000], tratamiento de piel [Ki-2007, He-2010], esterilización de material reutilizable sensible al calor [Sh-2010, Ke-2010].

En el campo de la odontología, la preparación de las cavidades dentales a través de medios mecánicos permite la remoción de material dañado. El calentamiento por fricción de la pieza dental y la vibración provocados por el uso del taladro convencional producen un intenso dolor al paciente, además de destruir tejido sano que debe ser removido para asegurar que la cavidad dental esté libre de bacterias. La pieza dental queda estructuralmente más débil y propensa a fracturas. Eva Stoffels [St-2002] propuso en el año 2002 el concepto de un reactor de aguja de plasma adaptado al tratamiento alternativo de las cavidades dentales antes de ser obturadas. La idea cobró gran interés debido a que la aguja de plasma tiene el propósito de inactivar las bacterias de la placa dento-bacteriana y





detener la caries por medio del uso de un micro-plasma frío a presión atmosférica. El tratamiento no provoca ni el calentamiento de la pieza, ni el deterioro de material sano: dos ventajas que, hasta ese momento, sólo el tratamiento por láser podía ofrecer. Se han hecho experimentos en años recientes enfocados a la caracterización del plasma producido en la aguja de plasma, su utilidad para la aniquilación de diferentes bacterias, el tiempo óptimo de tratamiento y los efectos de la temperatura con el cambio en el flujo de gas [St-2006], entre otros, sin que hasta la fecha se cuente con un equipo de aplicación en pacientes directamente en los consultorios.

Con base en lo anterior, en el proyecto aquí expuesto se lleva a cabo la investigación teórica-experimental en el campo de la tecnología médica en la desinfección, cauterización y cicatrización de la piel. En particular, la aplicación de los plasmas en tejido vivo ha tenido un desarrollo considerable en la técnica es conocida en medicina como coagulación por plasma de argón.

Como parte de las aplicaciones de la investigación llevada a cabo en el marco de este proyecto, en marzo de 2017 el Comité de Ética e Investigación en Salud del hospital de especialidades ISSEMyM, aprobó el protocolo médico del proyecto de investigación denominado: "Proceso de cicatrización de heridas quirúrgicas en pacientes sometidos a plastia laparoscópica de hernia inguinal mediante un plasma frío". Derivado de los resultados exitosos del primer protocolo médico, en agosto de 2017, se aprobó el protocolo médico del proyecto de investigación "Cicatrización de heridas crónicas mediante la aplicación de un plasma no-térmico" que se está llevando a cabo.

3. Asimismo, en el área de las ciencias aplicadas se recomienda continuar con los estudios que apoyan al análisis energético del país y con los proyectos de colaboración o apoyo a la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde en los procesos de tecnología de materiales, automatización e instrumentación y el desarrollo de sistemas nucleares.

4. Con respecto a las ciencias ambientales se recomienda dar continuidad a los proyectos que promueven soluciones a problemas nacionales, tales como el aprovechamiento energético y eliminación de contaminantes que coadyuvan al beneficio ambiental del país

5. En cuanto a la investigación científica básica, se recomienda proseguir con los trabajos que proyectan a mediano y largo plazo un desarrollo en la ciencia en México, tales como los desarrollados en el Laboratorio de Física de Plasmas, durante los últimos 15 años en el campo de la salud.

6. Por último, se recomienda continuar con la colaboración establecida con el Organismo Internacional de Energía Atómica de la cual han surgido importantes eventos para el fortalecimiento de los conocimientos nacionales en materia nuclear.

Dirección de Servicios Tecnológicos.

#### COOPERACIÓN TÉCNICA CON EL ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA

Se desarrollan actualmente los siguientes proyectos auspiciados por el OIEA, los cuales se considera deben continuar, con el establecimiento de nuevos proyectos y continuar los vigentes:

- RLA5066 "Incremento de la aplicación comercial de los procesos de irradiación para alimentos utilizando Haces de Electrones/Rayos X en los países de la región América latina y del Caribe". Inicio julio de 2013, término diciembre de 2018.
- MEX1023 "Introducción de la tecnología de irradiación con Haces de Electrones/Rayos X en México". Inicio septiembre de 2015, término julio 2018.
- RLA1013 "Creación de expertise en el uso de la tecnología de la radiación para mejorar el desempeño de la industria, el desarrollo de nuevos materiales y productos, así como reducir el impacto ambiental". Inicio enero de 2015, término septiembre 2019.



•ARCAL 1015 "Armonización de Sistemas Integrados de Gestión y de Procedimientos de Buenas Prácticas en Plantas de Irradiación".  
Inicio diciembre de  
2017, término mayo 2020.

#### PROYECTO ELITE – ININ "PLANTA DE IRRADIACIÓN CON HAZ DE ELECTRONES"

El proyecto ELITE tiene como objetivo la construcción de una nueva planta de irradiación industrial basada en un acelerador de haz de electrones para prestar servicios a la industria y para realizar investigación, innovación y desarrollo en este campo, conjuntamente con la formación de personal especializado. La capacidad nominal anual de planta será de 250,000 m<sup>3</sup> de materiales médico desechables y estará ubicada en el Centro Nuclear "Dr. Nabor Carrillo Flores", Ocoyoacac, Estado de México. El diseño conceptual del proyecto ELITE inició en febrero de 2013, el ININ explora opciones para conseguir recursos financieros a fin de iniciar la asignación de contratos para su construcción.

#### 1.JUSTIFICACION

El proyecto "Electrones Limpios Tecnología Ecológica" (ELITE) se justifica con base en diversos elementos identificados por el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), de los cuales sobresalen los siguientes:

1.1.La demanda de servicios de irradiación ha crecido sustancialmente en los últimos años, al grado tal que la Planta de Irradiación Gamma del ININ, desde 2014,  
opera a su máxima capacidad, con una actividad cercana a 1 millón de curies.

1.2.Los productos a procesar de mayor crecimiento en la demanda de servicios de esterilización son dispositivos médicos como:  
sondas, catéteres, bolsas para  
sangre, ropa de quirófano, entre otros.

1.3.El uso persistente del óxido de etileno como alternativa para la esterilización de productos médico-desechables tiene desventajas. Se sabe que genera  
compuestos químicos carcinógenos: el etilenglicol y el etilcloramina. La tecnología basada en acelerador de haz de electrones es una opción que tiene el  
potencial de disuadir el uso del óxido de etileno para esterilización.

1.4.Por otra parte, se continúa utilizando indiscriminadamente el bromuro de metilo y otros compuestos químicos en tratamientos fitosanitarios de alimentos  
frescos y que, conforme al Protocolo de Montreal, continúan en la etapa de prohibición debido a que influyen en el agotamiento de la capa de ozono.

1.5.La instalación de un acelerador de alta energía para aplicaciones industriales, propiciará un cambio tecnológico necesario para respaldar con mejores  
resultados la esterilización de productos del sector salud y la inocuidad de los productos alimentarios que tanto requiere nuestro país. Asimismo, llenará un  
vacío que obstaculiza el desarrollo de nuevos materiales y nuevas aplicaciones que hasta ahora no es posible obtener.

Cabe agregar que, es responsabilidad del ININ, conforme a la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear, la promoción de los usos pacíficos de la energía nuclear que incluye realizar y fomentar la innovación, transferencia, adaptación y asimilación de tecnologías nucleares vinculándolas al desarrollo social, económico, científico y tecnológico del país, acorde con las



políticas nacionales y sus programas derivados.

En este contexto, el ININ considera pertinente presentar este proyecto a las Secretarías de Energía y Hacienda y Crédito Público, con el fin de obtener los recursos financieros necesarios para su oportuna ejecución, y de esta forma: capitalizar la experiencia y conocimientos acumulados que se han derivado de la operación continua de la Planta de Irradiación Gamma ubicada en el Centro Nuclear; la cual contribuye a la generación de recursos propios del ININ y fortalece su posicionamiento estratégico como una unidad de resultados importante para beneficio de la sociedad.

## 2.OBJETIVOS

### 2.1. General

Instalar una planta industrial para esterilizar materiales, productos médico-desechables y alimentos utilizando irradiación con un acelerador de electrones de alta energía.

### 2.2. Especificos

- Contribuir a la transferencia y aprovechamiento del conocimiento vinculando a las instituciones de educación superior y los centros de investigación con los sectores público, social y privado.
- Contribuir al fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica del país.
- Cumplir con los ordenamientos de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear, en cuanto a la promoción de los usos pacíficos de la energía nuclear.

## 3.ALCANCE

Atender a nivel nacional e internacional la demanda de servicios de esterilización de productos y equipos médicos desechables mediante la irradiación con un acelerador de electrones de alta energía.

## 4. RELEVANCIA NACIONAL

Existen diversas fuentes de información que permiten inferir que en los próximos años aumentará la demanda del servicio de esterilización principalmente en los sectores salud y alimentario. A continuación se presenta la información al respecto.

### 4.1. Situación del sector salud

En el caso de sector salud, el Programa Sectorial de Salud 2013-2018 (PROSALUD) establece que la población de México está viviendo más y con mejores condiciones de salud, y que los avances en el estado de salud de la población se deben en buena medida a las mejores condiciones en que las personas nacen, crecen, viven, trabajan y envejecen.

Los progresos en la educación, el nivel de ingreso, la alimentación, las condiciones de la vivienda y del empleo y de la infraestructura pública — agua potable, drenaje, luz eléctrica así como la mejora en el acceso a servicios de salud y la disponibilidad de nuevas tecnologías al alcance de una mayor población, han propiciado una vida más saludable, consecuentemente se ha incrementado el promedio de vida de los mexicanos.

Los métodos de esterilización enfocados al procesamiento de grandes volúmenes de dispositivos médicos como el óxido de etileno se han utilizado de forma consistente. Se reconoce como agente esterilizante químico en casi todas las farmacopeas y legislaciones de países desarrollados. Su uso como esterilizante frío es idóneo para los instrumentos y dispositivos. Sin embargo, la esterilización por óxido de etileno se ha visto afectada en los últimos años por una serie de factores que han incidido profundamente en su uso, entre los que destacan:

- Normativas internacionales más estrictas sobre la protección de los trabajadores expuestos a sustancias tóxicas y carcinogénicas.
- Normativas internacionales sobre medio ambiente. En muchos países puede ser ilegal verter óxido de etileno al ambiente.
- Normativa sobre residuos de óxido de etileno en productos procesados con este compuesto.

Como se describirá más adelante, la esterilización por irradiación basada en aceleradores de haz de electrones es una alternativa que puede hacer frente al método con óxido de etileno con la ventaja de que se pueden lograr altas tasas de procesamiento.

#### 4.2. Situación del sector agroalimentario y ambiental

El proyecto ELITE-ININ considera el funcionamiento de una línea de irradiación para dispositivos médico-desechables y una cantidad marginal de alimentos frescos y deshidratados, además realizar proyectos de investigación, posteriormente, se instalaría una segunda línea para irradiar alimentos frescos en una mayor cantidad. Técnicamente esto es posible lograr con un acelerador toroidal.

Dada la relevancia del sector alimentario en nuestro país y su posición en el mundo, a continuación se presentan extractos del Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario, Pesquero y Alimentario 2013-2018 (PROSAGARPA) que influyen indirectamente en el proyecto.

Los países en desarrollo han jugado en los últimos años un papel fundamental en el aumento global de la demanda de alimentos. El incremento en el ingreso promedio de la población mundial y la reducción de la pobreza han provocado que la demanda de alimentos en el mundo se eleve. A la vez, se observan cambios en la composición de las dietas, a las que se incorpora cada vez más diferentes tipos de proteínas de origen animal, frutas, vegetales y alimentos procesados de alto valor agregado.

En el 2050, la población mundial será de 9,300 millones de personas. La FAO estima que la demanda mundial de alimentos aumentará 60%. Para ese año la población en México crecerá 34 millones, para alcanzar un total de 151 millones de personas.

El crecimiento sostenido de algunos países en desarrollo como Brasil, China e India impone retos y oportunidades en el ámbito mundial para el desarrollo del sector agroalimentario. El Fondo Monetario Internacional estima un crecimiento de la economía mundial de 3.8% promedio anual para los próximos seis años, con diferencias importantes entre los grupos de países; 5.2% para los mercados emergentes y 2.2% para las economías avanzadas, lo que incidirá en aumentos en el consumo y comercio de alimentos a escala global.

Esta tendencia representa una gran oportunidad para México, que podría tomar un papel protagónico en el abastecimiento de la demanda mundial de alimentos.

Sin embargo, la tierra cultivable tanto en el mundo como en México es limitada. Es necesario enfrentar el cambio climático que se traduce en fenómenos meteorológicos extremos que afectan la producción de alimentos. En este contexto, el gran desafío global es el incremento de la producción alimentaria a través de mayor productividad en conjunción con mejores métodos de conservación de los mismos, incluyendo la reducción en las pérdidas de alimentos por acción de microorganismos (bacterias, hongos) y plagas.



De acuerdo al PROSAGARPA, la forma de producir alimentos está cambiando; la innovación tecnológica, la infraestructura, el ordenamiento en las actividades productivas, las prácticas sustentables y la gestión de riesgos en las actividades primarias, son los principales instrumentos de política pública para lograr una mayor resiliencia en el sector.

Por otro lado, la seguridad alimentaria es un concepto que ha ido evolucionando a lo largo del tiempo. En los años setenta, se identificaba con el manejo de los inventarios de alimentos. En los años ochenta, el concepto se concentraba más en la autosuficiencia y es hasta la década de los noventa cuando se reconoce que el problema no se debe reducir exclusivamente a la disponibilidad de alimentos.

#### ALIANZAS ESTRATÉGICAS DEL ININ

El ININ se debe mantener en una búsqueda constante de alianzas estratégicas que fortalezcan su crecimiento e incrementen su cobertura para ampliar el impacto en la sociedad. Un ejemplo de ello es la alianza formalizada a finales del 2015.

#### ALIANZA ININ – IBA MOLECULAR

Esta alianza en el campo de radiofármacos y núcleo equipos ha brindado resultados relevantes como:

El ININ produciendo un mayor número de unidades de su portafolio que nuevos e innovadores productos, con lo que la sociedad mexicana se beneficia.

Los índices de productividad de la Planta de Producción de Radiofármacos han mejorado sustancialmente, lo que se refleja en un aumento significativo en la obtención de recursos propios por la comercialización de radiofármacos y núcleo equipos, resultado que está alineado a lo que establece la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear:

ART. 43.- Para el cumplimiento de su objeto el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares tendrá las siguientes atribuciones:

IV.- Realizar actividades de investigación y desarrollo relativas a las aplicaciones y aprovechamiento de sistemas nucleares y materiales radiactivos para usos no energéticos requeridos por el desarrollo nacional. Además, promoverá las aplicaciones de las radiaciones y los radioisótopos en sus diversos campos;

#### LABORATORIO PARA LA MEDICIÓN EN LÍNEA DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES EN FUENTES FIJAS (LAPEM-PST)

Con el apoyo del fondo sectorial para investigación y desarrollo tecnológico en energía se emitió la Convocatoria CFE-CONACYT-2015-C11 con la demanda específica No. 2 "Desarrollo tecnológico de un laboratorio portátil para la medición en línea de las emisiones de partículas suspendidas totales en fuentes fijas (LAPEM-PST)", mismo que se aprobó con el número de proyecto 265794 y que contempla un recurso para su desarrollo y ejecución por \$15'945,625.00 M.N.

Este proyecto comprende la realización de estudios y pruebas necesarias para lograr el diseño y construcción de un laboratorio portátil que se pueda montar y desmontar, y trasladar a cualquier fuente fija o chimenea, en donde sea necesaria la medición de Partículas Sólidas Suspendidas (PST) en línea. Para la calibración del sistema, se deberá de hacer uso de la medición isocinética tal como lo determina la Norma Mexicana de referencia NMX-AA-010-SCFI-2001. El desarrollo debe ser tal que permita la medición en línea (obtener datos al menos cada minuto) de la concentración de PST en mg/m<sup>3</sup> para un rango de partículas de 0 a 1000 mg/m<sup>3</sup>, los datos



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE CONCLUSIÓN  
DE LA ADMINISTRACIÓN 2012-2018



recabados se deberán transmitir al control del proceso de combustión para la toma de decisión y mejora.

Se contempla que dicho proyecto se lleve a cabo en tres etapas, cada una de éstas con una duración de un año. El inicio formal se dio el pasado 26 de abril de 2017.

PROYECTO: J0008 "ENHANCING COMPUTER SECURITY INCIDENT RESPONSE AND PLANNING AT NUCLEAR FACILITIES"

CONTRATO DE INVESTIGACIÓN: CYBERSECURITY FOR THE REACTOR TRIGA MARK III MÉXICO (#20857)

Este proyecto está financiado por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). Su resultado aportará los controles necesarios de ciber seguridad en hardware y software para asegurar los activos informáticos de la instalación nuclear con el fin de minimizar amenazas y reducir la explotación de vulnerabilidades que pudieran comprometer dicha instalación.

Los objetivos particulares del proyecto son:

- Construir infraestructura de comunicaciones exclusiva para el reactor y sus instalaciones asociadas.
- Establecer un laboratorio de prueba de dispositivos informáticos y de instrumentación de control.
- Establecer las políticas y los controles de ciberseguridad de hardware y software para los activos informáticos críticos del reactor, dispositivos I&C y la red de sondas de detección de radiación.
- Establecer los controles necesarios para el manejo e intercambio de la información generada desde la consola de operación del reactor, las instalaciones asociadas, los sistemas de detección radiológica y sistemas de control de seguridad física.
- Fortalecer las políticas y controles ciberseguridad para asegurar el funcionamiento de la estación de control de alarmas (CAS) de la instalación.

Se espera que este proyecto continúe en el 2019 con nuevas etapas debido a la importancia que merece, bajo la supervisión, asesoría y apoyo en el financiamiento por parte del OIEA.

La Gerencia de Gerencia e Calidad.

1. Certificación ISO 9001: 2008 del Sistema de Gestión de Calidad.

El Instituto mantiene vigente la Certificación del Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001: 2008, emitida por el Organismo Nacional de Certificación Corporativo Calidad Mexicana Certificada, CALMECAC, conforme al Reg. No. 10-730-083 con vigencia 01/10/2015 al 15/09/2018:

Con el siguiente Alcance:

Servicios de Irradiación Gamma para la Industria Química y Alimentaria, Productos Médicos y Cosméticos; Investigación y Producción de Radiofármacos y Radisótopos para el Sector Salud y la Industria; la Investigación, Desarrollo y Procesamiento de Tejidos Biológicos Radioesterilizados, Operación del Reactor Triga Mark III, así como el proceso de Contratación, Remisionado, Facturación y Cobranza de bienes y servicios.



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE CONCLUSIÓN  
DE LA ADMINISTRACIÓN 2012-2018



2. Certificación ISO 29990:2010 del Centro Regional de Entrenamiento en Ciencias y Tecnologías Nucleares.

Como parte del Convenio de trabajo firmado entre el World Institute for Nuclear Security (WINS) y la Secretaría de Energía (SENER); con la contribución del Departamento Canadiense de Asuntos Exteriores, Comercio y Desarrollo, se creó el "Centro Regional de Entrenamiento en Ciencias y Tecnologías Nucleares", que obtuvo la Certificación ISO 29990: 2010 emitida por los siguientes Organismos Internacionales de Certificación:

LSQA, S.A. Uruguay, Reg. No. SGE1/01, con vigencia 08/05/2018 al 08/05/2021.

Quality Austria, Reg. No. 00050/0, con vigencia 04/06/2018 al 03/06/2021.

IQNet, Reg. No. 00050/0, con vigencia 04/06/2018 al 03/06/2021.

Con el siguiente Alcance:

Proveedor de servicios de aprendizaje para la educación y entrenamiento no formal.

3. Acreditaciones ISO/IEC 17020 Y 17025, ante la Entidad Mexicana de Acreditación, S.C. (ema).

Las Unidades y Laboratorios que cuentan con Acreditaciones vigentes de Métodos y Magnitudes, emitidas por la Entidad mexicana de Acreditación "ema", conforme a las normas ISO/IEC 17020:2012 e ISO/IEC 17025:2005 son:

a) Unidad de Verificación en Auditoría Ambiental.

b) Laboratorio de Metrología Eléctrica.

Están en proceso de Acreditación los siguientes Laboratorios de Investigación de la Gerencia de Tecnología Nuclear:

a) Laboratorio Nacional de Investigaciones en Forense Nuclear (LANAFONU) y el

b) Laboratorio de Análisis por Activación Neutrónica.

4. Aprobación del Sistema de Gestión de Calidad por el Sistema Interamericano de Metrología (SIM)

El Instituto cuenta con la Aprobación del Sistema de Gestión de Calidad del ININ, aplicado a los Laboratorios Secundario de Calibración Dosimétrica y de Patrones Radiactivos, ante el QSTF del Sistema Interamericano de Metrología "SIM", para Capacidades de Medida de Calibración declaradas ante dicho Sistema.

5. Principales instalaciones nucleares y radiactivas que aplican el Sistema de Gestión de Calidad por requisitos de licenciamiento o permisos emitidos por la

Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS) y la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS):

a) Planta de Irradiación Gamma (CNSNS y COFEPRIS).

b) Planta de Producción de Radiofármacos (CNSNS y COFEPRIS).

c) Reactor Triga Mark III (CNSNS).

JUSTIFICACIÓN:





Asegurar el cumplimiento de las regulaciones nacionales de las Instalaciones nucleares y radiactivas, así como de los Laboratorios del Instituto, garantizando la operación de los mismos durante la producción y/o prestación de servicios, comprometidos con los organismos reguladores nacionales y clientes externos; apoyando la captación de ingresos propios y coadyuvando al logro del objeto legal del Instituto.

#### GERENCIA DE GARANTÍA DE CALIDAD

Identificación de los programas, proyectos, estrategias y aspectos relevantes y/o prioritarios que se consideren deban tener continuidad y su justificación.

##### 1. Certificación ISO 29990:2010 del Centro Regional de Entrenamiento en Ciencias y Tecnologías Nucleares.

Como parte del Convenio de trabajo firmado entre el World Institute for Nuclear Security (WINS) y la Secretaría de Energía (SENER); con la contribución del Departamento Canadiense de Asuntos Exteriores, Comercio y Desarrollo, en 2017 se creó el "Centro Regional de Entrenamiento en Ciencias y Tecnologías Nucleares", que obtuvo en Junio de 2018 la Certificación ISO 29990: 2010 como "Proveedor de servicios de aprendizaje para la educación y entrenamiento no formal"; emitida por los siguientes Organismos Internacionales de Certificación:

LSQA, S.A. Uruguay: Reg. No. SGE1/01, con vigencia 08/05/2018 al 08/05/2021.

Quality Austria: Reg. No. 00050/0, con vigencia 04/06/2018 al 03/06/2021.

IQNet, Europa: Reg. No. 00050/0, con vigencia 04/06/2018 al 03/06/2021.

Actualmente está en proceso de revisión la segunda etapa 2019-2020 del Convenio de colaboración WINS-SENER, el cual considera atender las Auditorías de Mantenimiento de LSQA, S.A. en mayo de 2019 y mayo de 2020, para conservar vigente la actual Certificación ISO 29990 del "Centro Regional de Entrenamiento en Ciencias y Tecnologías Nucleares" del ININ.

##### 2. Certificación ISO 9001: 2008 del Sistema de Gestión de Calidad.

La Certificación del Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001: 2008, emitida por el Organismo Nacional de Certificación Corporativo Calidad Mexicana Certificada, CALMECAC, conforme al Reg. No. 10-730-083, venció el 15/09/2018, que tenía el siguiente:

Alcance.

Servicios de Irradiación Gamma para la Industria Química y Alimentaria, Productos Médicos y Cosméticos; Investigación y Producción de Radiofármacos y Radisótopos para el Sector Salud y la Industria; la Investigación, Desarrollo y Procesamiento de Tejidos Biológicos Radioesterilizados, Operación del Reactor Triga Mark III, así como el proceso de Contratación, Remisionado, Facturación y Cobranza de bienes y servicios.

La Norma ISO 9001: 2008, terminó en septiembre de 2018; por ello, el Instituto tiene previsto actualizar La Certificación del Sistema de Gestión de Calidad del Instituto, conforme a la nueva Norma ISO 9001: 2015 en la misma Auditoría de Mantenimiento de la Certificación ISO 29990: 2010, con el Organismo de certificación LSQA, S.A., solicitándola como Auditoría de Sistemas Integrados para ambas certificaciones.

##### 3. Acreditaciones ISO/IEC 17020 Y 17025, ante la Entidad Mexicana de Acreditación, S.C. (ema).

Las Unidades y Laboratorios que cuentan con Acreditaciones vigentes de Métodos y Magnitudes, emitidas por la Entidad mexicana de Acreditación "ema", conforme a las normas ISO/IEC 17020:2012 e ISO/IEC 17025:2005 son:

a) Unidad de Verificación en Auditoría Ambiental.



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE CONCLUSIÓN  
DE LA ADMINISTRACIÓN 2012-2018



b) Laboratorio de Metrología Eléctrica.

Adicionalmente está en proceso de Acreditación el Laboratorio Nacional de Investigaciones en Forense Nuclear (LANAFONU), para las técnicas de Espectrometría de masas (ICP), Cromatografía de líquidos y Fluorescencia de RX.

#### 4. Aprobación del Sistema de Gestión de Calidad por el Sistema Interamericano de Metrología (SIM)

El Instituto cuenta con la Aprobación del Sistema de Gestión de Calidad del ININ, aplicado a los Laboratorios Secundario de Calibración Dosimétrica y de Patrones Radiactivos, ante el QSTF del SIM.

En la Asamblea General anual del SIM realizada del 24 al 29/09/2018, se presentó el Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) que soporta las Capacidades de Medida de Calibración (CMC); manteniendo la aprobación del SGC del Instituto por parte del SIM, así como la ampliación de la aprobación de 6 a 14 CMC de Dosimetría y se manteniendo las 45 CMC que se publicarán en la página web del Buró Internacional de Pesas y Medidas.

5. Principales instalaciones nucleares y radiactivas que se requieren el Sistema de Gestión de Calidad por requisitos de licenciamiento o permisos emitidos por la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS) y la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS):

- a) Reactor Triga Mark III (CNSNS)
- b) Planta Piloto de Fabricación de Combustibles (En Trámite de cese de operaciones con la CNSNS)
- c) Planta de Irradiación Gamma (CNSNS y COFEPRIS)
- d) Planta de Producción de Radiofármacos (CNSNS y COFEPRIS).

6. Calificaciones del ININ para la prestación de Servicios Científicos y Tecnológicos a la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde (CLV) de la Comisión Federal de electricidad:

El Instituto ha prestado Servicios Científicos y Tecnológicos a la CLV durante los últimos 40 años; actualmente el ININ está incluido en la Lista de proveedores calificados para:

- Servicios de ingeniería para calificación de equipo sísmica y ambiental".
- Calibración con alcance para "Detectores de Radiación Ionizante (Neutrónica)".
- Servicios de dosimetría y calibración de equipo de medición de radiaciones ionizantes (Neutrónica)

Y están en proceso de renovación otras calificaciones que ya se tenían en noviembre de 2016.

#### JUSTIFICACIÓN:

Asegurar el cumplimiento de las regulaciones nacionales de las Instalaciones nucleares y radiactivas, así como de los Laboratorios del Instituto, garantizando la operación de los mismos durante la producción y/o prestación de servicios, comprometidos con los organismos reguladores nacionales y clientes externos; apoyando la captación de ingresos propios y coadyuvando al logro del objeto legal del Instituto.

Se considera importante continuar la prestación de Servicios Científicos y Tecnológicos a la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde (CLV), ya que el Instituto cuenta con Personal calificado, Métodos documentados e Instalaciones en muchos casos únicas en el país, con diversas aplicaciones relacionadas con la seguridad para la operación de la CLV.

DIRECCIÓN DE SERVICIOS TECNOLÓGICOS



#### Proyectos Conacyt

•Proyecto CONACYT No. 265794.- Desarrollo tecnológico de un "Laboratorio portátil para la medición en línea de las emisiones de partículas suspendidas totales en fuentes fijas", estará integrado por un equipo de medición en línea de partículas suspendidas totales (PST) y una unidad móvil implementada en un remolque.

El equipo portátil para la medición en línea de las emisiones de PST que se acoplará a la chimenea mediante una toma de 4", basa su funcionamiento en el principio de atenuación de radiación ionizante. Dicho equipo es una unidad separada que transfiere los datos (lecturas) a la unidad móvil por medio de comunicación alámbrica o inalámbrica, su diseño considera poco mantenimiento, robusto y con las características apropiadas para trabajar en ambientes agresivos.

La unidad móvil estará montada en un remolque de diseño especial y en su interior se encontrarán todos los equipos de medición necesarios, así como, el sistema de adquisición de datos.

Este desarrollo tecnológico se convertirá en una importante herramienta para la toma de decisiones de LAPEM, en la evaluación del desempeño y la mejora de la eficiencia de centrales de generación termoeléctrica.

#### Proyecto ELITE ININ

El proyecto Planta de Haz de Electrones consiste en la concepción, diseño, construcción y puesta en marcha de una planta de irradiación industrial basada en un acelerador de haz de electrones para procesar dispositivos médicos desechables y alimentos con capacidad anual de procesamiento de 216,000 m<sup>3</sup> de materiales con densidades aparentes de hasta 0.2 g/cm<sup>3</sup> ó 250,000 Tons. en el caso de procesar fruta fresca, ubicada en el Centro Nuclear "Dr. Nabor Carrillo Flores".

#### Proyecto WINS 2019-2020

Desarrollar el Centro Regional de Entrenamiento en Ciencias y Tecnologías Nucleares en México y en la región de América Central en la Gestión de la Seguridad Nuclear con servicios de aprendizaje certificados (ISO 29990) y evaluando al personal en línea con una plataforma Autorizada.

Mantenimiento de certificación ISO 29990 de Curso de "Seguridad Nuclear"

Mantener la Certificación ISO 29990 en los cursos de Seguridad Física Nuclear

Mantenimiento de la sala de evaluaciones PEARSON

Mantener la Certificación de la sala de evaluaciones PEARSON para evaluar en línea a los participantes regionales en los cursos de Seguridad Física Nuclear

#### DIRECCION DE INVESTIGACION TECNOLOGICA

##### 1.Laboratorio Nacional de Investigación y Desarrollo de Radiofármacos

Se recomienda que el LANIDER continúe sometiendo propuestas a la convocatoria del Laboratorios Nacionales del CONACYT en su fase de consolidación para los años siguientes, con la finalidad de continuar con las mejoras que se requieren en la Planta de Producción de Radiofármacos del LANIDER y de esta manera cumplir con lo indicado la normatividad de Buenas Prácticas de Fabricación y en caso de alguna visita de inspección por parte de la Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) no se realicen prevenciones al Certificado con el que se actualmente. Es recomendable continuar con la mejora continua



del LANIDER, debido a que es una instalación prominente del instituto y se encuentra dedicada a la investigación y producción de radiofármacos diagnósticos (SPECT) y terapéuticos, cuya producción cubre aproximadamente 70% de la demanda nacional, además de ser uno de los principales generadores de ingresos para el Instituto, por la venta de radiofármacos.

Gestionar y dar seguimiento a la adquisición de radioquímicos y materia prima (reactivo y péptido) para la producción de radiofármacos, ante Gerencia de Recursos Materiales, con el objetivo de cumplir los compromisos institucionales del suministro de éstos.

Dar seguimiento a la instalación de celdas de dilución, dosificación y producción de Generadores de Mo-99/Tc-99m, con el apoyo de la Gerencia de Ingeniería y la Gerencia de Recursos Materiales, con la finalidad de cumplir con los compromisos establecidos con CONACyT, a través del LANIDER.

Dar seguimiento a la adecuación del Laboratorio de Control de Calidad de radiofármacos, con el apoyo de la Gerencia de Ingeniería y la Gerencia de Recursos Materiales, con la finalidad de cumplir con los compromisos establecidos con CONACyT, a través del LANIDER,

Gestionar, instalar y poner en servicio el sistema para la preparación de capsulas orales con I-131, con el objeto de reducir los riesgos radiológicos del personal en el sector salud.

#### 2.Laboratorio de Control de Calidad y Protección Radiológica en Imagenología

Asegurar el mantenimiento de la instalación y los equipos así como su calibración y búsqueda de apoyo ante organismos internacionales como el OIEA, OPS y OMS.

Montaje y puesta en marcha de los diferentes equipos de radiología diagnóstica que se han donado al LACCPRIM por parte de las distintas unidades hospitalarias de PEMEX, INER, Cruz Roja, ISSSTE y el OIEA.

Establecer al LACCPRIM como un centro colaborador ante el OIEA para proporcionar capacitación a usuarios nacionales y de Latinoamérica en Control de Calidad y Protección Radiológica en Radiología Diagnóstica e intervencionismo.

Dar seguimiento a la adquisición de una nueva fuente de neutrones, ante la Gerencia de Recursos Materiales, con el objetivo de contar con esta herramienta necesaria para la calibración de equipos medidores de neutrones que se utilizan en diferentes actividades productivas en el país.

#### 3.Laboratorio Nacional de Investigación en Forense Nuclear (LANAFONU)

Se recomienda su continuación debido a que el LANAFONU, es el único laboratorio con la capacidad de apoyar en cuestiones de seguridad nacional donde se encuentre involucrado material nuclear o radiactivo (tráfico ilícito), además de ser designado como laboratorio de referencia para la región.

Dar seguimiento en la etapa final de remodelación y proceso acreditación, ante la entidad mexicana de acreditación (ema).

#### 4.DEPARTAMENTO DE DESECHOS RADIATIVOS

Puesto que en el país no existe otra entidad que cuente con la experiencia técnica, operativa e infraestructura para llevar a cabo la gestión segura de los desechos radiactivos generados en aplicaciones no energéticas, se vuelve indispensable continuar con las actividades del departamento, lo anterior permite prevenir y mantener la seguridad radiológica del personal y proteger la salud de la población y el ambiente de la liberación accidental o intencional de material radiactivo debido al manejo inadecuado de los desechos radiactivos. Finalmente es fundamental asignar mayor presupuesto para mejorar estos procesos y actividades.



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE CONCLUSIÓN  
DE LA ADMINISTRACIÓN 2012-2018



Búsqueda de alternativas de disposición final de las góndolas con jales de uranio NORM. Se tienen en el ININ 14 góndolas con jales de uranio, sus productos de decaimiento y Cs-137.

Continuar con la vigilancia de las condiciones del contenedor con 2 toneladas de UF<sub>6</sub>, el cual es un remanente de las actividades de investigación de la década de los 70's.

Dar seguimiento a la construcción de la celda caliente en la nueva área de la planta de tratamiento de desechos radiactivos.

Dar seguimiento a la construcción del prototipo para incinerar desechos radiactivos. La meta de este año es probar temperaturas de operación, y en función de los resultados se requiere definir su viabilidad.

Repatriación de fuentes radiactivas de desecho a los EUA. A principios de 2019 las fuentes radiactivas de origen de los EUA serán repatriadas, por lo que es necesario continuar la coordinación y apoyo con el Departamento de Energía de los Estados Unidos de Norte América, para realizar los trabajos de re encapsulamiento, trasvase, licenciamiento y transporte.

#### 5. Evaluación de Proyectos de Investigación e Infraestructura

Se recomienda la continuidad de la evaluación anual de los proyectos de Investigación e infraestructura con la finalidad de determinar su viabilidad y continuación para el año inmediato siguiente, así como de contar con los elementos adicionales que permitan la selección y aprobación de los mismos; y de esta manera asegurar que los proyectos de investigación que se realizan sean acordes a las funciones sustantivas del ININ; así como en materia nuclear y disciplinas afines que contribuyan al avance de las ciencias y desarrollo del país

#### c. Las recomendaciones o propuestas de políticas y estrategias que contribuyan a su seguimiento

El ININ es el referente nacional de mayor número de capacidades tecnológicas para la prestación de servicios o la producción de productos relacionados con las aplicaciones pacíficas en Energía Nuclear, por lo cual la entidad debe de seguir participando en las convocatorias del CONACyT, proponiendo proyectos de investigación de calidad que den respuesta a problemas del país.

El ININ es el referente nacional de mayor número de capacidades tecnológicas para la prestación de servicios o la producción de productos relacionados con las aplicaciones pacíficas en Energía Nuclear, por lo cual la entidad debe de seguir participando en las convocatorias del CONACyT, proponiendo proyectos de investigación de calidad que den respuesta a problemas del país.

La Gerencia de Garantía de Calidad, recomienda, contratar a un Organismo nacional o internacional de Certificación acreditado y que sea signatario del "IAF", para que realice en marzo de 2019, una Auditoría de Certificación de Sistemas Integrados, con el siguiente Alcance: "Migración de la Certificación ISO 9001:2008 a ISO 9001:2015, así como el Mantenimiento de la Certificación ISO 29990" ambas referidas en el Numeral 9 del cronograma.

Asimismo, se recomienda mantener las Licencias, Permisos, Acreditaciones y Aprobaciones indicadas también en el numeral 9, para asegurar el cumplimiento de las regulaciones nacionales de las Instalaciones nucleares y radiactivas, así como de los Laboratorios del Instituto, para garantizar su operación y apoyar la captación de ingresos propios y coadyuvar al logro del objeto legal del Instituto.

El ININ es el referente nacional de mayor número de capacidades tecnológicas para la prestación de servicios o la producción de productos relacionados con las aplicaciones pacíficas en Energía Nuclear, por lo cual la entidad debe de seguir participando en las



**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES**  
**INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE CONCLUSIÓN**  
**DE LA ADMINISTRACIÓN 2012-2018**



convocatorias del CONACYT y OIEA proponiendo proyectos de investigación y desarrollo tecnológico de calidad que den respuesta a problemas del país.

La Gerencia de Garantía de Calidad, recomienda, Gestionar mediante el Convenio de colaboración WINS-SENER 2019 – 2020, la contratación del Organismo internacional de Certificación LSQA, S.A. acreditado y signatario del "IAF", para que realice en mayo de 2019, una Auditoría de Certificación de Sistemas Integrados, para la Certificación ISO 9001:2015, así como el Mantenimiento de la Certificación ISO 29990" ambas referidas en el Numeral 9 del cronograma.

Mantener las Licencias, Permisos, Acreditaciones y Aprobaciones indicadas también en el numeral 9, para asegurar el cumplimiento de las regulaciones nacionales, aplicables a Instalaciones nucleares y radiactivas, así como de los Laboratorios del Instituto, para garantizar su operación y apoyar entre otros a la captación de ingresos propios y el logro de las atribuciones legales del Instituto.

Se considera importante continuar la prestación de Servicios Científicos y Tecnológicos a la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde (CLV), ya que el Instituto cuenta con Personal calificado, Métodos documentados e Instalaciones en muchos casos únicas en el país, con diversas aplicaciones relacionadas con la seguridad para la operación de la CLV.

Continuar y generar Convenios de colaboración y/o vinculación con Instituciones nacionales e internacionales.

#### **IV. Los Recursos presupuestarios y financieros, humanos y materiales**

##### **Recursos presupuestarios y financieros**

a) Los recursos financieros, ingresos y egresos autorizados y ejercidos

CUENTA DE LA HACIENDA PÚBLICA FEDERAL DE 2012 A 2017  
ESTADOS PRESUPUESTALES

(cifras en miles de pesos)

2012

Ingresos autorizados: propios \$213,933.8; transferencias del gobierno federal \$513,479.4; total \$727,413.2.

Ingresos ejercidos: propios \$197,003.4; transferencias del gobierno federal \$517,030.2; total \$714,033.6

Egresos autorizados: \$727,413.2.

Egresos ejercidos: \$711,111.7.

2013

Ingresos autorizados: propios \$204,393.7; transferencias del gobierno federal \$554,646.1; total \$759,039.8.

Ingresos ejercidos: propios \$190,619.9; transferencias del gobierno federal \$556,550.6; total \$747,170.5

Egresos autorizados: \$759,039.8.

Egresos ejercidos: \$745,119.3

2014

Ingresos autorizados: propios \$222,837.7; transferencias del gobierno federal \$574,256.4; total \$797,094.1.

Ingresos ejercidos: propios \$197,588.3; transferencias del gobierno federal \$580,333.8; total \$777,922.1

Egresos autorizados: \$797,094.1.

Egresos ejercidos: \$716,018.8.

2015

Ingresos autorizados: propios \$215,579.1; transferencias del gobierno federal \$565,898.9; total \$781,478.0

Ingresos ejercidos: propios \$189,232.0; transferencias del gobierno federal \$582,346.7; total \$771,578.7



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE CONCLUSIÓN  
DE LA ADMINISTRACIÓN 2012-2018



Egresos autorizados: \$781,478.0.

Egresos ejercidos: \$760,876.1.

2016

Ingresos autorizados: propios \$245,155.8; transferencias del gobierno federal \$525,128.5; total \$770,284.3

Ingresos ejercidos: propios \$240,611.7; transferencias del gobierno federal \$555,470.9; total \$796,082.6

Egresos autorizados: \$770,284.3.

Egresos ejercidos: \$809,771.9.

2017

Ingresos autorizados: propios \$261,592.1; transferencias del gobierno federal \$544,541.0; total \$806,133.1

Ingresos ejercidos: propios \$220,576.0; transferencias del gobierno federal \$553,546.0; total \$774,122.0

Egresos autorizados: \$806,133.1.

Egresos ejercidos: \$800,109.2.

ESTADOS PRESUPUESTALES (Cifras en miles de Pesos)

Ingresos autorizados 2018 (modificado II): propios \$308,457.4; transferencias del gobierno federal \$558,567.1; total \$867,024.5

Ingresos programados Ene-Jun 2018: propios \$122,063.3; transferencias del gobierno federal \$230,526.4; total \$352,589.7

Ingresos ejercidos Ene-Jun 2018: propios \$128,552.1; transferencias del gobierno federal \$230,526.4; total \$359,078.5

Egresos autorizados 2018 (modificado II): \$867,024.5

Egresos programados Ene-Jun 2018: \$377,573.0

Egresos ejercidos Ene-Jun 2018: \$378,586.6

REAL - ENERO A SEPTIEMBRE DE 2018 (cifras en miles de pesos)

Ingresos autorizados 2018 (modificado V): propios \$308,457.4; transferencias del gobierno federal \$561,387.9; total \$869,845.3

Ingresos programados Ene-Sep 2018: propios \$175,960.2; transferencias del gobierno federal \$348,743.9; total \$524,704.1

Ingresos ejercidos Ene-Sep 2018: propios \$214,480.0; transferencias del gobierno federal \$348,743.9; total \$563,223.9

Egresos autorizados 2018 (modificado V): \$869,845.2

Egresos programados Ene-Sep 2018: \$575,892.4

Egresos ejercidos Ene-Sep 2018: \$570,790.7

ESTIMADO - ENERO A NOVIEMBRE DE 2018 (cifras en miles de pesos)

Ingresos autorizados 2018 (modificado V): propios \$308,457.4; transferencias del gobierno federal \$561,387.9; total \$869,845.3

Ingresos programados Ene-Nov 2018: propios \$213,857.8; transferencias del gobierno federal \$529,616.4; total \$743,474.2

Ingresos ejercidos Ene-Nov 2018: propios \$252,377.6; transferencias del gobierno federal \$529,616.4; total \$781,994.0

Egresos autorizados 2018 (modificado V): \$869,845.2

Egresos programados Ene-Nov 2018: \$803,050.0

Egresos ejercidos Ene-Nov 2018: \$785,575.0





INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE CONCLUSIÓN  
DE LA ADMINISTRACIÓN 2012-2018



b) El informe del resultado de las metas de balance de operación, de presupuesto y financieras de las entidades paraestatales de control presupuestario directo

CUENTA DE LA HACIENDA PÚBLICA FEDERAL DE 2012 A 2017  
INFORME DEL RESULTADO DE METAS DEL BALANCE DE OPERACIÓN  
(cifras en miles de pesos)

2012

ANÁLISIS DEL GASTO POR CLASIFICACIÓN ECONÓMICA

El presupuesto ejercido fue de 711,111.5, cifra inferior en 2.2% con relación al presupuesto aprobado.

EJERCICIO DEL GASTO POR CLASIFICACIÓN FUNCIONAL Y POR GRUPO Y MODALIDAD DE PROGRAMAS PRESUPUESTARIOS

La finalidad de Desarrollo Económico registró el mayor monto de recursos pagados, al representar el 98.4% del presupuesto total pagado, y significó un decremento de 2.1%, respecto al presupuesto aprobado; y a través de la función Ciencia, Tecnología e Innovación, en donde se erogó el 100% del total del gasto programado.

2013

ESTADO ANALÍTICO DEL EJERCICIO DEL PRESUPUESTO DE EGRESOS POR CLASIFICACIÓN ECONÓMICA Y POR OBJETO DEL GASTO

El presupuesto ejercido fue de 745,119.7, cifra inferior en 1.8% con relación al presupuesto aprobado.

ESTADO ANALÍTICO DEL EJERCICIO DEL PRESUPUESTO DE EGRESOS POR CLASIFICACIÓN FUNCIONAL PROGRAMÁTICA

La finalidad Desarrollo Económico fue la que registró el mayor monto de recursos ejercidos, al representar el 98.3% del presupuesto total pagado, y significó un decremento de 1.6%, respecto al presupuesto aprobado; y a través de la función Ciencia, Tecnología e Innovación, en donde se erogó el 100% del total del gasto programado.

2014

ESTADO ANALÍTICO DEL EJERCICIO DEL PRESUPUESTO DE EGRESOS POR CLASIFICACIÓN ECONÓMICA Y POR OBJETO DEL GASTO

El presupuesto ejercido fue de 716,018.5, cifra inferior en 10.2% con relación al presupuesto aprobado.

ESTADO ANALÍTICO DEL EJERCICIO DEL PRESUPUESTO DE EGRESOS POR CLASIFICACIÓN FUNCIONAL PROGRAMÁTICA

La finalidad Desarrollo Económico fue la que registró el mayor monto de recursos ejercidos, al representar el 98.4% del presupuesto total pagado, y significó un decremento de 9.9%, respecto al presupuesto aprobado; y a través de la función Ciencia, Tecnología e Innovación, en donde se erogó el 100% del total del gasto programado.

2015

ESTADO ANALÍTICO DEL EJERCICIO DEL PRESUPUESTO DE EGRESOS POR CLASIFICACIÓN ECONÓMICA Y POR OBJETO DEL GASTO

El presupuesto ejercido fue de 760,876.0, cifra inferior en 2.6% con relación al presupuesto aprobado.

ESTADO ANALÍTICO DEL EJERCICIO DEL PRESUPUESTO DE EGRESOS POR CLASIFICACIÓN FUNCIONAL PROGRAMÁTICA

La finalidad Desarrollo Económico, registró el mayor monto de recursos ejercidos, al representar el 98.5% del presupuesto total pagado, y significó un decremento de 2.3%, respecto al presupuesto aprobado; y a través de la función Ciencia, Tecnología e Innovación, en donde se erogó el 100% del total del gasto programado.

2016

ESTADO ANALÍTICO DEL EJERCICIO DEL PRESUPUESTO DE EGRESOS POR CLASIFICACIÓN ECONÓMICA Y POR OBJETO DEL GASTO

El presupuesto ejercido fue de 809,771.9, cifra superior en 5.1% con relación al presupuesto aprobado.

ESTADO ANALÍTICO DEL EJERCICIO DEL PRESUPUESTO DE EGRESOS POR CLASIFICACIÓN FUNCIONAL PROGRAMÁTICA

La finalidad Desarrollo Económico, registró el mayor monto de recursos ejercidos, al representar el 98.6% del presupuesto total pagado,



y significó un incremento de 5.5%, respecto al presupuesto aprobado; y a través de la función Ciencia, Tecnología e Innovación, en la que se erogó el 100% del total del gasto programado.

2017

ESTADO ANALÍTICO DEL EJERCICIO DEL PRESUPUESTO DE EGRESOS POR CLASIFICACIÓN ECONÓMICA Y POR OBJETO DEL GASTO

El presupuesto ejercido fue de 800,109.2, cifra inferior en 0.7% con relación al presupuesto aprobado.

ESTADO ANALÍTICO DEL EJERCICIO DEL PRESUPUESTO DE EGRESOS POR CLASIFICACIÓN FUNCIONAL PROGRAMÁTICA

La finalidad Desarrollo Económico, registró el mayor monto de recursos ejercidos, al representar el 98.5% del presupuesto total pagado, y significó un incremento de 0.1%, respecto al presupuesto aprobado; y a través de la función Ciencia, Tecnología e Innovación, en la que se erogó el 100% del total del gasto programado.

ESTADOS PRESUPUESTALES (Cifras en miles de Pesos).

El Balance de Operación muestra un saldo de \$(250,034.5) resultando menor al programado en \$5,475.2 que representa el 2.1%, debido principalmente a un mayor ingreso propio.

Los Ingresos Propios al mes de Junio ascienden a \$128,552.1 importe mayor en un 5.3% con respecto al programado, debido a mayor cobranza por venta de bienes (radiofármacos para el desarrollo de tratamientos y diagnósticos médicos).

E-44 AVANCE FÍSICO FINANCIERO DE METAS DE LOS INDICADORES ESTRATÉGICOS DE ORGANISMOS Y EMPRESAS

Se programó para el periodo de enero a junio de 2018 un gasto total de \$377,573.0 y se ejerció un importe total de \$366,479.2, de donde \$339,481.0 equivalentes al 92.6 % se aplicaron al programa E-016 "Investigación, desarrollo tecnológico y prestación de servicios en materia nuclear y eléctrica".

REAL - ACUMULADO ENERO A SEPTIEMBRE DE 2018

(cifras en miles de pesos)

ESTADOS PRESUPUESTALES

El Balance de Operación muestra un saldo de \$(356,310.7) resultando menor al programado en \$43,621.4 que representa el 10.9%, debido principalmente a un mayor ingreso propio.

Los Ingresos Propios al mes de septiembre ascienden a \$214,480.0 importe mayor en un 21.9% con respecto al programado, debido a mayor cobranza por venta de bienes (radiofármacos para el desarrollo de tratamientos y diagnósticos médicos).

E-44 AVANCE FÍSICO FINANCIERO DE METAS DE LOS INDICADORES ESTRATÉGICOS DE ORGANISMOS Y EMPRESAS

Se programó para el periodo de enero a septiembre de 2018 un gasto total de \$575,892.4 y se ejerció un importe total de \$558,460.9, de donde \$516,525.6 equivalentes al 92.5 % se aplicaron al programa E-016 "Investigación, desarrollo tecnológico y prestación de servicios en materia nuclear y eléctrica".



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE CONCLUSIÓN  
DE LA ADMINISTRACIÓN 2012-2018



ESTIMADO - ACUMULADO ENERO A NOVIEMBRE DE 2018  
(cifras en miles de pesos)

#### ESTADOS PRESUPUESTALES

El Balance de Operación muestra un saldo de \$(3,581.0) resultando menor al programado en \$55,994.9 que representa el 94%, debido principalmente a un mayor ingreso propio.

Los Ingresos Propios al mes de noviembre ascienden a \$252,377.6 importe mayor en un 18.01% con respecto al programado, debido a mayor cobranza por venta de bienes (radiofármacos para el desarrollo de tratamientos y diagnósticos médicos).

#### E-44 AVANCE FÍSICO FINANCIERO DE METAS DE LOS INDICADORES ESTRATÉGICOS DE ORGANISMOS Y EMPRESAS

Se programó para el periodo de enero a noviembre de 2018 un gasto total de \$803,050.0 y se ejerció un importe total de \$785,575.0, de donde \$726,585.4 equivalentes al 92% se aplicaron al programa E-016 "Investigación, desarrollo tecnológico y prestación de servicios en materia nuclear y eléctrica".

c) El informe que dé cuenta del monto, destino y aplicación de los recursos federales transferidos a las entidades federativas; a fideicomisos públicos, mandatos o contratos análogos no considerados entidades paraestatales, así como a fideicomisos constituidos por entidades federativas o particulares y de los donativos o subsidios otorgados por la Dependencia o Entidad

"El informe que dé cuenta del monto, destino y aplicación de los recursos federales transferidos a las entidades federativas; a fideicomisos públicos, mandatos o contratos análogos no considerados entidades paraestatales, así como a fideicomisos constituidos por entidades federativas o particulares y de los donativos o subsidios otorgados por la Dependencia o Entidad", para los efectos procedentes se informa que este aspecto no es aplicable al Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares en virtud de que en el periodo comprendido de 2012 a 2017 no se realizó ninguna operación financiera de las que se indican en el citado apartado.

Para los efectos procedentes se informa que este aspecto no es aplicable al Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares en virtud de que en el periodo comprendido de enero a junio de 2018 no se realizó ninguna operación financiera de las que se indican en el citado apartado.

(3a Etapa, Julio a Septiembre de 2018 - REAL)

Por lo que se refiere al numeral 68 relativo a "El informe que dé cuenta del monto, destino y aplicación de los recursos federales transferidos a las entidades federativas; a fideicomisos públicos, mandatos o contratos análogos no considerados entidades paraestatales, así como a fideicomisos constituidos por entidades federativas o particulares y de los donativos o subsidios otorgados por la Dependencia o Entidad", para los efectos procedentes se informa que este aspecto no es aplicable al Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares en virtud de que en el periodo comprendido de Julio a Septiembre de 2018 no se realizó ninguna operación financiera de las que se indican en el citado apartado.

(3a Etapa, Octubre a Noviembre de 2018 - ESTIMADO)

Por lo que se refiere al numeral 68 relativo a "El informe que dé cuenta del monto, destino y aplicación de los recursos federales transferidos a las entidades federativas; a fideicomisos públicos, mandatos o contratos análogos no considerados entidades



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE CONCLUSIÓN  
DE LA ADMINISTRACIÓN 2012-2018



paraestatales, así como a fideicomisos constituidos por entidades federativas o particulares y de los donativos o subsidios otorgados por la Dependencia o Entidad", para los efectos procedentes se informa que este aspecto no es aplicable al Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares en virtud de que en el periodo comprendido de Octubre a Noviembre de 2018 no se realizó ninguna operación financiera de las que se indican en el citado apartado.

### Recursos humanos

a) La estructura con las plantillas desglosadas del personal de base y de confianza; considerando los contratos por honorarios y el personal de carácter eventual; indicando los cambios estructurales y operativos realizados durante el periodo que se informa y su impacto presupuestario

En relación a la evolución de la plantilla, del 1 de diciembre de 2012 al 31 de diciembre de 2017, desglosada en personal de base y de confianza, contratos por honorarios y personal de carácter eventual, se informa que el número de plazas fue constante hasta el 2015, año en que se inició con la reducción de la estructura en atención a los oficios 307-A.-4850 y 307-A.-4332, suscritos por el Titular de la Unidad de Política y Control Presupuestario de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, a través de los cuales se solicitó a las dependencias y entidades la propuesta de plazas susceptibles a cancelar, a fin de alinear las estructuras organizacionales y ocupacionales con el monto de recursos presupuestarios previstos en el presupuesto regularizable de servicios personales 2016.

Personal/Año	2012	2013	2014	2015	2016	2017
MMyS	65	65	65	65	65	65
Base	657	657	655	643	643	
Confianza	52	52	52	52	52	52
Honorarios	15	109	12	6	8	
Eventual	75	75	75	35	35	
Total	864	859	858	860	802	804

En concordancia con lo anterior, el ingreso de personal por honorarios ha reducido de forma gradual, al igual que el de trabajadores eventuales contratados como personal temporal prestando servicios en la Central de Laguna Verde para cubrir las órdenes de trabajo derivadas del contrato marco firmado con la Comisión Federal de Electricidad.

El impacto presupuestario de la cancelación de 14 plazas operativas de base, fue de \$11'181,335.32.

En cuanto al Personal de Honorarios, de Diciembre 2012 a Diciembre 2017, hubo una disminución en el presupuesto de la partida 12101 por la cantidad de \$565,439.00.

De igual forma, el presupuesto regularizable por la contratación de Personal Eventual disminuyó en \$18'869,525.00, de Diciembre 2012 a Diciembre 2017.

En relación a la evolución de la plantilla, del 1 de enero de 2018 al 30 de junio de 2018, desglosada en personal de base y de confianza, contratos por honorarios y personal de carácter eventual, se informa que el número de plazas fue constante hasta el 2015, año en que se inició con la reducción de la estructura en atención a los oficios 307-A.-4850 y 307-A.-4332, suscritos por el Titular de la Unidad de Política y Control Presupuestario de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, a través de los cuales se solicitó a las dependencias y entidades la propuesta de plazas susceptibles a cancelar, a fin de alinear las estructuras organizacionales y ocupacionales con el monto de recursos presupuestarios previstos en el presupuesto regularizable de servicios personales 2016.

Estructura Personal Mando Medio y Superior, Base Sindicalizado, Confianza, Honorarios y Eventual



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE CONCLUSIÓN  
DE LA ADMINISTRACIÓN 2012-2018



Personal/Año          Junio2018

MMyS 65  
Base643  
Confianza 52  
Honorarios 8  
Eventual 35  
Total804

En cuanto al Personal de Honorarios en junio de 2018 la asignación presupuestal autorizada es \$1,887,661.00.

El presupuesto autorizado para la contratación de Personal Eventual a junio de 2018 asciende a \$7,815,993.00

En relación a la evolución de la plantilla al 31 de agosto de 2018, desglosada en personal de base y de confianza, contratos por honorarios y personal de carácter eventual.

Estructura Personal Mando Medio y Superior, Base Sindicalizado, Confianza, Honorarios y Eventual

Personal/Año Agosto 2018

MMyS 65  
Base 595  
Confianza52  
Honorarios 6  
Eventual21  
Total 739

En cuanto al Personal de Honorarios en agosto de 2018 la asignación presupuestal autorizada es \$1,887,661.00.

El presupuesto autorizado para la contratación de Personal Eventual a agosto de 2018 asciende a \$7,815,993.00

b) La relación de puestos de libre designación y puestos sujetos a la normatividad que regule el servicio profesional de carrera que corresponda

El Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, como Organismo Público Descentralizado del Gobierno Federal, no cuenta con el Servicio Profesional de Carrera, toda vez que se inserta en el Apartado "A" del Artículo 123 Constitucional y rige la relación laboral con sus trabajadores conforme a las disposiciones de la Ley Federal del Trabajo, motivo por lo que se tiene celebrado un Contrato Colectivo de Trabajo con el Sindicato Único de Trabajadores de la Industria Nuclear (SUTIN), en el que operan varias cláusulas que contemplan desde el ingreso hasta la separación de los trabajadores y que describen la forma y términos de la evaluación del trabajo, acreditación de méritos y promociones para el personal sindicalizado, además de diferentes instrumentos jurídico-laborales que derivan del Pacto Colectivo, como lo es el Reglamento de Evaluación del Trabajo, mismo que establece una Comisión de Evaluación del Trabajo para su aplicación.

El Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, como Organismo Público Descentralizado del Gobierno Federal, no cuenta con el



Servicio Profesional de Carrera, toda vez que se inserta en el Apartado "A" del Artículo 123 Constitucional y rige la relación laboral con sus trabajadores conforme a las disposiciones de la Ley Federal del Trabajo, motivo por lo que se tiene celebrado un Contrato Colectivo de Trabajo con el Sindicato Único de Trabajadores de la Industria Nuclear (SUTIN), en el que operan varias cláusulas que contemplan desde el ingreso hasta la separación de los trabajadores y que describen la forma y términos de la evaluación del trabajo, acreditación de méritos y promociones para el personal sindicalizado, además de diferentes instrumentos jurídico-laborales que derivan del Pacto Colectivo, como lo es el Reglamento de Evaluación del Trabajo, mismo que establece una Comisión de Evaluación del Trabajo para su aplicación.

El Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, como Organismo Público Descentralizado del Gobierno Federal, no cuenta con el Servicio Profesional de Carrera, toda vez que se inserta en el Apartado "A" del Artículo 123 Constitucional y rige la relación laboral con sus trabajadores conforme a las disposiciones de la Ley Federal del Trabajo, motivo por lo que se tiene celebrado un Contrato Colectivo de Trabajo con el Sindicato Único de Trabajadores de la Industria Nuclear (SUTIN), en el que operan varias cláusulas que contemplan desde el ingreso hasta la separación de los trabajadores y que describen la forma y términos de la evaluación del trabajo, acreditación de méritos y promociones para el personal sindicalizado, además de diferentes instrumentos jurídico-laborales que derivan del Pacto Colectivo, como lo es el Reglamento de Evaluación del Trabajo, mismo que establece una Comisión de Evaluación del Trabajo para su aplicación.

c) La referencia a las Condiciones Generales de Trabajo o del contrato colectivo de trabajo o sus equivalentes

Referente a las Condiciones Generales de Trabajo (CGT) o del Contrato Colectivo de Trabajo o sus equivalentes, el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares renovó en el año 2016 CCT, el cual es aplicado en todos los establecimientos, dependencias o instalaciones actuales o aquellas que se incorporen en el futuro al ININ o que eventualmente sean formadas como subsidiarias del mismo, entendiéndose como tales, a las dependencias o instalaciones en donde se ejecuten obras o servicios para el ININ, en forma exclusiva o principal, de acuerdo con lo dispuesto por la Ley. El CCT vigente se encuentra en el Anexo 2 del presente informe.

Asimismo, se informa que el CCT puede ser consultado en la siguiente dirección electrónica:

<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbXZdXRpbmVjbGVhcnxneDo0M2ZmZTFjYWFiYzVkZTAy>

Referente a las Condiciones Generales de Trabajo (CGT) o del Contrato Colectivo de Trabajo o sus equivalentes, el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares renovó en el año 2018 CCT, el cual es aplicado en todos los establecimientos, dependencias o instalaciones actuales o aquellas que se incorporen en el futuro al ININ o que eventualmente sean formadas como subsidiarias del mismo, entendiéndose como tales, a las dependencias o instalaciones en donde se ejecuten obras o servicios para el ININ, en forma exclusiva o principal, de acuerdo con lo dispuesto por la Ley.

El CCT puede ser consultado en la siguiente dirección electrónica:

<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbXZdXRpbmVjbGVhcnxneDo0M2ZmZTFjYWFiYzVkZTAy>

Referente a las Condiciones Generales de Trabajo (CGT) o del Contrato Colectivo de Trabajo o sus equivalentes, el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares renovó en marzo de 2018 el CCT por el bienio 2018 – 2020.

El CCT puede ser consultado en la siguiente dirección electrónica:

<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbXZdXRpbmVjbGVhcnxneDo0M2ZmZTFjYWFiYzVkZTAy>

## Recursos materiales



a) La situación de los bienes muebles e inmuebles

Reporte de bienes muebles

El inventario inicial a diciembre de 2012 contaba con 6097 equipos de laboratorio y electrónica, 359 maquinarias, 10458 equipos de oficina, 77 vehículos de transporte terrestre, 316 equipos para exposiciones, 515 equipos diversos, 533 herramientas, 3 equipos mineros y metalúrgicos, 1052 equipos de cómputo, 9 equipos de metalurgia, 8 equipos agrícolas y 93 equipos de campamento y vivienda para un total de 20116 bienes.

El inventario a diciembre de 2017 cuenta con 6776 equipos de laboratorio y electrónica, 384 maquinarias, 10605 equipos de oficina, 82 vehículos de transporte terrestre, 343 equipos para exposiciones, 526 equipos diversos, 147 equipos para dibujo, 546 herramientas, 3 equipos mineros y metalúrgicos, 1115 equipos de cómputo, 9 equipos de metalurgia, 8 equipos agrícolas, 163 equipos de campamento y vivienda y 449 bienes en desuso para un total de 21146 bienes.

Reporte de bienes inmuebles

El Instituto cuenta con 3 inmuebles reportados en el inventario.

1. Centro Nuclear "Dr. Nabor Carrillo Flores" ubicado en el KM 36.5 de la Carretera Federal México-Toluca, La Marquesa, municipio de Ocoyoacac Edo. de México C. P. 52750.

2. CADER (Centro de Almacenamiento de Desechos Radiactivos) ubicado en el KM 18.5 de la Carretera Tizayuca Otumba Santa María Maquixco El Alto, Temascalapa, Edo. De México.

3. Repositorio ubicado en Domicilio Conocido de Santa Cruz del PEOL en Chihuahua, Chihuahua

Reporte de bienes muebles

El inventario inicial a diciembre de 2012 contaba con 6097 equipos de laboratorio y electrónica, 359 maquinarias, 10458 equipos de oficina, 77 vehículos de transporte terrestre, 316 equipos para exposiciones, 515 equipos diversos, 533 herramientas, 3 equipos mineros y metalúrgicos, 1052 equipos de cómputo, 9 equipos de metalurgia, 8 equipos agrícolas y 93 equipos de campamento y vivienda para un total de 20116 bienes.

El inventario al 30 de junio de 2018 cuenta con 6729 equipos de laboratorio y electrónica, 384 maquinarias, 10569 equipos de oficina, 82 vehículos de transporte terrestre, 342 equipos para exposiciones, 526 equipos diversos, 146 equipos para dibujo, 546 herramientas, 3 equipos mineros y metalúrgicos, 1099 equipos de cómputo, 9 equipos de metalurgia, 8 equipos agrícolas, 163 equipos de campamento y vivienda y 540 bienes en desuso para un total de 21146 bienes.

Reporte de bienes inmuebles

El Instituto cuenta con 3 inmuebles reportados en el inventario.

1. Centro Nuclear "Dr. Nabor Carrillo Flores" ubicado en el KM 36.5 de la Carretera Federal México-Toluca, La Marquesa, municipio de Ocoyoacac Edo. de México C. P. 52750.

2. CADER (Centro de Almacenamiento de Desechos Radiactivos) ubicado en el KM 18.5 de la Carretera Tizayuca Otumba Santa María Maquixco El Alto, Temascalapa, Edo. De México.

3. Repositorio ubicado en Domicilio Conocido de Santa Cruz del PEOL en Chihuahua, Chihuahua

Reporte de bienes muebles

El inventario al 31 de agosto de 2018 cuenta con 6731 equipos de laboratorio y electrónica, 384 maquinarias, 10562 equipos de oficina, 82 vehículos de transporte terrestre, 342 equipos para exposiciones, 525 equipos diversos, 146 equipos para dibujo, 547 herramientas, 3 equipos mineros y metalúrgicos, 1485 equipos de cómputo, 9 equipos de metalurgia, 8 equipos agrícolas, 163 equipos de campamento y vivienda y 17 bienes en desuso para un total de 21104 bienes.





Se estima que para el 30 de noviembre de 2018 exista una variación a la alza de 3 equipos de laboratorio para un total de 6734 y un total general de 21107 bienes.

#### Reporte de bienes inmuebles

El Instituto cuenta con 3 inmuebles reportados en el inventario.

1. Centro Nuclear "Dr. Nabor Carrillo Flores" ubicado en el KM 36.5 de la Carretera Federal México-Toluca, La Marquesa, municipio de Ocoyoacac Edo. de México C. P. 52750.

2. CADER (Centro de Almacenamiento de Desechos Radiactivos) ubicado en el KM 18.5 de la Carretera Tizayuca Otumba Santa María Maquixco El Alto, Temascalapa, Edo. De México.

3. Repositorio ubicado en Domicilio Conocido de Santa Cruz del PEOL en Chihuahua, Chihuahua

b) Los recursos tecnológicos, debiendo describir la situación de los sistemas de cómputo, de software, de licencias y patentes, de Internet e Intranet, así como la disponibilidad de servicios y trámites electrónicos gubernamentales

El ININ cuenta con infraestructura de cómputo centralizado en el Centro de Datos de 16 servidores físicos y 17 servidores virtuales, en cuanto al cómputo personal se refiere, el ININ cuenta con 701 computadoras. 605 de escritorio y 96 portátiles. En cuanto a sistemas operativos, 417 de ellas usan Windows 8.1 y 284 con Windows 7. En relación con la infraestructura de comunicaciones, el ININ cuenta con un equipo de seguridad perimetral (Firewall), un equipo de Core Switch capa 3, 43 Switches de datos capa 2, 34 Switches POE capa 2, 45 puntos de acceso capa 2 (Access Point), un conmutador telefónico IP y 715 teléfonos IP.

#### Software:

El ININ cuenta con los siguientes desarrollos informáticos propios:

- Sistema de tarificación del servicio telefónico del ININ.
- Sistema de control de acceso de visitantes al Centro Nuclear.
- Sistema de control de infraestructura de TIC del ININ.
- Sistema de control de Infraestructura de la Central de Alarmas y Seguridad (CAS) del Centro Nuclear.
- Sistema de registro de activos digitales críticos del Reactor Triga Mark 3.
- Gestión de documentos para la Normateca Institucional.
- Módulo de desarrollo de mini sitios para áreas y departamentos del ININ
- Aplicación para registro y seguimiento de visitas guiadas de estudiantes al Centro Nuclear.
- Pre registro de visitantes al Centro Nuclear.
- Aplicación para gestión de solicitudes a cursos impartidos en el ININ.
- Sistema de gestión de trámites institucionales del personal.
- Módulo de consulta de incidencias, vacaciones y recibos de nómina.
- Asistente para la captura de informes técnicos y de investigación.
- Aplicativo para recabar votos y proporcionar resultados de la votación.
- Aplicativo para realizar encuestas y proporcionar resultados.
- Sistema de Administración de documentos de Garantía de Calidad.
- Sistema de gestión de contenidos de la Intranet.
- Aplicativo para cambio de contraseña de credenciales de dominio.
- Buzón de sugerencias para el clima organizacional.



- Aplicación para gestión de documentos de comités institucionales.
- Sistema de capturas de propuestas de proyectos científicos y tecnológicos. para la Comisión de Evaluación de Proyectos del ININ.
- Sistema Informático de Información Administrativa (SIIA).
- Módulo de designación de suplencias del personal de mando en el SIIA.
- Adecuaciones al módulo de contabilidad para la facturación digital 3.0

El ININ cuenta con los siguientes sistemas informáticos, licenciados o de código abierto:

- Alfresco Software Community Edition 201803 EA (ININBOX)
- Moodle Versión 3.0 (Sistema de entrenamiento en línea "Elearning")
- HelpDesk Versión 2016.09.23 (Mesa de Servicios de TIC)
- MDaemon v17.5.3 (Sistema de correo electrónico)
- Kasperky EndPoint Security 10 (solución de antivirus)
- SAA 2017 (Sistema de Administración de Archivos del AGN)
- Big Blue Button Demo Edition (Sistema de video conferencias web)
- Elastix 2.4 (Conmutador telefónico)

#### Licencias y Patentes

Las licencias de uso de software que el ININ ha adquirido o contratado dentro del periodo que se reporta son 70. En cuanto a patentes de software, el ININ no cuenta con ninguna en la actualidad.

#### Intranet e Internet

El ININ cuenta con infraestructura de comunicaciones hacia el exterior de tres enlaces de Internet de fibra óptica, dos de ellos con un ancho de banda 20Mbps como servicio primario y secundario y un tercero de 100Mbps del programa "México Conectado". En las oficinas del ININ en la CLV, se cuenta con un enlace de Internet de 2Mbps. Las comunicaciones de voz hacia y desde el exterior, se canalizan a través de un enlace de fibra óptica de telefonía digital de dos (2) E1 en el Centro Nuclear.

La intranet del ININ está construida sobre la plataforma de ColdFusion 9, sólo es accesible desde el interior del perímetro y cuenta con las siguientes secciones:

- Página de inicio, documentos institucionales, normateca institucional, área de descargas de archivos y directorio telefónico del personal,
- Accesos directos a diez aplicativos de uso interno y,
- Calendario de eventos institucionales, índices de artículos publicados, publicaciones, video galería, foto galería consulta de suplencias del personal de mando y buzón de sugerencias.

#### Disponibilidad de servicios y trámites electrónicos gubernamentales

El ININ cuenta con tres trámites o servicios electrónicos registrados ante COFEMER y publicados en GOB.MX, con la disponibilidad que brinda gob.mx/tramites. Los trámites son los siguientes:

- 1.(ININ-TYS-0002) Comercialización de capacidades tecnológicas
- 2.(ININ-TYS-0003) Desarrollo, producción y comercialización de radiofármacos y radioisótopos para los sectores de salud e industrial
- 3.(ININ-TYS-0005) Irradiación Gamma para la industria química y alimentaria, productos médicos y cosméticos

Se puede reportar para los tres trámites que en 2012 el trámite, incluyendo la información del mismo, se realizaba completamente presencial; en 2014 se realizó la carga de la información del trámite en una versión alfa del sistema gob.mx, para posteriormente, y una vez validada la información, se emigró a la versión beta de la página gob.mx, que es donde se encuentra hoy publicada la información.

El ININ cuenta con infraestructura de cómputo centralizado en el Centro de Datos de 16 servidores físicos y 17 servidores virtuales, en



cuanto al cómputo personal se refiere, el ININ cuenta con 701 computadoras. 605 de escritorio y 96 portátiles. En cuanto a sistemas operativos, 417 de ellas usan Windows 8.1 y 284 con Windows 7. En relación con la infraestructura de comunicaciones, el ININ cuenta con un equipo de seguridad perimetral (Firewall), un equipo de Core Switch capa 3, 43 Switches de datos capa 2, 34 Switches POE capa 2, 45 puntos de acceso capa 2 (Access Point), un conmutador telefónico IP y 715 teléfonos IP.

Software:

El ININ cuenta con los siguientes desarrollos informáticos propios:

- Sistema de tarificación del servicio telefónico del ININ.
- Sistema de control de acceso de visitantes al Centro Nuclear.
- Sistema de control de infraestructura de TIC del ININ.
- Sistema de control de Infraestructura de la Central de Alarmas y Seguridad (CAS) del Centro Nuclear.
- Sistema de registro de activos digitales críticos del Reactor Triga Mark 3.
- Gestión de documentos para la Normateca Institucional.
- Módulo de desarrollo de mini sitios para áreas y departamentos del ININ
- Aplicación para registro y seguimiento de visitas guiadas de estudiantes, al Centro Nuclear.
- Pre registro de visitantes al Centro Nuclear.
- Aplicación para gestión de solicitudes a cursos impartidos en el ININ.
- Sistema de gestión de trámites institucionales del personal.
- Módulo de consulta de incidencias, vacaciones y recibos de nómina.
- Asistente para la captura de informes técnicos y de investigación.
- Aplicativo para recabar votos y proporcionar resultados de la votación.
- Aplicativo para realizar encuestas y proporcionar resultados.
- Sistema de Administración de documentos de Garantía de Calidad.
- Sistema de gestión de contenidos de la Intranet.
- Aplicativo para cambio de contraseña de credenciales de dominio.
- Buzón de sugerencias para el clima organizacional.
- Aplicación para gestión de documentos de comités institucionales.
- Sistema de capturas de propuestas de proyectos científicos y tecnológicos. para la Comisión de Evaluación de Proyectos del ININ.
- Sistema Informático de Información Administrativa (SIIA).
- Módulo de designación de suplencias del personal de mando en el SIIA.
- Adecuaciones al módulo de contabilidad para la facturación digital 3.0

El ININ cuenta con los siguientes sistemas informáticos, legados o de código abierto:

- Alfresco Software Community Edition 201803 EA (ININBOX)
- Moodle Versión 3.0 (Sistema de entrenamiento en línea "Elearning")
- HelpDesk (Mesa de Servicios de TIC)
- MDAemon (Sistema de correo electrónico)
- Kasperky EndPoint Security (solución de antivirus)
- SAA 2017 (Sistema de Administración de Archivos del AGN)
- Big Blue Button Demo Edition (Sistema de video conferencias web)
- Elastix 2.4 (Conmutador telefónico)

Licencias y Patentes

Las licencias de uso de software que el ININ ha adquirido o contratado dentro del periodo que se reporta son las siguientes:

NOMBRE DEL



PROGRAMA/PAQUETE	VERSION	FABRICANTE	CANTIDAD	PLATAFORMA
AUTOCAD LT	2013	AUTODESK	2	WINDOWS
LABVIEW DEVELOPER SUITE	2012	NATIONAL INSTRUMENTS	1	WINDOWS
VISON AQUISITION PARA LABVIEW	2012	NATIONAL INSTRUMENTS	1	WINDOWS
SPSS STATISTICS BASE	21	IBM	2	WINDOWS
SURFER	11	GOLDEN SOFTWARE INC.	1	WINDOWS
SURFER	11	GOLDEN SOFTWARE INC.	1	WINDOWS
WINDOWS SERVER	2008	NICROSOFT	1	WINDOWS
GAMMAVISION	6.16.03	ORTEC	2	WINDOWS
SPSS	STATISTICS22	IBM	2	WINDOWS
ENTERPRISE	ARCHITECT	ENTERPRISE SPARX SYSTEMS	1	WINDOWS
AUTOCAD	2014	AUTODESK	1	WINDOWS
COREL DRAW	X6 GS	COREL DRAW	1	WINDOWS
AUTOCAD LT2015AUTODESK1WINDOWS				
VINTA SOFT STANDARD9.0VINTA SOFTWARE1WINDOWS				
VINTA SOFT WPF9.0VINTA SOFTWARE1WINDOWS				
COLD FUSION BUILDER3.0ADOBE2WINDOWS				
COLD FUSION SERVER ESTANDAR11ADOBE1WINDOWS				
ACROBAT PROFESIONALXIADOBE1WINDOWS O MAC.				
SUITE CREATIVE CLOUDN/DADOBE1WINDOWS				
MAESTRO MCA7.01ORTEC1WINDOWS				
GAMMA VISION7.01ORTEC1WINDOWS				
FULL SHOT SCREEN CAPTUREESTANDARINBIT1WINDOWS				
"SOLID WORKS"2015 PROFESIONALDASSAULT SYSTEMES1WINDOWS				
MCNP55RSICC1WINDOWS				
ABACQUS6.14DASSAULT SYSTEMES1WINDOWS				
AUTOCAD2016AUTODESK1WINDOWS				
REAL TIME DEPLOYMENT OPTION FOR NI DVELOPER SUITE.2014NATIONAL INSTRUMENTS1WINDOWS XP, VISTA ,7/LINUX				
RED HAT				
LABVIEW DEVELOPER SUITE, RENOVACIÓN DE LICENCIA POR TRES AÑOS2015NATIONAL INSTRUMENTS1WNDOWS XP, 7, VISTA, 8.				
FPGA DEPLOYMENT OPTION FOR NI DEVELOPER SUITE.2015NATIONAL INSTRUMENTS1WINDOWS				
SBRIO 96312015NATIONAL INSTRUMENTS2WINDOWS				
MYRIO 19002015NATIONAL INSTRUMENTS2WINDOWS				
ORCAD PCB DESIGNER WITH PSPICEPROFESIONALEMA DESIGN AUTOMATION1WINDOWS				
SKETCHUP2015 PROTRIMBLE1WINDOWS 32/64				
COMPILADOR DE C++				
INTEL PARALLEL STUDIO XE COMPOSERCOMPOSERINTEL1LINUX SUSE				
AUTOCAD2016 LTAUTODESK2WINDOWS				
ORIGIN PRO2015ORIGIN LABS1WINDOWS				
VISUAL STUDIO PROFESIONAL2015MICROSOFT12WINDOWS				
SUSE LINUX ENTERPRISE2015SUSE1INTEL				
COMPILADOR DE FORTRAN PARALLEL STUDIO XE COMPOSERPARALLELINTEL1SUSE LINUX				
OFFICE PROFESIONAL PLUS2016MICROSOFT10WINDOWS				
OPUS2015ECOSOFT2WINDOWS				



VISUAL STUDIO PROFESIONAL2015MICROSOFT2WINDOWS  
WINDOWS SERVER ESTANDAR2012 R2MICROSOFT1WINDOWS  
CALS PARA WIN SERVER 20122012MICROSOFT10WINDOWS  
ACROBAT PROFESIONAL12.0ADOBE1WINDOWS  
AUTOCAD LT2017AUTODESK1WINDOWS  
CREATIVE CLOUD SUITE2016ADOBE2WINDOWS  
SKETCHUP2016TRIMBLE3WINDOWS  
LABVIEW2016NATIONAL INSTRUMENTS1WINDOWS  
CREATIVE CLOUD2016ADOBE1WINDOWS  
ACROBAT PROFESIONAL2016ADOBE1WINDOWS  
PARALLEL XE STUDIO2017INTEL1LINUX  
AUTOCAD LT2017AUTODESK1WINDOWS  
LINUX RED HAT ENTERPRISE SERVER7.5REDHAT1LINUX  
SIEMENS SIMATIC STEP 7 BASICV13SIEMENS1WINDOWS  
AUTOCADLTAUTODESK2WINDOWS  
XLSTATBASEADDINSOFT1WINDOWS  
CREATIVE CLOUD  
SUSCRIPCIÓNADOBE1WINDOWS  
MINITAB18MINITAB2WINDOWS  
SOLIDWORKS2017DASSAULT SYSTEMS1WINDOWS  
AUTOCAD LT  
RENOVACIÓN MANTO.2017AUTODESK2WINDOWS  
CREATIVE CLOUD  
SUSCRIPCIÓN2017ADOBE2WINDOWS  
IDSTUDIO SUITEIMAGEIDSTUDIO1WINDOWS  
CANVAS X2017ACDS SYSTEMS1WINDOWS  
LABVIEW2017NATIONAL INSTRUMENTS1WINDOWS  
MCNP6.1OAKRIDGE NL1WINDOWS  
AUTOCAD LT  
RENOVACION MANTENIMIENTO2017AUTODESK1WINDOWS  
SKETCHUP  
RENOVACION MANTENIMIENTO2017SKETCHUP3WINDOWS  
MATLAB2017MATHWORKS2WINDOWS  
CREATIVE CLOUD  
SUSCRIPCIÓNADOBE1WINDOWS  
CREATIVE CLOUD SUSCRIPCIÓNADOBE1WINDOWS  
ENTERPRISE ARCHITECT2018SPARXSYSTEMS1WINDOWS  
ANTIVIRUS2018KASPERSKY800WINDOWS  
MANTENIMIENTO DE AUTOCAD LT2018AUTODESK2WINDOWS  
MANTENIMIENTO DE ORACLE2018ORACLE6WINDOWS

En cuanto a patentes de software, el ININ no cuenta con ninguna en la actualidad.

Intranet e Internet



El ININ cuenta con infraestructura de comunicaciones hacia el exterior de dos enlaces de Internet de fibra óptica, dos (2), el primero con un ancho de banda 20Mbps como servicio primario y un secundario de 100Mbps del programa "México Conectado". Las comunicaciones de voz hacia y desde el exterior, se canalizan a través de un enlace de fibra óptica de telefonía digital de dos (2) E1 en el Centro Nuclear.

La intranet del ININ está construida sobre la plataforma de ColdFusion 9, sólo es accesible desde el interior del perímetro y cuenta con las siguientes secciones:

- Página de inicio, documentos institucionales, normateca institucional, área de descargas de archivos y directorio telefónico del personal,
- Accesos directos a diez aplicativos de uso interno y,
- Calendario de eventos institucionales, índices de artículos publicados, publicaciones, video galería, foto galería consulta de suplencias del personal de mando y buzón de sugerencias.

Disponibilidad de servicios y trámites electrónicos gubernamentales

El ININ cuenta con tres trámites o servicios electrónicos registrados ante COFEMER y publicados en GOB.MX, con la disponibilidad que brinda [gob.mx/tramites](http://gob.mx/tramites). Los trámites son los siguientes:

- 1.(ININ-TYS-0002) Comercialización de capacidades tecnológicas.
- 2.(ININ-TYS-0003) Desarrollo, producción y comercialización de radiofármacos y radioisótopos para los sectores de salud e industrial.
- 3.(ININ-TYS-0005) Irradiación Gamma para la industria química y alimentaria, productos médicos y cosméticos.

Se reporta para los tres trámites: Que en 2012 el trámite, incluyendo la información del mismo, se realizaba completamente presencial; en 2014 se realizó la carga de la información del trámite en una versión alfa del sistema [gob.mx](http://gob.mx), para posteriormente, y una vez validada la información, se emigró a la versión beta de la página [gob.mx](http://gob.mx), que es donde se encuentra hoy publicada la información en 2018.

#### **V. Los convenios, procesos y procedimientos**

a) La situación de logros relevantes de los instrumentos jurídicos en materia de desempeño y de administración por resultados

No aplica la misma, ya que no se ha aplicado en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares instrumentos jurídicos que vinculen al desempeño y la administración por resultados.

No aplica la misma, ya que en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares no hay instrumentos jurídicos que vinculen al desempeño y la administración por resultados.

No aplica la misma, ya que en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares no hay instrumentos jurídicos que vinculen al desempeño y la administración por resultados.

b) Los procesos de desincorporación de entidades paraestatales, en sus diferentes modalidades, haciendo mención de los impactos presupuestales y laborales de los mismos, explicando las razones de haber llevado a cabo dichos procesos

No aplica la misma, ya que la entidad no está llevando a cabo un proceso de desincorporación, ni forme parte de una Comisión Intersecretarial de desincorporación.

No aplica la misma, ya que la entidad no está llevando a cabo un proceso de desincorporación, ni forme parte de una Comisión Intersecretarial de desincorporación.

No aplica la misma, ya que la entidad no está llevando a cabo un proceso de desincorporación, ni forme parte de una Comisión Intersecretarial de desincorporación.

c) La relación de litigios o procedimientos ante otras autoridades, indicando una descripción de su contenido, el monto al que asciende de ser el caso, las acciones realizadas, el estado que guardan y la prioridad de atención



Quejoso: Comisariado de Bienes Comunales de San Jerónimo Acazulco.

Amparo: 19/2017

Juzgado Tercero de Distrito en Materias de Amparo y Juicios Civiles Federales en el Estado de México.

El Comisariado de Bienes Comunales de San Jerónimo Acazulco, promovió el juicio de garantías en contra del decreto expropiatorio de 150 hectáreas donde se encuentra enclavado el ININ, de nueva cuenta, y en la cual señalan a la entidad como Tercero Interesado, el juicio continúa su curso, el monto del juicio no es cuantificable.

Durante el periodo en que se informa, no se tienen juicios ante otras autoridades, de orden judicial.

Durante el periodo en que se informa, no se tienen juicios ante otras autoridades, de orden judicial.

d) La relación de las observaciones de auditorías realizadas por las diversas instancias de fiscalización que se encuentren en proceso de atención

El Órgano Interno de Control OIC, tiene 2 Auditorías con 10 Compromisos en proceso de atención al 31 de diciembre del 2017.

#### AUDITORÍA 10/2017 "INGRESOS" (Cobranzas)

1.- INFORME TRIMESTRAL DE FACTURAS TURNADAS A LA GERENCIA DE ASUNTOS JURIDICOS AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2017 QUE PRESENTAN ERRORES EN SALDOS.

2.- CUENTAS CON ANTIGÜEDAD MAYOR A 120 DIAS QUE NO HAN SIDO TURNADAS A LA GERENCIA DE ASUNTOS JURIDICOS PARA SU COBRO O RECUPERACION.

3.- EL SALDO DE CLIENTES CONCILIADO, NO INCLUYE TODAS LAS CUENTAS PENDIENTES DE COBRO A CLIENTES.

4.- CLIENTE CUYA NOTA DE CARGO FUE CONDONADA Y APARECE EN EL INFORME TRIMESTRAL DE LAS FACTURAS TURNADAS A LA GERENCIA DE ASUNTOS JURIDICOS Y EN EL REPORTE DE FACTURAS TURNADAS A JURIDICO DE COBRANZAS.

#### AUDITORÍA 11/2017 "ADQUISICIONES ARRENDAMIENTOS Y SERVICIOS"(Servicios)

1.INCONGRUENCIA DE DATOS EN REGISTROS DE COMPRANET, LA INFORMACION DISPONIBLE NO CORRESPONDE CON LA INFORMACION REAL DE LOS CONTRATOS DE SERVICIOS.

2.FALTA DE PRECISION EN LAS CONVOCATORIAS PARA LOS DIFERENTES PROCEDIMIENTOS DE ADJUDICACION Y CONTRATACION DE SERVICIOS.

3.FALTA DEFINIR REGISTROS DE CONTROL DEL PERSONAL DE TERCEROS Y SU CONCILIACION CON LOS REGISTROS DEL AREA DE SEGURIDAD FISICA.

4.HORAS DE TRABAJO NO CUBIERTAS EN FIN DE SEMANA POR INASISTENCIAS PARA EL SERVICIO DE LIMPIEZA Y JARDINERIA Y NO SE HAN APLICADO LAS DEDUCTIVAS CORRESPONDIENTES.

5.MATERIAL FALTANTE EN EL SUMINISTRO DE INSUMOS PARA EL SERVICIO DE LIMPIEZA Y JARDINERIA DEL CONTRATO No CPS-26-2017, SIN APLICARSE LA DEDUCTIVA CORRESPONDIENTE.





INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE CONCLUSIÓN  
DE LA ADMINISTRACIÓN 2012-2018



6. NO SE REALIZARON LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO DEL DIFRACTOMETRO DE RAYOS X EN LA FECHA ESTABLECIDA EN EL CONTRATO No. CPS-54-2017.

Auditorías practicadas a la Entidad y situación de las observaciones de Enero de 2018 al 30 de Junio de 2018.

Número de Revisión y Observaciones Fecha Compromiso Fecha de Solventación

AUDITORÍA 01/2018 "INGRESOS" (Cobranzas)

1.- AJUSTE A LA ESTIMACION DE CUENTAS INCOBRABLES.

15 de mayo 2018 / 15 de mayo 2018

2.- GASTOS REEMBOLSADOS QUE REBASAN EL LIMITE ESTABLECIDO EN EL PROCEDIMIENTO P.TC-9 DENOMINADO REPOSICION DEL FONDO FIJO DE CAJA Y FONDO REVOLVENTE.

15 de mayo 2018 / 15 de mayo 2018

3.- PROCEDIMIENTO P.TC-9 DENOMINADO REPOSICION DEL FONDO FIJO DE CAJA Y FONDO REVOLVENTE DESACTUALIZADO.

15 de mayo 2018 / 15 de mayo 2018

AUDITORÍA 02/2018 "AL DESEMPEÑO" (Departamento de Coordinación de Promoción y Divulgación Científica)

1.- RETRASOS EN LA PUBLICACION DE REVISTAS.

15 de mayo 2018 / 09 de mayo 2018

2.- INFORMACION QUE NO SE INCLUYO EN EL REPORTE DE ACTIVIDADES DEL AREA AUDITADA Y NO SE ENCONTRO PUBLICADA EN EL SITIO WEB DEL ININ.

15 de mayo 2018 / 09 de mayo 2018

3.- FALTA PRECISION DE INFORMACION EN LAS VISITAS GUIADAS REPORTADAS POR LA COORDINACION DE PROMOCION Y DIVULGACION CIENTIFICA

15 de mayo 2018 / 09 de mayo 2018

4.- INFORMACION REPETITIVA Y ERRORES EN LAS FECHAS REPORTADAS EN LOS INFORMES TRIMESTRALES DE LA COORDINACION DE PROMOCION Y DIVULGACION CIENTIFICA

15 de mayo 2018 / 09 de mayo 2018

AUDITORÍA 04/2018 "RECURSOS HUMANOS"

1.- FALTA DOCUMENTACION SOPORTE EN LOS EXPEDIENTES DE PERSONAL

15 de agosto 2018 / EN PROCESO

2.- FALTA DE REVISION Y VERIFICACION DE LOS REPORTES MENSUALES DE ACTIVIDADES PRESENTADOS POR EL PERSONAL CONTRATADO POR HONORARIOS

15 de agosto 2018 / EN PROCESO

3.- FALTA ACTUALIZAR PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS Y REGLAMENTOS INSTITUCIONALES



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE CONCLUSIÓN  
DE LA ADMINISTRACIÓN 2012-2018



15 de agosto 2018 / EN PROCESO

AUDITORÍA 05/2018 "ADQUISICIONES, ARRENDAMIENTOS Y SERVICIOS"

1.- FALTA DOCUMENTACION SOPORTE EN LOS EXPEDIENTES DE PERSONAL

15 de agosto 2018 / EN PROCESO

2.- FALTA DE REVISION Y VERIFICACION DE LOS REPORTES MENSUALS DE ACTIVIDADES PRESENTADOS POR EL PERSONAL CONTRATADO POR HONORARIOS 15 de agosto 2018 / EN PROCESO

3.- FALTA ACTUALIZAR PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS Y REGLAMENTOS INSTITUCIONALES

15 de agosto 2018 / EN PROCESO

AUDITORÍA 06/2018 "SEGUIMIENTO" (Auditores Externos)

1.- EN LA CUENTA CONTABLE CUENTAS POR COBRAR A CORTO PLAZO SUBCUENTA ANTICIPO DE CLIENTES EXTRANJEROS, SE TIENEN SALDOS CON ANTIGÜEDAD DE MAS DE UN AÑO Y NO SE HAN APLICADO LOS ANTICIPOS A LOS CLIENTES CORRESPONDIENTES.

14 de junio 2018 / 18 de abril 2018

2.- LAS CUENTAS POR COBRAR A DIC. DE 2017 A CARGO DE CLIENTES IBA MOLECULAR E INSTITUTO NACIONAL DE CANCEROLOGÍA, PRESENTAN ATRASOS PROMEDIO DE 90 DÍAS A MARZO DE 2018.

14 de junio 2018 / 08 de mayo 2018

3.- NO SE CONCILIAN LOS SALDOS BANCARIOS DE LOS FONDOS DE TERCEROS EN ADMINISTRACIÓN Y/O GARANTÍA CON SUS CONTRACUENTAS EN PASIVO POR PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN A CORTO Y LARGO PLAZO

14 de junio 2018 / 26 de abril 2018

Nota: Se informa que a esta fecha, en materia de auditorías se cuenta con 6 observaciones pendientes de solventar, cabe mencionar que las 6 observaciones en proceso de atención, la entidad las resolverá de acuerdo a lo programado que es dentro del tercer trimestre de 2018; por lo que no existen retraso en este rubro.

Compromisos en proceso de atención a Septiembre de 2018.

AUDITORÍA 07/2018 INGRESOS "IRRADIADOR GAMMA"

1.Falta actualizar procedimientos e instrucciones para la operación del Irradiador Gamma

2.Deficiencias y omisiones en la aplicación de procedimientos

3.Retraso en la refacturación de servicios de Irradiación Gamma de productos

Fecha Compromiso.. 16 de Noviembre 2018



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE CONCLUSIÓN  
DE LA ADMINISTRACIÓN 2012-2018



AUDITORÍA 08/2018 PASIVOS "Cuentas por Pagar"

- 1.Servicios personales por pagar a corto plazo con antigüedad mayor a un año
- 2.Retención de 5 al millar a contratistas con antigüedad mayor a un año registradas en cuentas a corto plazo
- 3.Retención de 2 al millar a contratistas con antigüedad mayor a un año registradas en cuentas a corto plazo

Fecha Compromiso.. 15 de Noviembre 2018

Nota: Se informa que a esta fecha, en materia de auditorías se cuenta con 6 observaciones pendientes de solventar, cabe mencionar que las 6 observaciones que se encontraban en proceso de atención al segundo trimestre de 2018, fueron resueltas en tiempo y forma por la entidad durante el transcurso del tercer trimestre de 2018.

No se cuentan con Observaciones pendientes de atender por instancias fiscalizadoras externas (ASF, AUDITORES EXTERNOS)

e) El grado de cumplimiento de las disposiciones en materia de: datos abiertos, ética e integridad pública, padrones de beneficiarios de programas gubernamentales y transparencia y acceso a la información

En el siguiente cuadro se muestra el grado de cumplimiento de las disposiciones en materia de ética e integridad pública:  
2012 con avance al 100 %

- Instalación del Comité de Ética y Prevención de Conflictos de Interés
- Calendario de Actividades del CEPCI
- Revisión del Código de conducta del ININ
- Aprobación de la propuesta del Código de Conducta con las nuevas aportaciones
- Análisis de la inclusión de temas relacionados con la prevención y atención a casos de hostigamiento y acoso sexual
- Conformación de grupo de trabajo para tratar la prevención y atención a casos de hostigamiento y acoso sexual

2013 con avance al 100 %

- Presentación de resultados de los índices 2012
- Programa de Trabajo 2013
- Designación de Representantes para el Comité de Ética 2013
- Proceso de elección de miembros del Comité de Ética del ININ entre los servidores públicos propuestos por cada Dirección
- Integración del Comité de Ética
- Revisión de la alineación entre el Código de Conducta y el Reglamento Interior de Trabajo del ININ
- Presentación de los nuevos miembros del Comité de Ética 2013
- Presentación de resultados de la ECCO 2013
- Presentación del calendario de sesiones del CEPCI 2014
- Reporte de indicadores del ININ (Numeral 4 de la Guía de Cumplimiento de los Lineamientos de Integridad y Ética 2013)

2014 con avance al 100%



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE CONCLUSIÓN  
DE LA ADMINISTRACIÓN 2012-2018



- Presentación del Programa Anual de Trabajo 2014
- Presentación de la actualización del Código de Ética y Conducta
- Presentación de miembros suplentes del Comité de Ética
- Aprobación del Programa Anual de Trabajo 2014
- Aprobación de las modificaciones al Código de Ética y Conducta
- Integración del Comité de Ética y Conducta a la página web del ININ
- Aprobación de la impartición de un curso de ética en línea
- Propuesta de Protocolo para la presentación de denuncias y posibles sanciones a la ética y conducta del ININ
- Aprobación de la liga electrónica para la presentación de posibles actos contrarios a la ética y conducta
- Aprobación de la Guía para evaluar el apego del Código de Ética y Conducta
- Aprobación de la carta compromiso del Código de Ética y Conducta
- Aprobación de la concordancia del Reglamento Interior de Trabajo con el Código de Ética y Conducta
- Aprobación del calendario de sesiones del Comité de Ética 2015
- Aprobación del inicio del proceso de selección de miembros electos del Comité de Ética para el año 2015

2015 con avance al 100%

- Selección de miembros del Comité de Ética y Prevención de Conflictos de Interés
- Aprobación del Programa Anual de Trabajo 2015
- Presentación de estudio realizado por la Auditoría Superior de la Federación 1642 "Integridad y prevención de la corrupción en el sector público"
- Adecuación al cuestionario y realización de programa de trabajo
- Presentación del acuerdo que tiene por objeto emitir el Código de Ética de los Servidores Públicos del Gobierno Federal, Reglas de Integridad para el ejercicio de la función pública y los Lineamientos Generales para propiciar la integridad de los servidores públicos y para implementar acciones permanentes que favorezcan su comportamiento ético
- Propuesta de reestructuración del PAT 2015
- Actualización del Código de Ética y Conducta por los nuevos miembros del comité
- Solicitud de diseño de plataforma para las votaciones en la elección de miembros del CEPCI

2016 con avance al 100%

- Instalación del Comité de Ética y Prevención de Conflictos de Interés
- Aprobación de las bases de integración, organización y funcionamiento del CEPCI
- Aprobación del informe anual de actividades 2015
- Aprobación del programa anual de actividades 2016
- Aprobación de los indicadores de cumplimiento de Código de Conducta
- Actualización del Código de Conducta para revisión y aprobación
- Actualización del procedimiento y protocolo para someter quejas y/o denuncias ante el CEPCI para su aprobación
- Solicitud de actualización del Programa Anual de Trabajo 2016
- Aprobación del protocolo de atención a quejas y denuncias en el Comité de Ética y Prevención de Conflictos de Interés
- Aprobación del procedimiento para la presentación de quejas y denuncias ante el CEPCI
- Aprobación del Código de Conducta del ININ
- Aprobación la actualización del programa anual de trabajo 2016
- Aprobación de la armonización del Código de Conducta del ININ con la Norma Mexicana en Igualdad Laboral y No Discriminación
- Revisión del protocolo para la prevención, atención y sanción del hostigamiento y acoso sexual



2017 con avance al 100%

- Revisión del Programa Anual de Trabajo 2017
- Actualización del Código de Conducta para revisión y aprobación
- Actualización del procedimiento y protocolo para someter quejas y/o denuncias ante el CEPCI para su aprobación
- Aprobación del protocolo de atención a quejas y denuncias en el Comité de Ética y Prevención de Conflictos de Interés
- Aprobación del procedimiento para la presentación de quejas y denuncias ante el CEPCI
- Aprobación del Código de Conducta del ININ
- Aprobación del programa anual de trabajo e indicadores 2017
- Aprobación del Código de Ética y Conducta del ININ con la Norma Mexicana en Igualdad Laboral y No Discriminación (NMX-R-025-SCFI-2015)

En el siguiente cuadro se muestra el grado de cumplimiento de las disposiciones en materia de ética e integridad pública a junio 2018..:

- \* Actualización y aprobación de las Bases de Integración, Organización y Funcionamiento del CEPCI en el ININ. 100%
- \* Aprobación del Programa Anual de Trabajo 2018 100%
- \* Ratificación del Procedimiento y Protocolo para presentar denuncias ante el CEPCI. 100%
- \* Aprobación del Informe Anual de Actividades 2017 100%
- \* Aprobación del Procedimiento para la Prevención, Atención y Sanción de Hostigamiento Sexual y del Acoso Sexual. 100%
- \* Aprobación del Procedimiento para la Atención de denuncias por presuntos actos de Discriminación ante el CEPCI del ININ. 100%
- \* Atención a denuncias recibidas durante el semestre 100%

El grado de cumplimiento de las disposiciones en materia de ética e integridad pública es del 100% para agosto del 2018.

- \* Actualización y aprobación de las Bases de Integración, Organización y Funcionamiento del CEPCI en el ININ
- \* Aprobación del Programa Anual de Trabajo 2018
- \* Ratificación del Procedimiento y Protocolo para presentar denuncias ante el CEPCI
- \* Aprobación del Informe Anual de Actividades 2017
- \* Aprobación del Procedimiento para la Prevención, Atención y Sanción de Hostigamiento Sexual y del Acoso Sexual
- \* Aprobación del Procedimiento para la Atención de denuncias por presuntos actos de Discriminación ante el CEPCI del ININ
- \* Atención a denuncias recibidas durante el semestre

## VI. Las prospectivas y recomendaciones

### INVESTIGACION CIENTIFICA

Proponer las prospectivas y recomendaciones para dar continuidad y consolidar los programas, proyectos, servicios y funciones gubernamentales; atender la principal problemática identificada; señalar los asuntos a su cargo que se encuentran en proceso, los que ocurren periódicamente y los que requieren de atención especial e inmediata en el momento de la entrega, y contribuir a la mejora y eficiencia de la gestión institucional.



•Con base en el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND), así como el Programa Sectorial de Energía (PROSENER) y Programa Institucional del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, dentro del área de investigación científica estratégicamente trabajamos en la identificación de convocatorias que incluyen demandas específicas con respecto a las necesidades nacionales y potencializar las necesidades técnico-científicas establecidas, por ejemplo, en los Fondos Sectoriales de CONACYT-SENER-Sustentabilidad Energética, de Investigación para la Educación SEP-CONACYT, de Investigación y Desarrollo sobre el Agua CONAGUA-CONACYT, para Investigación y Desarrollo Tecnológico en Energía CFE-CONACYT, así como por el Fondo Institucional de Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Laboratorios Nacionales e Infraestructura) y las propias del Instituto.

•Se han desarrollado grupos consolidados de investigación, tales como los de física de plasmas, química y radioquímica y aplicaciones nucleares a sectores industriales que han fortalecido la colaboración interdisciplinaria e interinstitucional promoviendo la aplicación de la ciencia en nuevas áreas de conocimiento y desarrollo en materia nuclear.

•Trabajamos en el desarrollo y fortalecimiento de propuestas preparadas en el Instituto para el establecimiento de proyectos de corto, mediano y largo plazo que contribuyan a la atención de las necesidades identificadas y establecidas en las propias convocatorias emitidas por el Gobierno Federal a través de los Fondos Sectoriales.

Como ejemplo de estos proyectos a mediano y largo plazo, se encuentran los siguientes:

#### 1. Desarrollo de una plataforma mexicana para el análisis y diseño de reactores nucleares.

El proyecto aquí expuesto está enfocado a dar un paso muy importante rumbo a la independencia de cálculo y análisis de reactores nucleares con el objetivo de poner a México en el mediano plazo en un nivel internacional competitivo. En este proyecto se está desarrollando, modernizando, mejorando e integrando los códigos y metodologías de cómputo propios en una plataforma integrada mexicana, desarrollada y mantenida por expertos mexicanos para beneficio de las instituciones mexicanas. Este proyecto fortalece de manera sustancial a las instituciones de investigación y a la vez a las instituciones educativas coadyuvando en la formación de recursos humanos altamente capacitados en el área de análisis y diseño de reactores nucleares.

El proyecto considera el trabajo en equipo entre la mayoría de las instituciones públicas relacionadas con el campo nuclear en México y asimismo apoyados por un grupo de expertos del Instituto Tecnológico de Karlsruhe de Alemania; por lo que representa un proyecto innovador e incluyente. El país siempre ha dependido de herramientas de cálculo comerciales y en su mayoría extranjeras al carecer de las propias validadas. Los desarrollos propios se han quedado en el nivel académico, por lo que la plataforma desarrollada en este proyecto, permite al país contar con una herramienta de cálculo única desarrollada y mantenida por mexicanos y que contribuirá al fortalecimiento científico y tecnológico del país para análisis y diseño de reactores nucleares. De igual forma, el proyecto fomenta la formación de recursos humanos que son los encargados de desarrollar y de mantener en un futuro a la plataforma, por lo que la plataforma enriquecerá no solo el ámbito científico del país sino también el académico pues podrá usarse en los cursos de enseñanza relacionados con reactores nucleares, de tal forma que los alumnos se capaciten para el uso de la plataforma y puedan usarla sin complicaciones cuando se incorporen al campo laboral científico y tecnológico. El éxito del proyecto se consolida con la creación de un grupo de usuarios, conformado por las instituciones integrantes del proyecto (ININ, IPN, UNAM, UAM), así como por la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS), la Central Nuclear Laguna Verde (CNLV), la Secretaría de Energía (SENER), el Instituto Tecnológico de Karlsruhe (KIT), entre otros, que eventualmente serán los encargados de usar las herramientas desarrolladas y retroalimentar al equipo de desarrollo con el objetivo de que los desarrollos cubran las necesidades de la industria y del organismo regulador. Este grupo de usuarios es crucial para la aplicabilidad de la plataforma y representa una innovación muy importante y la unión de los esfuerzos de las instituciones públicas de investigación y educación superior. Finalmente, este proyecto constantemente busca explotar al máximo el trabajo en equipo y la colaboración entre las instituciones participantes.

#### 2. Plasmas en la Salud, Medio Ambiente y Materiales

En el Laboratorio de Física de Plasmas, durante los últimos 15 años se han realizado investigaciones de plasmas aplicados en salud,



medio ambiente y materiales. El proyecto aquí presentado tiene una aplicación directa en el sector salud en el tratamiento de infecciones en heridas y células cancerosas.

En la actualidad, las aplicaciones del plasma en la medicina están creciendo rápidamente, en especial el plasma no-térmico, que está siendo aplicado en la esterilización de superficies [Vi-2008, We-2012], esterilización de material médico sensible al calor [Ar-2000], tratamiento de tejidos vivos [Ki-2005a, La-2009a], coagulación de la sangre [Fr-2008] y tratamientos de la piel [Fr-2007, Fr-2008]. Sin embargo estos resultados deben de ser analizados biológicamente y discutidos por médicos especializados para su aplicación.

La capacidad del plasma en el tratamiento de células vivas, tejidos y órganos, ha permitido en la última década la investigación y el desarrollo tecnológico en biotecnología, microbiología y medicina. Esta nueva y fascinante línea de estudio presenta numerosos retos tecnológicos y cuestionamientos fundamentales sobre los mecanismos de interacción entre el plasma y los organismos vivos. En particular, las aplicaciones biomédicas de los plasmas, han estado enfocadas principalmente a la esterilización de superficies [St-2004], el tratamiento superficial para controlar la compatibilidad con biomateriales, [Cr-2010] la esterilización y curación de heridas [Mo-2001], coagulación de sangre [Ka-2000], tratamiento de piel [Ki-2007, He-2010], esterilización de material reutilizable sensible al calor [Sh-2010, Ke-2010].

En el campo de la odontología, la preparación de las cavidades dentales a través de medios mecánicos permite la remoción de material dañado. El calentamiento por fricción de la pieza dental y la vibración provocados por el uso del taladro convencional producen un intenso dolor al paciente, además de destruir tejido sano que debe ser removido para asegurar que la cavidad dental esté libre de bacterias. La pieza dental queda estructuralmente más débil y propensa a fracturas. Eva Stoffels [St-2002] propuso en el año 2002 el concepto de un reactor de aguja de plasma adaptado al tratamiento alternativo de las cavidades dentales antes de ser obturadas. La idea cobró gran interés debido a que la aguja de plasma tiene el propósito de inactivar las bacterias de la placa dento-bacteriana y detener la caries por medio del uso de un micro-plasma frío a presión atmosférica. El tratamiento no provoca ni el calentamiento de la pieza, ni el deterioro de material sano: dos ventajas que, hasta ese momento, sólo el tratamiento por láser podía ofrecer. Se han hecho experimentos en años recientes enfocados a la caracterización del plasma producido en la aguja de plasma, su utilidad para la aniquilación de diferentes bacterias, el tiempo óptimo de tratamiento y los efectos de la temperatura con el cambio en el flujo de gas [St-2006], entre otros, sin que hasta la fecha se cuente con un equipo de aplicación en pacientes directamente en los consultorios.

Con base en lo anterior, en el proyecto aquí expuesto se lleva a cabo la investigación teórica-experimental en el campo de la tecnología médica en la desinfección, cauterización y cicatrización de la piel. En particular, la aplicación de los plasmas en tejido vivo ha tenido un desarrollo considerable en la técnica es conocida en medicina como coagulación por plasma de argón.

Como parte de las aplicaciones de la investigación llevada a cabo en el marco de este proyecto, en marzo de 2017 el Comité de Ética e Investigación en Salud del hospital de especialidades ISSEMyM, aprobó el protocolo médico del proyecto de investigación denominado: "Proceso de cicatrización de heridas quirúrgicas en pacientes sometidos a plastia laparoscópica de hernia inguinal mediante un plasma frío". Derivado de los resultados exitosos del primer protocolo médico, en agosto de 2017, se aprobó el protocolo médico del proyecto de investigación "Cicatrización de heridas crónicas mediante la aplicación de un plasma no-térmico" que se está llevando a cabo.

3. Asimismo, en el área de las ciencias aplicadas se recomienda continuar con los estudios que apoyan al análisis energético del país y con los proyectos de colaboración o apoyo a la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde en los procesos de tecnología de materiales, automatización e instrumentación y el desarrollo de sistemas nucleares.

4. Con respecto a las ciencias ambientales se recomienda dar continuidad a los proyectos que promueven soluciones a problemas nacionales, tales como el aprovechamiento energético y eliminación de contaminantes que coadyuvan al beneficio ambiental del país

5. En cuanto a la investigación científica básica, se recomienda proseguir con los trabajos que proyectan a mediano y largo plazo un desarrollo en la ciencia en México, tales como los desarrollados en el Laboratorio de Física de Plasmas, durante los últimos 15 años en el campo de la salud.

Por último, se recomienda continuar con la colaboración establecida con el Organismo Internacional de Energía Atómica de la cual han





surgido importantes eventos para el fortalecimiento de los conocimientos nacionales en material nuclear.

## INVESTIGACION TECNOLÓGICA.

“Laboratorio Nacional de Investigación y Desarrollo de Radiofármacos”

### 1. Antecedentes

Uno de los objetivos del ININ es generar conocimiento científico y con ello tecnología radiofarmacéutica propia, que sea transferible a su planta de producción de radiofármacos para satisfacer las necesidades del sector salud a través del suministro de radiofármacos para uso en medicina nuclear. La planta de producción de radiofármacos (PPR) del ININ, es la única instalación en el país dedicada a la investigación y producción de radiofármacos diagnósticos (SPECT) y terapéuticos.

El principal objetivo del (LANIDER) es proporcionar a la población del país alternativas diagnósticas y terapéuticas para el cáncer y otras enfermedades. Actualmente, se distribuyen productos a diferentes Centros de Medicina Nuclear de México y Centro América.

#### 1.1. Que es LANIDER?

Es el Laboratorio Nacional de Investigación y Desarrollo de Radiofármacos (LANIDER) el cual forma parte del programa de Laboratorios Nacionales del CONACYT, cuya institución sede es el ININ y la institución asociada es el Instituto Nacional de Cancerología (INCan) y cuyo objetivo es generar conocimiento científico y con ello tecnología radiofarmacéutica propia, que sea transferible a su planta de producción de radiofármacos para satisfacer las necesidades del sector salud a través del suministro de radiofármacos para uso en medicina nuclear.

El LANIDER proporciona a la población del país alternativas diagnósticas y terapéuticas para el cáncer y otras enfermedades. Actualmente, se distribuyen productos a 104 diferentes Centros de Medicina Nuclear de México y Centro-América, que permiten realizar alrededor de 350,000 estudios anuales.

Actualmente el Laboratorio se encuentra en la Segunda etapa con una participación previa de acuerdo con los Términos de referencia de la Convocatoria 2018, Apoyos Complementarios para la Consolidación de Laboratorios Nacionales CONACYT.

### 2. Infraestructura.

El LANIDER cuenta con una Planta de Producción de Radiofármacos (PPR), que es la única instalación en el país dedicada a la investigación y producción de radiofármacos diagnósticos (SPECT) y terapéuticos. La PPR cuenta con un área de investigación y dos líneas principales de fabricación, una para la producción de radiofármacos y generadores de radionúclidos y otra para la producción de precursores de radiofármacos, en una superficie total estimada de 977 m<sup>2</sup>, donde actualmente se producen alrededor de 30 diferentes radiofármacos, además de contar con la certificación de buenas prácticas de fabricación (GMP) emitido por la Comisión Federal para la protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), así como con la certificación ISO-9001:2008, emitido por Calidad Mexicana Certificada, CALMECAC.

#### 2.1. Logros.

Generación de conocimiento y con ello tecnología radiofarmacéutica propia que se ha transferido a la Planta de Producción de Radiofármacos del ININ para satisfacer las necesidades del Sector Salud Nacional a través del suministro de Radiofármacos para diagnóstico y terapia en Medicina Nuclear, mejorando así la calidad de vida de los pacientes, con la convicción y compromiso formal de su personal de aplicar el Sistema de Gestión de Calidad y la Normativa exigida por las autoridades sanitarias en México, así mismo se ha generado; diferentes radiofármacos con registro sanitario, que se distribuyen y suministran a diferentes Centros de Medicina Nuclear en el País, así como generar y registrar patentes otorgadas por el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, aunado a lo anterior se tiene los siguiente: Artículos internacionales arbitrados e indizados, Formación de Recursos Humanos de los distintos niveles, Licenciatura, Maestría y Doctorado en Ciencias relacionados con la Tecnología Radiofarmacéutica en colaboración con diferentes



instituciones educativas, Financiamiento de 9 proyectos por parte de CONACyT y 5 proyectos financiados por parte del Organismo Internacional de Energía Atómica, Tres de los radiofármacos desarrollados en el grupo de investigación del ININ están incluidos en la base de datos para agentes de diagnóstico por contraste y por imágenes moleculares creada por "The National Institutes of Health, USA" [Molecular Imaging and Contrast Agent Database (MICAD)].

3. Proponer las prospectivas y recomendaciones para dar continuidad al Laboratorio Nacional de Investigación y Desarrollo de Radiofármacos (LANIDER).

Se recomienda que el LANIDER continúe sometiendo propuestas a la convocatoria del Laboratorios Nacionales del Conacyt en su fase de consolidación para los años siguientes, con la finalidad de continuar con las mejoras que se requieren en la Planta de Producción de Radiofármacos del LANIDER y de esta manera cumplir con lo indicado la normatividad de Buenas Prácticas de Fabricación y en caso de alguna visita de inspección por parte de la Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) no se realicen prevenciones al Certificado con el que se actualmente. Es recomendable continuar con la mejora continua del LANIDER, debido a que es una instalación prominente del instituto y se encuentra dedicada a la investigación y producción de radiofármacos diagnósticos (SPECT) y terapéuticos, cuya producción cubre aproximadamente 70% de la demanda nacional, además de ser uno de los principales generadores de ingresos para el Instituto, por la venta de radiofármacos.

"Laboratorio de Control de Calidad y Protección Radiológica en Imagenología"

## 1. Antecedentes

### 1.1. Que es LACCPRIM?

El Laboratorio de Control de Calidad y Protección Radiológica en Imagenología (LACCPRIM) tiene como objetivo el de la formación de profesionales en las pruebas de control de calidad así como en protección radiológica en Radiología diagnóstica, las áreas en las que el laboratorio colabora son: protección radiológica del paciente, personal médico ocupacional y público, así como en radiología intervencionista; implementación de programas de aseguramiento de calidad en los servicios de radiología diagnóstica e intervencionista; control de calidad en tomografía, mamografía convencional y digital, fluoroscopia convencional e intervencionista, radiografía simple y digital, radiografía dental, además de estas áreas de imagenología, el laboratorio colabora con otras áreas de investigación como son: imagenología de animales de experimentación, ciencia de materiales, arqueología, antropología para la obtención de imágenes con rayos X de distintos objetos.

### 2. Infraestructura.

El LACCPRIM cuenta con un área específica estimada en 150 m<sup>2</sup> y diseñada para pruebas de control de calidad y capacitación de personal, cuenta además de un equipo de tomografía computarizada multicorte, un equipo de radiografía convencional digital, y un lector de chasis de radiología computada (CR), equipos medidores para los diferentes parámetros y herramientas específicas para la realización de pruebas de control de calidad.

Se ha establecido un convenio de colaboración en materia de uso, aprovechamiento y control de fuentes de radiación ionizante con la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) en julio de 2016 entre las actividades de colaboración están: desarrollar en forma conjunta con el ININ proyectos y estudios de evaluación y desarrollo tecnológico en radiología diagnóstica e intervencionista además de coordinar la publicación de protocolos de control de calidad y protección radiológica elaborados en forma conjunta, se proporciona servicios y asesoría especializada hasta para 70 hospitales siendo autosustentable al grupo de trabajo.

3. Proponer las prospectivas y recomendaciones para dar continuidad al Laboratorio Nacional de Investigación y Desarrollo de Radiofármacos (LANIDER).



- Asegurar el mantenimiento de la instalación y los equipos así como la calibración de los equipos de medición de radiación así como gestionar el apoyo de organismos internacionales como el OIEA, OPS y OMS.
- Montaje y puesta en marcha de los diferentes equipos de radiología diagnóstica que se han donado al LACCPRIM por parte de las distintas unidades hospitalarias de PEMEX, INER, Cruz Roja, ISSSTE y el OIEA.
- Establecer al LACCPRIM como un centro colaborador ante el OIEA para proporcionar capacitación a usuarios nacionales y de Latinoamérica en Control de Calidad y Protección Radiológica en Radiología Diagnóstica e intervencionismo.

“Laboratorio Nacional de Investigación en Forense Nuclear (LANAFONU)”

#### 1. Antecedentes LANAFONU.

El tráfico ilícito de materiales nucleares y radiactivos es una preocupación de los Estados miembros del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). México ha adoptado las medidas recomendadas por la OIEA para combatir las posibles actividades ilícitas en materia nuclear en el territorio nacional, éstas incluyen la protección física de materiales nucleares, la contabilidad del material nuclear, detección y respuesta al tráfico nuclear ilícito, la seguridad de fuentes radiactivas y los planes de emergencia.

El Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) con apoyo de la Secretaría de Energía (SENER) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), en el año 2014, crearon el Laboratorio Nacional de Investigaciones en Forense Nuclear (LANAFONU), el cual contribuye con aspectos técnico-científicos que coadyuven a la seguridad radiológica en México. Cabe resaltar, que este laboratorio es el primero en México en su categoría.

La ciencia forense nuclear es una subdisciplina de la ciencia forense, y estudia el origen y la historia de los materiales nucleares y radiactivos, o evidencias asociados a éstos, especialmente los hallados en el lugar de un delito. Un elemento esencial en la materia es tener un plan analítico de respuesta para aplicarlo en caso de incidente nuclear o radiológico. Si se decomisan materiales nucleares en un cruce de frontera o si se los encuentra en refrigeradores desechados en un vertedero, o se los utiliza para fabricar una bomba sucia, las autoridades nacionales y locales deben disponer ya de sistemas establecidos para la contención de esos materiales y el descubrimiento de su origen.

#### 2. Infraestructura.

El Laboratorio Nacional de Investigaciones en Forense Nuclear, cuenta con equipo y personal altamente especializado, con el fin de caracterizar materiales nucleares y radiactivos a nivel de trazas y ultratrazas, además de dar servicio a un amplio sector tanto público como privado. El LANAFONU está constituido por tres laboratorios: Laboratorio de Bioensayos, Laboratorio de Espectrometría de Masas y Laboratorio de Análisis Químicos. Actualmente el LANAFONU, se encuentra en proceso de acreditación ante la entidad mexicana de acreditación (ema).

##### 2.1. Logros.

Generación de conocimiento y métodos analíticos en el campo de Forense Nuclear, formación de Recursos Humano a nivel licenciatura, maestría y doctorado, estancias de investigación, así como la realización de servicios altamente especializados, dirigidos a la investigación, a la industria y apoyo científico a instituciones educativas.

3. Proponer las prospectivas y recomendaciones para dar continuidad al Laboratorio Nacional de Investigación en Forense Nuclear (LANAFONU).



Se recomienda su continuación debido a que el LANAFONU, es el único laboratorio con la capacidad de apoyar en cuestiones de seguridad nacional donde se encuentre involucrado material nuclear o radiactivo (tráfico ilícito), además de ser designado como laboratorio de referencia para la región.

#### 4.Recomendaciones para dar continuidad.

Se requiere la remodelación de los laboratorios de cromatografía de gases, de fisicoquímicos y del cuarto de balanzas, con la finalidad de contar con instalaciones óptimas para el proceso de acreditación ante la EMA y de esta manera mejorar la prestación de servicios, así mismo se requiere dar continuidad a la Biblioteca Nacional en Forense Nuclear, con la finalidad de incluir materiales de referencia certificados, minerales que presenten uranio y/o torio, muestras desconocidas nucleares o radiactivas. Se necesita incorporar nuevo personal de base y desarrollar mayor capital humano (Transferencia de Conocimientos). Se recomienda seguir sometiendo propuestas a la convocatoria de Laboratorios Nacionales del Conacyt con el objeto de obtener recursos para su consolidación.

### “ Desechos Radiactivos ”

#### 1.Antecedentes del Departamento de Desechos Radiactivos

El Departamento de Desechos Radiactivos se encuentra adscrito a la Gerencia de Seguridad Radiológica y tiene como objetivo principal realizar la gestión de los desechos radiactivos generados en las instituciones y empresas de todo el país, dedicadas a las aplicaciones de las técnicas nucleares no energéticas. En este sentido, en sus instalaciones se realiza el transporte, segregación, caracterización, tratamiento, acondicionamiento y almacenamiento de los desechos radiactivos. Adicionalmente, lleva a cabo investigación en materia de desechos radiactivos y contribuye a la formación de recursos humanos en la materia.

#### 2.Infraestructura.

Para cumplir con su objetivo, el Departamento de Desechos Radiactivos tiene bajo su responsabilidad la operación de la Planta de Tratamiento de Desechos Radiactivos (PATRADER), Centro de Almacenamiento de Desechos Radiactivos (CADER), Laboratorio de Desechos Radiactivos (LDR) y los sitios denominados “La Piedrera” y “Peña Blanca”. En la PATRADER, se coordinan y ejecuta el transporte de material radiactivo, caracterización y segregación, descontaminación, así como el tratamiento y acondicionamiento de los desechos radiactivos y fuentes selladas gastadas. Por su parte, en el CADER, se realiza el almacenamiento temporal y resguardo de los desechos radiactivos previamente acondicionados. La Piedrera, es un sitio considerado de disposición de desechos radiactivos y fue construido para albergar los desechos radiactivos de Co-60 producidos en el accidente de Cd. Juárez en 1983. Peña Blanca, es un sitio considerado como de disposición de desechos radiactivos de origen natural. Finalmente, el LDR tiene como funciones principales la caracterización de desechos líquidos, desarrollo de técnicas de tratamiento de desechos, implementación de metodologías de determinación de alfas y betas en desechos líquidos, sólidos, y la formación de recursos humanos. Para realizar las tareas enunciadas anteriormente, el departamento cuenta con una plantilla de 21 trabajadores. Se han operado las instalaciones de manera adecuada, garantizando con ello la gestión segura de los desechos radiactivos generados en aplicaciones no energéticas en todo el país. Al mismo tiempo se han cumplido con los requerimientos establecidos en las autorizaciones o licencias expedidas por la CNSNS, esto ha coadyuvado a que se mantengan actualizadas todas las licencias y autorizaciones ante el órgano regulador. Asimismo, se tiene la autorización de transporte de materiales peligrosos ante la SCT, y se modernizaron los sistemas de comunicación y rastreo de los vehículos utilizados en el transporte de materiales radiactivos. Por otro lado, se disminuyó significativamente el rezago histórico en materia de caracterización de desechos líquidos e inmovilización de fuentes selladas gastadas. Después de más de 30 años de operación se logró la renovación y mejoramiento del Almacén I del CADER, así como la sistematización y modernización de la base de



datos del inventario de la instalación. En materia de ingresos, el departamento ha rebasado sus metas de manera ininterrumpida en los últimos 5 años, gracias a la diversificación de servicios especializados principalmente a la Central Nuclear de Laguna Verde y a la CNSNS.

A pesar de ser un área principalmente operativa, en los años recientes se ha incrementado sustancialmente la producción científica y la formación de los recursos humanos, asimismo, se obtuvo el financiamiento por CONACyT para el desarrollo de un proyecto de investigación.

### 3. Proponer las prospectivas y recomendaciones para dar continuidad.

Puesto que en el país no existe otra entidad que cuente con la experiencia técnica, operativa e infraestructura para llevar a cabo la gestión segura de los desechos radiactivos generados en aplicaciones no energéticas, se vuelve indispensable continuar con las actividades del departamento, lo anterior permite prevenir y mantener la seguridad radiológica del personal y proteger la salud de la población y el ambiente de la liberación accidental o intencional de material radiactivo debido al manejo inadecuado de los desechos radiactivos. Finalmente es fundamental asignar mayor presupuesto para mejorar estos procesos y actividades.

Recomendaciones para dar continuidad.

Renovar el personal técnico que presente problemas de salud y edad avanzada, e incrementar el presupuesto para la sustitución de equipos y mantenimiento a instalaciones, continuar con las acciones de caracterización y acondicionamiento de desechos y fuentes gastadas históricas, así como con las acciones para incrementar la dispensa incondicional de desechos radiactivos.

Acciones pendientes a realizar en el futuro próximo.

Migración y modernización de la PATRADER. Se requiere migrar los procesos de compactación, acondicionamiento y caracterización gamma de desechos al edificio adjunto al Laboratorio de Desechos Radiactivos. El traslado de la PATRADER permitirá: acercar y comunicar el LDR, incinerador experimental y PATRADER. La modernización consiste en construir nuevas capacidades como la conclusión de la celda caliente e implementar nuevos procesos (móviles) de tratamiento tales como: sistema de corte de plasma para sólidos no compactables (ya se cuenta con el equipo), evaporación de líquidos (se cuenta con el diseño conceptual) y descontaminación de sólidos no compactables. Estas acciones garantizan la gestión segura de los desechos radiactivos, en los próximos años.

Cabe señalar, que se recomienda dar continuidad a las actividades del Departamento, toda vez que en el corto y mediano plazo el Instituto tendrá que realizar las actividades de gestión de los desechos radiactivos, debido a que no hay otra entidad o institución que cuente con la experiencia técnica e infraestructura para realizar estas actividades. En este contexto, hay que hacer hincapié que es necesario que la cabeza del sector, provea de los recursos financieros para que el Departamento continúe desarrollando y/o mejorando sus capacidades tecnológicas y humanas en el área.

### “Evaluación de Proyectos de Investigación e Infraestructura”

#### 1. Antecedentes.

La evaluación de proyectos de investigación e infraestructura surge en el año 2013, de la necesidad de contar con un indicador que permita medir el desempeño realizado por los investigadores dentro de los proyectos y al mismo tiempo apoyar a la Alta Dirección en la toma de decisiones respecto de la continuidad de los proyectos para el o los años siguientes.

#### 2. Que es Evaluación de Proyectos de Investigación e Infraestructura?

La evaluación de proyectos es el proceso mediante el cual se analizan y evalúan los resultados de cada uno de los proyectos aprobados y concluidos en el año, con la finalidad de determinar su viabilidad y continuidad para el año inmediato siguiente,



considerando entre otras la siguiente información: cumplimiento de metas, objetivos, entregables programados (producción científica, informes técnicos, formación de recursos humanos, participantes, presupuesto asignado, colaboración con otras instituciones, así como la problemática que se tiene en cada uno de ellos. Este proceso se realiza en dos etapas la primera a través de mesas redondas con la participación de cada responsable de Proyecto, su Jefe de Departamento, y Gerente, posteriormente se realiza la presentación de los resultados a los directores de área y Directora de general, para su análisis y toma de decisiones.

### 3. Prospectivas y recomendaciones para dar continuidad.

Se recomienda la continuidad de la evaluación anual de los proyectos de Investigación e infraestructura con la finalidad primordial de determinar su viabilidad y continuidad para el año inmediato siguiente, así como de contar con los elementos adicionales que permitan la selección y aprobación de los mismos en el ejercicio (año) siguiente; y de esta manera asegurar que los proyectos de investigación que se realizan sean acordes a las funciones sustantivas del ININ; así como en materia nuclear y disciplinas afines que contribuyan al avance de las ciencias y desarrollo del país.

## SERVICIOS TECNOLOGICOS

### “Proyecto Elite ININ Planta de Irradiación con haz de electrones”

El proyecto ELITE tiene como objetivo la construcción de una nueva planta de irradiación industrial basada en un acelerador de haz de electrones para prestar servicios a la industria y para realizar investigación, innovación y desarrollo en este campo, conjuntamente con la formación de personal especializado. La capacidad nominal anual de planta será de 250,000 m<sup>3</sup> de materiales médico desechables y estará ubicada en el Centro Nuclear “Dr. Nabor Carrillo Flores”, Ocoyoacac, Estado de México. El diseño conceptual del proyecto ELITE inició en febrero de 2013, el ININ explora opciones para conseguir recursos financieros a fin de iniciar la asignación de contratos para su construcción.

#### 1. JUSTIFICACION

El proyecto “Electrones Limpios Tecnología Ecológica” (ELITE) se justifica con base en diversos elementos identificados por el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), de los cuales sobresalen los siguientes:

1.1. La demanda de servicios de irradiación ha crecido sustancialmente en los últimos años, al grado tal que la Planta de Irradiación Gamma del ININ, desde 2014, opera a su máxima capacidad, con una actividad cercana a 1 millón de curies.

1.2. Los productos a procesar de mayor crecimiento en la demanda de servicios de esterilización son dispositivos médicos como: sondas, catéteres, bolsas para sangre, ropa de quirófano, entre otros.

1.3. El uso persistente del óxido de etileno como alternativa para la esterilización de productos médico-desechables tiene desventajas. Se sabe que genera compuestos químicos carcinógenos: el etilenglicol y el etilcloramina. La tecnología basada en acelerador de haz de electrones es una opción que tiene el potencial de disuadir el uso del óxido de etileno para esterilización.

1.4. Por otra parte, se continúa utilizando indiscriminadamente el bromuro de metilo y otros compuestos químicos en tratamientos fitosanitarios de alimentos frescos y que, conforme al Protocolo de Montreal, continúan en la etapa de prohibición debido a que influyen en el agotamiento de la capa de ozono.



1.5. La instalación de un acelerador de alta energía para aplicaciones industriales, propiciará un cambio tecnológico necesario para respaldar con mejores resultados la esterilización de productos del sector salud y la inocuidad de los productos alimentarios que tanto requiere nuestro país. Asimismo, llenará un vacío que obstaculiza el desarrollo de nuevos materiales y nuevas aplicaciones que hasta ahora no es posible obtener.

Cabe agregar que, es responsabilidad del ININ, conforme a la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear, la promoción de los usos pacíficos de la energía nuclear que incluye realizar y fomentar la innovación, transferencia, adaptación y asimilación de tecnologías nucleares vinculándolas al desarrollo social, económico, científico y tecnológico del país, acorde con las políticas nacionales y sus programas derivados.

En este contexto, el ININ considera pertinente presentar este proyecto a las Secretarías de Energía y Hacienda y Crédito Público, con el fin de obtener los recursos financieros necesarios para su oportuna ejecución, y de esta forma: capitalizar la experiencia y conocimientos acumulados que se han derivado de la operación continua de la Planta de Irradiación Gamma ubicada en el Centro Nuclear; la cual contribuye a la generación de recursos propios del ININ y fortalece su posicionamiento estratégico como una unidad de resultados importante para beneficio de la sociedad.

## 2.OBJETIVOS

### 2.1. General

Instalar una planta industrial para esterilizar materiales, productos médico-desechables y alimentos utilizando irradiación con un acelerador de electrones de alta energía.

### 2.2. Específicos

- Contribuir a la transferencia y aprovechamiento del conocimiento vinculando a las instituciones de educación superior y los centros de investigación con los sectores público, social y privado.
- Contribuir al fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica del país.
- Cumplir con los ordenamientos de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear, en cuanto a la promoción de los usos pacíficos de la energía nuclear.

## 3.ALCANCE

Atender a nivel nacional e internacional la demanda de servicios de esterilización de productos y equipos médicos desechables mediante la irradiación con un acelerador de electrones de alta energía.

## 4. RELEVANCIA NACIONAL

Existen diversas fuentes de información que permiten inferir que en los próximos años aumentará la demanda del servicio de esterilización principalmente en los sectores salud y alimentario. A continuación se presenta la información al respecto.

### 4.1. Situación del sector salud

En el caso de sector salud, el Programa Sectorial de Salud 2013-2018 (PROSALUD) establece que la población de México está viviendo más y con mejores condiciones de salud, y que los avances en el estado de salud de la población se deben en buena medida a las mejores condiciones en que las personas nacen, crecen, viven, trabajan y envejecen.

Los progresos en la educación, el nivel de ingreso, la alimentación, las condiciones de la vivienda y del empleo y de la infraestructura pública — agua potable, drenaje, luz eléctrica así como la mejora en el acceso a servicios de salud y la disponibilidad de nuevas tecnologías al alcance de una mayor población, han propiciado una vida más saludable, consecuentemente se ha incrementado el promedio de vida de los mexicanos.



Los métodos de esterilización enfocados al procesamiento de grandes volúmenes de dispositivos médicos como el óxido de etileno se han utilizado de forma consistente. Se reconoce como agente esterilizante químico en casi todas las farmacopeas y legislaciones de países desarrollados. Su uso como esterilizante frío es idóneo para los instrumentos y dispositivos. Sin embargo, la esterilización por óxido de etileno se ha visto afectada en los últimos años por una serie de factores que han incidido profundamente en su uso, entre los que destacan:

- Normativas internacionales más estrictas sobre la protección de los trabajadores expuestos a sustancias tóxicas y carcinogénicas.
- Normativas internacionales sobre medio ambiente. En muchos países puede ser ilegal verter óxido de etileno al ambiente.
- Normativa sobre residuos de óxido de etileno en productos procesados con este compuesto.

Como se describirá más adelante, la esterilización por irradiación basada en aceleradores de haz de electrones es una alternativa que puede hacer frente al método con óxido de etileno con la ventaja de que se pueden lograr altas tasas de procesamiento.

#### 4.2. Situación del sector agroalimentario y ambiental

El proyecto ELITE-ININ considera el funcionamiento de una línea de irradiación para dispositivos médico-desechables y una cantidad marginal de alimentos frescos y deshidratados, además realizar proyectos de investigación, posteriormente, se instalaría una segunda línea para irradiar alimentos frescos en una mayor cantidad. Técnicamente esto es posible lograr con un acelerador toroidal.

Dada la relevancia del sector alimentario en nuestro país y su posición en el mundo, a continuación se presentan extractos del Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario, Pesquero y Alimentario 2013-2018 (PROSAGARPA) que influyen indirectamente en el proyecto.

Los países en desarrollo han jugado en los últimos años un papel fundamental en el aumento global de la demanda de alimentos. El incremento en el ingreso promedio de la población mundial y la reducción de la pobreza han provocado que la demanda de alimentos en el mundo se eleve. A la vez, se observan cambios en la composición de las dietas, a las que se incorpora cada vez más diferentes tipos de proteínas de origen animal, frutas, vegetales y alimentos procesados de alto valor agregado.

En el 2050, la población mundial será de 9,300 millones de personas. La FAO estima que la demanda mundial de alimentos aumentará 60%. Para ese año la población en México crecerá 34 millones, para alcanzar un total de 151 millones de personas.

El crecimiento sostenido de algunos países en desarrollo como Brasil, China e India impone retos y oportunidades en el ámbito mundial para el desarrollo del sector agroalimentario. El Fondo Monetario Internacional estima un crecimiento de la economía mundial de 3.8% promedio anual para los próximos seis años, con diferencias importantes entre los grupos de países; 5.2% para los mercados emergentes y 2.2% para las economías avanzadas, lo que incidirá en aumentos en el consumo y comercio de alimentos a escala global.

Esta tendencia representa una gran oportunidad para México, que podría tomar un papel protagónico en el abastecimiento de la demanda mundial de alimentos.

Sin embargo, la tierra cultivable tanto en el mundo como en México es limitada. Es necesario enfrentar el cambio climático que se traduce en fenómenos meteorológicos extremos que afectan la producción de alimentos. En este contexto, el gran desafío global es el incremento de la producción alimentaria a través de mayor productividad en conjunción con mejores métodos de conservación de los mismos, incluyendo la reducción en las pérdidas de alimentos por acción de microorganismos (bacterias, hongos) y plagas.

De acuerdo al PROSAGARPA, la forma de producir alimentos está cambiando; la innovación tecnológica, la infraestructura, el



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE CONCLUSIÓN  
DE LA ADMINISTRACIÓN 2012-2018



ordenamiento en las actividades productivas, las prácticas sustentables y la gestión de riesgos en las actividades primarias, son los principales instrumentos de política pública para lograr una mayor resiliencia en el sector.

Por otro lado, la seguridad alimentaria es un concepto que ha ido evolucionando a lo largo del tiempo. En los años setenta, se identificaba con el manejo de los inventarios de alimentos. En los años ochenta, el concepto se concentraba más en la autosuficiencia y es hasta la década de los noventa cuando se reconoce que el problema no se debe reducir exclusivamente a la disponibilidad de alimentos.

#### “ PROPUESTAS EN PROCESO DERIVADAS DEL PROYECTO ELITE ”

##### 1. Tapachula, Chiapas

“Asociación Local de Fruticultores del Soconusco”.

El año pasado 2017, se sostuvieron 2 reuniones en las que se presentó el Proyecto ELITE 2 – ININ adaptado para el Estado de Chiapas “Planta de Irradiación con Haz de electrones para el Desarrollo Agroindustrial del Estado”.

Para este año 2018, se hará una presentación en el mes de mayo para lograr captar el interés y promover la eventual decisión de invertir en este proyecto con el objeto de irradiar mango, mamey y papaya maradol.

2. A inicios de este año 2018 se presentó el Proyecto ELITE-ININ en las instalaciones del Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECYT) con el fin de que sea considerado dentro del desarrollo de los sistemas estatales de innovación del Estado de México.

#### “ ALIANZAS ESTRATÉGICAS DEL ININ ”

El ININ se debe mantener en una búsqueda constante de alianzas estratégicas que fortalezcan su crecimiento e incrementen su cobertura para ampliar el impacto en la sociedad. Un ejemplo de ello es la alianza formalizada a finales del 2015.

##### ALIANZA ININ – IBA MOLECULAR

Esta alianza en el campo de radiofármacos y núcleo equipos ha brindado resultados relevantes como:

El ININ produciendo un mayor número de unidades de su portafolio que nuevos e innovadores productos, con lo que la sociedad mexicana se beneficia.

Los índices de productividad de la Planta de Producción de Radiofármacos han mejorado sustancialmente, lo que se refleja en un aumento significativo en la obtención de recursos propios por la comercialización de radiofármacos y núcleo equipos, resultado que está alineado a lo que establece la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear:

ART. 43.- Para el cumplimiento de su objeto el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares tendrá las siguientes atribuciones:

IV.- Realizar actividades de investigación y desarrollo relativas a las aplicaciones y aprovechamiento de sistemas nucleares y materiales radiactivos para usos no energéticos requeridos por el desarrollo nacional. Además, promoverá las aplicaciones de las



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE CONCLUSIÓN  
DE LA ADMINISTRACIÓN 2012-2018



radiaciones y los radioisótopos en sus diversos campos;

“ LABORATORIO PARA LA MEDICIÓN EN LÍNEA DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES EN FUENTES FIJAS (LAPEM-PST) ”

Con el apoyo del fondo sectorial para investigación y desarrollo tecnológico en energía se emitió la Convocatoria CFE-CONACYT-2015-C11 con la demanda específica No. 2 “Desarrollo tecnológico de un laboratorio portátil para la medición en línea de las emisiones de partículas suspendidas totales en fuentes fijas (LAPEM-PST)”, mismo que se aprobó con el número de proyecto 265794 y que contempla un recurso para su desarrollo y ejecución por \$15'945,625.00 M.N.

Este proyecto comprende la realización de estudios y pruebas necesarias para lograr el diseño y construcción de un laboratorio portátil que se pueda montar y desmontar, y trasladar a cualquier fuente fija o chimenea, en donde sea necesaria la medición de Partículas Sólidas Suspendidas (PST) en línea. Para la calibración del sistema, se deberá de hacer uso de la medición isocinética tal como lo determina la Norma Mexicana de referencia NMX-AA-010-SCFI-2001. El desarrollo debe ser tal que permita la medición en línea (obtener datos al menos cada minuto) de la concentración de PST en mg/m<sup>3</sup> para un rango de partículas de 0 a 1000 mg/m<sup>3</sup>, los datos recabados se deberán transmitir al control del proceso de combustión para la toma de decisión y mejora.

Se contempla que dicho proyecto se lleve a cabo en tres etapas, cada una de éstas con una duración de un año. El inicio formal se dio el pasado 26 de abril de 2017.

“ PROYECTO: J0008 “ENHANCING COMPUTER SECURITY INCIDENT RESPONSE AND PLANNING AT NUCLEAR FACILITIES”  
CONTRATO DE INVESTIGACIÓN: CYBERSECURITY FOR THE REACTOR TRIGA MARK III MÉXICO (#20857) ”

Este proyecto está financiado por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). Su resultado aportará los controles necesarios de ciber seguridad en hardware y software para asegurar los activos informáticos de la instalación nuclear con el fin de minimizar amenazas y reducir la explotación de vulnerabilidades que pudieran comprometer dicha instalación.

Los objetivos particulares del proyecto son:

- Construir infraestructura de comunicaciones exclusiva para el reactor y sus instalaciones asociadas.
- Establecer un laboratorio de prueba de dispositivos informáticos y de instrumentación de control.
- Establecer las políticas y los controles de ciberseguridad de hardware y software para los activos informáticos críticos del reactor, dispositivos I&C y la red de sondas de detección de radiación.
- Establecer los controles necesarios para el manejo e intercambio de la información generada desde la consola de operación del reactor, las instalaciones asociadas, los sistemas de detección radiológica y sistemas de control de seguridad física.
- Fortalecer las políticas y controles ciberseguridad para asegurar el funcionamiento de la estación de control de alarmas (CAS) de la instalación.

Se espera que este proyecto continúe en el 2019 con nuevas etapas debido a la importancia que merece, bajo la supervisión, asesoría y apoyo en el financiamiento por parte del OIEA.

#### DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

En el marco de la misión y atribuciones conferidas a cada Dependencia o Entidad, la Procuraduría General de la República, y las empresas productivas del Estado, se deberán proponer las perspectivas y recomendaciones para dar continuidad y consolidar los programas, proyectos, servicios y funciones gubernamentales; atender la principal problemática identificada; señalar los asuntos a su



cargo que se encuentran en proceso, los que ocurren periódicamente y los que requieren de atención especial e inmediata en el momento de la entrega, y contribuir a la mejora y eficiencia de la gestión institucional.

Actualmente, existen diversos planes sectoriales, que establecen las metas y objetivos de corto, mediano y largo plazos, así como metas y objetivos transversales para un desarrollo integral del país y la sociedad. Para el ININ, el reto se encuentra en buscar e implementar los mecanismos necesarios para promover el desarrollo de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, además de atender la necesidad por mantener, modernizar y rehabilitar la infraestructura ya existente. Para la realización de proyectos importantes, es necesario establecer sinergias con otras instituciones, propuestas multidisciplinarias y multinstitucionales. Por lo que, la participación de las instancias externas deberá incrementarse mediante la colaboración con el sector público en la provisión de servicios públicos, ya sea de manera directa (Fondos Mixtos y Sectoriales de CONACYT), o a través de la inyección de recursos de financiamiento externo (Programas del fondo Institucional de CONACYT) que permitan el desarrollo de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico de gran envergadura que permitan el fortalecimiento de la infraestructura y el correcto desarrollo de los proyectos, a través de:

a) Establecimiento de un marco estratégico para la toma de decisiones a largo plazo que permita tener una visión clara sobre las necesidades del sector de investigación y desarrollo en ciencia y tecnología nuclear, las demandas específicas detectadas, su orden de prioridad y los distintos procesos de maduración que puedan llegar a tener, a fin de poder elaborar propuestas que den atención a estos temas prioritarios;

b) Obtención de fondos CONACYT para el financiamiento de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico con aplicación a largo plazo que permitan empatar la naturaleza de largo plazo de la investigación con la necesidad y disponibilidad de recursos financieros. Actualmente en el ININ existe suficiente experiencia con esta clase de fondos y su manejo con el objeto de obtener lo siguiente:

- En la medida de lo posible, incrementar el número de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico financiados externamente;
- Fortalecer las áreas de soporte para incrementar los mecanismos de control y seguimiento para garantizar la efectividad y transparencia del ejercicio de los recursos ministrados a través de los fondos CONACYT;
- Asegurar que los proyectos en ejecución con un desarrollo a futuro claramente definido continúen con su ejecución y financiamiento a través de fondos proporcionados por CONACYT. Entre estos se encuentran los siguientes:

1. Desarrollo de una plataforma mexicana para el análisis y diseño de reactores nucleares.

El objetivo general del proyecto es: Desarrollar una plataforma para el análisis y diseño de reactores nucleares haciendo uso de las nuevas tecnologías de cómputo de alto rendimiento. Para cumplirlo se han definido objetivos específicos, mismos que se enumeran a continuación junto con una explicación detallada del grado de avance en cada uno de ellos al finalizar esta etapa 2 del proyecto.

1. Desarrollar un conjunto de herramientas de cálculo que apoyen a la contribución científica y tecnológica del país al marco internacional de desarrollo y análisis de seguridad de las centrales nucleares, que permitan apoyar tanto a la Central Nuclear Laguna Verde (CNLV) como a la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS), en la operación segura de la CNLV, así como en un posible licenciamiento y construcción de nuevas centrales nucleares en México en un futuro cercano. Actualmente se cuenta con un avance del 40% como estaba programado, al final de la etapa 5 del proyecto programado para finales de 2021 se tendrá el 100%.

En estas primeras dos etapas, se han establecido las herramientas principales de la plataforma. La base de cálculo de la plataforma se conforma por tres códigos neutrónicos: AZTRAN, AZKIND y AZNHEX y uno termohidráulico: AZTHECA. Más allá de la capacidad de cálculo con las versiones "standalone" de estos códigos principales, la plataforma le proporcionará al usuario una serie de herramientas adicionales que cubren algunos campos de la física y las matemáticas que han tomado relevancia gracias al desarrollo de los sistemas



de cómputo de alto rendimiento. Así, además de implementar algoritmos eficientes de cómputo en estos códigos, estamos también desarrollando un código de celda llamado GEMMA que le dará independencia a la plataforma para la generación de bancos de secciones eficaces, los cuales son fundamentales para realizar análisis multifísicos.

Se desarrolla también una herramienta que permitirá a los usuarios de la plataforma acompañar los resultados con análisis de sensibilidad e incertidumbre, mismos que en la actualidad están siendo requeridos por los organismos reguladores de lo nuclear en todo el mundo. Finalmente, las herramientas se extienden para poder hacer frente a los temas más avanzados de investigación en reactores de cuarta generación en los que la comunidad internacional trabaja intensamente para diseñar reactores sustentables para el futuro. Cada código en desarrollo se mejora con base en los requerimientos y comentarios de los potenciales usuarios quienes participan activamente en las reuniones de grupo de usuarios que se han desarrollado. Cabe señalar que también se mantiene la colaboración con el Instituto Tecnológico de Karlsruhe por medio de expertos que han venido a dar cursos y/o asesorías para apoyarnos con los desarrollos. También, últimamente se colabora con el Centro de Investigación de Dresden Rosendorf de Alemania sobre todo en la parte de reactores avanzados de cuarta generación.

2. Conseguir independencia tecnológica y contar con una base de investigación para contribuir en el ámbito internacional en relación al diseño y análisis de seguridad de reactores de tercera y cuarta generación. Avance del 40% como estaba programado, al final de la etapa 5 se tendrá el 100%. La independencia tecnológica nos la da el desarrollo de la plataforma como tal. Al finalizar este primer proyecto, México contará con una herramienta competitiva y con varias aplicaciones para resolver problemas nacionales. En los artículos presentados en congresos nacionales e internacionales de esta etapa (30 artículos en total), se han presentado en diferentes foros los avances más recientes en cada uno de los códigos en desarrollo. En muchos de ellos hemos hecho procesos de verificación e incluso de validación al comparar contra ejercicios Benchmark internacionales y/o contra códigos neutrónicos bien validados y con reconocimiento internacional. Uno de los resultados más destacados es una comparación neutrónica contra los códigos neutrónicos DYN3D y PARCS los cuales se desarrollan en Alemania y estados Unidos respectivamente. Los resultados obtenidos con nuestro código AZNHEX se comparan muy bien con estos dos códigos y con el código estocástico Serpent.

Además, se ha realizado una implementación de un algoritmo de cómputo de alto rendimiento en el código neutrónico AZKIND demostrando una gran aceleración (speed-up) con respecto a la versión en serie y explotando de forma óptima el uso de recursos computacionales de nuestra estación de trabajo adquirida en la etapa 1 del proyecto. Con los resultados de esta implementación, se publicó un artículo en la revista indizada Annals of Nuclear Energy. Este mismo artículo obtuvo el premio a la publicación del año que otorga la Sección Latino Americana de la American Nuclear Society. La independencia tecnológica objetivo se avizora mejor con cada paso que se da en el desarrollo de los códigos. Cabe destacar que en esta etapa tuvimos 15 publicaciones en congresos internacionales en donde mostramos el desarrollo de nuestras herramientas contra códigos similares que se desarrollan en otros países, la mayoría de ellos primermundistas.

3. Fortalecer las relaciones entre las instituciones mexicanas (ININ, IPN, UNAM, UAM), y de México con la Unión Europea y especialmente con el Instituto Tecnológico de Karlsruhe (KIT), con quien recientemente se han firmado acuerdos de colaboración, lo que sentará las bases de una cooperación científica que permita una eficiente transferencia de conocimiento. Actualmente se cuenta con un avance del 100%, como estaba programado, pues era fundamental crear esta red de colaboración para que el proyecto despegara y se recomienda se continúe con ello a fin de consolidar el trabajo ya realizado. Ahora hay una cooperación nacional e internacional fuerte que se ve reflejada en los resultados (entregables) y que continúa creciendo.

Asimismo, la plataforma AZTLAN ([www.aztlanplatform.mx](http://www.aztlanplatform.mx)) proporciona una interfaz muy útil entre los desarrolladores y los usuarios pues permite, por medio de foros, tener una interacción ágil y además llevar un registro de los pasos que se dan.

4. Ofrecer una herramienta base para que las instituciones educativas extiendan sus programas académicos y que se formen los recursos humanos necesarios para hacer frente a una expansión nuclear como la propuesta en la estrategia nacional de energía (ENE 2013-2027). Actualmente se cuenta con un avance del 40% como estaba programado, al final de la etapa 5 del proyecto programada



para finales de 2021 se tendrá el 100%.

Algo que es muy importante en este proyecto es la formación de recursos humanos. Los avances presentados en este informe y en todos y cada uno de los artículos publicados en revistas indizadas, congresos nacionales e internacionales, llevan siempre la contribución, muy importante, de estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado. Como parte del proyecto, en esta etapa se han graduado: 2 estudiantes de licenciatura y cuatro estudiantes de maestría, además de que se encuentran desarrollando su tesis de doctorado 6 estudiantes más. Este proyecto es el que más estudiantes está formando en el campo nuclear mexicano.

Prospectiva: El objetivo primordial de este proyecto es dotar de independencia tecnológica al país con relación al uso de herramientas computacionales para análisis de reactores nucleares. Cada año, el país gasta miles de pesos en licencias de códigos comerciales extranjeros para hacer análisis de reactores nucleares, principalmente para dar soporte tecnológico a los reactores de la CNLV. Una vez que la plataforma AZTLAN esté lista, el país tendrá sus propias herramientas lo que le significará ahorros considerables.

El desarrollo de este proyecto, además, ha dado lugar a la formación de recursos humanos altamente capacitados, quienes, al terminar sus tesis dentro del proyecto, no solo se presentan al campo laboral como profesionistas que entienden cómo usar los códigos de análisis de reactores, sino que entienden los fenómenos físicos y la implementación matemática de los mismos por lo que pueden hacer análisis de resultados mucho más detallados y precisos.

Finalmente, después de dos etapas y media, México ha ido adquiriendo reconocimiento internacional al pasar de ser un país de usuarios de códigos a un país de desarrolladores de códigos para análisis y diseño de reactores nucleares. Lo que nos posiciona como un país líder de la región y competitivo a nivel mundial en estos temas.

Recomendaciones para la continuidad del proyecto: Dado que la evolución del software y hardware avanza a pasos agigantados, este es un proyecto que brinda oportunidades de crecimiento para que al terminar esta primera etapa (en el 2021) se pueda continuar con la implementación de mejoras en las herramientas desarrolladas y darle continuidad a la plataforma mexicana AZTLAN.

## 2. Plasmas en la Salud, Medio Ambiente y Materiales

Las prospectivas y recomendaciones de este proyecto están centradas en tres ejes de investigación, materiales, medio ambiente y salud de los plasmas.

Respecto a la investigación y materiales se optimizará la actividad fotocatalítica de contaminantes emergentes usando el dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) con dopajes y codo-pajes de nuevos elementos metálicos así como otras especies aniónicas, con lo cual se deberá mejorar la actividad degradante en la banda visible del espectro.

Con respecto al medio ambiente se plantea llevar a cabo la investigación mediante plasmas no-térmicos generados a presión atmosférica en el tratamiento del agua para la inactivación de bacterias y en la degradación de compuestos orgánicos y recalcitrantes, como los compuestos farmacéuticos, en aguas residuales.

Finalmente en salud, se plantea lograr la consolidación de los protocolos médicos con los hospitales del ISSEMyM en el nuevo protocolo titulado "Aplicación del plasma no térmico como tratamiento adyuvante en pacientes post-operados de drenaje de abscesos profundos de cuello", en el ISSSTE mediante el protocolo médico de "Tratamiento de heridas crónicas" y en la Facultad de Odontología de la UAEMex mediante el protocolo "Regeneración tisular de las aftas orales recurrentes e incisiones por biopsia excisional intrabucal con la aplicación de un plasma no-térmico". En paralelo con lo anterior, se desarrollarán las investigaciones de la instrumentación eléctrica-electrónica-mecánica para la generación de plasma en los diferentes reactores en que se llevan a cabo las descargas, con lo que se pretende construir dos equipos generadores de plasma no térmico, para poder realizar los protocolos mencionados, además que se estará continuando con el trámite de una patente y un diseño industrial ante el IMPI, con el título "reactor para aplicación puntual de plasma no térmico a presión atmosférica".

Se ha estado trabajando en el Hospital ISSEMYM en la aplicación del plasma no-térmico (plasma de aguja) en las heridas quirúrgicas y crónicas de los pacientes, con resultados alentadores. Se pretende continuar hasta terminar con los pacientes solicitados en los protocolos. Se ha estado trabajando en la fabricación de una fuente generadora de RF para ser utilizada en aplicaciones del plasma probablemente en el ISSSTE mediante otro protocolo médico.





DIRECCION DE SERVICIOS TECNOLOGICOS.

#### COOPERACIÓN TÉCNICA CON EL ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA

Se desarrollan actualmente los siguientes proyectos auspiciados por el OIEA, los cuales se considera deben continuar, con el establecimiento de nuevos proyectos y continuar los vigentes:

- RLA5066 "Incremento de la aplicación comercial de los procesos de irradiación para alimentos utilizando Haces de Electrones/Rayos X en los países de la región América latina y del Caribe". Inicio julio de 2013, término diciembre de 2018.
- MEX1023 "Introducción de la tecnología de irradiación con Haces de Electrones/Rayos X en México". Inicio septiembre de 2015, término julio 2018.
- RLA1013 "Creación de expertise en el uso de la tecnología de la radiación para mejorar el desempeño de la industria, el desarrollo de nuevos materiales y productos, así como reducir el impacto ambiental". Inicio enero de 2015, término septiembre 2019.
- ARCAL 1015 "Armonización de Sistemas Integrados de Gestión y de Procedimientos de Buenas Prácticas en Plantas de Irradiación". Inicio diciembre de 2017, término mayo 2020.

#### PROYECTO ELITE – ININ "PLANTA DE IRRADIACIÓN CON HAZ DE ELECTRONES"

El proyecto ELITE tiene como objetivo la construcción de una nueva planta de irradiación industrial basada en un acelerador de haz de electrones para prestar servicios a la industria y para realizar investigación, innovación y desarrollo en este campo, conjuntamente con la formación de personal especializado. La capacidad nominal anual de planta será de 250,000 m<sup>3</sup> de materiales médico desechables y estará ubicada en el Centro Nuclear "Dr. Nabor Carrillo Flores", Ocoyoacac, Estado de México. El diseño conceptual del proyecto ELITE inició en febrero de 2013, el ININ explora opciones para conseguir recursos financieros a fin de iniciar la asignación de contratos para su construcción.

#### 1.JUSTIFICACION

El proyecto "Electrones Limpios Tecnología Ecológica" (ELITE) se justifica con base en diversos elementos identificados por el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), de los cuales sobresalen los siguientes:

1.1.La demanda de servicios de irradiación ha crecido sustancialmente en los últimos años, al grado tal que la Planta de Irradiación Gamma del ININ, desde 2014, opera a su máxima capacidad, con una actividad cercana a 1 millón de curies.

1.2.Los productos a procesar de mayor crecimiento en la demanda de servicios de esterilización son dispositivos médicos como: sondas, catéteres, bolsas para sangre, ropa de quirófano, entre otros.

1.3.El uso persistente del óxido de etileno como alternativa para la esterilización de productos médico-desechables tiene desventajas. Se sabe que genera compuestos químicos carcinógenos: el etilenglicol y el etilcloramina. La tecnología basada en acelerador de haz de electrones es una opción que tiene el potencial de disuadir el uso del óxido de etileno para esterilización.

1.4.Por otra parte, se continúa utilizando indiscriminadamente el bromuro de metilo y otros compuestos químicos en tratamientos fitosanitarios de alimentos frescos y que, conforme al Protocolo de Montreal, continúan en la etapa de prohibición debido a que influyen en el agotamiento de la capa de ozono.

1.5.La instalación de un acelerador de alta energía para aplicaciones industriales, propiciará un cambio tecnológico necesario para respaldar con mejores resultados la esterilización de productos del sector salud y la inocuidad de los productos alimentarios que tanto requiere nuestro país. Asimismo, llenará un vacío que obstaculiza el desarrollo de nuevos materiales y nuevas aplicaciones que hasta





ahora no es posible obtener.

Cabe agregar que, es responsabilidad del ININ, conforme a la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear, la promoción de los usos pacíficos de la energía nuclear que incluye realizar y fomentar la innovación, transferencia, adaptación y asimilación de tecnologías nucleares vinculándolas al desarrollo social, económico, científico y tecnológico del país, acorde con las políticas nacionales y sus programas derivados.

En este contexto, el ININ considera pertinente presentar este proyecto a las Secretarías de Energía y Hacienda y Crédito Público, con el fin de obtener los recursos financieros necesarios para su oportuna ejecución, y de esta forma: capitalizar la experiencia y conocimientos acumulados que se han derivado de la operación continua de la Planta de Irradiación Gamma ubicada en el Centro Nuclear; la cual contribuye a la generación de recursos propios del ININ y fortalece su posicionamiento estratégico como una unidad de resultados importante para beneficio de la sociedad.

## 2.OBJETIVOS

### 2.1. General

Instalar una planta industrial para esterilizar materiales, productos médico-desechables y alimentos utilizando irradiación con un acelerador de electrones de alta energía.

### 2.2. Especificos

- Contribuir a la transferencia y aprovechamiento del conocimiento vinculando a las instituciones de educación superior y los centros de investigación con los sectores público, social y privado.
- Contribuir al fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica del país.
- Cumplir con los ordenamientos de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear, en cuanto a la promoción de los usos pacíficos de la energía nuclear.

## 3.ALCANCE

Atender a nivel nacional e internacional la demanda de servicios de esterilización de productos y equipos médicos desechables mediante la irradiación con un acelerador de electrones de alta energía.

## 4. RELEVANCIA NACIONAL

Existen diversas fuentes de información que permiten inferir que en los próximos años aumentará la demanda del servicio de esterilización principalmente en los sectores salud y alimentario. A continuación se presenta la información al respecto.

### 4.1. Situación del sector salud

En el caso de sector salud, el Programa Sectorial de Salud 2013-2018 (PROSALUD) establece que la población de México está viviendo más y con mejores condiciones de salud, y que los avances en el estado de salud de la población se deben en buena medida a las mejores condiciones en que las personas nacen, crecen, viven, trabajan y envejecen.

Los progresos en la educación, el nivel de ingreso, la alimentación, las condiciones de la vivienda y del empleo y de la infraestructura pública — agua potable, drenaje, luz eléctrica así como la mejora en el acceso a servicios de salud y la disponibilidad de nuevas tecnologías al alcance de una mayor población, han propiciado una vida más saludable, consecuentemente se ha incrementado el promedio de vida de los mexicanos.

Los métodos de esterilización enfocados al procesamiento de grandes volúmenes de dispositivos médicos como el óxido de etileno se han utilizado de forma consistente. Se reconoce como agente esterilizante químico en casi todas las farmacopeas y legislaciones de países desarrollados. Su uso como esterilizante frío es idóneo para los instrumentos y dispositivos. Sin embargo, la esterilización por

óxido de etileno se ha visto afectada en los últimos años por una serie de factores que han incidido profundamente en su uso, entre los que destacan:

- Normativas internacionales más estrictas sobre la protección de los trabajadores expuestos a sustancias tóxicas y carcinogénicas.
- Normativas internacionales sobre medio ambiente. En muchos países puede ser ilegal verter óxido de etileno al ambiente.
- Normativa sobre residuos de óxido de etileno en productos procesados con este compuesto.

Como se describirá más adelante, la esterilización por irradiación basada en aceleradores de haz de electrones es una alternativa que puede hacer frente al método con óxido de etileno con la ventaja de que se pueden lograr altas tasas de procesamiento.

#### 4.2. Situación del sector agroalimentario y ambiental

El proyecto ELITE-ININ considera el funcionamiento de una línea de irradiación para dispositivos médico-desechables y una cantidad marginal de alimentos frescos y deshidratados, además realizar proyectos de investigación, posteriormente, se instalaría una segunda línea para irradiar alimentos frescos en una mayor cantidad. Técnicamente esto es posible lograr con un acelerador toroidal.

Dada la relevancia del sector alimentario en nuestro país y su posición en el mundo, a continuación se presentan extractos del Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario, Pesquero y Alimentario 2013-2018 (PROSAGARPA) que influyen indirectamente en el proyecto.

Los países en desarrollo han jugado en los últimos años un papel fundamental en el aumento global de la demanda de alimentos. El incremento en el ingreso promedio de la población mundial y la reducción de la pobreza han provocado que la demanda de alimentos en el mundo se eleve. A la vez, se observan cambios en la composición de las dietas, a las que se incorpora cada vez más diferentes tipos de proteínas de origen animal, frutas, vegetales y alimentos procesados de alto valor agregado.

En el 2050, la población mundial será de 9,300 millones de personas. La FAO estima que la demanda mundial de alimentos aumentará 60%. Para ese año la población en México crecerá 34 millones, para alcanzar un total de 151 millones de personas.

El crecimiento sostenido de algunos países en desarrollo como Brasil, China e India impone retos y oportunidades en el ámbito mundial para el desarrollo del sector agroalimentario. El Fondo Monetario Internacional estima un crecimiento de la economía mundial de 3.8% promedio anual para los próximos seis años, con diferencias importantes entre los grupos de países; 5.2% para los mercados emergentes y 2.2% para las economías avanzadas, lo que incidirá en aumentos en el consumo y comercio de alimentos a escala global.

Esta tendencia representa una gran oportunidad para México, que podría tomar un papel protagónico en el abastecimiento de la demanda mundial de alimentos.

Sin embargo, la tierra cultivable tanto en el mundo como en México es limitada. Es necesario enfrentar el cambio climático que se traduce en fenómenos meteorológicos extremos que afectan la producción de alimentos. En este contexto, el gran desafío global es el incremento de la producción alimentaria a través de mayor productividad en conjunción con mejores métodos de conservación de los mismos, incluyendo la reducción en las pérdidas de alimentos por acción de microorganismos (bacterias, hongos) y plagas.

De acuerdo al PROSAGARPA, la forma de producir alimentos está cambiando; la innovación tecnológica, la infraestructura, el ordenamiento en las actividades productivas, las prácticas sustentables y la gestión de riesgos en las actividades primarias, son los principales instrumentos de política pública para lograr una mayor resiliencia en el sector.



Por otro lado, la seguridad alimentaria es un concepto que ha ido evolucionando a lo largo del tiempo. En los años setenta, se identificaba con el manejo de los inventarios de alimentos. En los años ochenta, el concepto se concentraba más en la autosuficiencia y es hasta la década de los noventa cuando se reconoce que el problema no se debe reducir exclusivamente a la disponibilidad de alimentos.

#### ALIANZAS ESTRATÉGICAS DEL ININ

El ININ se debe mantener en una búsqueda constante de alianzas estratégicas que fortalezcan su crecimiento e incrementen su cobertura para ampliar el impacto en la sociedad. Un ejemplo de ello es la alianza formalizada a finales del 2015.

#### ALIANZA ININ – IBA MOLECULAR

Esta alianza en el campo de radiofármacos y núcleo equipos ha brindado resultados relevantes como:

El ININ produciendo un mayor número de unidades de su portafolio que nuevos e innovadores productos, con lo que la sociedad mexicana se beneficia.

Los índices de productividad de la Planta de Producción de Radiofármacos han mejorado sustancialmente, lo que se refleja en un aumento significativo en la obtención de recursos propios por la comercialización de radiofármacos y núcleo equipos, resultado que está alineado a lo que establece la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear:

ART. 43.- Para el cumplimiento de su objeto el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares tendrá las siguientes atribuciones:

IV.- Realizar actividades de investigación y desarrollo relativas a las aplicaciones y aprovechamiento de sistemas nucleares y materiales radiactivos para usos no energéticos requeridos por el desarrollo nacional. Además, promoverá las aplicaciones de las radiaciones y los radioisótopos en sus diversos campos;

#### LABORATORIO PARA LA MEDICIÓN EN LÍNEA DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES EN FUENTES FIJAS (LAPEM-PST)

Con el apoyo del fondo sectorial para investigación y desarrollo tecnológico en energía se emitió la Convocatoria CFE-CONACYT-2015-C11 con la demanda específica No. 2 "Desarrollo tecnológico de un laboratorio portátil para la medición en línea de las emisiones de partículas suspendidas totales en fuentes fijas (LAPEM-PST)", mismo que se aprobó con el número de proyecto 265794 y que contempla un recurso para su desarrollo y ejecución por \$15'945,625.00 M.N.

Este proyecto comprende la realización de estudios y pruebas necesarias para lograr el diseño y construcción de un laboratorio portátil que se pueda montar y desmontar, y trasladar a cualquier fuente fija o chimenea, en donde sea necesaria la medición de Partículas Sólidas Suspendidas (PST) en línea. Para la calibración del sistema, se deberá de hacer uso de la medición isocinética tal como lo determina la Norma Mexicana de referencia NMX-AA-010-SCFI-2001. El desarrollo debe ser tal que permita la medición en línea (obtener datos al menos cada minuto) de la concentración de PST en mg/m<sup>3</sup> para un rango de partículas de 0 a 1000 mg/m<sup>3</sup>, los datos recabados se deberán transmitir al control del proceso de combustión para la toma de decisión y mejora.

Se contempla que dicho proyecto se lleve a cabo en tres etapas, cada una de éstas con una duración de un año. El inicio formal se dio el pasado 26 de abril de 2017.

PROYECTO: J0008 "ENHANCING COMPUTER SECURITY INCIDENT RESPONSE AND PLANNING AT NUCLEAR FACILITIES"

CONTRATO DE INVESTIGACIÓN: CYBERSECURITY FOR THE REACTOR TRIGA MARK III MÉXICO (#20857)

Este proyecto está financiado por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). Su resultado aportará los controles



necesarios de ciber seguridad en hardware y software para asegurar los activos informáticos de la instalación nuclear con el fin de minimizar amenazas y reducir la explotación de vulnerabilidades que pudieran comprometer dicha instalación.

Los objetivos particulares del proyecto son:

- Construir infraestructura de comunicaciones exclusiva para el reactor y sus instalaciones asociadas.
- Establecer un laboratorio de prueba de dispositivos informáticos y de instrumentación de control.
- Establecer las políticas y los controles de ciberseguridad de hardware y software para los activos informáticos críticos del reactor, dispositivos I&C y la red de sondas de detección de radiación.
- Establecer los controles necesarios para el manejo e intercambio de la información generada desde la consola de operación del reactor, las instalaciones asociadas, los sistemas de detección radiológica y sistemas de control de seguridad física.
- Fortalecer las políticas y controles ciberseguridad para asegurar el funcionamiento de la estación de control de alarmas (CAS) de la instalación.

Se espera que este proyecto continúe en el 2019 con nuevas etapas debido a la importancia que merece, bajo la supervisión, asesoría y apoyo en el financiamiento por parte del OIEA.

#### DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA.

1. En proceso actualmente la Dirección de Investigación Tecnológica tiene la gestión ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial las siguientes Patentes:

- Radiofármaco  $^{99m}\text{Tc}$ -N2S2-TAT(49-57)-c(RGDyK) como un radiofármaco híbrido para tumores que expresan integrinas  $\alpha(v)\beta(3)$ . MX/E/2014/027321.
- Radiofármaco  $^{99m}\text{Tc}$ -EDDA/HYNIC-iPSMA como un radiofármaco para la detección de la sobre-expresión del antígeno prostático de membrana, MX/a/2016/2016/008466
- Radiofármaco  $^{177}\text{Lu}$ -DOTA-HYNIC-iPSMA, como un radiofármaco terapéutico dirigido al antígeno prostático específico de membrana.
- Radiofármaco  $^{177}\text{Lu}$ -DOTA-HA-PLGA(MTX) como un nuevo nanoradiofármaco para terapia dual de procesos inflamatorios que sobreexpresan receptores CD44.
- La venta de la patente  $^{99m}\text{Tc}$ -EDDA/HYNIC-iPSMA, la cual se encuentra en proceso de revisión del Contrato ININ-VOCCIA, sobre el uso de la Licencia de la revisión.

Así mismo se desarrollan los siguientes proyectos de Inversión financiados por CONACYT, los cuales se considera deben continuar, con el establecimiento de nuevos proyectos y continuar vigentes:

- Laboratorio Nacional de Investigación y Desarrollo de Radiofármacos (LANIDER)

Es el Laboratorio Nacional de Investigación y Desarrollo de Radiofármacos (LANIDER) el cual forma parte del programa de Laboratorios Nacionales del CONACYT, cuya institución sede es el ININ y la institución asociada es el Instituto Nacional de Cancerología (INCan) y cuyo objetivo es generar conocimiento científico y con ello tecnología radiofarmacéutica propia, que sea transferible a su planta de producción de radiofármacos para satisfacer las necesidades del sector salud a través del suministro de radiofármacos para uso en medicina nuclear.

Prospectiva: Se recomienda que el LANIDER continúe sometiendo propuestas a la convocatoria del Laboratorios Nacionales del Conacyt en su fase de consolidación para los años siguientes, con la finalidad de continuar con las mejoras que se requieren en la Planta de Producción de Radiofármacos del LANIDER y de esta manera cumplir con lo indicado la normatividad de Buenas Prácticas de Fabricación y en caso de alguna visita de inspección por parte de la Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) no se realicen prevenciones al Certificado con el que se actualmente. Es recomendable continuar con la mejora continua del LANIDER, debido a que es una instalación prominente del instituto y se encuentra dedicada a la investigación y producción de radiofármacos diagnósticos (SPECT) y terapéuticos, cuya producción cubre aproximadamente 70% de la demanda nacional, además



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE CONCLUSIÓN  
DE LA ADMINISTRACIÓN 2012-2018



de ser uno de los principales generadores de ingresos para el Instituto, por la venta de radiofármacos.

- Laboratorio Nacional de Investigaciones en Forense Nuclear (LANAFONU)

El Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) con apoyo de la Secretaría de Energía (SENER) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), en el año 2014, crearon el Laboratorio Nacional de Investigaciones en Forense Nuclear (LANAFONU), el cual contribuye con aspectos técnico-científicos que coadyuven a la seguridad radiológica en México. Cabe resaltar, que este laboratorio es el primero en México en su categoría.

Prospectiva: Se recomienda su continuación debido a que el LANAFONU, es el único laboratorio con la capacidad de apoyar en cuestiones de seguridad nacional donde se encuentre involucrado material nuclear o radiactivo (tráfico ilícito), además de ser designado como laboratorio de referencia para la región.

2.Referente a las actividades que ocurren periódicamente la Dirección de Investigación Tecnológica tiene la venta de servicios que son entre otros.

- Determinación de plata en muestras de aceite de los Generadores Diésel de CLV.
- Determinación de cobalto elemental, en muestras de agua de diferentes sistemas.
- Mantenimiento Rutinario al SACEL
- servicios de asesoría, capacitación, dosimetría personal y mantenimiento a salas de rayos X. Petróleos Mexicanos.
- Calibración radiológica a monitores detectores de neutrones
- Evaluación de dosimetría de centros de radioterapia
- Servicios de Seguridad Radiológica en el diagnóstico médico con Rayos X
- Dosimetría personal de película y TL
- Gestión de Desechos Radiactivos Externos y Servicios a la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde
- Centro de Almacenamiento de Desechos Radiactivos (CADER).
- Calibración radiológica de instrumentos, fuentes y otros dispositivos de radiación Ionizante.
- Análisis químicos especiales.
- Procesamiento de Tejidos Biológicos.
- Dosimetría personal servicio externo.
- Producción de Radisotopos, Radiofármacos y Accesorios
- Área de Control de Calidad de Rayos X e Imagenología.

Con los cuales se obtiene un aumento significativo en la obtención de recursos propios por la comercialización de los mismos para el Instituto.

3.Referente a los proyectos que requieren de atención especial e inmediata en el momento de la entrega, actualmente se desarrollan los siguientes proyectos financiados por CONACYT y el OIEA, los cuales se considera deben continuar, con el establecimiento de nuevas propuestas de proyecto con la finalidad de que continuen vigentes:

- 1.Radiofármacos como Nanosistemas de Liberación de Oncofármacos.
- 2.Preparación de nanopartículas de  $\text{Lu}_2\text{O}_3$  y  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  funcionalizadas con biomoléculas y estudio del efecto en sus propiedades estructurales y bioquímicas al activarlas por irradiación neutrónica en el Reactor Triga Mark III.
- 3.Estudio de radiactividad en agua de fuentes de abastecimiento en acuíferos de la República Mexicana.
- 4.Determinación de Radionucleidos emisores beta y alfa puros presentes en Desechos Radiactivos.
- 5.Desarrollo de un sistema compacto de imagen molecular por emisión de fotón único.



6. "Estudio de las Propiedades Físicas de Sistemas Basados en  $^{177}\text{Lu}$ -nanopartículas para su aplicación en Terapia e Imagen óptica y Nuclear.

7. Determinación de línea base radiológica ambiental de NORM's en sitios potenciales de PEMEX para explotación por las industrias del gas y petróleo. (OIEA)

Adicionalmente se cuenta con dos Laboratorios Nacionales

1. Laboratorio Nacional de Investigación y Desarrollo de Radiofármacos (LANIDER)

2. Laboratorio Nacional de Investigaciones en Forense Nuclear (LANAFONU)

Los cuales se recomienda que continúen sometiendo propuestas a la convocatoria del Laboratorios Nacionales del CONACyT en su fase de consolidación para los años siguientes, con la finalidad de obtener financiamiento externo y de esta manera continuar con el fortalecimiento de la infraestructura que se requieren en cada uno de ellos, debido a que son instalaciones prominentes del instituto y se encuentran dedicada a la investigación.

El ININ cuenta con los cimientos sólidos para promover el desarrollo de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico y con ellos aspirar a fuentes de financiamiento de fondos especializados que permitan potenciar la operación del Instituto; sin embargo, aún se cuenta con áreas de oportunidad que deben ser fortalecidas con el fin de agilizar la aplicación de la ciencia y tecnología de estos proyectos creando un círculo virtuoso entre los "stakeholders" del sector, como son la industria privada, especialistas, instituciones fondeadoras, así como los diferentes niveles de gobierno, a fin de contar con:

- Cartera de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico viables y factibles;
- Recursos financieros que permitan mayor inversión en infraestructura;
- Flexibilidad para armar proyectos interinstitucionales e interdisciplinarios; y
- Énfasis en la sustentabilidad.

Implementar mecanismos de planeación estratégica es un factor fundamental para fortalecer la aplicación de propuestas enfocadas a temas prioritarios que den solución a la principal problemática nacional, a la atención de necesidades del sector, y/o al desarrollo de nuevas tecnologías.

Para la investigación científica, la planeación estratégica, requiere sentar las bases de una actuación integrada a largo plazo que permitan empatar el quehacer institucional de llevar a cabo investigación en materia nuclear con la necesidad y disponibilidad de recursos financieros, y que a la vez establezca un sistema continuo de toma de decisiones, e identifique las líneas y áreas de investigación a seguir, así como los cursos de acción específicos con base a la normativa aplicable. Por su parte, para potenciar el desarrollo tecnológico, la planeación estratégica requiere la identificación integral de las necesidades de infraestructura, así como la alineación de objetivos sociales, políticos y económicos, a fin de acortar los tiempos para sacar al mercado un proyecto de infraestructura.

En cuanto a la planeación prospectiva, es indispensable hacer énfasis en la formulación de los objetivos y metas deseadas a futuro y en la búsqueda activa de financiamiento externo de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico para que lo anterior pueda ser posible. Para ello se recomienda lo siguiente:

- En la medida de lo posible, incrementar el número de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico financiados a través de CONACyT; y asegurar que los proyectos que serán apoyados externamente se encuentren claramente definidos y alineados con los



planes sectoriales vigentes;

- Fortalecer las áreas de apoyo administrativo a fin de encaminar esfuerzos para reducir la duración y complejidad de los procesos diarios, desarrollar esquemas de mejores prácticas que favorezcan una mejora continua del proceso de gestión de los proyectos y con ellos se incrementen los mecanismos de control y seguimiento para garantizar la efectividad y transparencia del ejercicio de los recursos ministrados a través de los fondos CONACYT;

- Todas las partes (técnicas y administrativas) deben de estar involucradas desde la etapa de concepción del proyecto. El ININ, como sujeto de apoyo, tiene la obligación de cumplir a cabalidad con lo establecido por los fondos de financiamiento, por tanto la interacción de estos actores permite alinear los objetivos específicos de los proyectos a las necesidades del sector y de la sociedad. Asimismo, la inclusión de ambas partes permite alinear los objetivos institucionales a los de factibilidad y sustentabilidad de largo plazo que demandan los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico.

- Plantear claramente los procesos técnicos y administrativos con base en las normativas aplicables al periodo de ejecución. Continuar con la elaboración de procesos estandarizados, acordes a la normativa aplicable, con rutas claramente definidas para la ejecución de los proyectos que permitirá a los participantes gestores acortar el intervalo de tiempo requerido para un adecuado desarrollo de los proyectos en beneficio de éstos.

- Continuar trabajando para lograr que los proyectos de investigación básica estén orientados a proponer alternativas para la solución de problemas nacionales, o generar conocimiento de punta que aporte al desarrollo de la Ciencia y Tecnología Nuclear en sus diferentes aplicaciones.

- Analizar la factibilidad de creación de un nuevo laboratorio que dotaría de servicios a la industria farmacéutica y a instituciones del sector salud y de investigación para la evaluación de fármacos anticancerígenos y su dosis óptima en pacientes.

- Revisar las condiciones del área propuesta como Bioterio, adecuarlo y certificarlo para la cría y mantenimiento de cepas de ratón y para el desarrollo de experimentos para diferentes proyectos del Departamento. A largo plazo, evaluar la posibilidad de dar servicio a otras áreas del ININ.

- Fortalecer los laboratorios de Biotecnología y de Biología Vegetal, dotándolos de mejores instalaciones: Cuarto de cultivo de tejidos vegetales con condiciones controladas (temperatura, humedad, asepsia), Invernadero para agricultura protegida con condiciones controladas o semicontroladas (irrigación, temperatura, humedad, control de plagas).

- Analizar el potencial para la generación de nuevos acuerdos interinstitucionales con el fin de impulsar esquemas más efectivos y eficientes para el desarrollo de proyectos de investigación de impacto nacional.

- Asegurar que los proyectos en ejecución con un desarrollo a futuro claramente definido continúen con su ejecución y financiamiento a través de fondos proporcionados por CONACYT. Entre estos se encuentran los siguientes:

- 1.Desarrollo de una plataforma mexicana para el análisis y diseño de reactores nucleares.

Desarrollar una plataforma para el análisis y diseño de reactores nucleares haciendo uso de las nuevas tecnologías de cómputo de alto rendimiento. Para cumplirlo se han definido objetivos específicos, mismos que se enumeran a continuación junto con una explicación detallada del grado de avance en cada uno de ellos al finalizar su segunda etapa. Actualmente, se encuentra en ejecución la tercera etapa, misma que se tiene previsto concluya en julio de 2019; quedando aún pendientes la cuarta y quinta etapa (el término de los





compromisos ante el Fondo de Sustentabilidad Energética – Secretaría de Energía – CONACYT se establece hasta finales de 2021).

1.1 Desarrollar un conjunto de herramientas de cálculo que apoyen a la contribución científica y tecnológica del país al marco internacional de desarrollo y análisis de seguridad de las centrales nucleares, que permitan apoyar tanto a la Central Nuclear Laguna Verde (CNLV) como a la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS), en la operación segura de la CNLV, así como en un posible licenciamiento y construcción de nuevas centrales nucleares en México en un futuro cercano. Actualmente se cuenta con un avance del 40% como estaba programado, al final de la etapa 5 del proyecto programado para finales de 2021 se tendrá el 100%.

En estas primeras dos etapas, se han establecido las herramientas principales de la plataforma. La base de cálculo de la plataforma se conforma por tres códigos neutrónicos: AZTRAN, AZKIND y AZNHEX y uno termohidráulico: AZTHECA. Más allá de la capacidad de cálculo con las versiones "standalone" de estos códigos principales, la plataforma le proporcionará al usuario una serie de herramientas adicionales que cubren algunos campos de la física y las matemáticas que han tomado relevancia gracias al desarrollo de los sistemas de cómputo de alto rendimiento. Así, además de implementar algoritmos eficientes de cómputo en estos códigos, estamos también desarrollando un código de celda llamado GEMMA que le dará independencia a la plataforma para la generación de bancos de secciones eficaces, los cuales son fundamentales para realizar análisis multifísicos.

Se desarrolla también una herramienta que permitirá a los usuarios de la plataforma acompañar los resultados con análisis de sensibilidad e incertidumbre, mismos que en la actualidad están siendo requeridos por los organismos reguladores de lo nuclear en todo el mundo. Finalmente, las herramientas se extienden para poder hacer frente a los temas más avanzados de investigación en reactores de cuarta generación en los que la comunidad internacional trabaja intensamente para diseñar reactores sustentables para el futuro. Cada código en desarrollo se mejora con base en los requerimientos y comentarios de los potenciales usuarios quienes participan activamente en las reuniones de grupo de usuarios que se han desarrollado. Cabe señalar que también se mantiene la colaboración con el Instituto Tecnológico de Karlsruhe por medio de expertos que han venido a dar cursos y/o asesorías para apoyarnos con los desarrollos. También, últimamente se colabora con el Centro de Investigación de Dresden Rosendorf de Alemania sobre todo en la parte de reactores avanzados de cuarta generación.

1.2 Conseguir independencia tecnológica y contar con una base de investigación para contribuir en el ámbito internacional en relación al diseño y análisis de seguridad de reactores de tercera y cuarta generación. Actualmente se cuenta con un avance del 40% como estaba programado, al final de la etapa 5 del proyecto programado para finales de 2021 se tendrá el 100%. La independencia tecnológica nos la da el desarrollo de la plataforma como tal. Al finalizar este primer proyecto, México contará con una herramienta competitiva y con varias aplicaciones para resolver problemas nacionales. En los artículos presentados en congresos nacionales e internacionales de esta etapa (30 artículos en total), se han presentado en diferentes foros los avances más recientes en cada uno de los códigos en desarrollo. En muchos de ellos hemos hecho procesos de verificación e incluso de validación al comparar contra ejercicios Benchmark internacionales y/o contra códigos neutrónicos bien validados y con reconocimiento internacional. Uno de los resultados más destacados es una comparación neutrónica contra los códigos neutrónicos DYN3D y PARCS los cuales se desarrollan en Alemania y estados Unidos respectivamente. Los resultados obtenidos con nuestro código AZNHEX se comparan muy bien con estos dos códigos y con el código estocástico Serpent.

Además, se ha realizado una implementación de un algoritmo de cómputo de alto rendimiento en el código neutrónico AZKIND demostrando una gran aceleración (speed-up) con respecto a la versión en serie y explotando de forma óptima el uso de recursos computacionales de nuestra estación de trabajo adquirida en la etapa 1 del proyecto. Con los resultados de esta implementación, se publicó un artículo en la revista indizada Annals of Nuclear Energy. Este mismo artículo obtuvo el premio a la publicación del año que otorga la Sección Latino Americana de la American Nuclear Society. La independencia tecnológica objetivo se avizora mejor con cada paso que se da en el desarrollo de los códigos. Cabe destacar que en esta etapa tuvimos 15 publicaciones en congresos internacionales en donde mostramos el desarrollo de nuestras herramientas contra códigos similares que se desarrollan en otros países, la mayoría de ellos primermundistas.



1.3 Fortalecer las relaciones entre las instituciones mexicanas (ININ, IPN, UNAM, UAM), y de México con la Unión Europea y especialmente con el Instituto Tecnológico de Karlsruhe (KIT), con quien recientemente se han firmado acuerdos de colaboración, lo que sentará las bases de una cooperación científica que permita una eficiente transferencia de conocimiento. Actualmente se cuenta con un avance del 100%, como estaba previsto en el plan de trabajo original, pues era fundamental crear esta red de colaboración para que el proyecto despegara y se recomienda se continúe con ello a fin de consolidar el trabajo ya realizado. Ahora hay una cooperación nacional e internacional fuerte que se ve reflejada en los resultados (entregables) y que continúa creciendo.

Asimismo, la plataforma AZTLAN ([www.aztlanplatform.mx](http://www.aztlanplatform.mx)) proporciona una interfaz muy útil entre los desarrolladores y los usuarios pues permite, por medio de foros, tener una interacción ágil y además llevar un registro de los pasos que se dan.

1.4 Ofrecer una herramienta base para que las instituciones educativas extiendan sus programas académicos y que se formen los recursos humanos necesarios para hacer frente a una expansión nuclear como la propuesta en la estrategia nacional de energía (ENE 2013-2027). Actualmente se cuenta con un avance del 40% como estaba programado, al final de la etapa 5 del proyecto programada para finales de 2021 se tendrá el 100%.

Algo que es muy importante en este proyecto es la formación de recursos humanos. Los avances presentados en este informe y en todos y cada uno de los artículos publicados en revistas indizadas, congresos nacionales e internacionales, llevan siempre la contribución, muy importante, de estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado. Como parte del proyecto, en esta etapa se han graduado: 2 estudiantes de licenciatura y cuatro estudiantes de maestría, además de que se encuentran desarrollando su tesis de doctorado 6 estudiantes más. Este proyecto es el que más estudiantes está formando en el campo nuclear mexicano.

Por tanto, de continuarse el presente proyecto se tiene como prospectiva llegar al objetivo primordial que es dotar de independencia tecnológica al país con relación al uso de herramientas computacionales para análisis de reactores nucleares. Cada año, el país gasta miles de pesos en licencias de códigos comerciales extranjeros para hacer análisis de reactores nucleares, principalmente para dar soporte tecnológico a los reactores de la CNLV. Una vez que la plataforma AZTLAN esté lista, el país tendrá sus propias herramientas lo que le significará ahorros considerables.

El desarrollo de este proyecto, además, ha dado lugar a la formación de recursos humanos altamente capacitados, quienes, al terminar sus tesis dentro del proyecto, no solo se presentan al campo laboral como profesionistas que entienden cómo usar los códigos de análisis de reactores, sino que entienden los fenómenos físicos y la implementación matemática de los mismos por lo que pueden hacer análisis de resultados mucho más detallados y precisos.

Finalmente, después de dos etapas y media, México ha ido adquiriendo reconocimiento internacional al pasar de ser un país de usuarios de códigos a un país de desarrolladores de códigos para análisis y diseño de reactores nucleares. Lo que nos posiciona como un país líder de la región y competitivo a nivel mundial en estos temas.

Asimismo, como recomendaciones para la continuidad del proyecto, se establece que dado que la evolución del software y hardware avanza a pasos agigantados, este es un proyecto que brinda oportunidades de crecimiento para que al terminar esta primera etapa global (en el 2021) se pueda continuar con la implementación de mejoras en las herramientas desarrolladas y darle continuidad a la plataforma mexicana AZTLAN.

## 2. Plasmas en la Salud, Medio Ambiente y Materiales

Realizar las acciones correspondientes para que la utilización del plasma frío en la cicatrización de heridas, llegue a más usuarios de los servicios médicos en los hospitales. Ampliar el universo de utilización hasta lograr la consolidación de los protocolos médicos con los hospitales del ISSEMyM en el nuevo protocolo titulado "Aplicación del plasma no térmico como tratamiento adyuvante en pacientes post-operados de drenaje de abscesos profundos de cuello", en el ISSSTE mediante el protocolo médico de "Tratamiento de heridas crónicas" y en la Facultad de Odontología de la UAEMex mediante el protocolo "Regeneración tisular de las aftas orales recurrentes e incisiones por biopsia excisional intrabucales con la aplicación de un plasma no-térmico".

Actualmente, se ha estado trabajando en el Hospital ISSEMYM en la aplicación del plasma no-térmico (plasma de aguja) en las heridas



quirúrgicas y crónicas de los pacientes, con resultados alentadores. Se pretende continuar hasta terminar con los pacientes solicitados en los protocolos. Por otra parte, se concluyó la construcción de dos generadores de RF a 13.56 MHz sin red de acoplamiento para generación de descargas de plasma no-térmico (plasma de aguja). Los equipos se ensamblaron en carritos de acero inoxidable para cumplir con las especificaciones sanitarias de los hospitales. Asimismo, se construyeron los reactores de plasma para la generación de éste y se pusieron en condiciones de operación mediante diferentes pruebas. Estos dispositivos serán utilizados en dos hospitales: a) El primero es en el hospital de tercer nivel ISSEMYM, mediante el protocolo "Aplicación del plasma no térmico como tratamiento adyuvante en pacientes post-operados de drenaje de abscesos profundos de cuello", que fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación e Investigación en Salud del Hospital ISSEMYM, y se inició su aplicación en pacientes derechohabientes del hospital indicado; b) El otro será ocupado en el hospital ISSSTE, el protocolo está en evaluación por el Comité de Ética de dicho hospital. También, se ha estado trabajando en la aprobación del Comité de Ética de la UAEMex de la Facultad de Odontología para obtener la aprobación del protocolo clínico y plan de trabajo "Regeneración tisular de las aftas orales recurrentes e incisiones por biopsia excisional intrabucales con la aplicación de un plasma no-térmico".

Asimismo, se recomienda establecer una planeación estratégica a largo plazo que considere el establecimiento de bases sólidas para lograr un progreso científico y tecnológico, sin rompimientos drásticos ante el cambio de gobierno en el país, y se continúe con las actividades técnicas, el desarrollo de infraestructura y los servicios que coadyuvan al beneficio de la población, así como asegurar que estos sean provistos efectiva y eficientemente a los usuarios finales. Entre estos se encuentran los siguientes:

- Consolidar el servicio de mantenimiento anual del SACEL del Centro Médico ABC Unidad Observatorio.
- Continuar los trabajos de apoyo y asesoría a SENER en Política de Desechos Radiactivos. Actualmente, el Departamento de Sistemas Nucleares, de la Dirección de Investigación Científica, lleva a cabo actualmente trabajos de apoyo y asesoría a la SENER para la definición de políticas de desechos radiactivos y trabajos de apoyo para la participación de México en la Convención Conjunta de Seguridad en la Gestión de Combustible Gastado y en la Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos.
- Llevar a cabo la promoción de los servicios de asesoría técnica de alto valor agregado que proporciona la Dirección de Investigación Científica, ante instancias como la SENER, la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde y la CNSNS.
- Administrar las actividades de asesoría y de colaboración con otras entidades, así como los contratos de servicios técnicos haciendo un uso óptimo de los recursos de la Dirección de Investigación Científica.
- Trabajos de colaboración con el OIEA. Deben continuarse las actividades de apoyo y de investigación que la Dirección de Investigación Científica presta a distintas actividades del OIEA, tales como: representaciones internacionales (INPRO, TWG-NFCO, TWG-FR, entre otros), proyectos OIEA, interregionales y ARCAL.
- Se recomienda formar un grupo para análisis por elemento finito o CFD empleando plataformas abiertas para el análisis de comportamientos de componentes de reactores nucleares ante eventos de emergencia.
- Seguimiento a la decisión de la CLV de contratar al ININ:

\* Estudios adicionales de análisis del sistema de venteo rígido. La CNLV tiene interés en hacer estudios adicionales del sistema de venteo rígido de las contenciones de los reactores de la Central. Se busca hacer análisis adicionales de concentraciones de hidrógeno en nuevos diseños de tuberías de venteo y cálculos de niveles de rapidez de exposición (radiación) en distintos puntos del edificio del reactor como consecuencia de la activación del sistema de venteo o por otros escenarios de accidente.



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE CONCLUSIÓN  
DE LA ADMINISTRACIÓN 2012-2018



Apoyo en la Actualización del Programa de Protección Contra Incendio de la CNLV.

Desarrollo de modelos de cómputo para análisis de seguridad y de estabilidad en reactores.

Apoyo en trabajos de licenciamiento de recargas de combustible para la CNLV.

Impartición de un curso de utilización del código CAFTA para cálculos de Análisis Probabilista de Seguridad (APS).

Apoyo en las actividades de cambio de ciclos de operación de los reactores de 18 a 24 meses.

Apoyo para desarrollar un análisis de riesgo por inundación interna en la Central.

En proceso actualmente la Dirección de Investigación Tecnológica tiene la gestión ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial las siguientes Patentes:

- Radiofármaco  $^{99m}\text{Tc}$ -N2S2-TAT(49-57)-c(RGDyK) como un radiofármaco híbrido para tumores que expresan integrinas  $\alpha(v)\beta(3)$ . MX/E/2014/027321.
- Radiofármaco  $^{99m}\text{Tc}$ -EDDA/HYNIC-iPSMA como un radiofármaco para la detección de la sobre-expresión del antígeno prostático de membrana, MX/a/2016/2016/008466
- Radiofármaco  $^{177}\text{Lu}$ -DOTA-HYNIC-iPSMA, como un radiofármaco terapéutico dirigido al antígeno prostático específico de membrana.
- Radiofármaco  $^{177}\text{Lu}$ -DOTA-HA-PLGA(MTX) como un nuevo nanoradiofármaco para terapia dual de procesos inflamatorios que sobreexpresan receptores CD44.
- La venta de la patente  $^{99m}\text{Tc}$ -EDDA/HYNIC-iPSMA, la cual se encuentra en proceso de licenciamiento a la empresa belga ANMI. El contrato en su versión final, está para firma de esta empresa. se espera cerrar el acuerdo para fines de octubre 2018.

Así mismo se desarrollan los siguientes proyectos de Inversión financiados por CONACYT, los cuales se considera deben continuar, con el establecimiento de nuevos proyectos y continuar vigentes:

•Laboratorio Nacional de Investigación y Desarrollo de Radiofármacos (LANIDER)

Es el Laboratorio Nacional de Investigación y Desarrollo de Radiofármacos (LANIDER) el cual forma parte del programa de Laboratorios Nacionales del CONACYT, cuya institución sede es el ININ y la institución asociada es el Instituto Nacional de Cancerología (INCan) y cuyo objetivo es generar conocimiento científico y con ello tecnología radiofarmacéutica propia, que sea transferible a su planta de producción de radiofármacos para satisfacer las necesidades del sector salud a través del suministro de radiofármacos para uso en medicina nuclear.

Prospectiva: Se recomienda que el LANIDER continúe sometiendo propuestas a la convocatoria del Laboratorios Nacionales del Conacyt en su fase de consolidación para los años siguientes, con la finalidad de continuar con las mejoras que se requieren en la Planta de Producción de Radiofármacos del LANIDER y de esta manera cumplir con lo indicado la normatividad de Buenas Prácticas de Fabricación y en caso de alguna visita de inspección por parte de la Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) no se realicen prevenciones al Certificado con el que se actualmente. Es recomendable continuar con la mejora continua del LANIDER, debido a que es una instalación prominente del instituto y se encuentra dedicada a la investigación y producción de radiofármacos diagnósticos (SPECT) y terapéuticos, cuya producción cubre aproximadamente 70% de la demanda nacional, además de ser uno de los principales generadores de ingresos para el Instituto, por la venta de radiofármacos.



•Laboratorio Nacional de Investigaciones en Forense Nuclear (LANAFONU)

El Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) con apoyo de la Secretaría de Energía (SENER) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), en el año 2014, crearon el Laboratorio Nacional de Investigaciones en Forense Nuclear (LANAFONU), el cual contribuye con aspectos técnico-científicos que coadyuven a la seguridad radiológica en México. Cabe resaltar, que este laboratorio es el primero en México en su categoría.

Prospectiva: Se recomienda su continuación debido a que el LANAFONU, es el único laboratorio con la capacidad de apoyar en cuestiones de seguridad nacional donde se encuentre involucrado material nuclear o radiactivo (tráfico ilícito), además de ser designado como laboratorio de referencia para la región.

2.Referente a las actividades que ocurren periódicamente la Dirección de Investigación Tecnológica tiene la venta de servicios que son entre otros.

- Determinación de plata en muestras de aceite de los Generadores Diésel de CLV.
- Determinación de cobalto elemental, en muestras de agua de diferentes sistemas.
- Mantenimiento Rutinario al SACEL
- servicios de asesoría, capacitación, dosimetría personal y mantenimiento a salas de rayos X. Petróleos Mexicanos.
- Calibración radiológica a monitores detectores de neutrones
- Evaluación de dosimetría de centros de radioterapia
- Servicios de Seguridad Radiológica en el diagnóstico médico con Rayos X
- Dosimetría personal de película y TL
- Gestión de Desechos Radiactivos Externos y Servicios a la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde
- Centro de Almacenamiento de Desechos Radiactivos (CADER).
- Calibración radiológica de instrumentos, fuentes y otros dispositivos de radiación Ionizante.
- Análisis químicos especiales.
- Procesamiento de Tejidos Biológicos.
- Dosimetría personal servicio externo.
- Área de Control de Calidad de Rayos X e Imagenología.
- Producción de Radisotopos, Radiofármacos y Accesorios: Los radiofármacos desarrollados en el LANIDER, se comercializan al sector salud tanto privado como público.

Actualmente el ININ elabora radiofármacos y generadores de radionúclidos bajo la norma NOM-241-SSA1-2012 de Buenas Prácticas de Fabricación para establecimientos dedicados a la fabricación de dispositivos médicos, y los distribuye a diferentes Centros de Medicina Nuclear de México y Centro-América, esto permite realizar alrededor de 485,000 estudios anuales de diagnóstico y/o tratamiento a los pacientes diagnosticados con alguna deficiencia funcional de riñones, corazón, y/o con algún tipo de cáncer (mama, próstata, hueso, etc.), contribuyendo a mejorar la calidad de vida de la población vulnerable, cabe mencionar que con la comercialización de estos productos, se obtienen ingresos propios para el Instituto.

3.Referente a los proyectos que requieren de atención especial e inmediata en el momento de la entrega, actualmente se desarrollan los siguientes proyectos financiados por CONACYT y el OIEA, los cuales se considera deben continuar, con el establecimiento de nuevas propuestas de proyecto con la finalidad de que continúen vigentes:

- 1.Radiofármacos como Nanosistemas de Liberación de Oncofármacos.
- 2.Preparación de nanopartículas de  $\text{Lu}_2\text{O}_3$  y  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  funcionalizadas con biomoléculas y estudio del efecto en sus propiedades estructurales y bioquímicas al activarlas por irradiación neutrónica en el Reactor Triga Mark III.



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE CONCLUSIÓN  
DE LA ADMINISTRACIÓN 2012-2018



3. Estudio de radiactividad en agua de fuentes de abastecimiento en acuíferos de la República Mexicana.
4. Determinación de Radionucleidos emisores beta y alfa puros presentes en Desechos Radiactivos.
5. Desarrollo de un sistema compacto de imagen molecular por emisión de fotón único.
6. "Estudio de las Propiedades Físicas de Sistemas Basados en  $^{177}\text{Lu}$ -nanopartículas para su aplicación en Terapia e Imagen óptica y Nuclear.
7. Determinación de línea base radiológica ambiental de NORM's en sitios potenciales de PEMEX para explotación por las industrias del gas y petróleo. (OIEA)

Adicionalmente se cuenta con dos Laboratorios Nacionales

1. Laboratorio Nacional de Investigación y Desarrollo de Radiofármacos (LANIDER)
2. Laboratorio Nacional de Investigaciones en Forense Nuclear (LANAFONU)

Los cuales se recomienda que continúen sometiendo propuestas a la convocatoria del Laboratorios Nacionales del CONACyT en su fase de consolidación para los años siguientes, con la finalidad de obtener financiamiento externo y de esta manera continuar con el fortalecimiento de la infraestructura que se requieren en cada uno de ellos, debido a que son instalaciones prominentes del instituto y se encuentran dedicada a la investigación

## VII. Los archivos

La relación de archivos que específicamente acreditan la información de los diferentes apartados del presente Informe se integran como anexo.

## VIII. Los demás asuntos que se consideren pertinentes o relevantes

La mayor parte de la información proporcionada en los apartados II y III fue extraída de los informes de labores de los diferentes años del periodo de gestión que se trata; así como de los informes de la cuenta pública y los de autoevaluación.

Para mayor información, se puede consultar la página [www.inin.gob.mx](http://www.inin.gob.mx).

El ININ en la presente administración, cumplió con su objeto de creación establecido en la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear, el cual indica que:

El Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares tendrá por objeto realizar investigación y desarrollo en el campo de las ciencias y tecnología nucleares, así como promover los usos pacíficos de la energía nuclear y difundir los avances alcanzados para vincularlos al desarrollo económico, social, científico y tecnológico del país.

La investigación y desarrollo en el ININ en el campo de las ciencias y tecnología nucleares se llevó a cabo mediante la realización de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico con financiamiento externo e interno. Estos proyectos generaron como principales productos la publicación de artículos científicos en revistas nacionales o internacionales con arbitraje estricto y la presentación y publicación de trabajos en memorias de congresos nacionales e internacionales, para promover los usos pacíficos de la energía nuclear y difundir los avances alcanzados; así como la asesoría a becarios de licenciatura, maestría y doctorado en ciencias y tecnología nucleares, para la formación de personal calificado o recursos humanos especializados.





Los recursos humanos formados y los investigadores registrados en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI), facilitaron que los investigadores publicaran sus resultados en revistas internacionales con arbitraje y presentaran sus trabajos en congresos nacionales o internacionales, de manera que se promovieron y difundieron los resultados entre la comunidad científica y algunos sectores del país y se conocieran los resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación científica y tecnológica en materia nuclear y en temas afines, y a que el personal del ININ con posgrado pudiera acceder a las fuentes de financiamiento externo tales como las convocatorias del CONACYT. Se destaca que en el primer trimestre de 2018, el ININ envió para las convocatorias de CONACYT y Fondos Sectoriales, 37 cartas de apoyo institucional para propuestas de proyectos: 32 cartas para propuestas sometidas como Institución Sede y cinco cartas para propuestas sometidas como Institución en Colaboración; históricamente este es el mayor número de participación en un trimestre para la entidad.

La investigación sobre radiofármacos basados en nanopartículas para el tratamiento de diversos cánceres es de interés en el ámbito de la salud humana a nivel mundial. En particular, en el Laboratorio Nacional de Investigación y Desarrollo de Radiofármacos (LANIDER) del ININ, se han producido y patentado nanopartículas de oro (AuNPs) de reconocimiento molecular específico (funcionalizadas con manosa) marcadas con Tecnecio 99 metaestable, para la detección de ganglio centinela en pacientes con cáncer de mama, así como nanopartículas de oro funcionalizadas con péptidos antiangiogénicos y marcadas con Lutecio 177 para radioterapia dirigida en tumores sólidos.

Con la finalidad de generar conocimiento y optimizar el uso de recursos e infraestructura con la que cuenta el ININ para aplicaciones de las radiaciones en el área de la salud, se desarrolla en 2018 el proyecto "Preparación de nanopartículas de Lu2O3 y Sm2O3 funcionalizadas con biomoléculas y estudio del efecto en sus propiedades estructurales y bioquímicas al activarlas por Irradiación neutrónica en el Reactor Triga Mark III". El objetivo del proyecto es sintetizar por termo-reducción y caracterizar fisicoquímicamente nano partículas de óxido de lutecio y óxido de samario funcionalizadas con manosa y péptidos antiangiogénicos, así como estudiar el efecto en sus propiedades estructurales y bioquímicas (reconocimiento molecular) al activarlas por irradiación neutrónica en el reactor Triga Mark III para su potencial uso en la cirugía radioguiada de ganglio centinela y en la radioterapia dirigida de carcinomas intrahepáticos.

Asimismo, en el área de la agricultura, se desarrolla el proyecto prioritario denominado "Aplicación de técnicas nucleares para promover el mejoramiento de plantas y una agricultura sustentable", con objeto de obtener genotipos mejorados y eficientes respecto al uso de nutrientes mediante mutagénesis radioinducida de especies de interés agronómico para México, con énfasis en Salvia hispánica, Stevia rebaudiana y Jatropha curcas Vanilla planifolia.

Se realizó en 2018 la Primera Reunión de Coordinadores del proyecto "Mejoramiento de Prácticas de Fertilización en Cultivos de Importancia Regional Mediante el Uso de Genotipos Eficientes en la Utilización de Macronutrientes y Bacterias Promotoras del Crecimiento" en Guadalajara, Jalisco, entre la División Conjunta FAO (Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación)/OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica), el ININ y el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño de Jalisco (CIATEJ). El objetivo del proyecto persigue mejorar la producción agrícola mediante el uso de genotipos eficientes además de las prácticas de manejo del suelo a través de un uso eficiente de fertilizantes, agua y microorganismos. El proyecto es una prioridad en el Plan Estratégico Regional para América Latina y el Caribe, ya que en la región existe una gran dependencia de los fertilizantes importados que sólo están disponibles para los agricultores a altos costos.

Finalmente, los resultados de investigación y desarrollo obtenidos en los proyectos, coadyuvan al logro del fin último, que es contribuir al desarrollo científico del país en materia de investigación científica y tecnológica.

El ININ tiene por objeto conforme a lo establecido en la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear, "realizar





investigación y desarrollo en el campo de las ciencias y tecnología nucleares, así como promover los usos pacíficos de la energía nuclear y difundir los avances alcanzados para vincularlos al desarrollo económico, social, científico y tecnológico del país”.

Por lo anterior, el ININ en el campo de las ciencias y tecnología nucleares llevó a cabo proyectos de investigación y desarrollo tecnológico con financiamiento externo e interno. Estos proyectos generaron como principales productos, artículos científicos que fueron publicados en revistas nacionales o internacionales con arbitraje estricto y la presentación y publicación de trabajos en memorias de congresos nacionales e internacionales, para promover los usos pacíficos de la energía nuclear y difundir los avances alcanzados; así como la asesoría a becarios de licenciatura, maestría y doctorado en ciencias y tecnología nucleares, para la formación de personal calificado o recursos humanos especializados.

Los recursos humanos formados y los investigadores registrados en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI), facilitaron que los investigadores publicaran sus resultados en revistas internacionales con arbitraje y presentaran sus trabajos en congresos nacionales o internacionales, de manera que se promovieron y difundieron los resultados entre la comunidad científica y algunos sectores del país y se conocieran los resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación científica y tecnológica en materia nuclear y en temas afines, y a que el personal del ININ con posgrado pudiera acceder a las fuentes de financiamiento externo tales como las convocatorias del CONACYT.

La investigación sobre radiofármacos basados en nanopartículas para el tratamiento de diversos cánceres es de interés en el ámbito de la salud humana a nivel mundial y en el ININ se realiza con éxito investigaciones que apoyan el desarrollo de estos radiofármacos. Se realizó la solicitud de patente ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial del radiofármaco:  $^{177}\text{Lu}$ -DOTA-HA-PLGA(MTX) como un nuevo nanoradiofármaco para terapia dual de procesos inflamatorios que sobreexpresan receptores CD44.

El Centro Nacional de Metrología comunicó al ININ que Georgette Macdonal, Coordinadora del Sistema Interamericano de Metrología Quality System Task Force, entregó el documento que certifica la aprobación del sistema de gestión de calidad que soporta las Capacidades de Medición y Calibración en Dosimetría y Radioactividad del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. Dicho sistema de calidad está basado en la norma ISO/IEC 17025 y/o ISO Guía 34.

En el ámbito ambiental, el ININ ha participado en cursos como los siguientes:

- “Muestreo Radiológico Ambiental” en el marco del proyecto “Determination of Radiological Baseline for Natural Occurring Radioactive Materials (NORM´S) in future sites to be exploited for gas and oil industry”, el cual fue organizado por el ININ-Organismo Internacional de Energía Atómica.

- “Curso Nacional de Técnicas de Detección en sitio para Mediciones Radiológicas Ambientales”, en el marco del proyecto “Determination of Radiological Baseline for Natural Occurring Radioactive Materials (NORM´S) in future sites to be exploited for gas and oil industry”, el cual fue organizado por el ININ-Organismo Internacional de Energía Atómica.

## ATENTAMENTE

2f db 8f e7 06 98 4c 7d 31 3b dc 77 f3 c9 06 4a

---

LYDIA CONCEPCION PAREDES GUTIERREZ

DIRECTOR GENERAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE CONCLUSIÓN  
DE LA ADMINISTRACIÓN 2012-2018



FOLIO 13507

FECHA DE LA FIRMA 26/10/2018

CADENA ORIGINAL 18 7f 43 12 58 a4 4f d9 17 04 02 a4 b1 a6 64 ec