| LÍNEA 1: UTILIZACIÓN Y EFECTIVIDAD DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL FRENTE AL RADÓN. | |
|---|---|
| Objetivo | Evaluar la efectividad de las mascarillas FFP2 y FFP3 (nuevas y recicladas) para reducir la exposición al radón, en el rango de condiciones de humedad y de distribución de tamaño de partículas en aire que se dan en la práctica, y definir los protocolos óptimos para el uso de las mismas. |
| Descripción | El recientemente aprobado *Reglamento de Protección de la Salud contra los riesgos derivados de la exposición a las Radiaciones Ionizantes* (RPSI) exige en su artículo 75.2 que, en aquellos casos en los que la concentración de radón en el aire del lugar de trabajo exceda (en promedio anual) un nivel de referencia de 300 $Bq/m^3$, los empleadores reduzcan la exposición de los trabajadores al radón, de acuerdo con el principio de optimización.<br><br>Para ello, el objetivo prioritario debe ser reducir la concentración del gas (y, por tanto, de sus descendientes de vida corta, que son los que producen el daño celular). Sin embargo, en algunos ambientes no es factible mitigar los niveles de radón, por lo que es necesario recurrir al uso de equipos de protección individual (EPIs). En particular, varios estudios recientes demuestran la efectividad de las mascarillas auto-filtrantes contra los descendientes del radón, pero esta evidencia científica no es suficientemente concluyente para poder asignar factores de la capacidad de filtración en el amplio rango de condiciones que se dan en la práctica.<br><br>Por otro lado, es preciso definir protocolos de uso, teniendo en cuenta el tiempo máximo de utilización recomendado y la contaminación superficial acumulada, que puede afectar tanto a estos EPIs como al vestuario.<br><br>Esta línea de investigación tiene por objetivos:<br>• Estudiar la eficacia frente a la progenie del radón de las mascarillas auto-filtrantes FFP2 y FFP3, en condiciones realistas (simulando flujos inspiratorios medios y en ambientes controlados y variables de humedad y concentración y tamaño de partículas).<br>• Definir protocolos de uso óptimos para la utilización de las mascarillas y de otros EPIS, teniendo en cuenta el tiempo de utilización y los niveles de contaminación superficial.<br>• Desarrollar un modelo que permita evaluar, para cada caso práctico, el riesgo por exposición a la progenie de radón en función del tipo de mascarilla utilizada y de los parámetros determinados experimentalmente. |
| Aportación económica máxima por proyecto: 100.000 euros | |

| LÍNEA 2: METODOLOGÍA DE CALIBRACIÓN PARA MEDIDAS DE DESCLASIFICACIÓN DE MATERIALES EN CONTENEDOR Y CARACTERIZACIÓN DE GRANDES COMPONENTES. | |
|---|---|
| Objetivo | Desarrollar métodos específicos de calibración y puesta en marcha de equipos de medida para el proceso de desclasificación que permitan adquirir un mayor conocimiento sobre las diferentes variables que afectan a las medidas de desclasificación, así como su importancia relativa. Adicionalmente, la caracterización de grandes componentes de naturaleza metálica y geometría compleja sin necesidad de segmentación es un proceso cada vez más demandado por el sector nuclear, pero difícil de aceptar por las incertidumbres y desafíos que plantea. |
| Descripción | Los procesos de desclasificación de residuos constituyen un tema de evaluación e inspección del CSN que emplea recursos humanos y técnicos que se incrementan con el tiempo de forma gradual. Dicho incremento en la última década es debido fundamentalmente al desmantelamiento ya en curso de alguna instalación nuclear, y es de esperar que se incremente aún más en un futuro próximo a raíz del progresivo desmantelamiento del resto de las instalaciones nucleares españolas. La optimización de los recursos reguladores y la gestión eficaz de los materiales residuales constituirán desafíos aún mayores para todas las partes implicadas.<br><br>Todos los procesos de desclasificación se basan en un criterio de decisión bien procedimentado que, a su vez, se fundamenta en un conocimiento parcial apriorístico del material residual y la realización de una medida de caracterización sobre el mismo. Esta medida debe ser calibrada caso a caso, usualmente mediante códigos basados en simulaciones de Montecarlo, lo cual constituye un problema debido a que el conocimiento apriorístico de todas las características del material desclasificable no es completo, sino sólo parcial, y la información necesaria para la calibración debe ser aproximada mediante estimaciones estadísticas e hipótesis de proceso.<br><br>Para afrontar este inconveniente, el CSN requiere de los titulares un proceso informado de puesta en marcha antes de poder desclasificar, cuyo objeto no es otro que justificar la capacidad del método propuesto para acometer las medidas de desclasificación. Dicha puesta en marcha es diseñada y realizada por los titulares en base a un patrón de desclasificación que se debe ajustar lo más posible a la naturaleza de los materiales residuales, pero que a diferencia de éstos es perfectamente conocido. Un resultado satisfactorio de la medida realizada sobre dicho patrón permite asumir que el método de medida es aceptable, si bien su aplicación sobre los materiales residuales reales está sujeto a una inevitable variabilidad e incertidumbres en muchas de las variables que forman parte de la función de calibración, que en ocasiones deben ser compensadas a través de hipótesis conservadoras o complejos procesos de producción y verificación.<br><br>El conocimiento adquirido durante esta I+D deberá tener un efecto doblemente positivo, permitiendo por un lado al CSN, tanto minimizar el esfuerzo y tiempo requerido para el desarrollo de las evaluaciones, como mejorar los resultados de éstas. Mientras tanto, al sector interesado en estas técnicas les deberá ayudar a optimizar las fases de producción y verificación en los procesos de desclasificación, así como la potencial reducción de los procesos de caracterización. |
| Aportación económica máxima por proyecto: 100.000 euros | |

| LÍNEA 3: ELABORACIÓN DE UNA CURVA DE CALIBRACIÓN DOSIS-EFECTO PARA PROTONES, SU VALIDACIÓN CON PACIENTES DE RADIOTERAPIA Y ACTUALIZACIÓN DE LA CURVA DE NEUTRONES PREVIA. | |
|---|---|
| Objetivo | Obtención de parámetros de referencia que permitan, mediante la técnica de dicéntricos, la estimación de dosis y la fracción de cuerpo irradiada en personas expuestas a protones y/o neutrones. |
| Descripción | La principal herramienta biológica que se utiliza para realizar estimaciones de dosis en las personas expuestas a radiaciones ionizantes es la dosimetría citogenética que permite, a partir de una muestra de sangre, cuantificar el daño en relación a unas curvas de calibración obtenidas previamente *in vitro.*<br>Actualmente se dispone de técnicas estandarizadas que se basan en el análisis de alteraciones cromosómicas: dicéntricos (giemsa) y/o traslocaciones (FISH) observados en la primera metafase de linfocitos de sangre periférica incubados en presencia de PHA (phitohemaglutinina) durante 48h.<br>En vista de la creciente puesta en marcha de equipos de protonterapia en todo el territorio nacional se considera de gran interés la realización de una curva de calibración con protones.<br>Se irradiarán linfocitos *in vitro,* aproximándose todo lo posible a la situación *in vivo*; de ese modo se obtiene la misma relación dosis-respuesta. La elaboración de la curva de calibración dosis-efecto se realizará siguiendo el protocolo descrito en el manual de la IAEA 2011 y la ISO 19238:2023 (*Performance criteria for service laboratories performing biological dosimetry by cytogenetics Dicentric assay*).<br>Simultáneamente se actualizará la curva de neutrones disponible en el laboratorio adaptándola al estándar ISO19238:2023 y ampliando los puntos de dosis y el número de células a analizar. Esta curva será de aplicación en trabajadores expuestos y pacientes de instalaciones de protonterapia (y otras situaciones en las que exista riesgo de con exposición por campos de radiacion neutrónica).<br>Objetivos que deben cubrir los proyectos de esta línea de I+D+i:<br>1. Irradiación de las muestras en campos de radiación de protones y neutrones a dosis conocidas.<br>2. Estudio al microscopio a diferentes puntos de dosis, análisis estadístico de los resultados y obtención de la curva de calibración dosis-efecto.<br>3. Validación de la técnica en pacientes de radioterapia (protonterapia) con dosis elevadas y localizadas.<br>4. Realización de curva de calibración con protones y actualización de la curva de calibración de neutrones<br>Para la validación de la curva de calibración de protones se realizará la estimación de dosis y la fracción de cuerpo irradiada en personas expuestas parcialmente a altas dosis. |
| Aportación económica máxima por proyecto: 100.000 euros | |

| LÍNEA 4: METODOLOGÍA DE VERIFICACIÓN, CALIBRACIÓN Y SIMULACIÓN DE LOS PÓRTICOS DE DETECCIÓN SITUADOS EN INSTALACIONES A LAS QUE APLICA EL RD 451/2020, DE 10 DE MARZO, SOBRE EL CONTROL Y RECUPERACIÓN DE LAS FUENTES RADIACTIVAS HUÉRFANAS. | |
|---|---|
| Objetivo | Investigar sobre los métodos específicos y fórmulas de verificación y calibración de los pórticos de radiación que actualmente están instalados en las empresas a las que les aplica el Real Decreto 451/2020, de 10 de marzo, sobre el control y recuperación de las fuentes radiactivas huérfanas. Adicionalmente, se desarrollará una simulación de pórtico de radiación que permita realizar estudios sobre la respuesta de dichos pórticos ante la presencia de fuentes radiactivas huérfanas, y que de este modo se puedan plantear estrategias para reducir el procesamiento de fuentes radiactivas huérfanas. |
| Descripción | El Protocolo de colaboración sobre la vigilancia radiológica de los materiales metálicos y el Real Decreto 451/2020 de 10 de marzo, sobre la gestión y control de las fuentes radiactivas huérfanas, exigen que las instalaciones dedicadas al reciclado de materiales metálicos dispongan de instrumentación de acuerdo con sus características. Para poder hacer una adecuada vigilancia dicha instrumentación ha de ser verificada y calibrada de forma periódica.<br><br>Entre 2005 y 2012 se realizaron dos proyectos de investigación para conocer las características técnicas de los pórticos de detección para la vigilancia de grandes cantidades de chatarra. Estos proyectos dieron como resultado dos informes en los cuales se detalla de una manera pormenorizada las expresiones analíticas usadas por cada uno de los pórticos de detección. Sin embargo, en su alcance se excluyó la instrumentación portátil (radiámetros) y de proceso (espectrómetros). Además, la industria ha continuado desarrollando nueva instrumentación que ha sido ubicada en dichas instalaciones y que requiere de un análisis.<br><br>El objetivo de esta línea sería desarrollar, de acuerdo con los resultados de proyectos de I+D anteriores, un procedimiento para la verificación y calibración de pórticos existentes en las instalaciones adscritas al Protocolo de colaboración sobre la vigilancia radiológica de los materiales metálicos, y en aquellas instalaciones a las que les aplica el RD 451/2020. Dicho procedimiento deberá contener de forma detallada los pasos a seguir para la correcta verificación y calibración de los equipos de medida; así como el desarrollo de una herramienta informática para la simulación de los pórticos ante la presencia de material radiactivo.<br><br>Además, se deberá disponer de un programa para realizar simulaciones sobre la respuesta de los pórticos ante la presencia de material radiactivo.<br><br>El conocimiento adquirido durante el desarrollo del proyecto tendrá un efecto doblemente positivo, permitiendo por un lado al CSN disponer de una referencia que sirva de ayuda para las inspecciones a realizar a las instalaciones a las cuales aplica el RD 451/2020; y por el lado del sector, se dotaría de instrumentos análogos que permitirían la intercomparación de pórticos para la detección de materiales radiactivos. |
| Aportación económica máxima por proyecto: 100.000 euros | |

| LÍNEA 5: CAPACIDAD METROLÓGICA DE LOS EQUIPOS DE DOSIMETRÍA NEUTRÓNICA EN INSTALACIONES DE PROTONTERAPIA. | |
|---|---|
| Objetivo | Evaluar la idoneidad de diferentes detectores y dosímetros de neutrones, activos y pasivos, empleados para la dosimetría personal y de área en instalaciones de protonterapia. |
| Descripción | Los espectrómetros neutrónicos, como el basado en sistemas de esferas de Bonner (BSS), son los únicos instrumentos disponibles con capacidad para determinar simultáneamente todas las componentes energéticas de un campo neutrónico en un intervalo amplio de energía. Sin embargo, debido a la complejidad que entraña la medida con los BSS, este tipo de equipos no se consideran adecuados para su uso rutinario en las instalaciones. Para dosimetría operacional, se emplean dosímetros personales (pasivos y activos), y dosímetros de área (activos).<br>Las instalaciones de protonterapia presentan campos neutrónicos distintos a los encontrados en otro tipo de instalaciones, con un espectro energético desde los neutrones térmicos (0.025 eV) hasta los 230 MeV. Es por ello necesario que los detectores sean capaces de medir en rango extendido (más allá de los 20 MeV). Además, dentro de la sala de tratamiento de protonterapia el espectro energético es característico en cada punto y para cada tipo de irradiación (tratamiento).<br>Para evaluar la capacidad dosimétrica de un detector de neutrones en una instalación de protonterapia se pueden realizar pruebas sobre reproducibilidad, linealidad con la dosis impartida, homogeneidad de la respuesta (esta solo para los dosímetros personales) y caracterización en energías, empleando los campos neutrónicos en diferentes puntos de la sala de tratamiento, previamente caracterizados mediante los sistemas BSS de rango extendido.<br>Considerando el creciente número de instalaciones de protonterapia en todo el territorio nacional, con una producción de campos neutrónicos diferenciados, y la variedad de equipos de medida de las magnitudes H*(10) y Hp(10) para dichos campos neutrónicos, se considera de interés evaluar la capacidad metrológica de diferentes equipos de dosimetría neutrónica en instalaciones de protonterapia, con el fin de optimizar sus programas de vigilancia radiológica y conocer las fortalezas y debilidades de las diferentes opciones del mercado.<br>Los objetivos a plantear son:<br>1. Caracterizar metrológicamente mediante espectrometría neutrónica los campos neutrónicos en diferentes puntos de una instalación de protonterapia. Los resultados obtenidos serán los valores de referencia para los otros equipos. Se verificará la respuesta, a este tipo de campos, del dosímetro basado en PADC del GFR. Se completarán con estimaciones mediante simulaciones por Monte Carlo.<br>2. Evaluar las capacidades metrológicas de una amplia variedad de equipos de dosimetría neutrónica disponibles comercialmente, tanto dosímetros personales como de área. Para ello se seguirán las recomendaciones de las normas ISO 21909-1:2021 y UNE-EN-61005:2017. Se deberán emplear detectores de neutrones como los siguientes:<br>o Espectrómetro comercial de una única esfera (tipo SP2 de ELSE Nuclear).<br>o Dosímetros neutrónicos de área de rango extendido (como WENDI-2 y LUPIN-2).<br>o Dosímetros neutrónicos de área sin rango extendido (como los Digipigg, LB6411 y Atomtex), que permitirá evaluar sus limitaciones.<br>o Dosímetros de TLD (MCP-6 con MCP-7) y de trazas.<br>o Dosímetros operacionales empleados en la dosimetría personal de las instalaciones de protonterapia (el modelo de trazas de Landauer).<br>o Dosímetros de burbujas (BD-PND y BDT).<br>o Dosímetros electrónicos (como los NRFf51 y DMC300+n).<br>o Espectrómetro multidetector de neutrones basado en una única esfera moderadora.<br>Las campañas de medidas con los diferentes detectores irán acompañadas de las tareas de análisis de resultados, para proponer conclusiones y generar publicaciones.<br>El producto principal del proyecto será determinar la capacidad metrológica de los principales equipos disponibles en España, caracterizándolos dosimétricamente frente a los campos neutrónicos producidos en protonterapia. |
| Aportación económica máxima por proyecto: 100.000 euros | |

| LÍNEA 6: MÉTODOS SIMPLIFICADOS PARA LA ESTIMACIÓN PRÁCTICA DE LA PROPAGACIÓN DE CONTAMINACIÓN POR RADIOISÓTOPOS EN AGUAS SUBTERRÁNEAS, A PARTIR DE EFLUENTES LÍQUIDOS. | |
|---|---|
| Objetivo | Desarrollar herramientas y métodos de cálculo simplificado que permitan la estimación práctica y fiable, razonablemente conservadora, de la caracterización y propagación de contaminantes radiactivos en las aguas subterráneas del entorno de una instalación nuclear o del ciclo de combustible, o en zonas de minas de uranio restauradas, zonas con residuos NORM o zonas restauradas afectadas previamente por vertidos radiactivos. |
| Descripción | La rotura de tanques y tuberías, la degradación de barreras de ingeniería que confinan residuos radiactivos y material NORM, o los emplazamientos de minería de uranio restaurados, pueden generar fugas y lixiviados con radioisótopos, de comportamiento físico-químico complejo. El agua es el medio principal que moviliza los radionucleidos, dispersándolos en el subsuelo del entorno, tanto en el terreno como en las aguas subterráneas; también el agua transporta y difunde los efluentes líquidos emitidos, en operación normal o en caso accidental. Su acción de lixiviación, transporte y deposición de contaminantes radiactivos, incluso a través de posibles barreras de ingeniería de materiales naturales o geo-sintéticos, es objeto necesario de análisis y valoración en relación con la seguridad nuclear de las instalaciones y con el impacto radiológico que pueda ocasionar en el entorno.<br><br>Las instalaciones nucleares y del ciclo españolas cuentan en sus emplazamientos con programas de vigilancia de aguas superficiales y subterráneas, así como con modelos hidrogeológicos de flujo y transporte, que hacen posible el seguimiento de la calidad química y radiológica de las aguas, la detección en ellas de concentraciones anómalas y una posible contaminación radiactiva. Dichos programas y modelos permiten conocer con detalle el comportamiento hidrogeológico de cada emplazamiento (respuesta a eventuales emisiones de efluentes líquidos, evolución espacial y temporal).<br><br>A partir de lo anterior, resulta de gran utilidad el desarrollo de herramientas de cálculo ágiles, de fácil aplicación y rápidos resultados, que permitan realizar estimaciones prácticas, de carácter realista y fiable, a efectos de valorar en el tiempo y el espacio la propagación en las aguas subterráneas de concentraciones de actividad de radioisótopos presentes en potenciales efluentes líquidos procedentes de una instalación o de una zona confinada, afectada por vertidos radiactivos. En el desarrollo de dichas herramientas o métodos de cálculo simplificado, ha de tenerse en consideración, de modo global o selectivo, lo siguiente:<br><br>– Flujo de agua y transporte de contaminantes en zona saturada y no saturada, según condiciones de contorno.<br>– Medio geológico homogéneo, heterogéneo (capas) y medio fracturado.<br>– Medio geológico e hidrogeológico modificado y condicionado por excavaciones mineras, rellenos de material y obra civil.<br>– Estimación de caudales de efluentes líquidos contaminados en diversas circunstancias y análisis del escenario: según la geometría del foco emisor; según emisión superficial o en profundidad (sub-superficial); según tasa de emisión del efluente (continua o discontinua, ocasional o esporádica, tasa significativa o baja/muy baja tasa).<br>– Caracterización hidroquímica y radiológica del término fuente (contaminante) según el caso adoptado.<br>– Decaimiento radiactivo en función de la vida media del radioisótopo y del tiempo de propagación (corto y medio plazo); comportamiento a largo plazo (años o décadas).<br>– Retención o movilización de radioisótopos en función de la geoquímica y condiciones del medio (suelo y aguas).<br>– Parámetros determinantes del medio, hidrogeológicos (medio saturado y no saturado) e hidrogeoquímicos, que condicionan la aplicabilidad del método simplificado.<br>– Sensibilidad del método a parámetros críticos que influyen en las hipótesis.<br><br>Se realizarán aplicaciones de chequeo, según las herramientas desarrolladas, sobre casos prácticos de instalaciones o zonas afectadas seleccionados desde el CSN. |
| Aportación económica máxima por proyecto: 100.000 euros | |

| LÍNEA 7: METODOLOGÍAS DE CÁLCULO Y EVALUACIÓN EXPERIMENTAL APLICABLES AL ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO A LARGO PLAZO DE LOS CONTENEDORES PARA ALMACENAMIENTO EN SECO DE COMBUSTIBLE NUCLEAR GASTADO. | |
|---|---|
| Objetivo | Avanzar en el conocimiento del comportamiento de los materiales de los contenedores de almacenamiento en seco de combustible gastado que se emplean en los Almacenes Temporales Individualizados (ATI) y puedan emplearse en un futuro AGP, mediante modelización de los mecanismos de degradación y metodologías de ensayos aplicables a dichos materiales para el análisis de su comportamiento a medio y largo plazo. |
| Descripción | Como cuestiones a abordar se plantean de manera específica las siguientes:<br><br>En la parte teórica y documental:<br><br>- Identificación y calificación de posibles nuevos materiales para los contenedores de combustible nuclear gastado.<br>- Identificación de los puntos más sensibles a la degradación en estos contenedores.<br>- Identificación de posibles mecanismos de degradación que puedan afectar a la durabilidad de los materiales del contenedor, adicionales al ya conocido de la corrosión, o condiciones que puedan afectar a este mismo en las previsibles condiciones ambientales de almacenamiento a largo plazo.<br>- En particular, análisis de los posibles efectos en la durabilidad de tensiones residuales en el proceso de fabricación del contenedor o posibles efectos debidos a SCC (stress-corrosion cracking).<br><br>En la parte experimental:<br><br>- Identificación y realización de ensayos enfocados a determinar el comportamiento de los materiales frente a esas condiciones.<br>- Avanzar en un conocimiento más profundo de la durabilidad a largo plazo de los materiales tanto tradicionales como novedosos en "condiciones de campo" lo más realistas posibles, teniendo en cuenta los posibles parámetros ambientales que puedan darse en esas condiciones (temperatura, humedad, pH, contenido de oxígeno, irradiación,...) o posibles efectos de las tensiones existentes en el material debidas a los procesos de fabricación, manejo y traslado de los contenedores. |
| Aportación económica máxima por proyecto: 100.000 euros | |

| LÍNEA 8: DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL ANÁLISIS DE FATIGA VIBRACIONAL PARA LA MEJORA DE LOS PLANES DE GESTIÓN DE VIDA EN LAS CENTRALES NUCLEARES. | |
|---|---|
| Objetivo | Avanzar a través de la inteligencia artificial en la mejora de los programas de gestión del envejecimiento capaces de vigilar y controlar preventivamente los potenciales mecanismos de degradación por fatiga vibracional de componentes de las instalaciones nucleares, durante la vida de diseño original de 40 años, así como durante el periodo de extensión de vida aceptado. |
| Descripción | La experiencia operativa reciente muestra cierto número de sucesos debidos a agrietamiento causado por fatiga vibracional de altos ciclos en tuberías de pequeño diámetro. Teniendo en cuenta el desarrollo que actualmente se está produciendo de herramientas de inteligencia artificial [IA], se considera que éstas pueden aportar una mejora en el procesamiento de los datos existentes relacionados con fallos de tubería por esta causa. Ello permitiría mejorar el análisis y la predicción de este tipo de agrietamientos, de manera que los programas de inspección sean más eficaces en la vigilancia de este mecanismo de degradación, posibilitando una detección temprana y la aplicación de acciones preventivas eficientes.<br><br>En el ámbito del sector nuclear la IA se está explorando e implantando para soluciones, con diverso propósito, en diferentes campos como el mantenimiento, la inspección en servicio, etc., para permitir mejoras en la efectividad de estos procesos. Estas nuevas tecnologías podrían dar lugar a un salto relevante en la seguridad nuclear, acelerarían el ciclo de innovación nuclear, y atraerían talento joven hacia este ámbito de conocimiento.<br><br>Considerando la experiencia operativa externa e interna relativa a ciertos mecanismos de degradación, como es el caso de la fatiga vibracional, se plantea abordar mejoras en los procesos de vigilancia y control de este tipo de mecanismo a través de herramientas de IA, con una serie de objetivos:<br><br>- Análisis del estado del conocimiento de este tipo de mecanismos de degradación.<br>- Análisis del estado del arte de modelos de IA que puedan ser aplicables para su análisis.<br>- Desarrollo de un modelo de IA que permita el análisis de los múltiples parámetros que influyen en el mecanismo, como los parámetros del sistema, configuración de líneas y parámetros tensionales, configuración de soldadura, vibraciones, etc.<br>- Validación/evaluación de la herramienta a través de alguna aplicación piloto.<br><br>Con este planteamiento, si se identifican correctamente los casos de uso y las herramientas a utilizar, sería posible avanzar en soluciones de IA con alto valor añadido, que puedan ayudar a predecir posibles fallos de manera anticipada, y con las que se puedan optimizar factores clave como los económicos, los temporales o, de especial interés para el CSN, los de seguridad de las instalaciones nucleares. |
| Aportación económica máxima por proyecto: 100.000 euros | |

| LÍNEA 9: INVESTIGACIÓN SOBRE CONTENEDORES DE ALMACENAMIENTO EN SECO. | |
|---|---|
| Objetivo | Avanzar en el conocimiento de las metodologías de cálculo aplicables al análisis del comportamiento de los contenedores de almacenamiento en seco de combustible gastado a largo plazo; plantear metodologías destinadas al mantenimiento de los contenedores atendiendo a los elementos de combustible dañados o la recuperabilidad de los mismos; abordar posibles problemas que se pueden presentar en procesos de licenciamiento por falta de normativa nacional o internacional. |
| Descripción | Como posibles temáticas se mencionan las dos siguientes:<br>(1) Métodos de análisis basados en la mecánica de la fractura para su aplicación en el diseño de contenedores.<br>En recientes procesos de licenciamiento se han presentado diferentes dificultades para llevar a cabo las evaluaciones relacionadas con la problemática de los combustibles gastados que puedan estar afectados por diferentes procesos de degradación (como es el caso del combustible gastado con "*spalling*") y su almacenamiento en contenedores, o con las metodologías de análisis aplicadas en el diseño de los contenedores en los que el solicitante ha presentado análisis basados en la mecánica de la fractura mediante alguna metodología no avalada por experiencias reguladoras previas.<br>La consideración de ciertos mecanismos de degradación, tanto los ya conocidos como otros que puedan presentarse en un futuro derivados del envejecimiento, y que no hayan sido considerados en el diseño original, dificulta la evaluación de los análisis, tradicionalmente basados en cálculos de mecánica de la fractura determinista (DFM), normalmente muy conservadores. Esto ha dado lugar en el contexto internacional al desarrollo de aplicaciones basadas en análisis de mecánica de la fractura probabilista (PFM). En 2022 la *USNRC* ha publicado la *Regulatory Guide* 1.245 que, conjuntamente con el NUREG/CR-7278, constituyen la base técnica aceptable para dicha organización a efectos del licenciamiento mediante la realización de análisis de PFM, no solamente aplicables al diseño de contenedores. Al margen de la experiencia en los EE.UU. podrían valorarse otras experiencias internacionales existentes como, por ejemplo, la desarrollada en Reino Unido para el estudio del comportamiento de los contenedores a largo plazo en almacenamientos geológicos profundos (AGP) a través de diagramas FAD.<br>Se pretende desarrollar métodos aplicados al diseño de contenedores de combustible gastado basados en la mecánica de la fractura, ya sean deterministas o probabilistas, identificando el marco regulador en el que se basan y su compatibilidad con el marco regulador español.<br>(2) Una segunda línea de actuación sería la investigación de metodologías destinadas al mantenimiento de los contenedores, considerando la previsible problemática de elementos de combustible dañados, o la recuperabilidad de los mismos. |
| Aportación económica máxima por proyecto: 100.000 euros | |