

SECRETARIA DE ENERGIA

PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-031-NUCL-2024, Requisitos para la capacitación del personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- SENER.- Secretaría de Energía.- Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias.

PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA PROY-NOM-031-NUCL-2024, REQUISITOS PARA LA CAPACITACIÓN DEL PERSONAL OCUPACIONALMENTE EXPUESTO A RADIACIONES IONIZANTES.

ALEJANDRO NÚÑEZ CARRERA, Director General de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, con fundamento en los artículos: 17 y 33 fracciones XIII y XIX de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 4, 18 fracción III, 19, 21 y 50 fracciones I, II, III, XI y XV de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear; 3 fracciones VI, VII, VIII y IX, 10 fracciones I, II, VII y VIII, 24, 30, 34, 35 fracción V, 39, y 41 fracciones II y V, de la Ley de Infraestructura de la Calidad; 28 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 1, 2, 3, 4, 148 fracciones I y III, 150 fracción II, 151 fracción II, 152 fracción II, 154 fracción II, 156 fracción IV, 157 fracción II y 159 fracciones III y IV del Reglamento General de Seguridad Radiológica y 2, apartado F, fracción I, 40, 41 y 42 fracciones VIII, XXX y XXXIV del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía; y demás ordenamientos jurídicos que resulten aplicables, y

CONSIDERANDO

Que las actividades que realicen las Autoridades Normalizadoras en materia de normalización y evaluación de la conformidad deberán fomentar la armonización con modelos, principios y mejores prácticas internacionales y nacionales, por lo que para la capacitación del personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes se tomarán como base las recomendaciones elaboradas por el Organismo Internacional de Energía Atómica y la normatividad nacional aplicable.

Que las Normas Oficiales Mexicanas, incluyendo sus Procedimientos de Evaluación de la Conformidad, deberán sustentarse en Normas Internacionales o partes pertinentes de ellas, para alcanzar los objetivos legítimos buscados por el Estado Mexicano.

Que la modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-031-NUCL-2011, "Requisitos para el entrenamiento del personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes" que en lo sucesivo se denominará Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY NOM-031-NUCL-2024 "Requisitos para la capacitación del personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes", fue aprobada en la segunda sesión extraordinaria del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CCNN-SNyS), efectuada el 9 de mayo de 2024.

Que de conformidad con lo previsto en los artículos 35 fracciones V y VI, y 38 de la Ley de Infraestructura de la Calidad, se ordena la publicación en el Diario Oficial de la Federación del Proyecto de la Norma Oficial Mexicana, para su consulta pública, a efecto de que en un plazo de 60 días naturales contados a partir de su fecha de publicación, los interesados presenten sus comentarios ante el CCNN-SNyS, ubicado en Dr. José María Barragán Número 779 - 4to piso, colonia Narvarte, Alcaldía Benito Juárez, código postal 03020, Ciudad de México, teléfono 55 5095 3246, fax 5590 6103, o bien al correo electrónico: ccnn_snys@cnsns.gob.mx para que en los términos de la Ley de la materia se consideren en el seno del Comité.

Ciudad de México, a 9 de mayo de 2024.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias y Director General de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, **Alejandro Núñez Carrera**.

PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA PROY NOM-031-NUCL-2024, REQUISITOS PARA LA CAPACITACIÓN DEL PERSONAL OCUPACIONALMENTE EXPUESTO A RADIACIONES IONIZANTES

PREFACIO

La elaboración del presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana es competencia del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias integrado por:

- Adiestramiento y Capacitación Nuclear, S.A. de C.V.
- Asesoría Especializada y Servicios Corporativos, S.A. de C.V.
- Asociación Mexicana de Radioprotección, A.C.
- Bartlett de México, S.A. de C.V.
- Comisión Federal de Electricidad / Central Nucleoeléctrica Laguna Verde

- EERMS, S.A. de C.V.
- Halliburton de México, S. de R. L. de C. V.
- Hospital Ángeles del Pedregal, S.A. de C.V.
- Hospital Juárez de México
- Hospital Regional de Alta Especialidad de Ixtapaluca
- Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias “Ismael Cosío Villegas”
- Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares
- Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía
- Instituto Nacional de Pediatría.
- Instrumentos y Equipos Falcón, S.A. de C.V.
- Medicina, Industria y Seguridad Radiológica, S.A. de C.V.
- Secretaría de Economía - Dirección General de Normas
- Secretaría de Energía
- Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social
- Radiación Aplicada a la Industria, S.A. de C.V.
- Radiaciones del Sureste Aplicadas, S.A. de C.V.
- Rapiscan Systems México, S. de R.L. de C.V.
- Servicios Integrales para la Radiación, S.A. de C.V.
- Sociedad Mexicana de Físicos en Medicina.
- Sociedad Mexicana de Radioterapeutas, A.C.
- Sterigenics, S. de R.L. de C.V.
- Tecnofísica Radiológica, S.C.
- Transportaciones Nacionales e Internacionales Regias, S.A. de C.V.
- Universidad Nacional Autónoma de México / Instituto de Ciencias Nucleares

ÍNDICE

0. Introducción

1. Objetivo, campo de aplicación y objetivo legítimo de interés público

2. Definiciones y abreviaturas

3. Criterios Generales

4. Capacitación Inicial

5. Vigencia de la Capacitación Inicial

6. Capacitación Periódica

7. De los cursos que imparta el Agente Capacitador Externo

8. Procedimiento de Evaluación de la Conformidad

9. Verificación

10. Concordancia con normas internacionales

11. Bibliografía

TRANSITORIOS

Apéndice A (Normativo). Temario para el curso de protección radiológica para Personal Ocupacionalmente Expuesto.

Apéndice B (Normativo). Temario para el curso de protección radiológica para Encargado de Seguridad Radiológica clase C.

Apéndice C (Normativo). Temario para el curso avanzado de protección radiológica para Encargado de Seguridad Radiológica clase A o B y Auxiliar del Encargado de Seguridad Radiológica clase A o B.

0. Introducción

Para llevar a cabo actividades o prácticas con fuentes de radiación ionizante, los titulares de una autorización, permiso o licencia tienen la responsabilidad de que su personal posea la capacitación y adiestramiento apropiado para realizarlas.

Para ello, el Encargado de Seguridad Radiológica (ESR), su Auxiliar y el Personal Ocupacionalmente Expuesto (POE), de acuerdo con sus responsabilidades y actividades y considerando el tipo de instalación radiactiva en la que prestan sus servicios, es necesario que tengan la capacitación y el adiestramiento correspondiente.

Los objetivos de la capacitación son mejorar las aptitudes, actitudes, conocimientos, habilidades o conductas del personal; y buscar proporcionar o transmitir los conocimientos que se requieren de los trabajadores, en las actividades donde se involucran fuentes de radiación ionizante.

El adiestramiento tiene por objeto el actualizar y perfeccionar los conocimientos y habilidades de los trabajadores; proporcionarles información para que puedan aplicarlos en las actividades con fuentes de radiación ionizante; conocer los riesgos a los que están expuestos y cómo prevenirlos.

Siendo una de las atribuciones de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias el establecer los requisitos para los programas de capacitación técnica sobre aspectos relacionados con la seguridad nuclear, radiológica y física, y las salvaguardias, se presentan los lineamientos que se deben cumplir en la capacitación prevista en el Reglamento General de Seguridad Radiológica y el criterio de aceptación de la misma, conforme a la regulación en materia laboral.

1. Objetivo, campo de aplicación y objetivo legítimo de interés público

1.1 Objetivo

Establecer los requisitos de capacitación y de adiestramiento a los Encargados de Seguridad Radiológica, los Auxiliares del Encargado de Seguridad Radiológica y demás Personal Ocupacionalmente Expuesto.

1.2 Campo de aplicación

Los requisitos de la presente norma se aplican, según corresponda, al Encargado de Seguridad Radiológica, al Auxiliar del Encargado de Seguridad Radiológica y al Personal Ocupacionalmente Expuesto.

Queda excluido el Personal Ocupacionalmente Expuesto que labore en las Centrales Nucleoeléctricas y en los establecimientos de diagnóstico médico con rayos X, el cual estará sujeto a las disposiciones específicas establecidas en la normativa correspondiente.

1.3 Objetivo legítimo de interés público

Este proyecto de Norma Oficial Mexicana tutela los objetivos legítimos de interés público correspondientes a la protección a la integridad física, a la salud, y a la vida de los trabajadores en los centros de trabajo, y la seguridad nacional.

2. Definiciones y abreviaturas

Para los propósitos de esta Norma Oficial Mexicana, se aplican los términos y definiciones siguientes:

2.1 Agente Capacitador Externo:

Las personas físicas o morales que prestan servicios a las empresas para el desarrollo de las acciones de capacitación a sus trabajadores.

2.2 Auxiliar de ESR:

Auxiliar de Encargado de Seguridad Radiológica.

2.3 Capacitación Inicial:

Proceso conformado por un conjunto de actividades mediante las cuales los candidatos a incorporarse como Encargado de Seguridad Radiológica (ESR), Auxiliar del ESR y el Personal Ocupacionalmente Expuesto (POE), en una práctica o instalación licenciada o en proceso de licenciamiento, adquieren los conocimientos y habilidades en materia de protección radiológica incluyendo la aplicación de la normativa mexicana.

2.4 Capacitación Periódica:

Proceso encaminado a garantizar que la aptitud del POE se mantenga y se refuercen las competencias requeridas para el desempeño seguro de las funciones en materia de protección radiológica.

2.5 Comisión:

Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias.

2.6 Constancia de Competencias o de Habilidades Laborales:

El documento que emite el Agente Capacitador Externo y a través del cual se hace constar la aprobación del curso de Capacitación Inicial en protección radiológica.

2.7 ESR:

Encargado de Seguridad Radiológica.

2.8 POE:

Personal Ocupacionalmente Expuesto.

3. Criterios Generales

3.1 El POE o candidato a POE, que labore o pretenda laborar en instalaciones radiactivas, actividades o prácticas reguladas por la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (Comisión), mediante la documentación oficial respectiva, debe contar como mínimo con el certificado de secundaria concluida.

3.2 Los cursos de Capacitación Inicial para el ESR, el Auxiliar del ESR y el POE, referidos en las secciones de esta norma, deben ser registrados, por el Agente Capacitador Externo ante la Secretaría de Trabajo y Previsión Social.

3.3 Para solicitar ante la Comisión el registro del Personal Ocupacionalmente Expuesto se debe presentar la Constancia de Competencias o de Habilidades Laborales de Capacitación Inicial correspondiente a su clase.

3.4 No se homologarán los cursos de capacitación establecidos en la presente norma con los cursos o programas académicos.

3.5 No se homologarán los cursos en protección radiológica realizados en el extranjero.

3.6 Los cursos de capacitación periódica referidos en la sección 6 de esta norma, deben contar con el reconocimiento de la Comisión antes de su aplicación.

4. Capacitación Inicial

4.1 El permisionario que solicite ante esta Comisión el registro del POE debe:

4.1.1 Presentar la Constancia de Competencias o Habilidades Laborales, emitida por un Agente Capacitador Externo, que acredite la aprobación de un curso de protección radiológica con una duración mínima de 40 horas y que cubra los temas y objetivos establecidos en el Apéndice A de esta norma.

4.1.2 Presentar la Constancia que acredite la aprobación de un curso de entrenamiento en el manual de seguridad radiológica y en el plan de emergencia específicos de la instalación, el cual debe ser impartido por el ESR.

4.1.3 Para los casos de solicitud de Licencia o Autorización nueva, la constancia referida en el numeral 4.1.2, debe presentarse en un plazo máximo de 20 días hábiles después de que se reciba la Licencia o Autorización correspondiente. En caso de que dicha constancia no se presente, en tiempo y forma, la autorización de POE carecerá de validez.

4.2 El permisionario que solicite ante esta Comisión el registro de los ESR clase C debe:

4.2.1 Presentar la Constancia de Competencias o Habilidades Laborales, emitida por un Agente Capacitador Externo, que acredite la aprobación de un curso de protección radiológica con una duración mínima de 80 horas que cubra los temas y objetivos establecidos en el Apéndice B de esta norma.

4.3 El permisionario que solicite ante esta Comisión el registro de los ESR clase A o B o Auxiliar de ESR A o B, debe:

4.3.1 Presentar ante la Comisión, la Constancia de Competencias o Habilidades Laborales emitida por un Agente Capacitador Externo, que acredite la aprobación de un curso avanzado de protección radiológica con una duración mínima de 120 horas que cubra los temas y objetivos establecidos en el Apéndice C de esta norma.

5. Vigencia de la Capacitación Inicial

5.1 La Constancia de Competencias o de Habilidades Laborales emitida por un Agente Capacitador Externo, tendrá una vigencia de 3 años, si se deja de trabajar o fungir como POE a partir de la fecha de baja en todas las licencias o autorizaciones emitidas por la Comisión. Después de este tiempo, si se solicita nuevamente su autorización como POE, Auxiliar de ESR o ESR, debe realizar la Capacitación Inicial de conformidad con lo establecido en la presente norma.

6. Capacitación Periódica

6.1 Los permisionarios deben demostrar ante la Comisión, que todo su POE autorizado ha aprobado un Curso Periódico anual elaborado e impartido por el ESR de la instalación. Este curso debe estar basado en la detección de necesidades, que demuestre que cuentan con el adiestramiento y calificación en la aplicación de los cambios desarrollados en la normativa aplicable; los cambios efectuados en su instalación; las actualizaciones en el manual de seguridad radiológica; el plan de emergencia y los avances tecnológicos. Los temas impartidos y la duración del mismo deben notificarse en el informe anual de actividades relevantes en protección radiológica que es presentado a la Comisión.

7. De los cursos que imparta el Agente Capacitador Externo

Los cursos que imparta el Agente Capacitador Externo deben cumplir con lo siguiente:

7.1 De la instalación

7.1.1 Los Agentes Capacitadores Externos deben contar con licencia de operación o autorización emitida por la Comisión para el manejo de las fuentes de radiación ionizante que serán necesarias en sus actividades de capacitación. Esto es independiente del cumplimiento de los requisitos establecidos por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

7.2 De los instructores

7.2.1 El instructor o instructores del Agente Capacitador Externo, deben haber acreditado el estándar de competencia EC0217 del Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales (CONOCER) vigente, el que lo sustituya o uno equivalente.

7.3 De la Evaluación

7.3.1 La evaluación de los conocimientos teóricos será mediante una prueba escrita y los conocimientos prácticos mediante el desarrollo de las prácticas descritas en el temario.

7.3.2 Para obtener la Constancia de Competencias o de Habilidades Laborales, la calificación mínima aprobatoria es 8. La calificación obtenida en la parte teórica será el 70% de la calificación final mientras que el 30% restante corresponderá a los reportes de las prácticas realizadas.

7.4 Del Material

7.4.1 El Agente Capacitador Externo proporcionará el material didáctico a los asistentes que debe consistir en las notas de la parte teórica y de las prácticas.

7.5 De los temarios

7.5.1 El contenido de los cursos para la Capacitación Inicial de los ESR clase A, B o C, Auxiliares de ESR clase A o B, y POE, deben cumplir como mínimo con los temas y objetivos establecidos en los Apéndices A, B y C de la presente norma.

8. Procedimiento de Evaluación de la Conformidad

8.1 El procedimiento para la evaluación de la conformidad incluirá lo siguiente:

	DISPOSICIÓN		COMPROBACIÓN (DOCUMENTAL Y EXAMEN ORAL)	CRITERIO DE EVALUACIÓN DE LA NOM-031-NUCL-2024	CUMPLE	
					SÍ	NO
PERSONAL OCU- PACIONAL MENTE EXPUESTO	Requisitos generales para el POE	3.1	Documental	El permisionario cumple cuando: Comprueba mediante la documentación correspondiente que todo POE que labora en la instalación está registrado en la Comisión.		
		3.1	Documental	El permisionario cumple cuando: Comprueba mediante la documentación correspondiente que todo POE que labora en la instalación cuenta con certificado de secundaria.		
		3.2	Documental	El permisionario cumple cuando: Comprueba mediante la documentación correspondiente que los cursos de Capacitación Inicial para el POE, referidos en las secciones de esta norma, cuentan con el registro ante la Secretaria de Trabajo y Previsión Social.		
	Capacitación Inicial del POE	4.1.1	Documental	El permisionario cumple cuando: Comprueba mediante la documentación correspondiente que todo POE que labora en la instalación radiactiva tiene la Constancia de Competencias o Habilidades Laborales emitida por un Agente Capacitador Externo, que acredite la aprobación de un curso de protección radiológica con una duración mínima de 40 horas que cubra los temas y objetivos establecidos en el Apéndice A de esta norma.		
		4.1.2	Documental	El permisionario cumple cuando: Comprueba mediante la documentación correspondiente que todo POE que labora en la instalación radiactiva tiene la Constancia que acredite la aprobación de un curso de entrenamiento en el manual de seguridad radiológica y en el plan de emergencia específicos de la instalación, impartido por el ESR de la instalación.		

	Capacitación periódica de todo POE	6.1	Documental y Examen Oral	El permisionario cumple cuando: - Comprueba mediante la documentación correspondiente: exámenes aplicados, listas de asistencia o copia de constancias emitidas; que todo POE que labora en la instalación tiene un curso de capacitación periódica anual basado en la detección de necesidades, que demuestre que cuentan con el adiestramiento y calificación en la aplicación de los cambios desarrollados en la normativa aplicable; los cambios efectuados en su instalación; las actualizaciones en el manual de seguridad radiológica; el plan de emergencia y los avances tecnológicos. - De una muestra aleatoria de la población de los POE que laboran en la instalación, éstos demuestran que cuentan con los conocimientos básicos de protección radiológica al responder acertadamente a una serie de preguntas teóricas y prácticas realizadas por el inspector, y el resultado formará parte del acta de la diligencia.	CUMPLE	
					SÍ	NO
ENCARGADO DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA Y AUXILIARES	DISPOSICIÓN		COMPROBACIÓN (DOCUMENTAL Y EXÁMEN ORAL)	CRITERIO DE EVALUACIÓN DE LA NOM-031-NUCL-2024	CUMPLE	
	Requisitos generales para todo ESR y Auxiliares	3.2	Documental	El permisionario cumple cuando: Comprueba mediante la documentación correspondiente que los cursos de Capacitación Inicial para el ESR y, en su caso, el Auxiliar del ESR, referidos en las secciones de esta norma, cuentan con el registro ante la Secretaría de Trabajo y Previsión Social.		
		3.3	Documental	El permisionario cumple cuando: Comprueba mediante la documentación correspondiente que el ESR de la instalación cuenta con la Constancia de Competencias o de Habilidades Laborales del nivel de ESR correspondiente.		
		3.6	Documental	El permisionario cumple cuando: Comprueba mediante la documentación correspondiente que los cursos de capacitación periódica referidos en la sección 6 de esta norma, cuentan con el reconocimiento de la Comisión.		
		6.1	Documental y Examen Oral	El permisionario cumple cuando: - Comprueba mediante la documentación correspondiente: exámenes aplicados, listas de asistencia o copia de constancias emitidas; que el ESR de la instalación radiactiva impartió el curso de capacitación periódica anual de protección radiológica a todo el POE de su instalación. - El inspector comprueba in situ que el ESR de la instalación, y en su caso el Auxiliar, cuentan con conocimientos básicos de protección radiológica, respondiendo acertadamente a una serie de preguntas teóricas y prácticas relacionadas con las actividades que realizan en la instalación, y el resultado formará parte del acta de la diligencia.		
	Capacitación Inicial del ESR clase C	4.2.1	Documental	El permisionario cumple cuando: Comprueba mediante la documentación correspondiente que el ESR clase C que labora en la instalación radiactiva tiene la Constancia de Competencias o Habilidades Laborales emitida por un Agente Capacitador Externo, que acredite la aprobación de un curso de Capacitación Inicial de protección radiológica con una duración mínima de 80 horas que cubra los temas y objetivos establecidos en el Apéndice B de esta norma.		
Capacitación Inicial del ESR clase A, B y Auxiliares	4.3.1	Documental	El permisionario cumple cuando: Comprueba mediante la documentación correspondiente que el ESR clase A o B o Auxiliar de ESR A o B que labora en la instalación radiactiva tiene la Constancia de Competencias o Habilidades Laborales emitida por un Agente Capacitador Externo, que acredite la aprobación de un curso de Capacitación Inicial de protección radiológica con una duración mínima de 120 horas que cubra los temas y objetivos establecidos en el Apéndice C de esta norma.			
DE LOS CURSOS QUE IMPARTA EL AGENTE CAPACITADOR EXTERNO	DISPOSICIÓN		COMPROBACIÓN (DOCUMENTAL)	CRITERIO DE EVALUACIÓN DE LA NOM-031-NUCL-2024	CUMPLE	
	De la instalación	7.1.1	Documental	El permisionario cumple cuando: Comprueba mediante la documentación correspondiente que tiene la licencia de operación o autorización vigente emitida por la Comisión para el manejo de las fuentes de radiación ionizante para el desarrollo de sus actividades de capacitación. Esto es independiente del cumplimiento de los requisitos establecidos por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Comprueba que da cumplimiento a los anexos de licencia.		
		7.2.1	Documental	El permisionario cumple cuando: Comprueba mediante la documentación correspondiente que el instructor o instructores del Agente Capacitador Externo están acreditados en el estándar de competencia EC0217 del Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales (CONOCER) vigente, el que lo sustituya o uno equivalente.		
	De la Evaluación	7.3.1	Documental	El permisionario cumple cuando: Comprueba mediante la documentación correspondiente que la evaluación de los conocimientos técnicos y prácticos la realizan mediante pruebas escritas.		
		7.3.2	Documental	El permisionario cumple cuando: Comprueba mediante la documentación correspondiente que para otorgar la Constancia de Competencias o de Habilidades Laborales al ESR clase A, B o C, Auxiliares A o B, o POE, la calificación mínima aprobatoria que obtuvieron fue de 8.		
	Del material	7.4.1	Documental	El permisionario cumple cuando: Comprueba mediante la documentación correspondiente que el Agente Capacitador Externo proporciona, a los asistentes, el material didáctico para la parte teórica y la parte práctica.		
	De los temarios	7.5.1	Documental	El permisionario cumple cuando: Comprueba mediante la documentación correspondiente que el contenido de los cursos para la Capacitación Inicial de los ESR clase A, B o C, Auxiliares de ESR clase A o B, y POE, cumplen como mínimo con los temas y objetivos establecidos en los apéndices A, B y C de la presente norma.		

8.2 La evaluación de la conformidad de esta Norma Oficial Mexicana se llevará a cabo por la Autoridad Normalizadora conforme a lo previsto en el apartado correspondiente a la Verificación.

9. Verificación

La verificación del cumplimiento de lo dispuesto por la presente Norma Oficial Mexicana está a cargo de la Secretaría de Energía, por conducto de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, conforme a sus respectivas atribuciones y bajo lo dispuesto en la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear. Asimismo, las sanciones que correspondan serán aplicadas en los términos de la legislación aplicable.

10. Concordancia con normas internacionales

Esta Norma Oficial Mexicana no es equivalente (NEQ) con alguna Norma Internacional, por no existir esta última al momento de su elaboración.

11. Bibliografía

11.1 Acuerdo por el que se dan a conocer los criterios administrativos, requisitos y formatos para realizar los trámites y solicitar los servicios en materia de capacitación, adiestramiento y productividad de los trabajadores.

11.2 International Atomic Energy Agency. Recommendations for the Safe Use and Regulation of Radiation Sources in Industry, Medicine, Research and Teaching. Safety Series No. 102. Vienna, Austria, 1990.

11.3 International Atomic Energy Agency. Training in Radiation Protection and the Safe Use of Radiation Sources. Safety Report Series No 20. Vienna, Austria, 2001.

11.4 Organismo Internacional de Energía Atómica. Curso de Enseñanza de Postgrado sobre Protección Radiológica y Seguridad de las Fuentes de Radiación. Colección Cursos de Capacitación No. 18/s. Viena, Austria, 2003.

11.5 National Council on Radiation Protection and Measurements. Operational Radiation Safety Training. NCRP Report No. 134, 2000.

11.6 Ley de Infraestructura de la Calidad, 1 de julio de 2020 y sus reformas.

11.7 Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Diario Oficial de la Federación, 14 de enero de 1999.

TRANSITORIOS

PRIMERO. La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los 180 días naturales siguientes al día de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

SEGUNDO. Las autorizaciones para impartir cursos de protección radiológica emitidas por la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, previa a la entrada en vigor de la presente norma, continuarán vigentes hasta la fecha de su vencimiento.

TERCERO. Cuando el presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana, sea publicado en el Diario Oficial de la Federación como norma definitiva y entre en vigor, se ABROGARÁ la Norma Oficial Mexicana NOM-031-NUCL-2011, "Requisitos para el entrenamiento del personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes" publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de octubre de 2011.

CUARTO. A efecto de dar cumplimiento a los artículos 68, último párrafo y 78, primer párrafo de la Ley General de Mejora Regulatoria, en cuanto a la expedición de Regulaciones, se abrogan o derogan las obligaciones especificadas en el Análisis de Impacto Regulatorio correspondiente.

Ciudad de México, a 9 de mayo de 2024.- Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad Nuclear y Salvaguardias y Director General de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, **Alejandro Núñez Carrera**.- Rúbrica.

Apéndice A (Normativo). Temario para el curso de protección radiológica para Personal Ocupacionalmente Expuesto.

Duración mínima: 40 horas

Profundidad de los conocimientos: Nivel secundaria

Tema 1	Introducción a la física nuclear	Duración: 2 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Identificar las propiedades físicas de los núcleos atómicos.	Estructura atómica nuclear.	Identificar la estructura interna del átomo.
	Elementos, Radionúclidos y Masa Atómica.	Describir conceptos como: elemento químico, radionúclido e isótopo, número atómico, número másico.
	Características del núcleo atómico. Características de los orbitales electrónicos. Vida media. Decaimiento radiactivo. Ley del decaimiento radiactivo.	Identificar las propiedades de los núcleos atómicos. Describir, comprender y aplicar los conceptos de vida media, decaimiento radiactivo. Describir y aplicar la ley del decaimiento radiactivo. Diferenciar entre un núcleo estable e inestable.
	Masa y energía. Concepto de ionización del átomo.	Describir la equivalencia entre masa y energía. Describir que es un átomo excitado y un átomo ionizado. Describir el fenómeno de desexcitación del átomo.
	Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.
Tema 2	Las radiaciones ionizantes. Origen y características	Duración: 2 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Comprender los fenómenos radiactivos.	Radiactividad.	Describir que es la radiactividad.
	Radiación ionizante. Tipos de radiación ionizante.	Describir que es la radiación ionizante e identificar los tipos de radiación ionizante.
	Radiación electromagnética: Rayos X y Gamma.	Describir que es la radiación electromagnética. Describir las características e identificar el origen de los rayos X y gamma.
	Fuentes naturales y artificiales.	Describir el origen y diferencias de los conceptos de fuentes naturales y fuentes artificiales.
	Radiación de fondo.	Describir que es la radiación de fondo.
	Actividad y Actividad específica.	Identificar, comprender y aplicar los conceptos de actividad y actividad específica.
	Desintegración radiactiva.	Describir las leyes de la desintegración radiactiva y los tipos de desintegración radiactiva.
	Generadores de radiación ionizante: equipos de rayos X y aceleradores de partículas.	Describir la diferencia entre material radiactivo y equipos generadores de radiación ionizante. Identificar los tipos de radiación que se pueden producir en un equipo generador de radiación ionizante.
Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.	
Tema 3	Magnitudes y unidades radiológicas	Duración: 2 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Identificar y comprender las magnitudes y unidades utilizadas en protección radiológica.	Magnitudes, unidades y medidas. Sistema internacional de unidades.	Identificar, comprender y utilizar de forma correcta las unidades que son utilizadas en la protección radiológica. Describir y comprender la relación de la dosis absorbida con la exposición a la radiación.
	Magnitudes utilizadas en protección radiológica: <ul style="list-style-type: none"> - Exposición y rapidez de exposición - Dosis absorbida y rapidez de dosis absorbida - Equivalente de dosis y rapidez de equivalente de dosis - Equivalente de dosis efectivo. - Equivalente de dosis efectivo comprometido. - Factor de calidad. - Factor de ponderación. 	
	Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.
Tema 4	Interacción de la radiación con la materia	Duración: 2 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Comprender las principales características de la interacción de las partículas con la materia.	Interacción de partículas pesadas.	Describir los mecanismos de pérdida de energía en las partículas con carga y cómo ceden su energía al medio con el que interaccionan.
	Interacción de electrones.	Describir las características de la interacción de electrones con la materia. Describir el efecto bremsstrahlung.
	Interacción de la radiación electromagnética.	Describir la interacción de la radiación electromagnética con la materia. Describir los principales tipos de interacción de la radiación electromagnética con la materia: efecto fotoeléctrico, efecto Compton y producción de pares.
	Interacción de neutrones.	Describir las características y los principales mecanismos de interacción de neutrones con la materia.
	Alcance.	Describir y calcular el alcance de las partículas con carga en aire y en diferentes medios.
	Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.

Tema 5	Detección y medición de la radiación	Duración: 2 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Describir los principios de funcionamiento y las características de los detectores de radiación ionizante para que el egresado del curso realice la selección adecuada del equipo de medición a utilizar en el desempeño de sus actividades laborales relacionadas con la radiación ionizante.	Principios del funcionamiento de los detectores.	Describir el funcionamiento de los diferentes detectores.
	Electrónica asociada a los detectores.	Describir los aspectos básicos de la electrónica asociada al funcionamiento de los detectores.
	Métodos de detección.	Conocer y describir los métodos de detección de radiación ionizante más empleados (ionización de gases, centelleo de sustancias, termoluminiscencia, película fotográfica, ionización en materiales semiconductores).
	Uso adecuado de un detector.	Utilizar adecuadamente el detector de radiación ionizante conforme a las energías y partículas.
	Tipos de detectores.	Conocer las características principales de los diferentes tipos de detectores de radiación ionizante. Interpretar correctamente los resultados y unidades obtenidas.
Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.	
Tema 6	Efectos biológicos de la radiación.	Duración: 2 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Describir los principales cambios y afectaciones en un individuo, a nivel celular, debido a la exposición a radiaciones ionizantes.	La célula y sus funciones.	Recordar los componentes principales de una célula y sus funciones.
	Interacción de la radiación ionizante con la célula.	Describir los efectos causados en la estructura de una célula por su interacción con la radiación ionizante.
	Factores influyentes en la respuesta celular a la radiación.	Describir los factores que modifican el efecto de la radiación ionizante sobre los efectos biológicos.
	Radiosensibilidad.	Comprender que es la radiosensibilidad de una célula.
	Efectos de la radiación durante el desarrollo embrionario	Describir los efectos de la radiación ionizante en los embriones.
	Clasificación de los efectos biológicos.	Describir los efectos biológicos en función del tipo de células afectadas: efectos somáticos y efectos hereditarios. Describir los efectos biológicos en función de la probabilidad de aparición: efectos estocásticos y efectos no estocásticos o deterministas.
	Síndrome agudo de radiación.	Describir el patrón de síntomas que se conocen como Síndrome Agudo de Radiación. Conocer el concepto de dosis letal.
Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.	
Tema 7	Irradiación y contaminación (interna y externa).	Duración: 2 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Identificar los métodos utilizados para el control de la contaminación radiactiva, así como los métodos para reducir la exposición interna y externa. Conocer el manejo y uso correcto de los accesorios y dispositivos de seguridad radiológica, con el grado que requieran sus funciones y responsabilidades.	Riesgos de irradiación. Control de la exposición: Factores básicos de protección radiológica: Tiempo, distancia y blindaje.	Describir y aplicar los conceptos de tiempo, distancia y blindaje para reducir la exposición a la radiación ionizante en sus actividades laborales.
	Medidas de protección contra la irradiación interna. Rutas de incorporación de material radiactivo en el cuerpo humano: inhalación, ingestión, absorción a través de la piel.	Comprender el concepto de incorporación de material radiactivo.
	Contaminación. Equipo y protección radiológica para minimizar y prevenir la contaminación radiactiva.	Describir el uso de ropa de protección y equipos de protección respiratoria. Describir el concepto de límite inferior de detección. Describir los procesos de descontaminación del personal, herramientas, equipo y zonas de trabajo.
	Técnicas y procesos de descontaminación. Descontaminación personal.	Describir las técnicas y procesos de descontaminación.
	Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.
Tema 8	Dosimetría de la radiación	Duración: 1 hora
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Describir las características básicas de la dosimetría personal, conocer las características y funciones de los diferentes tipos de dosímetros.	Dosimetría personal.	Definir que es la dosimetría personal y explicar cómo se obtiene.
	Dosimetría interna y externa.	Identificar la diferencia entre la dosimetría interna y externa.
	Diferentes tipos de dosímetros. Dosímetros: de película, termoluminiscentes, OSL, de lectura directa y electrónicos.	Identificar los tipos de dosímetros, sus características y funcionamiento. Reconocer y aplicar responsabilidades y cuidados que se tienen debido a la asignación y portación de un dosímetro.
	Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.

Tema 9	Protección radiológica ocupacional	Duración: 3 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Describir los conceptos de protección radiológica ocupacional con el fin de aplicar correctamente el programa de protección radiológica para cualquier práctica.	Conceptos: <ul style="list-style-type: none"> - Objetivo de la seguridad radiológica. - Sistema de limitación de dosis. - Concepto ALARA. - Límites y niveles de referencia. - Límites de dosis para POE y para el público. - Requerimientos reglamentarios: para mujeres POE y para estudiantes. 	Describir los conceptos básicos de la protección radiológica ocupacional.
	Clasificación de zonas.	Conocer cómo se clasifican las zonas donde se usa radiación ionizante, y describir las principales medidas de protección que se deben implementar.
	Vigilancia radiológica individual y de zonas.	
	Vigilancia de la salud.	Reconocer la importancia de someterse a la toma de muestras biológicas que se requieren para la vigilancia médica.
	Riesgos asociados con el uso de radiaciones.	Reconocer las actividades laborales asociadas con el uso de radiaciones ionizantes, con un adecuado conocimiento sobre la responsabilidad del cuidado de su salud. Conocer los riesgos asociados con la exposición ocupacional, así como los beneficios del uso de las técnicas nucleares. Concientizar sobre cultura de la seguridad.
Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.	
Tema 10	Protección Radiológica operacional en instalaciones radiactivas	Duración: 3 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Conocer las características más importantes de las instalaciones radiactivas para cada uno de los usos actuales, así como los riesgos asociados.	Clasificación de instalaciones radiactivas.	Conocer con base en la práctica y clasificación de la instalación, la clasificación de zonas, los tipos de blindaje a utilizar, los equipos detectores apropiados, y los equipos y medidas de protección personal a utilizar.
	Fuentes de radiación comúnmente utilizadas y características del diseño de las instalaciones.	
	Protección radiológica para el público.	
	Prácticas o usos actuales.	Conocer las distintas prácticas que requieren el uso de fuentes de radiación.
	Accidentes previsible en las diferentes prácticas y exposiciones potenciales.	Conocer cómo identificar los diferentes accidentes a los que pueden ser susceptibles las diferentes prácticas.
	Análisis y descripción de accidentes radiológicos tales como: Cd. Juárez (1983), Goiania (1987), Estambul (1998), Yanango (1999), Panamá (2000), Bialystok (2001), Cochabamba (2002).	Fortalecer la importancia de la protección radiológica en sus actividades laborales.
Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.	
Tema 11	Manejo de los desechos radiactivos	Duración: 2 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Identificar los desechos radiactivos y las partes de la gestión en las que participa la instalación radiactiva generadora y como manipular dichos desechos.	Conceptos generales (desechos radiactivos, dispensa de material radiactivo, gestión de desecho radiactivo, etc.).	Comprender los conceptos generales en el manejo de los desechos radiactivos.
	Principios fundamentales de la gestión de desechos radiactivos.	Conocer los principios que correspondan al tipo de desechos radiactivos generados en la instalación en la que laborará
	Desechos radiactivos producidos en la industria, medicina e investigación y su clasificación.	Identificar los desechos que se producen y conocer la clasificación de los desechos radiactivos en las principales prácticas.
	Gestión de los desechos radiactivos y sus etapas.	Conocer las formas en las que la instalación en la que laborará puede gestionar los desechos radiactivos líquidos, gaseosos y/o sólidos.
	Criterios de aceptación de los desechos radiactivos.	Conocer los criterios de aceptación para los desechos radiactivos que se producen en su instalación.
	Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.
Tema 12	Legislación y normativa en las instalaciones radiactivas	Duración: 1 hora
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Conocer el marco normativo nacional en materia de seguridad radiológica.	Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear (Ley Nuclear).	Conocer la normativa nacional aplicable y vigente.
	Reglamento General de Seguridad Radiológica.	
	Reglamento para el Transporte Seguro de Material Radiactivo.	
	Normas Oficiales Mexicanas aplicables.	
	Obligaciones reglamentarias del POE.	Conocer sus obligaciones reglamentarias (POE).
Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.	

Tema 13	Transporte de materiales radiactivos	Duración: 1 hora
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Conocer los conceptos básicos del transporte seguro de material radiactivo, conocer la normativa aplicable y sus obligaciones ante el órgano regulador.	Requerimientos reglamentarios.	Conocer los requisitos reglamentarios del transporte de material radiactivo.
	Conceptos básicos para el transporte de material radiactivo.	Conocer y aplicar los conceptos de transporte de material radiactivo.
	Clasificación de los materiales radiactivos y de los bultos para material radiactivo.	Conocer la clasificación de los materiales radiactivos, para fines de transporte. Conocer la clasificación de los bultos para el transporte de material radiactivo.
	Categorías de bultos y sobreenvases, marcado, etiquetado y rotulado para transporte	Identificar las categorías, el marcado, etiquetado y rotulado de los bultos para el transporte de material radiactivo.
	Condiciones generales para el transporte.	Identificar las características principales del tipo de material radiactivo que se transporta. Conocer los planes de seguridad física, radiológica y de emergencia, durante el transporte de material radiactivo, así como los equipos y dispositivos de seguridad.
Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.	
Tema 14	Emergencias radiológicas	Duración: 1 hora
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Conocimiento de las causas y consecuencias de situaciones de exposición crónica y de accidente radiológico o nuclear, y de los planteamientos para mitigar las consecuencias.	Concepto de emergencia radiológica.	Identificar una emergencia radiológica en una instalación radiactiva.
	Acciones de respuesta a emergencias.	Conocer las acciones básicas de respuesta a emergencias. Conocer las acciones de protección y mitigación en una emergencia.
	Plan de Emergencia y sus procedimientos	Conocer la existencia de un Plan de Emergencias propio de la instalación en la que laborará y sus procedimientos.
	Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.
TOTAL DE HORAS:		26

PRÁCTICAS		Duración (horas)
		POE
1.	<p>Uso de equipo detector de radiación y contaminación. Verificación del funcionamiento de los equipos detectores de radiación y contaminación.</p> <p>Objetivo: Conocer los componentes de los equipos detectores de radiación.</p> <p>Conocer el procedimiento para verificar el funcionamiento y manejo correcto de un equipo detector de radiación.</p>	2
2.	<p>Cálculo de dosis absorbida y equivalente de dosis aplicando los principios de protección radiológica (tiempo, distancia y blindaje)</p> <p>Objetivo: Poner en práctica los principios de protección radiológica y comprender la variación de la exposición y dosis a través de diferentes materiales.</p>	3
3.	<p>Equipo de protección radiológica y dosimetría personal. Uso de equipo y ropa de protección radiológica y respiratoria.</p> <p>Objetivo: Aprender y reconocer la importancia sobre el uso y equipo de protección radiológica correctos.</p>	2
4.	<p>Técnicas de descontaminación. Monitoreo personal.</p> <p>Objetivo: Conocer y aprender la manera de realizar un monitoreo de personas, usando el equipo adecuado.</p>	2
5.	<p>Levantamiento de niveles de radiación y contaminación. Detección, control de la contaminación y descontaminación de las superficies.</p> <p>Objetivo: Conocer y aplicar técnicas de descontaminación de superficies contaminadas con material radiactivo.</p> <p>Distinguir entre contaminación removible y contaminación fija.</p>	2
6.	<p>Pruebas de fuga de fuentes selladas.</p> <p>Objetivo: Conocer la técnica de toma de muestra para una prueba de fuga.</p>	1
7.	<p>Simulacros de accidentes radiológicos. Búsqueda de fuentes.</p> <p>Objetivo: Aplicar medidas de protección radiológica para recuperar el control de una situación anormal.</p> <p>Saber aplicar las acciones establecidas en el procedimiento de emergencias para el caso de contaminación de áreas.</p>	2
TOTAL:		14

Apéndice B (Normativo). Temario para el curso de protección radiológica para Encargado de Seguridad Radiológica clase C.

Duración mínima: 80 horas

Profundidad de los conocimientos: Nivel licenciatura.

Tema 1	Introducción a la física nuclear	Duración: 2 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Identificar las propiedades físicas de los núcleos atómicos.	Estructura atómica nuclear.	Identificar la estructura interna del átomo.
	Elementos, Radionúclidos y Masa Atómica.	Describir conceptos como: elemento químico, radionúclido e isotopo, número atómico, número másico.
	Características del núcleo atómico. Características de los orbitales electrónicos. Vida media. Decaimiento radiactivo. Ley del decaimiento radiactivo.	Identificar las propiedades de los núcleos atómicos. Describir, comprender y aplicar los conceptos de vida media, decaimiento radiactivo. Describir y aplicar la ley del decaimiento radiactivo. Diferenciar entre un núcleo estable e inestable.
	Masa y energía. Concepto de ionización del átomo.	Describir la equivalencia entre masa y energía. Describir que es un átomo excitado y un átomo ionizado. Describir el fenómeno de desexcitación del átomo.
	Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.
Tema 2	Las radiaciones ionizantes. Origen y características	Duración: 3 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Comprender los fenómenos radiactivos.	Radiactividad.	Describir que es la radiactividad.
	Radiaciones ionizantes. Tipos de radiación ionizante.	Describir que es la radiación ionizante e identificar los tipos de radiación ionizante.
	Radiación electromagnética: Rayos X y Gamma.	Describir que es la radiación electromagnética. Describir las características e identificar el origen de los rayos X y gamma.
	Fuentes naturales y artificiales.	Describir el origen y diferencias de los conceptos de fuentes naturales y fuentes artificiales.
	Radiación de fondo.	Describir que es la radiación de fondo.
	Contribución de la radiación natural y artificial a la dosis de la población.	Conocer y describir la forma en que los diferentes tipos de radiación contribuyen a la dosis de la población.
	Actividad y Actividad específica.	Identificar, comprender y aplicar los conceptos de actividad y actividad específica.
	Desintegración radiactiva.	Describir las leyes de la desintegración radiactiva y los tipos de desintegración radiactiva.
	Esquemas de decaimiento.	Describir y representar esquemáticamente los tipos de decaimiento radiactivo
	Tabla de radionúclidos.	Conocer y saber usar la tabla de los radionúclidos. Describir el concepto de radionúclido.
Generadores de radiación ionizante: Equipos de rayos X y Aceleradores de partículas.	Conocer las características generales de los generadores de radiación ionizante. Describir la diferencia entre material radiactivo y equipos generadores de radiación ionizante. Identificar los tipos de radiación que se pueden producir en un equipo generador de radiación ionizante (incluyendo neutrones para energías superiores a 10 MeV).	
		Problemas y ejercicios.
Tema 3	Magnitudes y unidades radiológicas	Duración: 3 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Conocer las magnitudes y unidades utilizadas en protección radiológica.	Magnitudes, unidades y medidas. Sistema internacional de unidades.	Identificar, comprender y utilizar de forma correcta las unidades que son utilizadas en la protección radiológica.
	Magnitudes utilizadas en protección radiológica:	Identificar y comprender la relación de la dosis absorbida con la exposición a la radiación.
	- Exposición y rapidez de exposición	Describir la aplicación el factor de calidad Q, y de los factores de ponderación de tejido w_T .
	- Dosis absorbida y rapidez de dosis absorbida	
	- Equivalente de dosis y rapidez de equivalente de dosis	
- Equivalente de dosis efectivo		
- Equivalente de dosis efectivo comprometido.	Comprender el uso de unidades radiológicas en el uso correcto para los cálculos dosimétricos.	
- Factor de calidad.		
- Factor de ponderación.		
- Kerma	Reafirmar los conceptos aprendidos.	
Cálculos dosimétricos		
Problemas y ejercicios.		

Tema 4	Interacción de la radiación con la materia	Duración: 3 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Especifico
Comprender las principales características de la interacción de las partículas con la materia.	Interacción de partículas pesadas.	Describir los mecanismos de pérdida de energía en las partículas con carga y cómo ceden su energía al medio con el que interactúan. Identificar e interpretar las principales características de la interacción de la radiación con la materia.
	Interacción de electrones.	Describir las características de la interacción de electrones con la materia. Describir el efecto bremsstrahlung
	Interacción de la radiación electromagnética.	Describir la interacción de la radiación electromagnética con la materia. Describir los principales tipos de interacción de la radiación electromagnética con la materia: efecto fotoeléctrico, efecto Compton y producción de pares.
	Interacción de neutrones.	Describir las características y los principales mecanismos de interacción de neutrones con la materia. Conocer los conceptos de moderación, absorción y de activación neutrónica.
	Alcance.	Describir y calcular el alcance de las partículas con carga en aire y en diferentes medios.
	Atenuación de la radiación gamma.	Conocer la atenuación de los fotones gamma al atravesar un material.
	Atenuación de los rayos X.	Conocer la atenuación de los rayos X al atravesar un material.
	Coefficiente de atenuación lineal. Coefficiente de atenuación másico.	Describir, comprender y aplicar los conceptos de coeficiente de atenuación lineal y coeficiente de atenuación másico.
	Capa hemirreductora y decirreductora.	Describir, comprender y definir los conceptos de capa hemirreductora y decirreductora.
	Cálculo de blindajes (alfa, betas, rayos X, gammas, neutrones). Problemas y ejercicios.	Describir y calcular los blindajes necesarios para distintos tipos de radiación. Reafirmar los conceptos aprendidos.
Tema 5	Detección y medición de la radiación	Duración: 3 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Especifico
Describir los principios de funcionamiento y las características de los detectores de radiación ionizante para que el egresado del curso realice la selección adecuada del equipo de medición a utilizar en el desempeño de sus actividades laborales relacionadas con la radiación ionizante.	Principios del funcionamiento de los detectores.	Describir el funcionamiento de los diferentes detectores.
	Electrónica asociada a los detectores.	Describir los aspectos básicos de la electrónica asociada al funcionamiento de los detectores.
	Métodos de detección.	Conocer y describir los métodos de detección de radiación ionizante más empleados (ionización de gases, centelleo de sustancias, termoluminiscencia, película fotográfica, ionización en materiales semiconductores)
	Selección de un detector.	Seleccionar y utilizar adecuadamente el detector de radiación ionizante conforme a las energías y partículas.
	Tipos de detectores.	Conocer las características principales de los diferentes tipos de detectores de radiación ionizante. Interpretar correctamente los resultados y unidades obtenidas.
	Eficiencias absoluta e intrínseca	Comprender el concepto de eficiencias absoluta e intrínseca, y su impacto en las mediciones realizadas.
	Límite inferior de detección.	Comprender el concepto de límite inferior de detección y su impacto en las mediciones realizadas.
	Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.
Tema 6	Efectos biológicos de la radiación	Duración: 3 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Especifico
Describir los principales cambios y afectaciones a nivel celular en un individuo, debido a la exposición a radiaciones ionizantes.	La célula y sus funciones.	Recordar los componentes principales de una célula y sus funciones.
	Interacción de la radiación ionizante con la célula.	Describir los efectos causados en la estructura de una célula por su interacción con la radiación ionizante.
	Factores influyentes en la respuesta celular a la radiación.	Describir los factores que modifican el efecto de la radiación ionizante sobre los efectos biológicos: externos e internos.
	Radiosensibilidad.	Comprender que es la radiosensibilidad de una célula. Describir la Ley de Bergonié y Tribondeau.
Efectos de la radiación durante el desarrollo embrionario.	Describir los efectos de la radiación ionizante en los embriones.	

	Clasificación de los efectos biológicos.	Describir los efectos biológicos en función del tipo de células afectadas: efectos somáticos y efectos hereditarios. Describir los efectos biológicos en función de la probabilidad de aparición: efectos estocásticos y efectos no estocásticos o deterministas.
	Factores de riesgo y concepto de detrimento.	Describir los factores de riesgo que afectan la respuesta celular a la radiación. Describir el concepto de detrimento.
	Síndrome agudo de radiación.	Describir el patrón de síntomas que se conocen como Síndrome Agudo de Radiación. Conocer el concepto de dosis letal.
	Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.
Tema 7	Irradiación y contaminación (interna y externa)	Duración: 3 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Identificar los métodos utilizados para el control de la contaminación radiactiva, así como los métodos para reducir la exposición interna y externa. Conocer el manejo y uso correcto de los accesorios y dispositivos de seguridad radiológica, con el grado que requieran sus funciones y responsabilidades.	Riesgos de irradiación. Control de la exposición: Factores básicos de protección radiológica: Tiempo, distancia y blindaje.	Describir y aplicar los conceptos de tiempo, distancia y blindaje para reducir la exposición a la radiación ionizante en sus actividades laborales.
	Medidas de protección contra la irradiación interna. Rutas de incorporación de material radiactivo en el cuerpo humano: inhalación, ingestión, absorción a través de la piel.	Comprender el concepto de incorporación de material radiactivo.
	Contaminación. Equipo y protección radiológica para minimizar y prevenir la contaminación radiactiva.	Explicar el uso de ropa de protección y equipos de protección respiratoria.
	Técnicas y procesos de descontaminación. Descontaminación personal.	Describir las técnicas y procesos de descontaminación. Describir los procesos de descontaminación del personal, herramientas, equipo y zonas de trabajo.
	Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.
Tema 8	Dosimetría de la radiación	Duración: 3 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Describir las características básicas de la dosimetría personal, conocer las características y funciones de los diferentes tipos de dosímetros.	Dosimetría personal.	Definir que es la dosimetría personal y cómo se obtiene.
	Dosimetría interna y externa.	Explicar la diferencia entre la dosimetría interna y externa.
	Hombre de referencia	Describir el concepto y características del hombre de referencia para el cálculo de dosis interna.
	Diferentes tipos de dosímetros. Dosímetros: de película, termoluminiscentes, OSL, de lectura directa y electrónicos.	Identificar los tipos de dosímetros, sus características y funcionamiento. Reconocer y aplicar responsabilidades y cuidados que se tienen debido a la asignación y portación de un dosímetro.
	Métodos de cálculo de dosis externa.	Conocer, explicar y utilizar los modelos y métodos para realizar el cálculo de dosis.
	Métodos para determinar la incorporación de material radiactivo.	
	Estimación de dosis interna.	Adquirir la capacidad y comprensión para realizar cálculos de dosis.
	Estimación de dosis externa.	
Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.	
Tema 9	Protección radiológica ocupacional	Duración: 3 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Describir y aplicar los conceptos de protección radiológica ocupacional con el fin de establecer un programa de protección radiológica para cualquier práctica.	Conceptos: <ul style="list-style-type: none"> - Objetivo de la seguridad radiológica. - Sistema de limitación de dosis. - Concepto ALARA. - Límites y niveles de referencia. - Límites de dosis para POE y para el público. - Requerimientos reglamentarios: para mujeres POE y para estudiantes. 	Explicar los conceptos básicos de la protección radiológica ocupacional.
	Programa de protección radiológica.	Definir el contenido y en que se basa un programa de protección radiológica.
	Clasificación de zonas.	Describir, identificar y definir la clasificación de zonas donde se usa radiación ionizante, y las principales medidas de protección que se deben implementar.
	Vigilancia radiológica individual y de zonas.	

	Vigilancia de la salud.	Reconocer la importancia de la vigilancia médica de su personal y de su persona.
	Riesgos asociados con el uso de radiaciones.	Reconocer las actividades laborales asociadas con el uso de radiaciones ionizantes, con un adecuado conocimiento sobre la responsabilidad del cuidado de su salud. Concientizar sobre cultura de la seguridad.
	Beneficio del uso de las técnicas nucleares.	Conocer los riesgos asociados con la exposición ocupacional, así como los beneficios del uso de las técnicas nucleares.
	Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.
Tema 10	Protección radiológica para el público	Duración: 3 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Identificar las diversas vías por las que el público podría verse expuesto a la radiación como resultado de prácticas, así como de los métodos de determinación de la dosis.	Término fuente y rutas de exposición.	Identificar las diferentes rutas de exposición a las que puede estar expuesto el público. Describir cómo evitar y proteger al público ante una incorporación o exposición de material radiactivo.
	Criterios para limitar la incorporación de material radiactivo por el público.	
	Condiciones y registro del vertimiento de efluentes.	
	Cálculo de equivalentes de dosis efectiva para el grupo crítico.	
	Programa de vigilancia radiológica ambiental.	
	Estimación de dosis a la población.	
	Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.
Tema 11	Protección Radiológica operacional en instalaciones radiactivas	Duración: 7 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Conocer las características más importantes de las instalaciones radiactivas para cada uno de los usos actuales, así como los riesgos asociados	Clasificación de instalaciones radiactivas.	Conocer con base en la práctica la clasificación de la instalación, la clasificación de zonas, los tipos de blindaje a utilizar, los equipos detectores apropiados, y los equipos y medidas de protección personal a utilizar.
	Fuentes de radiación comúnmente utilizadas y características del diseño de las instalaciones.	
	Características y requerimientos reglamentarios de instalaciones: diseño y construcción, operación, modificación y cese de operaciones.	
	Prácticas o usos actuales.	Conocer las distintas prácticas que requieren el uso de fuentes de radiación.
	Diseño de blindajes.	Comprender cómo realizar el diseño de blindajes de las diferentes instalaciones considerando el tipo de práctica que se realizarán.
	Criterios generales para el diseño de instalaciones radiactivas.	Conocer los requisitos mínimos de diseño de las instalaciones radiactivas tipo C.
	Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.
Tema 12	Manejo de los desechos radiactivos	Duración: 3 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Identificar los desechos radiactivos y las partes de la gestión en las que participa la instalación radiactiva generadora.	Conceptos generales (desechos radiactivos, dispensa de material radiactivo, gestión de desecho radiactivo, etc.).	Comprender los conceptos generales en el manejo de los desechos radiactivos.
	Principios fundamentales de la gestión de desechos radiactivos.	Conocer los principios que correspondan al tipo de desechos radiactivos generados en la instalación en la que laborará
	Desechos radiactivos producidos en la industria, medicina e investigación y su clasificación.	Identificar los desechos radiactivos que se generan en la práctica y su clasificación.
	Gestión de los desechos radiactivos y sus etapas.	Describir las etapas de la gestión de desecho radiactivo.
	Gestión de fuentes selladas gastadas y de las fuentes selladas en desuso.	Comprender la participación del ESR en la gestión de los desechos generados en su instalación.
	Criterios de aceptación de los desechos radiactivos.	Conocer los criterios de aceptación para los desechos radiactivos que se producen en su instalación.
	Reglamentación y control.	Describir y conocer los requisitos reglamentarios y de control, para vigilar el manejo y la eliminación de los desechos radiactivos.
	Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.

Tema 13	Legislación y normativa en las instalaciones radiactivas	Duración: 3 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Conocimiento de los elementos que constituyen la infraestructura de reglamentación respecto a la protección radiológica y el uso seguro de las fuentes de radiación.	La Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias. - Trámites y servicios al público.	Conocer las funciones, atribuciones y responsabilidades de la CNSNS, así como su relación e interacción con otras entidades.
	Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear (Ley Nuclear).	Conocer la normativa nacional aplicable y vigente.
	Reglamento General de Seguridad Radiológica.	
	Reglamento para el Transporte Seguro de Material Radiactivo.	
	Normas Oficiales Mexicanas aplicables.	Conocer sus obligaciones reglamentarias (ESR).
	Obligaciones reglamentarias del encargado de seguridad radiológica.	
	Recomendaciones internacionales.	Conocer a los organismos internacionales relacionados a protección radiológica y sus publicaciones.
Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.	
Tema 14	Objetivo de los informes de seguridad radiológica y del manual de procedimientos	Duración: 6 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Definir el objetivo, conocer el contenido que debe incluir los informes de seguridad radiológica y los manuales de procedimientos.	Informe de Seguridad Radiológica: Estructura, características y contenido	Aprender a realizar informes de seguridad radiológica y el manual de procedimientos.
	Manual de Procedimientos de Seguridad Radiológica: Estructura, características y contenido	
	Informe anual de actividades relevantes en Protección Radiológica.	Conocer las características principales de un informe anual de actividades relevantes en protección radiológica, su estructura y contenido.
	Memorias de cálculo: estructura, características y contenido.	Conocer las características y estructura de una memoria de cálculo.
	Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.
Tema 15	Riesgos radiológicos asociados a las diferentes prácticas	Duración: 4 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Identificar los diferentes riesgos radiológicos asociados a diferentes prácticas.	Análisis de riesgos. Estructura y contenido del análisis de riesgos.	Conocer los diferentes riesgos radiológicos asociados a diferentes prácticas.
	Accidentes previsible en las diferentes prácticas.	Identificar los posibles accidentes que pudieran ocurrir en su instalación. Conocer cómo identificar los diferentes accidentes a los que pueden ser susceptibles las diferentes prácticas.
	Análisis y descripción de accidentes radiológicos tales como: Cd. Juárez (1983), Goiania (1987), Estambul (1998), Yanango (1999), Panamá (2000), Bialystok (2001), Cochabamba (2002).	Analizar los antecedentes de algunos accidentes radiológicos. Discutir sobre las lecciones aprendidas de algunos accidentes radiológicos.
	Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.
Tema 16	Transporte de materiales radiactivos	Duración: 2 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Conocer y aplicar los conceptos básicos del transporte seguro de material radiactivo, conocer la normativa aplicable y sus obligaciones ante el órgano regulador.	Requerimientos reglamentarios.	Conocer los requisitos reglamentarios del transporte de material radiactivo. Conocer las responsabilidades del expedidor, transportista y destinatario. Conocer los requerimientos para obtener autorización de transporte de material radiactivo.
	Conceptos básicos para el transporte de material radiactivo.	Conocer y aplicar los conceptos de transporte de material radiactivo.
	Clasificación de los materiales radiactivos y de los bultos para material radiactivo.	Describir cómo se clasifican los materiales radiactivos, para fines de transporte. Describir cómo realizar la clasificación de los bultos para el transporte de material radiactivo.
	Categorías de bultos y sobreenvases, marcado, etiquetado y rotulado para transporte	Identificar las categorías, el marcado, etiquetado y rotulado de los bultos para el transporte de material radiactivo.
	Condiciones generales para el transporte.	Identificar las características principales del tipo de material radiactivo que se transporta. Conocer los planes de seguridad física, radiológica y de emergencia, durante el transporte de material radiactivo, así como los equipos y dispositivos de seguridad.
	Informes de transporte a la CNSNS	Describir, desarrollar e identificar la información que debe contener los informes de transporte que se entregan en la CNSNS.
	Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.

Tema 17	Emergencias radiológicas	Duración: 3 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Conocimiento y descripción de las causas y consecuencias de situaciones de exposición crónica y de accidente radiológico o nuclear, y de los planteamientos para mitigar las consecuencias.	Concepto de emergencia radiológica.	Conocer y aplicar los conceptos básicos para emergencias radiológicas. Identificar una emergencia radiológica en una instalación radiactiva.
	Acciones de respuesta a emergencias.	Identificar y desarrollar las acciones básicas de respuesta a emergencias. Identificar y desarrollar las acciones de protección y mitigación en una emergencia.
	Obligaciones reglamentarias. Avisos e informes.	Conocer sus obligaciones reglamentarias en cuanto a avisos e informes ante la Comisión.
	Plan de Emergencias y sus procedimientos.	Conocer las características, estructura y contenido de los planes de emergencias y sus procedimientos, para su desarrollo e implementación en su instalación.
	Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.
TOTAL:		57

PRÁCTICAS		Duración (horas)
		ESR C
1.	Uso de equipo detector de radiación y contaminación. Verificación del funcionamiento, calibración y verificación de los equipos detectores de radiación y contaminación. Objetivo: Conocer los componentes de los equipos detectores de radiación, así como su funcionamiento y manejo correcto. Conocer el procedimiento para verificar el funcionamiento y manejo correcto de un equipo detector de radiación.	2
2.	Cálculo de dosis absorbida y equivalente de dosis aplicando los principios de protección radiológica (tiempo, distancia y blindaje) Objetivo: Poner en práctica los principios de protección radiológica y comprender la variación de la exposición y dosis a través de diferentes materiales.	2
3.	Equipo de protección radiológica y dosimetría personal. Uso de equipo y ropa de protección radiológica y respiratoria. Objetivo: Aprender y reconocer la importancia sobre el uso y equipo de protección radiológica correctos.	2
4.	Técnicas de descontaminación. Monitoreo personal. Objetivo: Conocer y aprender la manera de realizar un monitoreo de personas, usando el equipo adecuado.	2
5.	Levantamiento de niveles de radiación y contaminación. Detección, control de la contaminación y descontaminación de las superficies. Objetivo: Conocer y aplicar técnicas de descontaminación de superficies contaminadas con material radiactivo. Distinguir entre contaminación removible y contaminación fija.	2
6.	Pruebas de fuga de fuentes selladas. Objetivo: Conocer diferentes técnicas para realizar una prueba de fuga a una fuente sellada.	1
7.	Diseño de instalaciones radiactivas. Cálculo de blindajes. Objetivo: Conocer y saber aplicar la metodología para calcular blindajes para equipos e instalaciones específicas.	2
8.	Estimación de la dosis a población. Objetivo: Conocer y aplicar los métodos para estimar dosis a la población derivadas de la práctica que realice.	2
9.	Dosimetría interna. Objetivo: Conocer los diferentes modelos dosimétricos y cómo usarlos para el cálculo de la contaminación interna de una persona.	2
10.	Gestión de desechos radiactivos. Objetivo: Aprender a clasificar de forma correcta los desechos radiactivos que se generen en su instalación. Aprender a preparar una remesa de desechos radiactivos para su envío a una instalación de tratamiento.	2
11.	Alcance de partículas beta. Objetivo: Determinar prácticamente el alcance de las partículas beta en aluminio.	1
12.	Atenuación de radiación gamma. Objetivo: Observar la atenuación de la radiación gamma al adicionar láminas de un material absorbedor entre la fuente radiactiva y el detector.	1
13.	Simulacros de accidentes radiológicos. Búsqueda de fuentes. Objetivo: Aplicar medidas de protección radiológica para recuperar el control de una situación anormal. Saber aplicar las acciones establecidas en el procedimiento de emergencias para el caso de contaminación de áreas.	2
TOTAL:		23

Apéndice C (Normativo). Temario para el curso avanzado de protección radiológica para Encargado de Seguridad Radiológica clase A o B y Auxiliar del Encargado de Seguridad Radiológica clase A o B.

Duración mínima: 120 horas

Profundidad de los conocimientos: Nivel licenciatura.

Tema 1	Introducción a la física nuclear	Duración: 3 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Identificar las propiedades físicas de los núcleos atómicos.	Estructura atómica nuclear. Elementos, Radionúclidos y Masa Atómica.	Identificar la estructura interna del átomo Describir conceptos como: elemento químico, radionúclido e isótopo, número atómico, número másico.
	Características del núcleo atómico. Características de los orbitales electrónicos. Vida media. Decaimiento radiactivo. Ley del decaimiento radiactivo.	Identificar las propiedades de los núcleos atómicos. Describir, comprender y aplicar los conceptos de vida media, decaimiento radiactivo, describir y aplicar la ley del decaimiento radiactivo. Diferenciar entre un núcleo estable e inestable.
	Masa y energía. Concepto de ionización del átomo.	Describir la equivalencia entre masa y energía. Describir que es un átomo excitado y un átomo ionizado. Explicar el fenómeno de desexcitación del átomo.
	Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.

Tema 2	Las radiaciones ionizantes. Origen y características	Duración: 5 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Comprender y describir los fenómenos radiactivos.	Radiactividad.	Describir qué es la radiactividad.
	Radiaciones ionizantes. Tipos de radiación ionizante.	Describir qué es la radiación ionizante e identificar los tipos de radiación ionizante.
	Radiación electromagnética: Rayos X y Gamma.	Describir qué es la radiación electromagnética. Describir las características e identificar el origen de los rayos X y gamma.
	Fuentes naturales y artificiales.	Describir el origen y diferencias de los conceptos de fuentes naturales y fuentes artificiales.
	Radiación de fondo.	Describir que es la radiación de fondo.
	Contribución de la radiación natural y artificial a la dosis de la población.	Conocer y describir la forma en que los diferentes tipos de radiación contribuyen a la dosis de la población.
	Actividad y Actividad específica.	Identificar, comprender y aplicar los conceptos de actividad y actividad específica.
	Desintegración radiactiva.	Describir las leyes de la desintegración radiactiva y los tipos de desintegración radiactiva. Describir cómo ocurre un proceso de emisión radiactiva de un núcleo. Describir los diferentes modos de decaimiento radiactivo.
	Esquemas de decaimiento.	Describir y representar esquemáticamente los tipos de decaimiento radiactivo
Tabla de radionúclidos.	Conocer y saber usar la tabla de los radionúclidos. Describir el concepto de radionúclido.	
Generadores de radiación ionizante: Equipos de rayos X y Aceleradores de partículas.	Conocer las características generales de los generadores de radiación ionizante. Describir la diferencia entre material radiactivo y equipos generadores de radiación ionizante. Identificar los tipos de radiación que se pueden producir en un equipo generador de radiación ionizante (incluyendo neutrones para energías superiores a 10 MeV).	
Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.	

Tema 3	Magnitudes y unidades radiológicas	Duración: 4 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Conocer las magnitudes y unidades utilizadas en protección radiológica.	Magnitudes, unidades y medidas. Sistema internacional de unidades.	Identificar, comprender y utilizar de forma correcta las unidades que son utilizadas en la protección radiológica.
	Magnitudes utilizadas en protección radiológica: <ul style="list-style-type: none"> - Exposición y rapidez de exposición - Dosis absorbida y rapidez de dosis absorbida - Equivalente de dosis y rapidez de equivalente de dosis - Equivalente de dosis efectivo - Equivalente de dosis efectivo comprometido - Factor de calidad - Factor de ponderación. - Magnitudes radiométricas y dosimétricas. - Fluencia de partículas - Fluencia de energía - Kerma - Coeficientes de interacción 	Identificar y comprender la relación de la dosis absorbida con la exposición a la radiación. Describir la aplicación el factor de calidad Q, y de los factores de ponderación de tejido w_T .
	Cálculos dosimétricos	Comprender el uso de unidades radiológicas en el uso correcto para los cálculos dosimétricos.
Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.	

Tema 4	Interacción de la radiación con la materia	Duración: 5 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Describir las principales características de la interacción de las partículas con la materia.	Interacción de partículas pesadas	Describir los mecanismos de pérdida de energía en las partículas con carga y cómo ceden su energía al medio con el que interaccionan. Identificar e interpretar las principales características de la interacción de la radiación con la materia.
	Interacción de electrones.	Describir las características de la interacción de electrones con la materia. Describir el efecto bremsstrahlung.
	Interacción de la radiación electromagnética.	Describir la interacción de la radiación electromagnética con la materia. Describir los principales tipos de interacción de la radiación electromagnética con la materia: efecto fotoeléctrico, efecto Compton y producción de pares.
	Interacción de neutrones	Conocer y describir el proceso de activación neutrónica e identificar que el uso de algunos materiales en el blindaje puede dar como resultado la producción no intencional de materiales radiactivos, así como explicar el origen de radiación neutrónica en aceleradores lineales.
	Alcance.	Describir y calcular el alcance de las partículas con carga en aire y en diferentes medios.
	Atenuación de la radiación gamma.	Conocer la atenuación de los fotones gamma al atravesar un material.
	Atenuación de los rayos X.	Conocer la atenuación de los rayos X al atravesar un material.
	Coefficiente de atenuación lineal. Coefficiente de atenuación másico.	Describir, comprender y aplicar los conceptos de coeficiente de atenuación lineal y coeficiente de atenuación másico.
	Capa hemirreductora y decirreductora.	Describir, comprender y definir los conceptos de capa hemirreductora y decirreductora.
	Neutrones rápidos y térmicos.	Explicar la interacción neutrónica con los núcleos atómicos.
	Cálculo de la atenuación de neutrones.	Conocer la atenuación de los neutrones al atravesar un material.
	Cálculo de blindajes (alfa, betas, rayos X, gammas y neutrones).	Describir y calcular los blindajes necesarios para distintos tipos de radiación.
Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.	

Tema 5	Detección y medición de la radiación	Duración: 5 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Identificar y describir los principios de funcionamiento y las características de los detectores de radiación ionizante para que el egresado del curso realice la selección adecuada del equipo de medición a utilizar en el desempeño de sus actividades laborales relacionadas con la radiación ionizante.	Principios del funcionamiento de los detectores.	Describir el funcionamiento de los diferentes detectores.
	Electrónica asociada a los detectores.	Describir los aspectos básicos de la electrónica asociada al funcionamiento de los detectores.
	Métodos de detección.	Conocer y describir los métodos de detección de radiación ionizante más empleados (ionización de gases, centelleo de sustancias, termoluminiscencia, película fotográfica, ionización en materiales semiconductores)
	Selección de un detector.	Seleccionar y utilizar adecuadamente el detector de radiación ionizante conforme a las energías y partículas.
	Tipos de detectores.	Conocer las características principales de los diferentes tipos de detectores de radiación ionizante. Interpretar correctamente los resultados y unidades obtenidas.
	Eficiencias absoluta e intrínseca.	Comprender el concepto de eficiencias absoluta e intrínseca, y su impacto en las mediciones realizadas.
	Espectrometría gamma.	Conocer e identificar las principales características y función de la espectrometría gamma. Describir el concepto de espectro.
	Calibración de un sistema de espectrometría gamma.	Identificar las componentes principales de un sistema de espectrometría gamma. Conocer las metodologías comúnmente utilizadas para calibrar un sistema de espectrometría gamma.
	Análisis espectral.	Analizar e interpretar correctamente los espectros obtenidos.
	Límite inferior de detección.	Comprender el concepto de límite inferior de detección y su impacto en las mediciones realizadas.
Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.	

Tema 6	Efectos biológicos de la radiación	Duración: 4 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Describir los principales cambios y afectaciones a nivel celular en un individuo, debido a la exposición a radiaciones ionizantes.	La célula y sus funciones.	Recordar los componentes principales de una célula y sus funciones.
	Interacción de la radiación ionizante con la célula.	Describir los efectos causados en la estructura de una célula por su interacción con la radiación ionizante.
	Factores influyentes en la respuesta celular a la radiación.	Describir los factores que modifican el efecto de la radiación ionizante sobre los efectos biológicos: externos e internos.
	Radiosensibilidad.	Comprender que es la radiosensibilidad de una célula. Describir la Ley de Bergonié y Tribondeau.

	Efectos de la radiación durante el desarrollo embrionario.	Describir los efectos de la radiación ionizante en los embriones.
	Clasificación de los efectos biológicos.	Describir los efectos biológicos en función del tipo de células afectadas: efectos somáticos y efectos hereditarios. Describir los efectos biológicos en función de la probabilidad de aparición: efectos estocásticos y efectos no estocásticos o deterministas.
	Factores de riesgo y concepto de detrimento.	Describir los factores de riesgo que afectan la respuesta celular a la radiación. Describir el concepto de detrimento.
	Síndrome agudo de radiación.	Describir el patrón de síntomas que se conocen como Síndrome Agudo de Radiación. Conocer el concepto de dosis letal.
	Aspectos médicos de los accidentes radiológicos.	Concientizar sobre la importancia de la vigilancia médica de un individuo expuesto a radiaciones ionizantes.
	Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.

Tema 7	Irradiación y contaminación (interna y externa)	Duración: 4 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Identificar los métodos utilizados para el control de la contaminación radiactiva, así como los métodos para reducir la exposición interna y externa. Conocer el manejo y uso correcto de los accesorios y dispositivos de seguridad radiológica, con el grado que requieran sus funciones y responsabilidades.	Riesgos de irradiación. Control de la exposición: Factores básicos de protección radiológica: Tiempo, distancia y blindaje.	Describir y aplicar los conceptos de tiempo, distancia y blindaje para reducir la exposición a la radiación ionizante en sus actividades laborales.
	Medidas de protección contra la irradiación interna. Rutas de incorporación de material radiactivo en el cuerpo humano: inhalación, ingestión, absorción a través de la piel.	Comprender el concepto de incorporación de material radiactivo.
	Contaminación. Equipo y protección radiológica para minimizar y prevenir la contaminación radiactiva.	Explicar el uso de ropa de protección y equipos de protección respiratoria.
	Técnicas y procesos de descontaminación. Descontaminación personal.	Describir las técnicas y procesos de descontaminación. Describir los procesos de descontaminación del personal, herramientas, equipo y zonas de trabajo.
	Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.

Tema 8	Dosimetría de la radiación	Duración: 5 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Describir las características básicas de la dosimetría personal, conocer las características y funciones de los diferentes tipos de dosímetros.	Dosimetría personal.	Definir que es la dosimetría personal y cómo se obtiene.
	Dosimetría interna y externa.	Explicar la diferencia entre la dosimetría interna y externa.
	Hombre de referencia.	Describir el concepto y características del hombre de referencia para el cálculo de dosis interna.
	Diferentes tipos de dosímetros. Dosímetros: de película, termoluminiscentes, OSL, de lectura directa y electrónicos.	Identificar los tipos de dosímetros, sus características y funcionamiento. Reconocer y aplicar responsabilidades y cuidados que se tienen debido a la asignación y portación de un dosímetro.
	Métodos de cálculo de dosis externa.	Conocer, explicar y utilizar los modelos y métodos para realizar el cálculo de dosis.
	Métodos para determinar la incorporación de material radiactivo.	
	Estimación de dosis externa.	Adquirir la capacidad y comprensión para realizar cálculos de dosis.
	Estimación dosis interna.	
Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.	

Tema 9	Protección radiológica ocupacional	Duración: 4 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Describir y aplicar los conceptos de protección radiológica ocupacional con el fin de establecer un programa de protección radiológica para cualquier práctica.	Conceptos: <ul style="list-style-type: none"> - Objetivo de la seguridad radiológica. - Sistema de limitación de dosis. - Concepto ALARA. - Límites y niveles de referencia. - Límites de dosis para POE y para el público. - Requerimientos reglamentarios: para mujeres POE y para estudiantes. 	Explicar los conceptos básicos de la protección radiológica ocupacional.
	Programa de protección radiológica.	Definir el contenido y en que se basa un programa de protección radiológica.
	Clasificación de zonas. Vigilancia radiológica individual y de zonas.	Describir, identificar y definir la clasificación de zonas donde se usa radiación ionizante, y las principales medidas de protección que se deben implementar.
	Vigilancia de la salud.	Reconocer la importancia de la vigilancia médica de su personal y de su persona.

	Riesgos asociados con el uso de radiaciones.	Reconocer las actividades laborales asociadas con el uso de radiaciones ionizantes, con un adecuado conocimiento sobre la responsabilidad del cuidado de su salud. Concientizar sobre cultura de la seguridad.
	Beneficio del uso de las técnicas nucleares.	Conocer los riesgos asociados con la exposición ocupacional, así como los beneficios del uso de las técnicas nucleares.
	Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.

Tema 10	Protección radiológica para el público	Duración: 4 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Identificar las diversas vías por las que el público podría verse expuesto a la radiación como resultado de prácticas, así como de los métodos de determinación de las dosis.	Término fuente y rutas de exposición.	Identificar las diferentes rutas de exposición a las que puede estar expuesto el público. Describir cómo evitar y proteger al público ante una incorporación o exposición de material radiactivo.
	Criterios para limitar la incorporación de material radiactivo por el público.	
	Condiciones y registro del vertimiento de efluentes.	
	Cálculo de equivalentes de dosis efectiva para el grupo crítico.	
	Programa de vigilancia radiológica ambiental.	
	Estimación de dosis a la población.	
	Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.

Tema 11	Protección Radiológica operacional en instalaciones radiactivas	Duración: 15 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Conocer las características más importantes de las instalaciones radiactivas para cada uno de los usos actuales, así como los riesgos asociados.	Clasificación de instalaciones radiactivas.	Conocer con base en la práctica la clasificación de la instalación, la clasificación de zonas, los tipos de blindaje a utilizar, los equipos detectores apropiados, y los equipos y medidas de protección personal a utilizar.
	Fuentes de radiación comúnmente utilizadas y características del diseño de las instalaciones.	
	Características y requerimientos reglamentarios de instalaciones: diseño y construcción, operación, modificación y cese de operaciones.	
	Prácticas o usos actuales.	Conocer las distintas prácticas que requieren el uso de fuentes de radiación.
	Diseño de blindajes	Comprender cómo realizar el diseño de blindajes de las diferentes instalaciones considerando el tipo de práctica que se realizarán.
	Gestión de permiso de construcción de instalaciones	Conocer cómo realizar las gestiones necesarias para un permiso de construcción.
	Criterios generales para diseño de instalaciones radiactivas.	
	Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.

Tema 12	Manejo de los desechos radiactivos	Duración: 4 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Identificar los desechos radiactivos y las partes de la gestión en las que participa la instalación radiactiva generadora	Conceptos generales (desechos radiactivos, dispensa de material radiactivo, gestión de desecho radiactivo, etc.).	Comprender los conceptos generales en el manejo de los desechos radiactivos.
	Principios fundamentales de la gestión de desechos radiactivos.	Conocer los principios de la gestión de desechos radiactivos y como aplicarla a los desechos que se generan en su instalación.
	Desechos radiactivos producidos en la industria, medicina e investigación.	Conocer los desechos que se generan en su instalación y la clasificación de éstos.
	Gestión de los desechos radiactivos y sus etapas.	Describir las etapas de la gestión de desecho radiactivo.
	Gestión de fuentes selladas gastadas y de fuentes selladas en desuso.	Comprender la participación del ESR en la gestión de los desechos generados en su instalación.
	Criterios de aceptación de los desechos radiactivos.	Conocer los criterios de aceptación para los desechos radiactivos que se producen en su instalación.
	Reglamentación y control.	Describir y conocer los requisitos reglamentarios y de control, para vigilar el manejo y la eliminación de los desechos radiactivos.
		Problemas y ejercicios.

Tema 13	Legislación y normativa en las instalaciones radiactivas	Duración: 4 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Conocimiento de los elementos que constituyen la infraestructura de reglamentación respecto a la protección radiológica y el uso seguro de las fuentes de radiación.	La Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias.	Conocer las funciones, atribuciones y responsabilidades de la CNSNS, así como su relación e interacción con otras entidades.
	- Trámites y servicios al público.	
	Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear (Ley Nuclear).	Conocer la normativa nacional aplicable y vigente.
	Reglamento General de Seguridad Radiológica.	
	Reglamento para el Transporte Seguro de Material Radiactivo.	
	Normas Oficiales Mexicanas aplicables.	
	Obligaciones reglamentarias del ESR.	Conocer sus obligaciones reglamentarias (ESR).
	Recomendaciones internacionales.	Conocer a los organismos internacionales relacionados a protección radiológica y sus publicaciones.
	Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.

Tema 14	Objetivo de los informes de seguridad radiológica y del manual de procedimientos	Duración: 10 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Definir el objetivo, conocer el contenido que debe incluir los informes de seguridad radiológica y los manuales de procedimientos.	Informe de Seguridad Radiológica: Estructura, características y contenido.	Aprender a realizar informes de seguridad radiológica y el manual de procedimientos.
	Manual de Procedimientos de Seguridad Radiológica: Estructura, características y contenido.	
	Informe anual de actividades relevantes en Protección Radiológica.	Conocer las características principales de un informe anual de actividades relevantes en protección radiológica, su estructura y contenido.
	Memorias de cálculo: Estructura, características y contenido.	Conocer las características y estructura de una memoria de cálculo. Aprender a realizar memorias de cálculo.
	Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.

Tema 15	Riesgos radiológicos asociados a las diferentes prácticas	Duración: 6 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Identificar los diferentes riesgos radiológicos asociados a diferentes prácticas.	Análisis de riesgos. Estructura y contenido del análisis de riesgos.	Conocer los diferentes riesgos radiológicos asociados a diferentes prácticas.
	Método del árbol de fallas para realizar un análisis de riesgos.	Desarrollar el análisis de riesgos de su práctica.
	Accidentes previsible en las diferentes prácticas.	Identificar los posibles accidentes que pudieran ocurrir en su instalación. Conocer cómo identificar los diferentes accidentes a los que pueden ser susceptibles las diferentes prácticas.
	Análisis y descripción de accidentes radiológicos tales como: Cd. Juárez (1983), Goiania (1987), Estambul (1998), Yanango (1999), Panamá (2000), Bialystok (2001), Cochabamba (2002).	Analizar los antecedentes de algunos accidentes radiológicos. Discutir sobre las lecciones aprendidas de algunos accidentes radiológicos.
	Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.

Tema 16	Transporte de materiales radiactivos	Duración: 4 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Conocer y aplicar los conceptos básicos del transporte seguro de material radiactivo, conocer la normativa aplicable y sus obligaciones ante el órgano regulador.	Requerimientos reglamentarios.	Conocer los requisitos reglamentarios del transporte de material radiactivo. Conocer las responsabilidades del expedidor, transportista y destinatario. Conocer los requerimientos para obtener autorización de transporte de material radiactivo.
	Conceptos básicos para el transporte de material radiactivo.	Conocer y aplicar los conceptos de transporte de material radiactivo
	Clasificación de los materiales radiactivos y de los bultos para material radiactivo.	Describir cómo se clasifican los materiales radiactivos, para fines de transporte. Describir cómo realizar la clasificación de los bultos para el transporte de material radiactivo.
	Categorías de bultos y sobreenvases, marcado, etiquetado y rotulado para transporte	Identificar las categorías, el marcado, etiquetado y rotulado de los bultos para el transporte de material radiactivo.
	Condiciones generales para el transporte.	Identificar las características principales del tipo de material radiactivo que se transporta. Conocer los planes de seguridad física, radiológica y de emergencia, durante el transporte de material radiactivo, así como los equipos y dispositivos de seguridad.
	Informes de transporte a la CNSNS.	Describir, desarrollar e identificar la información que debe contener los informes de transporte que se entregan en la CNSNS.
	Requisitos y ensayos para bultos.	Conocer de manera general los requisitos y pruebas de ensayos que requieren los bultos.
	Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.

Tema 17	Emergencias radiológicas	Duración: 4 horas
Objetivo General	Contenido Esencial	Objetivo Específico
Conocimiento y descripción de las causas y consecuencias de situaciones de exposición crónica y de accidente radiológico o nuclear, y de los planteamientos para mitigar las consecuencias.	Concepto de emergencia radiológica.	Conocer y aplicar los conceptos básicos para emergencias radiológicas. Identificar una emergencia radiológica en una instalación radiactiva.
	Acciones de respuesta a emergencias.	Identificar y desarrollar las acciones básicas de respuesta a emergencias. Identificar y desarrollar las acciones de protección y mitigación en una emergencia.
	Obligaciones reglamentarias. Avisos e informes.	Conocer sus obligaciones reglamentarias en cuanto a avisos e informes ante la Comisión.
	Plan de Emergencias y sus procedimientos.	Conocer las características, estructura y contenido de los planes de emergencias y sus procedimientos, para su desarrollo e implementación en su instalación.
	Conceptos relativos a la preparación para responder a accidentes radiológicos.	Identificar las acciones correspondientes a la preparación para responder ante una emergencia.
	Problemas y ejercicios.	Reafirmar los conceptos aprendidos.
TOTAL DE HORAS:		90

PRÁCTICAS		Duración (horas)
		ESR A, B y Auxiliares
1.	Uso de equipo detector de radiación y contaminación. Verificación del funcionamiento, calibración y verificación de los equipos detectores de radiación y contaminación. Objetivo: Conocer los componentes de los equipos detectores de radiación, así como su funcionamiento y manejo correcto. Conocer el procedimiento para verificar el funcionamiento y manejo correcto de un equipo detector de radiación.	2
2.	Cálculo de dosis absorbida y equivalente de dosis aplicando los principios de protección radiológica (tiempo, distancia y blindaje) Objetivo: Poner en práctica los principios de protección radiológica y comprender la variación de la exposición y dosis a través de diferentes materiales.	3
3.	Equipo de protección radiológica y dosimetría personal. Uso de equipo y ropa de protección radiológica y respiratoria. Objetivo: Aprender y reconocer la importancia sobre el uso y equipo de protección radiológica correctos.	2
4.	Técnicas de descontaminación. Monitoreo personal. Objetivo: Conocer y aprender la manera de realizar un monitoreo de personas, usando el equipo adecuado.	2
5.	Levantamiento de niveles de radiación y contaminación. Detección, control de la contaminación y descontaminación de las superficies. Objetivo: Conocer y aplicar técnicas de descontaminación de superficies contaminadas con material radiactivo. Distinguir entre contaminación removible y contaminación fija.	2
6.	Pruebas de fuga de fuentes selladas Objetivo: Conocer diferentes técnicas para realizar una prueba de fuga a una fuente sellada.	1
7.	Diseño de instalaciones radiactivas. Cálculo de blindajes. Objetivo: Conocer y saber aplicar la metodología para calcular blindajes para equipos e instalaciones específicas.	4
8.	Estimación de la dosis a población. Objetivo: Conocer y aplicar los métodos para estimar dosis a la población derivadas de la práctica que realice.	3
9.	Dosimetría interna. Objetivo: Conocer los diferentes modelos dosimétricos y cómo usarlos para el cálculo de la contaminación interna de una persona.	3
10.	Gestión de desechos radiactivos. Objetivo: Aprender a clasificar de forma correcta los desechos radiactivos que se generen en su instalación. Aprender a preparar una remesa de desechos radiactivos para su envío a una instalación de tratamiento.	3
11.	Alcance de partículas beta. Objetivo: Determinar prácticamente el alcance de las partículas beta en aluminio.	1
12.	Atenuación de radiación gamma. Objetivo: Observar la atenuación de la radiación gamma al adicionar láminas de un material absorbedor entre la fuente radiactiva y el detector.	1
13.	Simulacros de accidentes radiológicos. Búsqueda de fuentes. Objetivo: Aplicar medidas de protección radiológica para recuperar el control de una situación anormal. Saber aplicar las acciones establecidas en el procedimiento de emergencias para el caso de contaminación de áreas.	3
TOTAL:		30