

III. OTRAS DISPOSICIONES

CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR

6227 *Resolución de 5 de junio de 2020, del Consejo de Seguridad Nuclear, por la que se publica el Convenio con la Universitat Politècnica de València, para el desarrollo del Proyecto MASA-2 «Métodos Avanzados de Simulación y Análisis en el campo de la seguridad nuclear, segunda parte».*

El Presidente del Consejo de Seguridad Nuclear y el Rector de la Universitat Politècnica de València, han suscrito, con fecha 3 de junio de 2020, un Convenio para el desarrollo del Proyecto MASA-2 «Métodos Avanzados de Simulación y Análisis en el campo de la seguridad nuclear, segunda parte».

Para general conocimiento, y en cumplimiento de lo establecido en el artículo 48.8 de la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público, dispongo la publicación en el «Boletín Oficial del Estado» del referido Convenio, como anejo a la presente Resolución.

Madrid, 5 de junio de 2020.—El Presidente del Consejo de Seguridad Nuclear, Josep Maria Serena i Sender.

ANEJO

Convenio entre el Consejo de Seguridad Nuclear y la Universitat Politècnica de València para el desarrollo del Proyecto MASA-2 «Métodos Avanzados de Simulación y Análisis en el campo de la seguridad nuclear, segunda parte»

REUNIDOS

De una parte, don Josep María Serena i Sender, Presidente del Consejo de Seguridad Nuclear (en adelante CSN), cargo para el que fue nombrado por el Real Decreto 227/2019, de 29 de marzo (BOE número 77, del 30), en nombre y representación de este Organismo, con domicilio en la calle Pedro Justo Dorado Dellmans, n.º 11, de Madrid, y con número de identificación fiscal Q2801036-A.

De otra parte, don Francisco José Mora Mas, Sr. Rector Magnífico de la Universitat Politècnica de València (en adelante la UPV), con CIF Q4618002B, creada con rango de universidad en virtud del Decreto 495/1971, de 11 de marzo (BOE del 26), con sede en el Camino de Vera, s/n, de Valencia (España), en su nombre y representación, nombrado por el Decreto 64/2017, de 26, del Consell de la Generalitat, y en virtud de las atribuciones que le vienen conferidas por el artículo 53.d) de los Estatutos de la UPV, aprobados por el Decreto 182/2011, de 25 de noviembre, del Consell.

Ambos intervienen para la realización de este acto por sus respectivos cargos y en el ejercicio de las facultades que, para convenir en nombre de las Entidades a que representan (en adelante las Partes), tienen conferidas y, a tal efecto,

EXPONEN

Primero.

Que el CSN, como único organismo competente en materia de seguridad nuclear y protección radiológica, tiene legalmente asignada la función de inspeccionar y controlar el funcionamiento de las instalaciones nucleares de todo el territorio nacional con el fin de que el funcionamiento de dichas instalaciones no suponga riesgos indebidos.

Segundo.

Que el CSN suscribe el presente Convenio en ejercicio de la función que le atribuye su Ley de Creación (Ley 15/1980, de 22 de abril) en su artículo 2, letra p), que es la de establecer y efectuar el seguimiento de planes de investigación en materia de seguridad nuclear y protección radiológica.

Tercero.

Que el Plan de Investigación y Desarrollo del CSN 2016-2020, aprobado por el Pleno del CSN en junio de 2016, establece como línea de investigación dentro del ámbito de la Seguridad Nuclear, las Metodologías de análisis de seguridad (Apdo. 4.1.2), dentro de la cual se enmarca el proyecto de I+D objeto de este Convenio.

Cuarto.

Que la UPV, como institución de derecho público, tiene atribuida, entre otras, la función de colaborar con las administraciones públicas, instituciones y entidades privadas con la finalidad de elaborar, participar y desarrollar planes de acciones que contribuyan al progreso de la ciencia, de la difusión de la cultura y el desarrollo de la sociedad, y está interesada en colaborar con los sectores científicos y socioeconómicos de nuestro país.

Quinto.

Que las Partes han colaborado en el pasado para el desarrollo de diversos proyectos de investigación sobre estos ámbitos, habiéndose desarrollado de forma satisfactoria para ambas Partes.

Sexto.

Que, a la vista de los excelentes resultados obtenidos hasta ahora, las Partes consideran conveniente continuar realizando actividades conjuntas de investigación, encaminadas a mantener actualizado el nivel de conocimientos del CSN y la UPV en los temas de metodologías de análisis de accidentes (en especial en su vertiente termohidráulica), y los más recientes avances en simulación y tratamiento de incertidumbres.

Séptimo.

Que este Convenio supone una cooperación entre las Partes con la finalidad de que se logren los objetivos que comparten en materia de seguridad nuclear; y que el desarrollo de dicha cooperación se guía únicamente por consideraciones relacionadas con el interés público.

Octavo.

Que las Partes consideran que la colaboración entre ellas en este campo contribuirá al mejor cumplimiento de los objetivos propios de cada una de ellas, y aumentará el conocimiento científico y técnico en este ámbito en beneficio de ambas.

Por todo ello, las Partes convienen en formalizar el presente Convenio con sujeción a las siguientes:

CLÁUSULAS

Primera. *Objeto.*

El objetivo general de este Convenio es la realización del Proyecto titulado «Métodos avanzados de simulación y análisis en el campo de la seguridad nuclear, segunda parte»,

en adelante MASA-2, fijándose los términos y condiciones de la colaboración a ese efecto entre el CSN y la UPV.

El alcance de las actividades que se considera necesario realizar para lograr dicho objetivo se detalla en la Memoria Técnica que se adjunta a este Convenio como Anexo 1.

Segunda. *Obligaciones de las partes.*

Son obligaciones de la UPV dentro de este Convenio:

- Realizar las actividades que se describen en la Memoria Técnica (Anexo 1) que se adjunta, relacionadas con los objetivos descritos en la cláusula primera.
- Poner a disposición del Convenio el personal necesario para garantizar la máxima calidad de los trabajos en él incluidos. En caso de ser necesario un esfuerzo de personal mayor del que se ha estimado en el momento de la firma del Convenio, las Partes lo revisarán siguiendo lo indicado en la cláusula sexta.
- Contribuir a la financiación de los costes del Convenio en la forma que se describe en la cláusula cuarta.
- Compartir con el CSN los resultados, métodos, códigos, metodologías, y, en general, toda la información que se genere durante la realización de las actividades objeto de este Convenio y contribuir a su difusión en los medios reconocidos de la comunidad científica, si no están sujetos a confidencialidad.
- Documentar los trabajos realizados dentro del Convenio, en la forma que se describe en la Memoria Técnica (Anexo 1 a este Convenio).

Son obligaciones del CSN dentro de este Convenio:

- Realizar, colaborar y supervisar las actividades que se vayan desarrollando según lo establecido en la Memoria Técnica.
- Contribuir a la financiación de los costes del Convenio en la forma que se describe en la cláusula cuarta.
- Poner a disposición de la UPV los datos e información de que disponga y que pudieran ser necesarios para la realización de los trabajos.
- Poner a disposición del Convenio el personal técnico necesario para garantizar la máxima calidad de los trabajos en él incluidos, aportando sus horas de dedicación para poner su conocimiento a disposición de los equipos de expertos, dirigiendo y supervisando las tareas y trasladando la visión reguladora durante todo el desarrollo del proyecto.

Tercera. *Responsabilidad.*

Las consecuencias aplicables en caso de incumplimiento de las obligaciones y compromisos asumidos por cada una de las Partes en este Convenio y, en su caso, los criterios para determinar la posible indemnización por el incumplimiento, se determinarán teniendo en cuenta las circunstancias concurrentes.

Cuarta. *Presupuesto y financiación.*

El coste total del Convenio comprenderá las partidas correspondientes a: personal; material fungible; asistencia a reuniones, congresos y/o actividades de divulgación, y costes indirectos. Las cantidades correspondientes a cada uno de estos conceptos se detallan en la Memoria Económica que se incluye como Anexo 2 de este Convenio.

Sobre la base de estas cantidades, se obtienen unos costes totales para este proyecto de I+D plasmado en este Convenio de quinientos ochenta y un mil seiscientos cincuenta y siete euros (581.657,00 €), estando este importe exento de IVA.

El CSN aportará la cantidad de trescientos cuarenta y ocho mil novecientos nueve euros con sesenta céntimos (348.909,60 €), que corresponde a un 59.99 % del total citado. De este importe que aporta el CSN, trescientos treinta y seis mil euros con ochenta

céntimos (336.000,80 €) serán en metálico, y doce mil novecientos ocho euros con ochenta céntimos (12.908,80 €) serán en concepto de horas de trabajo de un técnico experto.

La UPV aportará doscientos treinta y dos mil setecientos cuarenta y siete euros con cuarenta céntimos (232.747,40 €), que supone un 40.01 % del coste total.

La distribución de la contribución del CSN se establece en aportaciones dentro de cada ejercicio económico anual, correspondiendo a la aplicación presupuestaria con código 23.302.424M.640, abonándose cada uno de los pagos tras la correspondiente emisión por parte de la UPV del requerimiento de pago, en la forma y plazos que se detallan en la Memoria Económica que acompaña a este Convenio.

Las citadas cantidades serán satisfechas por el CSN previa entrega y aceptación de los informes de seguimiento y según los plazos que se definen en la Memoria Técnica y la Memoria Económica. Se abonarán condicionadas a la previa existencia de crédito específico y suficiente en cada ejercicio, con cumplimiento de los límites establecidos en el artículo 47 de la Ley General Presupuestaria.

Estas condiciones económicas podrán ser revisadas en caso de producirse alguna modificación de las bases del Convenio y de sus contenidos técnicos y presupuestarios.

Tanto el CSN como la UPV realizan en el mercado abierto menos del 20% de las actividades objeto de la cooperación.

Quinta. *Seguimiento del Convenio.*

El CSN y la UPV designan respectivamente como Coordinadores Técnicos del Convenio a los siguientes técnicos:

- Por el CSN: Don Rafael Mendizábal Sanz.
- Por la UPV: Don Sebastián Martorell Alsina.

Los Coordinadores Técnicos serán responsables de controlar el desarrollo del Convenio, y de adoptar, por mutuo acuerdo, las decisiones necesarias para la buena marcha de las actividades contempladas en el mismo. Para ello, podrán asesorarse por los expertos que consideren oportuno.

Sexta. *Modificación.*

Los términos del Convenio se podrán revisar o modificar en cualquier momento a petición de cualquiera de las Partes, de manera que puedan introducirse, de mutuo acuerdo, tales modificaciones o revisiones.

Séptima. *Régimen jurídico.*

Este Convenio queda sometido al régimen jurídico de los convenios, previsto en el Capítulo VI del Título Preliminar de la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público, teniendo naturaleza administrativa.

La interpretación del Convenio se realizará bajo el principio de buena fe y confianza legítima entre las Partes, que convienen en solventar de mutuo acuerdo las diferencias que pudieran presentarse en su aplicación. Para ello, surgida la controversia, cada parte designará un representante si bien, en el caso de no lograrse común acuerdo, éstas someterán la cuestión a los tribunales competentes de la jurisdicción contencioso-administrativa.

Octava. *Confidencialidad.*

Las Partes conceden, con carácter general, la calificación de información reservada a la generada en aplicación de este Convenio, por lo que asumen de buena fe el tratamiento de restricción en su utilización por sus respectivas organizaciones a salvo de su uso para el destino o finalidad pactados o de su divulgación, que habrá de ser autorizada previamente caso por caso por cada una de las Partes.

Asimismo cada una de las Partes se compromete a mantener de forma confidencial la información y/o documentación que le haya sido facilitada por las otras Partes y que, por su naturaleza, o por haberse hecho constar expresamente, tenga carácter confidencial.

Esta obligación de confidencialidad se mantendrá en vigor una vez finalizado este Convenio.

La aplicación en otros proyectos de los conocimientos adquiridos por las Partes como consecuencia de su participación en este proyecto no estará restringida por ninguna condición adicional.

Novena. Propiedad intelectual e industrial.

Los derechos de propiedad industrial e intelectual que recaigan sobre los trabajos o resultados de las actividades que se realicen dentro del alcance de este Convenio pertenecerán exclusivamente a las Partes, como únicos titulares de los mismos, por lo que ninguna entidad podrá divulgar dichos trabajos o resultados ni realizar explotación alguna de los derechos reconocidos sobre los mismos, incluyendo su cesión a terceros, sin contar con la previa aprobación escrita de las otras Partes.

En caso de que se obtuvieran ingresos económicos derivados de los resultados de estas investigaciones, tendrán derecho al mismo todas las Partes en la misma proporción, siendo no obstante necesario, antes de proceder al correspondiente reparto, deducir de los citados ingresos el importe de los costes y gastos que cada una de las Partes haya aportado al proyecto de conformidad con lo establecido en este Convenio.

La difusión de los resultados del proyecto, ya sea a través de publicaciones o de presentaciones en talleres, conferencias, o mediante cualquier otro medio, hará referencia a la cofinanciación del proyecto por parte del CSN y la UPV. El contenido de este párrafo permanecerá en vigor de forma indefinida una vez finalizado este Convenio.

Décima. Vigencia y prórroga.

Este Convenio se perfeccionará por la prestación del consentimiento de las Partes mediante su firma. Tendrá una vigencia de cuatro años contados a partir de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado» previa inscripción en el Registro Electrónico estatal de Órganos e Instrumentos de Cooperación del sector público estatal.

El CSN será responsable de los trámites para la publicación en el BOE de este Convenio.

Si fuera necesario variar su plazo de ejecución, el Convenio podrá ser objeto de prórroga (máximo hasta cuatro años adicionales) por mutuo acuerdo de las Partes, siempre que se respete lo establecido en el artículo 49, letra h), de la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público y la prórroga sea compatible con las obligaciones presupuestarias legalmente establecidas. En este caso, se formalizará la oportuna Cláusula Adicional incluyendo las condiciones de la prórroga con anterioridad a la fecha del vencimiento del Convenio.

Undécima. Lugar de realización.

Las actividades objeto del Convenio se realizarán por cada Parte en sus instalaciones propias.

Duodécima. Protección de datos de carácter personal.

La finalidad del tratamiento de los datos personales tendrá por objeto lo estipulado en la cláusula primera de este Convenio y la gestión administrativa del mismo. En desarrollo de tales finalidades, y en cumplimiento de lo previsto en el Reglamento General de Protección de Datos UE 2016/679 y la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos personales y garantía de los derechos digitales, cada una de las Partes poseerá la condición de responsable del tratamiento.

La base legal para el tratamiento de los datos personales es la ejecución de este Convenio, así como su autorización para ejecutar el mismo y las finalidades que en éste se describen.

Los interesados podrán ejercer los derechos de acceso, rectificación, supresión, portabilidad, limitación u oposición al tratamiento aportando copia de un documento oficial que les identifique (NIF-NIE, Pasaporte), y si fuera necesaria, documentación acreditativa de su solicitud ante:

- Universitat Politècnica de València.

Delegado de protección de datos de la Universitat Politècnica de València.
Secretaría General.
Camí de Vera, s/n.
46022 València.

- Consejo de Seguridad Nuclear.

Delegado de protección de datos del Consejo de Seguridad Nuclear.
Secretaría General.
C/ Pedro Justo Dorado Dellmans, 11.
28040 Madrid.

En caso de reclamación, la autoridad competente es la Agencia Española de Protección de Datos.

El plazo de conservación de los datos será el de la vigencia del presente Convenio, sin perjuicio de lo dispuesto en la normativa aplicable.

Decimotercera. *Extinción y suspensión.*

El presente Convenio se extinguirá por el cumplimiento de las actuaciones que constituyen su objeto o por incurrir en alguna de las causas de resolución previstas en el artículo 51.2 de la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público. Asimismo, las Partes por motivos razonables, podrán rescindir o suspender temporalmente este Convenio, preavisando con al menos tres meses de antelación a la fecha en que la resolución deba ser efectiva.

En tal caso, el CSN y la UPV se comprometen a abonar los costes de los trabajos y/o gastos incurridos comprometidos que según el Convenio corresponda abonar a cada una de estas entidades a los que ineludiblemente haya que hacer frente pese a la resolución del Convenio.

La UPV entregará al CSN un informe final de los resultados obtenidos hasta el momento de la interrupción, pudiendo utilizar libremente dichos resultados, siempre que se salvaguarden las condiciones estipuladas en las cláusulas Octava y Novena.

Las Partes manifiestan su plena conformidad con el presente Convenio, en Madrid a 3 de junio de 2020.–Por el Consejo de Seguridad Nuclear, el Presidente, Josep María Serena i Sender.–Por la Universitat Politècnica de València, el Rector, Francisco José Mora Mas.

ANEXO 1

Memoria técnica

CONVENIO ENTRE EL CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR Y LA UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO MASA-2 «MÉTODOS AVANZADOS DE SIMULACIÓN Y ANÁLISIS EN EL CAMPO DE LA SEGURIDAD NUCLEAR, SEGUNDA PARTE»

1. Introducción

Este Convenio aborda, fundamentalmente, tópicos de extensión de diseño y de propagación de incertidumbre en los análisis de accidentes.

El análisis de extensión de diseño ha cobrado especial actualidad como consecuencia del accidente de Fukushima. Buena prueba de ello es la redacción de dos documentos del IAEA:

- SSR 2/1 «Safety of Nuclear Power Plants: Design».
- SSG 2 «Deterministic Safety analysis of Nuclear Power Plants».

Otra prueba del interés por la extensión de diseño es la revisión de los niveles de referencia de WENRA, donde hay una especial atención a esta temática.

La Instrucción del Consejo IS-37, de 21 de enero de 2015, emitida por el Consejo de Seguridad Nuclear, se refiere en su decimotercer punto a la extensión de diseño (ED), estableciendo que el análisis de accidentes de una instalación nuclear debe completarse con un estudio sobre la extensión de diseño. La IS-37 se refiere, en concreto, a los escenarios de ED de categoría CED-A, que son aquellos en los que es posible prevenir el daño severo al combustible, tanto en el núcleo como en los sistemas de almacenamiento de combustible gastado.

El análisis de ED debe utilizarse para definir los criterios de diseño de los sistemas requeridos para prevenir la aparición de las condiciones postuladas, o que permitan (en caso de producirse) su control y la mitigación de sus consecuencias.

La IS-37 requiere que los titulares de cada instalación lleven a cabo un proceso sistemático de los sucesos CED-A que se analizarán. La selección se debe hacer utilizando argumentos de carácter determinista y probabilista y juicio ingenieril. El proceso de selección debe tener en consideración todos los sucesos, o combinación de ellos, que (con elevada confianza) no se puedan calificar de extremadamente improbables, y que puedan dar lugar a condiciones de accidente más severas que las de los accidentes base de diseño. En el anexo III a la IS-37 se recoge una relación ilustrativa de sucesos que las plantas deben considerar en el análisis de ED. Es importante señalar que esa lista no pretende ser exhaustiva y que constituye un punto de partida de análisis específicos para cada central. En la selección de sucesos CED-A se deben considerar secuencias accidentales creíbles que estén más allá de la base de diseño de la instalación, y sobre las que son factibles, de modo razonable, medidas de prevención o mitigación.

El resultado del análisis de ED se debe incorporar al Estudio de Seguridad, en forma de anexo que incluya tanto CED-A como CED-B.

Los análisis de accidentes de plantas nucleares se han realizado, tradicionalmente, con modelos computacionales e hipótesis de carácter conservador. A finales de los años 1980 se empezó a autorizar internacionalmente el uso de modelos e hipótesis realistas con estimación de incertidumbres, también llamados BEPU («Best Estimate Plus Uncertainty»). Desde entonces, las metodologías BEPU de análisis de accidentes han ido aumentando su presencia en Seguridad Nuclear.

El área de Ingeniería del Núcleo (INNU) del CSN ha licenciado la aplicación de varias metodologías realistas al análisis de accidentes para ciertas plantas españolas. Una de ellas fue el análisis de LOCA/ECCS para el aumento de potencia de un reactor PWR español.

Por otro lado, la regulación de los análisis LOCA/ECCS se está modificando actualmente, a nivel internacional; existe un proyecto de cambio de uno de los criterios de

aceptación a corto plazo, referido al espesor de óxido permitido en las vainas de combustible. En lugar de establecerse un límite universal del 17% del espesor original de vaina, la USNRC proyecta ahora establecer una condición más restrictiva, consistente en un límite dependiente del contenido inicial de hidrógeno en la vaina. En Alemania este cambio ya se ha llevado a cabo.

Este cambio obligará probablemente a repetir los análisis de LOCA de las plantas españolas. Al menos uno de esos nuevos análisis se hará con metodología BEPU. Por ese motivo, el CSN debe estar preparado para mantener y mejorar su capacidad en la evaluación de metodologías BEPU y sus aplicaciones. Por su parte, la UPV colaborará en la consolidación de estos estudios e incorporará su resultado dentro del proyecto formativo de asignaturas del perfil de seguridad nuclear, en un proceso de actualización y mejora continua que garanticen la capacitación de sus ingenieros en las técnicas y aplicaciones BEPU más actuales.

Las metodologías BEPU actuales se basan, en su mayoría, en la modelación probabilista de la incertidumbre. Existe un procedimiento que se considera esencialmente adecuado para la propagación de incertidumbre a través de modelos de cálculo, y es el análisis de Monte Carlo, especialmente el llamado Monte Carlo puro, que se basa en el muestreo aleatorio simple (MAS) de los inputs (modelados como variables aleatorias) y el cálculo con el modelo computacional, de manera que se obtienen muestras aleatorias simples de los resultados del cálculo. El problema es que, cuando el cálculo con el modelo consume mucho tiempo y recursos, un Monte Carlo completo (que permita la estimación precisa de la distribución de probabilidad de los resultados) es prohibitivo. Una posibilidad más económica es la de utilizar una muestra de tamaño moderado y utilizarla para construir lo que se llama un intervalo de tolerancia del resultado de seguridad; se trata de un intervalo que contiene a dicho resultado con, al menos, un nivel preestablecido de tolerancia. Los reguladores exigen típicamente un nivel (95, 95), y eso significa la construcción de intervalos que contengan al resultado de seguridad con, al menos, una probabilidad 0.95 y una confianza estadística del 95%. Intervalos de este tipo son suficientes para demostrar el cumplimiento del criterio regulador de aceptación; y para construirlos bastan solo unas decenas de cálculos con el código.

Existe un método de construcción de intervalos de tolerancia universalmente utilizado y empleado: el método de Wilks, basado en estadísticos de orden. Tiene una especial aceptación por los reguladores, porque requiere un mínimo de hipótesis (es exacto, no paramétrico y no bayesiano); además es conservador en relación con otros métodos.

En este sentido, tiene interés el estudio de métodos de intervalos de tolerancia que sean alternativos al método de Wilks.

En relación con lo anterior, existe un campo de gran interés en los análisis computacionales, que es el de los modelos sustitutivos. Cuando un modelo computacional o código, utilizado en análisis de accidente, se basa en cálculos muy complejos y detallados, el coste computacional (en términos de tiempo y otros recursos) aumenta muchísimo. Los análisis de incertidumbres requieren, en algunos casos (e.g. análisis de Monte Carlo) la realización de muchos cálculos de un mismo escenario. En tales casos, es prohibitivo el uso del modelo, y se recurre a sustituirlo por un modelo subrogado o metamodelo (también llamado emulador o modelo sustitutivo), que calcule con menos detalle, pero mucha más rapidez. Es evidente que los metamodelos no pueden sustituir al modelo original a efectos de predicción, pero sí pueden hacerlo a efectos de propagación de incertidumbres.

Estas investigaciones están cubiertas por las siguientes líneas estratégicas del vigente Plan de I+D del CSN (2016-2020):

IV.1.1 Métodos y herramientas de análisis y simulación. Códigos de simulación de incendios.

Esta línea estratégica incluye un área de investigación que se abordará en el proyecto a realizar:

– «Programas termohidráulicos experimentales, verificación / validación y desarrollo de herramientas de simulación.»

Esta línea estratégica busca mantener los recursos que permitan optimizar las aplicaciones de estos códigos de cálculo, tanto en el propio CSN como en centros de investigación nacionales, universidades y empresas.

IV.1.2 Metodologías de análisis de seguridad, dentro del área de investigación prioritaria «Desarrollo y validación de metodologías de análisis de seguridad realistas. Técnicas de cuantificación de márgenes de seguridad y de sus incertidumbres, combinando métodos probabilistas y deterministas».

El CSN y la UPV mantuvieron un Acuerdo Específico de Colaboración que abarcó los años 2014 y 2015, y que sustentó la realización del proyecto MASA (Métodos Avanzados en Simulación Análisis), antecedente directo del proyecto MASA-2 que se plantea ahora.

El objetivo fundamental de este Convenio es, por tanto, continuar la colaboración entre ambas entidades sobre los temas de I+D relevantes para análisis de accidentes y transitorios en plantas nucleares.

2. *Objetivo del Convenio*

El objetivo general del Convenio es el desarrollo del proyecto MASA-2 (Métodos Avanzados de Simulación y Análisis en el campo de la Seguridad Nuclear – Segunda parte), para mantener actualizado el nivel de conocimientos del CSN en lo referente a las metodologías de análisis de accidentes y la simulación avanzada de la fenomenología estudiada en dichos análisis.

Para ello, en el desarrollo del Proyecto se utilizarán:

- Códigos termohidráulicos de sistema.
- Métodos de análisis de incertidumbres, incluidos distintos métodos de propagación de incertidumbres y de estimación de cuantiles.
- Métodos de ajuste de modelos subrogados (metamodelos).

En particular, el convenio se estructura en dos tareas, una de las cuales continúa el desarrollo de trabajos anteriores, y la otra se propone como nueva.

3. *Actividades a desarrollar*

El proyecto tiene 2 partes, que darán lugar a otras tantas tareas.

1. Desarrollo y validación de una metodología de análisis determinista de secuencias accidentales en condiciones de extensión de diseño sin degradación significativa del combustible nuclear.

El análisis de extensión de diseño ha cobrado especial actualidad como consecuencia del accidente de Fukushima. Buena prueba de ello es la redacción de dos documentos del IAEA:

- SSR 2/1 «Safety of Nuclear Power Plants: Design».
- SSG 2 «Deterministic Safety Analysis of Nuclear Power Plants».

Otra prueba del interés por la extensión de diseño es la revisión de los niveles de referencia de WENRA, donde hay una especial atención a esta temática.

La Instrucción del Consejo IS-37, de 21 de enero de 2015, emitida por el Consejo de Seguridad Nuclear, se refiere en su decimotercer punto a la extensión del diseño, estableciendo que el análisis de accidentes de una instalación nuclear debe completarse con un estudio sobre la extensión de diseño. La IS-37 se refiere, en concreto, a los escenarios de extensión de diseño de categoría CED-A, que son aquellos en los que es posible prevenir el daño severo al combustible, tanto en el núcleo como en los sistemas de almacenamiento de combustible gastado.

El estudio sobre la extensión del diseño de la instalación tiene por objeto, según la IS-37:

- Estudiar el comportamiento de la central (incluyendo la interacción entre unidades en el caso de emplazamientos con más de una unidad o próximos entre sí) ante escenarios accidentales concretos que excedan en sus hipótesis las consideradas en la base de diseño de las estructuras, sistemas y componentes (ESC) de seguridad.
- Determinar la posibilidad de mejora en el diseño de ESC existentes, la incorporación de nuevos refuerzos, o el establecimiento de procedimientos u otras medidas de modo que con estas actuaciones se contribuya a minimizar de modo razonable el riesgo de la población y medio ambiente a la exposición dañina a radiaciones ionizantes y asegurar la existencia de margen ante situaciones límite en las que pequeñas variaciones de parámetros den lugar a cambios desproporcionados en las consecuencias.
- Identificar las medidas razonables que permitan prevenir daño severo al combustible de modo que este sea extremadamente improbable con una elevada confianza.

El análisis de extensión de diseño debe utilizarse para definir los criterios de diseño de los sistemas requeridos para prevenir la aparición de las condiciones postuladas, o que permitan (en caso de producirse) controlarlas y mitigar sus consecuencias.

La IS-37 requiere que los titulares de cada instalación lleven a cabo un proceso sistemático de selección de los sucesos CED-A que se analizarán. La selección se debe hacer utilizando argumentos de carácter determinista y probabilista y juicio ingenieril. El proceso de selección debe tener en consideración todos los sucesos o combinación de ellos que, con elevada confianza, no se puedan calificar de extremadamente improbables, y que puedan dar lugar a condiciones de accidente más severas que las de los accidentes base de diseño. Se contemplará:

- Cualquier condición operacional de la planta.
- Su origen en riesgos internos o externos.
- Modos de fallo por causa común.
- La presencia de más de una unidad en el emplazamiento.
- Sucesos con impacto en las unidades del emplazamiento, así como las interacciones entre ellas o con otras unidades próximas.

En el anexo III a la IS-37 se recoge una relación ilustrativa de sucesos que las plantas deben considerar en el análisis de extensión del diseño. Es importante señalar que dicha relación constituye un punto de partida, pero que tiene que ser analizado de modo específico para cada central.

En la selección de sucesos CED-A se deben considerar las secuencias accidentales creíbles que están más allá de la base de diseño de la instalación, y sobre las que es factible, de un modo razonable, la implantación de medidas de prevención o mitigación.

Respecto a la metodología y contenido del análisis de extensión de diseño, la IS-37 exige lo siguiente:

- Los métodos e hipótesis deben dar lugar a una evolución con carácter globalmente conservador, sin que se desvirtúe la evolución esperada de la instalación.
- Se deben considerar incertidumbres y su impacto (en especial cuando se recurre al juicio de expertos).
- Se deben identificar medios y posibilidades de prevenir daño al combustible, mediante la mejora de la capacidad de la instalación para soportar escenarios más graves que los del diseño.
- Se evaluarán posibles consecuencias radiológicas, cuando pudieran exceder las máximas admisibles en la base de diseño de la instalación.
- Se tendrán en consideración la disposición, ubicación y capacidades de los equipos; las condiciones previstas para cada escenario; viabilidad de acciones previstas para la gestión del accidente; y la información sobre disponibilidad de sistemas obtenida de los APS para estimar la probabilidad de las secuencias.

- Se define un estado final seguro y tiempos de misión para los ESC demandados.
- Se usarán herramientas cualificadas.

El resultado del análisis de extensión de diseño se debe incorporar al Estudio de Seguridad. El CSN y Unesa acordaron, dentro del grupo mixto, que dicha incorporación se lleve a cabo en un anexo al ES que incluya tanto CED-A como CED-B. Por su parte la UPV, desde la capacitación que permite esta colaboración en el análisis de extensión de diseño, está interesada en incorporar los resultados teóricos y aplicados dentro del proyecto formativo en materia de seguridad nuclear de los ingenieros que a corto-medio plazo se incorporarán al CSN y/o al sector nuclear para desempeñar dicho cometido.

El objetivo de esta primera tarea para el equipo investigador de UPV es desarrollar una metodología teórica para la evaluación de los análisis de extensión de diseño de plantas españolas. La tarea se concretará en las siguientes actividades:

- Actividad 1.1: Selección de sucesos iniciadores y escenarios accidentales de categoría CED-A.

Se desarrollará un procedimiento para hacer esta selección de sucesos y escenarios, a partir de una combinación de métodos deterministas, análisis probabilistas y juicio ingenieril. Se considerarán los sucesos, combinaciones de sucesos y secuencias accidentales creíbles que puedan dar lugar a condiciones de accidente más severas que las consideradas en la base de diseño, y sobre las que sea factible, de un modo razonable, la implantación de medidas de prevención o mitigación.

El borrador de la revisión 1 a la guía SSG 2 del IAEA, en sus apartados 3.39 a 3.44, establece criterios para la identificación de accidentes de tipo CED-A, que serán objeto de estudio. El conjunto de sucesos seleccionados deberá confeccionarse teniendo en cuenta los que figuran en el Anexo III de la IS-37, pero no tendrá por qué limitarse a ellos.

- Actividad 1.2: Desarrollo de la metodología de análisis de seguridad para accidentes tipo CED-A.

La metodología de evaluación se basará en los requisitos que establece la IS-37 (punto 13, apartado D) para el análisis de extensión de diseño.

La revisión 1 de la guía SSG 2 del IAEA establece, en sus apartados 7.45 a 7.55, criterios sobre el análisis determinista de seguridad de accidentes del tipo CED-A, que puede contemplar varias de las opciones propuestas en los apartados 2.8 a 2.15 de la citada guía. Los criterios serán objeto de estudio en el presente Convenio.

2. Estudio de métodos alternativos para la cuantificación de incertidumbres en análisis BEPU de accidentes.

Los análisis de accidentes de plantas nucleares se han realizado, tradicionalmente, con modelos computacionales e hipótesis de carácter conservador. A finales de los años 1980 se empezó a autorizar internacionalmente el uso de modelos e hipótesis realistas con estimación de incertidumbres, también llamados BEPU («Best Estimate Plus Uncertainty»). Desde entonces, las metodologías BEPU de análisis de accidentes han ido aumentando su presencia en Seguridad Nuclear.

El área INNU del CSN ha licenciado la aplicación de varias metodologías realistas al análisis de accidentes para ciertas plantas españolas. Una de ellas fue el análisis de LOCA/ECCS para el aumento de potencia de un reactor PWR español.

Por otro lado, la regulación de los análisis LOCA/ECCS se está modificando actualmente, a nivel internacional; existe un proyecto de cambio de uno de los criterios de aceptación a corto plazo, referido al espesor de óxido permitido en las vainas de combustible (Zircaloy). En lugar de establecerse un límite universal del 17% del espesor original de vaina, la USNRC proyecta ahora establecer una condición más restrictiva, consistente en un límite dependiente del contenido inicial de hidrógeno en la vaina. En Alemania este cambio ya se ha llevado a cabo.

Este cambio obligará probablemente a repetir los análisis de LOCA de las plantas españolas. Al menos uno de esos nuevos análisis se hará con metodología BEPU. Por ese motivo, el CSN debe estar preparado para mantener y mejorar su capacidad en la evaluación de metodologías BEPU y sus aplicaciones. Por su parte, la UPV debe colaborar en la consolidación de estos estudios e incorporar su resultado dentro del proyecto formativo de asignaturas del perfil de seguridad nuclear, en un proceso de actualización y mejora continua que garanticen la capacitación de sus ingenieros en las técnicas y aplicaciones BEPU más actuales.

Las metodologías BEPU actuales se basan, en su mayoría, en la modelación probabilista de la incertidumbre. Existe un procedimiento que se considera esencialmente adecuado para la propagación de incertidumbre a través de modelos de cálculo, y es el análisis de Monte Carlo, especialmente el llamado Monte Carlo puro, que se basa en el muestreo aleatorio simple (MAS) de los inputs (modelados como variables aleatorias) y el cálculo con el modelo computacional, de manera que se obtienen muestras aleatorias simples de los resultados del cálculo. El problema es que, cuando el cálculo con el modelo consume mucho tiempo y recursos, un Monte Carlo completo (que permita la estimación precisa de la distribución de probabilidad de los resultados) es prohibitivo. Una posibilidad más económica es la de utilizar una muestra de tamaño moderado y utilizarla para construir lo que se llama un intervalo de tolerancia del resultado de seguridad; se trata de un intervalo que contiene a dicho resultado con, al menos, un nivel preestablecido de tolerancia. Los reguladores exigen típicamente un nivel (95, 95), y eso significa la construcción de intervalos que contengan al resultado de seguridad con, al menos, una probabilidad 0.95 y una confianza estadística del 95%. Intervalos de este tipo son suficientes para demostrar el cumplimiento del criterio regulador de aceptación; y para construirlos bastan sólo unas decenas de cálculos con el código.

Existe un método de construcción de intervalos de tolerancia universalmente utilizado y empleado: el método de Wilks, basado en estadísticos de orden. Tiene una especial aceptación por los reguladores, porque requiere un mínimo de hipótesis (es exacto, no paramétrico y no bayesiano); además es conservador en relación con otros métodos.

En esta tarea se explorarán y estudiarán diferentes métodos para construir intervalos de tolerancia, y se compararán con el método por defecto, el de Wilks. En ese sentido, el trabajo será continuación y ampliación del que se realizó en el proyecto MASA, con este mismo grupo de investigación. Se hará énfasis en dos clases de metodologías:

- Metodologías basadas en estimación de cuantiles a partir del modelo computacional original.
- Metodologías basadas en modelos sustitutivos del original (también llamados modelos subrogados, metamodelos o emuladores).

Sin embargo, se dejará abierta la posibilidad de explorar (si se cree necesario) otras clases de metodologías.

En esta tarea se podrán incluir también, si se juzga necesario, otros tópicos que puedan ser de interés para una evaluación adecuada de las metodologías BEPU y sus aplicaciones a planta.

Para el desarrollo de esta tarea se prevén las siguientes actividades:

- Actividad 2.1: Selección de escenario y determinación de las condiciones del estudio BEPU.

El grupo investigador dispone de modelos para análisis de LOCA grande con el código TRACE para un PWR de 3 lazos de diseño Westinghouse, que pueden utilizarse en esta actividad. Se utilizarán escenarios LOCA para la aplicación de los métodos, preferentemente LOCA grande base de diseño. Como alternativa, se pueden utilizar escenarios de LOCA pequeño.

Se identificarán los parámetros de input más representativos e importantes, y se hará un estudio preliminar de su incertidumbre. Podrán utilizarse en la tarea técnicas de análisis de sensibilidad.

– Actividad 2.2: Aplicación al escenario de la metodología BEPU basada en método de Wilks.

Se aplicará al escenario seleccionado una metodología BEPU en la que la propagación de incertidumbre se haga mediante el método de Wilks (procedimiento no paramétrico basado en estadísticos de orden).

– Actividad 2.3: Aplicación al escenario de la metodología BEPU basada en métodos no paramétricos alternativos al de Wilks.

Se aplicarán al escenario seleccionado metodologías BEPU en la que la propagación de incertidumbre se haga mediante métodos no paramétricos de estimación de cuantiles alternativos al de Wilks. Se compararán las características y resultados de unos y otros métodos. Este trabajo será continuación y ampliación del llevado a cabo en el proyecto MASA, con el mismo grupo investigador (periodo 2014-15). Uno de los productos de esta tarea será un informe recopilatorio de métodos de estimación de cuantiles alternativos al de Wilks.

– Actividad 2.4: Aplicación de la metodología BEPU al escenario utilizando modelos sustitutivos para el estudio de incertidumbres.

Se aplicarán al escenario seleccionado metodologías BEPU en la que la propagación de incertidumbre se haga mediante modelos sustitutivos (llamados también metamodelos o modelos subrogados o emuladores), en lugar de los códigos de sistema originales. Se probarán diferentes tipos de metamodelos. Este trabajo será continuación y ampliación del llevado a cabo en el proyecto MASA anterior con el mismo grupo investigador (periodo 2014-15). Se harán comparaciones con resultados del método de Wilks (aplicado al código original). Uno de los productos de esta tarea será un informe recopilatorio de métodos basados en modelos sustitutivos.

– Actividad 2.5: Estudio y aplicación de la metodología de propagación lineal de errores.

Una metodología clásica de propagación de incertidumbre es la llamada propagación de errores. Tiene la ventaja de que no requiere muchos cálculos, y la desventaja de que su esfuerzo computacional crece con el número de inputs inciertos considerados. Otro inconveniente obvio de este método es que no tiene en cuenta las no linealidades del modelo (típicamente, las interacciones entre variables de input). Sin embargo, la propagación lineal de errores sigue empleándose en algunos cálculos de licencia. El objetivo de esta actividad es estudiar sus condiciones de aplicación, y comparar sus resultados con los de métodos que sí tienen en cuenta las no linealidades (una vez más, el método de referencia será el de Wilks).

4. *Equipo de la UPV para la realización del trabajo*

Las personas de la UPV encargadas de realizar los trabajos objeto de este Convenio son las siguientes:

Director del proyecto/Coordinador técnico: Don Sebastián Martorell Alsina.
Catedráticas de Universidad: Doña Sofía Carlos Alberola y doña Ana Isabel Sánchez Galdón.
Profesor asociado: Don José Felipe Villanueva López.
Un contratado a tiempo completo: Aún por asignar.
Un contratado a tiempo parcial: Aún por asignar.

La UPV podrá sustituir a estas personas por otras en caso de necesidad, siempre que las nuevas personas dispongan de cualificaciones técnicas similares a las de las personas a las que sustituyen y sean previamente aceptadas por el CSN.

En el apartado 7 de esta Memoria Técnica se adjuntan los currículos de los expertos del equipo investigador que van a participar.

5. Informes de resultados

Los resultados que se obtengan como producto de las actividades englobadas dentro de este Convenio quedarán debidamente documentados. La presentación y aceptación de la documentación que se indica en este apartado será necesaria para poder proceder al pago previsto en el Convenio, tal como se indica en la Memoria Económica.

Se elaborarán, por parte de la UPV, informes de seguimiento del Proyecto de carácter semestral, en los que se dará cuenta del estado de avance del proyecto en relación con los objetivos marcados para el periodo correspondiente. Se incluirá una descripción de las actividades realizadas y el grado de consecución de los objetivos hasta la fecha del informe, así como las presentaciones, reuniones, etc. que se hayan realizado durante el periodo. La presentación y aceptación de estos informes por el CSN será necesaria para proceder al pago parcial correspondiente.

La UPV elaborará un informe final del proyecto, que se presentará al CSN con carácter previo al último pago. En él se incluirá una exposición del desarrollo del proyecto y de los logros alcanzados, su comparación con los objetivos previstos y los resultados y productos que se hayan obtenido y cuya aplicación a corto, medio o largo plazo permita prever beneficios y avances en el conocimiento de los escenarios de transitorios y accidentes y su modelación en las centrales nucleares.

De manera específica, las siguientes actividades se documentarán por parte de la UPV en la forma que se indica:

- Se mantendrán reuniones periódicas para analizar de avance de los trabajos, donde la UPV expondrá el trabajo realizado durante el periodo y las previsiones para el siguiente periodo.
- Se elaborarán informes de tarea, uno por cada una de las actividades del proyecto. Dichos informes describirán de manera completa los trabajos realizados en cada actividad. Se desarrollarán a lo largo del proyecto, de forma que se completen cuando éste acabe.
- Se elaborarán informes de avance cada seis meses de validez del proyecto, que incluyan la documentación (informes de progreso, informes de tarea u otros específicos, artículos, comunicaciones, etc.) que se haya generado hasta la fecha.
- Se elaborará un informe final del proyecto, con el contenido que se especifica en la memoria técnica, y que también incluya la documentación (informes de progreso, informes específicos, artículos, comunicaciones) generadas en este proyecto.

Esta documentación deberá ser presentada al CSN y aceptada por éste antes de proceder a los pagos previstos en el convenio.

6. Cronograma

Las actividades previstas en el proyecto MASA-2 se desarrollarán de manera simultánea a lo largo de la duración del Convenio. Por tal motivo, no se considera necesario incluir un cronograma detallado de las mismas.

7. Equipo del CSN para la realización de trabajos

Para las tareas de colaboración, supervisión y coordinación de este proyecto de I+D, el Consejo de Seguridad Nuclear designa a D. Rafael Mendizábal Sanz, técnico de la Subdirección de Ingeniería (Área de Ingeniería del Núcleo), como experto conocedor de las aplicaciones de esta I+D a la función reguladora.

En principio, los recursos para esta coordinación se han estimado en 80 horas/año de dedicación tratándose de horas de producción científica, por lo que se cuantifican como aportación del personal del CSN al Convenio en la Memoria Económica.

8. Currículos profesionales del equipo investigador de la UPV

Don Sebastián Martorell Alsina.
Doña Sofía Carlos Alberola.
Doña Ana Isabel Sánchez Galdón.
Don José Felipe Villanueva López.

Sebastián Salvador Martorell Alsina:

Catedrático de Ingeniería Nuclear, Director del Servicio de Radiaciones y del Laboratorio de Radiactividad y Ex-director del Departamento de Ingeniería Química y Nuclear de la Universitat Politècnica de València. Docente e Investigador de la UPV desde hace 27 años, en las áreas de Tecnología y Análisis de Seguridad de Centrales Nucleares, Análisis Determinista y Probabilista de Seguridad, Análisis de Incertidumbres, Metodología BEPU aplicada a Centrales Nucleares, toma de decisiones informada en el riesgo y modelado de Fiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad de equipos de centrales. Optimización de actividades utilizando algoritmos genéticos de computación evolutiva. La I+D+i realizada en estas líneas ha estado financiada en proyectos competitivos nacionales e internacionales de investigación y en convenios de colaboración con entidades públicas y privadas, entre ellas el Consejo de Seguridad Nuclear. En los últimos 27 años ha participado como investigador principal o investigador en más de 70 proyectos de I+D. Dichos trabajos han dado lugar a la publicación como autor principal o co-autor de más de 300 trabajos científicos y técnicos, de entre los cuales destacan 134 artículos en revistas y en conferencias internacionales de prestigio, todos ellos indexados en áreas de la fiabilidad, seguridad, ingeniería, riesgo.

(<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701658846>) (<http://orcid.org/0000-0003-1706-4740>). Miembro del comité editorial de la Revista internacional Reliability Engineering and System Safety del SCI (ISSN: 0951-8320) y miembro del comité científico de la revista Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability del SCI (ISSN: 1748006X). Ex-Vicepresidente de la European Safety and Reliability Association (ESRA). Presidente del comité científico y organizador del congreso ESREL 2008 & 17th ESREDA Europe, que se organiza anualmente y el cual es uno de los congresos referentes a nivel mundial en temas relacionados con la seguridad y fiabilidad. Miembro del Comité Científico de ESREL 1997-2011, 2013-2019.

Sofía Carlos Alberola:

Profesora Catedrática de Universidad desde el año 2007 impartiendo docencia en el Departamento de Ingeniería Química y Nuclear de la Universitat Politècnica de València, del que he sido secretaria desde 2008 al 2012 y directora del mismo desde el año 2016. Dentro de mi labor investigadora he participado en las líneas de Seguridad de Reactores y de Fiabilidad y gestión de activos del grupo MEDASEGI. Los trabajos realizados en estas líneas de investigación han estado enmarcados por proyectos y convenios de investigación. En concreto, he participado en 17 proyectos financiados en convocatorias competitivas, financiados por administraciones públicas como el Ministerio, la Generalitat Valenciana o el Consejo de Seguridad Nuclear y en 22 contratos/convenios de investigación no competitivos, financiados por empresas del sector eléctrico como Iberdrola o ENDESA. Dichos proyectos han dado lugar a 80 publicaciones en revistas científicas y capítulos de libro. Entre estas publicaciones cabe citar: más de 20 artículos en revistas del JCR y 5 capítulos de libro en editoriales competitivas, en concreto fueron editados por: Springer International Publishing, Nova Science Publishers y CRC Press Taylor & Francis Group. En cuanto a los congresos son coautora de 138 trabajos presentados a congresos tanto de ámbito nacional como internacional. Entre las aportaciones en los congresos cabe citar 17 trabajos presentados en congresos referenciados en la base de datos científica Web of science. He participado como miembro del comité científico del congreso ESREL 2008 & 17th ESREDA Europe, que se organiza anualmente y el cual es uno de los congresos referentes a nivel mundial en

temas relacionados con la seguridad y fiabilidad y en el siempre existen diversas sesiones dedicadas a la industria nuclear. Researcher ID G-1352-2016-Scopus Author ID 6603209081 - Código ORCID 0000-0002-0637-325X.

Ana Isabel Sánchez Galdón:

Catedrática de Universidad desde el año 2019 impartiendo docencia en el Departamento de Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad de la Universitat Politècnica de València, del que he sido subdirectora docente desde 2007 al 2010 y directora desde el año 2010 hasta el 2018. La actividad investigadora la he desarrollado principalmente en el campo de la Fiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad de las instalaciones industriales. En este área, he participado en 17 proyectos de I+D+i financiados en convocatorias públicas y 22 contratos financiados por empresas o administraciones, cuyos resultados han supuesto un avance significativo del conocimiento en el campo de la fiabilidad y el mantenimiento. En relación a los proyectos del plan nacional de investigación, la mayoría de los mismos son proyectos interdisciplinares con investigadores del área de ingeniería nuclear en los cuales he participado como coordinadora y responsable del grupo de Estadística e Investigación Operativa. En referencia a los contratos de investigación los mismos han sido financiados tanto por empresas (IBERDROLA) como por organismos públicos (Consejo de Seguridad Nuclear, UNESA). Respecto a los proyectos financiados por el Consejo de Seguridad Nuclear indicar que he participado en el proyecto Métodos Avanzados en Simulación y Análisis en el cual lideré un subproyecto enfocado el desarrollo de metamodelos y análisis de incertidumbre y sensibilidad. La transferencia de conocimientos al sector productivo ha sido resultado de la realización de los proyectos anteriores. Dichos proyectos han dado lugar a 29 publicaciones en revistas del JCR y 4 capítulos de libro, tres de ellos en editoriales competitivas. En cuanto a los congresos soy coautora de más de 100 trabajos presentados a congresos tanto de ámbito nacional como internacional. He participado como miembro del comité científico del congreso ESREL 2008 & 17th ESREDA Europe, que se organiza anualmente y el cual es uno de los congresos referentes a nivel mundial en temas relacionados con la seguridad y fiabilidad y del Congreso de Confiabilidad celebrado en el año 2001. Finalmente, mencionar que pertenezco al Comité Editorial de la revista European Journal Industrial Engineering revista que aparece en el Journal Citation Reports Science Edition desde el año 2009. Scopus ID <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7401886697>

Jose Felipe Villanueva Lopez:

Profesor Ayudante Doctor en el Departamento de Ingeniería Química y Nuclear de la Universitat Politècnica de València. La actividad investigadora la he desarrollado principalmente en el campo de la Termohidráulica y Seguridad, en especial en el campo Nuclear. En esta área, he participado en 9 proyectos de I+D financiados en convocatorias públicas y 8 contratos de investigación con empresas o administraciones. En relación a los proyectos del plan nacional de investigación, la mayoría de los mismos son proyectos interdisciplinares con investigadores del área de ingeniería nuclear y de estadística en los cuales he participado como investigador. En referencia a los contratos de investigación los mismos han sido financiados tanto por empresas (UNESA) como por organismos públicos (Consejo de Seguridad Nuclear, Universidad Politécnica de Cataluña, Fundación Biodiversidad). Respecto a los proyectos financiados por el Consejo de Seguridad Nuclear indicar que he participado en diferentes proyectos tanto de análisis de transitorios y secuencias accidentales como de análisis informados en el riesgo. Muchos de ellos en colaboración con otras universidades y empresas del ámbito de la OCDE. La transferencia de conocimientos al sector productivo ha sido resultado de la realización de los proyectos anteriores. Dichos proyectos han dado lugar a 12 publicaciones en revistas del JCR y 2 capítulos de libro. En cuanto a los congresos soy coautor de 31 trabajos presentados a congresos internacionales y 55 de ámbito nacional tanto del campo nuclear como de fiabilidad de sistemas. Researcher ID H-6260-2015-Código ORCID 0000-0002-7684-6884.

ANEXO 2

Memoria económica

CONVENIO ENTRE EL CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR Y LA UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO MASA-2 «MÉTODOS AVANZADOS DE SIMULACIÓN Y ANÁLISIS EN EL CAMPO DE LA SEGURIDAD NUCLEAR, SEGUNDA PARTE»

1. *Presupuesto*

1. Costes de Personal.

Los recursos humanos totales del Convenio se estiman en un esfuerzo de 16.964 horas. El coste correspondiente a esta partida, que es la más importante, asciende a 512.721,24 euros.

La cantidad correspondiente a la aportación de la UPV se valora por el cómputo de las horas trabajadas por los catedráticos don Sebastián Martorell Alsina, Coordinador Técnico del Convenio, (150 horas anuales), doña Sofia Carlos Alberola (400 horas anuales) y doña Ana Isabel Sánchez Galdón (400 horas anuales) más las trabajadas por el Profesor ayudante doctor don José Felipe Villanueva López (505 horas anuales). La UPV aportará por ello 232.747,40 euros.

Del importe abonado por el CSN dentro de esta partida, deben distinguirse dos conceptos:

1. El CSN pondrá a disposición un experto (Rafael Mendizábal Sanz) con dedicación de 80 horas al año. Esta contribución en recursos humanos se ha evaluado dentro de los costes totales del Convenio, según se indica en la tabla que se adjunta al final, asignándose el coste por hora correspondiente. El total de este concepto asciende a 12.908,80 euros.

2. La aportación económica del CSN engloba el trabajo realizado por dos investigadores contratados, uno a tiempo parcial (1056 horas anuales), y otro a tiempo completo (1650 horas anuales). El total de este concepto asciende a 267.065,04 euros.

2. Costes asociados a asistencia a cursos, reuniones, congresos y/o actividades de divulgación.

Se estima un coste anual de 800,00 euros por asistencia a reuniones de coordinación, y otros 2.000,00 euros en concepto de costes de asistencia e inscripción a cursos, reuniones, congresos y/o actividades de divulgación de interés para el CSN. Estos costes serán abonados por el CSN.

3. Costes de material fungible.

Por último, se ha estimado un coste por material fungible de 433,91 euros anuales, también a abonar por el CSN.

4. Costes indirectos y administrativos UPV.

Los costes indirectos relativos a gastos generales imputables al proyecto se estiman en 14.000,03 euros anuales, que corresponden al 20% del total de la aportación monetaria anual del CSN, también a abonar por el CSN.

Por parte de la UPV, se presentará el importe correspondiente incluido en el certificado de gastos sin necesidad de aportar documentación adicional.

5. Coste total.

El coste total del Convenio se estima en 581.657,00 euros (quinientos ochenta y un mil seiscientos cincuenta y siete euros).

En este convenio la Universidad Politécnica de Valencia contribuye con el 40.01% del total (232.747,40 euros), y el CSN lo hace con el 59.99% restante (348.909,60 euros).

La tabla que se adjunta al final de esta Memoria Económica recopila los gastos del Convenio.

2. Distribución de pagos por parte del CSN a la UPV

El calendario de pagos del Convenio es el que se describe a continuación:

- Un pago de 43.613,70 € al mes de firmado el Convenio (2020).
- Un pago de 43.613,70 € 6 meses después de firmar el Convenio (2020).
- Un pago de 43.613,70 € 1 año después de firmar el Convenio (2021).
- Un pago de 43.613,70 € 18 meses después de firmar el Convenio (2021).
- Un pago de 43.613,70 € 2 años después de firmar el Convenio (2022).
- Un pago de 43.613,70 € 30 meses después de firmar el Convenio (2022).
- Un pago de 43.613,70 € 3 años después de firmar el Convenio (2023).
- Un último pago de 30.704,90 € a la terminación del Convenio (2024).

3. Forma de pago

Los pagos parciales se realizarán previa entrega y revisión de informes de seguimiento del Proyecto.

Cada actividad del Proyecto puede dar lugar a uno o varios informes de tarea, dependiendo cómo se divida el trabajo. Estos informes se abren y están en desarrollo durante parte o todo el Proyecto hasta que se finalizan y se cierran. Ante cada periodo de pago semestral, la UPV entregará al CSN copia de todos los informes en desarrollo en su estado de revisión. También se entregará al CSN copia de información generada (artículos en revistas y congresos, presentaciones a congresos y reuniones, y otras publicaciones). La aceptación de esta documentación por parte del CSN será condición necesaria para autorizarse el pago.

Respecto al último pago, se deberá presentar, además de los informes de tarea en sus revisiones finales, con un mes de antelación a la fecha prevista, un informe final, que resuma el trabajo realizado en el Proyecto, establezca las conclusiones del mismo y haga referencia a toda la documentación generada.

El CSN abonará su participación en el Proyecto con cargo a sus presupuestos anuales de gastos, previo cumplimiento de los hitos que se definen en la Memoria Técnica y en la Memoria Económica.

El abono de dichas cantidades se hará efectivo mediante transferencia a la cuenta de la Universitat Politècnica de València, especificando en cada abono la referencia indicada en el requerimiento de pago correspondiente.

Justificación de costes:

La UPV realizará 2 documentos justificativos de los costes correspondientes en los que se haya incurrido. Uno a mitad del Proyecto y otro al finalizar el mismo, incluyendo este último la información correspondiente a todo el Proyecto.

Desglose Presupuesto Proyecto Masa-2

COSTES				CSN+UPV	CSN		UPV
					Aportación CSN No monetaria Anual (€)	Aportación CSN Metálico Anual (€)	Aportación UPV Anual (€)
PERSONAL PROPIO	Categoría	Dedicación Anual (horas)	Precio Horario (€/h)	Total Anual (€)			
SEBASTIAN MARTORELL ALSINA	CU	150	49,73 €	7.459,50 €			7.459,50 €
SOFÍA CARLOS ALBEROLA	CU	400	49,73 €	19.892,00 €			19.892,00 €
ANA ISABEL SÁNCHEZ GALDÓN	CU	400	49,73 €	19.892,00 €			19.892,00 €
JOSÉ FELIPE VILLANUEVA LÓPEZ	AD	505	21,67 €	10.943,35 €			10.943,35 €
PERSONAL CONTRATADO							
INVESTIGADOR 1 (TC)	PAS A.2	1650	25,29 €	41.728,50 €		41.728,50 €	
INVESTIGADOR 2 (TP)	PAS A.2	1056	23,71 €	25.037,76 €		25.037,76 €	
PERSONAL CSN: Rafael Mendizábal Sanz	TS	80	40,34 €	3.227,20 €	3.227,20 €		
SUBTOTAL COSTES PERSONAL		4241		128.180,31 €	3.227,20 €	66.766,26 €	58.186,85 €
2. Viajes y dietas							
Asistencia a reuniones de coordinación.				800,00 €		800,00 €	
Asistencia a congresos para difusión de resultados				2.000,00 €		2.000,00 €	
3. Otros gastos							
Material fungible				433,91 €		433,91 €	
4. Gastos generales (indirectos - 20%)							
				14.000,03 €	-	14.000,03 €	-
TOTAL COSTES ANUALES				145.414,25 €	3.227,20 €	84.000,20 €	58.186,85 €
TOTALES 4 AÑOS							
		16964		581.657,00 €	12.908,80 €	336.000,80 €	232.747,40 €
APORTACIONES 4 AÑOS							
				581.657,00 €		348.909,60 €	232.747,40 €
DISTRIBUCIÓN (%)						59,99%	40,01%