



Programa ATF – España

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La Plataforma Tecnológica (PT) CEIDEN estableció, en 2017, el desarrollo de combustibles ATF (Advanced Technology Fuel) como una de las tres "Iniciativas Tecnológicas Prioritarias" del sector nuclear en el marco de la alianza ALINNE impulsada desde la Administración para ayudar a establecer la política española de I+D+i en el ámbito de la generación de energía.

En 2019 la PT CEIDEN organizó un taller de trabajo sobre los combustibles ATF que congregó a un total de 26 entidades españolas y permitió identificar las capacidades españolas con potencial significativo para contribuir al desarrollo de este tipo de combustible.

Entre las conclusiones del taller se destacan las siguientes:

- El desarrollo de combustibles ATF que proporcionen más tiempo a los sistemas de emergencia para recuperar el control de la instalación es una de las principales actuaciones a medio plazo que la industria nuclear ha emprendido.
- A escala internacional hay un compromiso firme para acelerar dicho desarrollo y se espera que en menos de una década se puedan aplicar soluciones comerciales gracias al soporte y orientación aportado tanto por instituciones internacionales como la AEN/OCDE o la OIEA como por los programas nacionales, por ejemplo, el promovido por el Departamento de Energía de los EEUU.
- La participación activa de la industria nuclear española en el ámbito del combustible ATF es tecnológicamente posible, ya que tiene capacidades para desarrollar y validar partes importantes de los procesos implicados, con la experiencia en programas de demostración para innovaciones en el combustible, regulación propia y cuenta además con sólidas relaciones tecnológicas e institucionales con las entidades equivalentes internacionales que lideran el impulso de los combustibles ATF. Sin embargo, el marco temporal actualmente (2023) establecido para el posible cierre de las CCNN españolas condiciona la oportunidad real para la introducción comercial de los combustibles ATF en España.
- A pesar de la realidad citada en el párrafo anterior, la PT CEIDEN desempeña un papel de facilitador y canalizador de la información de interés, de búsqueda de financiación y de concertación de acuerdos para la realización de proyectos específicos de I+D. Estos últimos permitirán tanto la creación de programas nacionales de implantación de ATFs en las CC.NN. españolas, en caso de modificación de la actual situación, como el posicionamiento de conjunto del sector nuclear español en el ámbito internacional, favoreciendo la visibilidad del mismo y asegurando el mantenimiento de las capacidades de España.

Por todo ello, el Consejo Gestor de la PT CEIDEN de julio de 2021 acuerda la creación de un Programa CEIDEN sobre los nuevos combustibles ATF para explorar oportunidades y promover proyectos relacionados con el desarrollo e implantación de los ATF.

OBJETIVO DEL GRUPO Y MARCO COLABORATIVO

El objetivo principal de este grupo, el promover la participación del sector nuclear español en la investigación, el desarrollo, la fabricación, el suministro, la operación o la inspección de los ATF, así como en los servicios de todo tipo asociados o derivados.

Para ello, de este grupo de trabajo deberán surgir programas de investigación colaborativos entre cualquiera de las entidades que configuran el grupo con origen en:

- a. Actividades promovidas en cualquier marco de colaboración internacional.
- b. Actividades de I+ D propuestas específicamente por los miembros.
- c. Actividades de I+D a identificar dentro del propio grupo como consecuencia del proceso de reflexión.

Debido al amplio catálogo de soluciones ATF en desarrollo, el Programa ha focalizado sus actuaciones a soluciones ATF preferentemente evolutivas de los combustibles actuales (tubos cromados o aleaciones tipo Fe-Cr-Al para la vaina y pastillas de dióxido de uranio con aditivos) que puedan comercializarse a corto plazo.

Desde el punto de vista organizativo, el programa se articula mediante la creación de una Mesa de Trabajo coordinada por la Secretaría Técnica del Programa, ostentada por ENUSA. La mesa de trabajo se rige por unas normas de funcionamiento recogidas en el llamado *“Protocolo de colaboración en el programa CEIDEN sobre combustible ATF”*. Las diferentes entidades de la P.T. CEIDEN que se hayan incorporado o deseen incorporarse como Participantes del Programa lo hacen formalmente mediante la firma de una Declaración de Adhesión que se anexa al Protocolo.

ENTIDADES ADHERIDAS Y REPRESENTANTES

AMPHOS Consulting S.L.	Olga Riba	olga.riba@amphos21.com
Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, O.A., M.P. (CIEMAT)	Luis E. Herranz	luisen.herranz@ciemat.es
Consejo de Seguridad Nuclear	Jose María Rey	jmrg@csn.es
ENDESA Generación S.A.	Pablo T León	pabloteofilo.leon@enel.com
Energy Software S.L.	Victor Martínez	victor.martinez@ensobcn.com
Enusa Industrias Avanzadas S.A. SME	Cristina Muñoz-Reja	cmr@enusa.es
IBERDROLA Generación Nuclear S.A.U.	Pilar Ortego	pore@iberdrola.es
Fundación IDONIAL	Armando Guerrero	armando.guerrero@idonial.com
NFQ Advisory Services	Amparo Soler	amparo.soler@nfq.es

NUCLEONOVA S.L.	J. Antonio Muñoz	jamunoz@nucleonova.es
Science Engineering Associates S.L. (SEA)	Dr. Pedro Ortego	p.ortego@seaingenieria.es
TECNATOM S.A.	Diego Molpeceres	dmolpeceres@tecnatom.es
Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)	Dr. Jordi Freixa	jordi.freixa-terradas@upc.edu
Universidad Politécnica de Madrid (UPM)	Dr. Jesús Ruiz	jesus.ruiz@upm.es

PROGRAMAS COLABORATIVOS

Varias de las entidades adheridas al programa CEIDEN de ATF, están desarrollando sus investigaciones en el marco internacional del [Organismo Internacional de Energía Atómica \(OIEA\)](#). Concretamente, en el [Coordinated Research Project \(CRP\) ‘Testing and Simulation for Advanced Technology and Accident Tolerant Fuels \(ATF-TS\)’](#), en el que participan CIEMAT y la Universidad Politécnica de Madrid, aglutinando, esta última, los trabajos del Centro de Investigaciones en Materiales Estructurales de la UPM, de la E.T.S. de Ingenieros de Minas y Energía de la UPM, de la Universitat Politècnica de Catalunya y de NFQ Advisory Services. Las áreas de investigación de estas entidades españolas contemplan el “Task 1 Experimental Program: RRTs”, el “Task 2 Modelling” y el “Task 3 LOCA Evaluation Methodology”.

Por otro lado, el CSN subvenciona los siguientes proyectos de I+D+i liderados por diferentes entidades adscritas al programa CEIDEN de ATFs:

- De la convocatoria 2021:

“Aumento de márgenes de seguridad en centrales LWR mediante combustible tolerante a accidentes (ATF)”, liderado por el Dpto. de Energía y Combustibles de la E.T.S.I. de Minas y Energía de la UPM en colaboración con la UPV.

“Influencia de los defectos en el comportamiento de vainas ATF de Zr-Nb con revestimiento metálico (INDECOVA)”, liderado por el Dpto. de Materiales de la E.T.S.I. de Caminos, Canales y Puertos de la UPM.

- Convocatoria de 2022

“Metodologías de análisis de comportamiento termomecánico de combustibles resistentes a accidentes (ATFs): desarrollo y aplicaciones (M(AT)2F)” dirigido por el CIEMAT.

“Análisis de escenarios DEC con reinundación de núcleo para combustible ATF cromado: estudio de la integridad de las barras de control (ATF-DEC)” dirigido por la Universitat Politècnica de Catalunya.

Otro proyecto de cooperación entre el CSN y entidades adheridas es el *“Desarrollo de metodologías de análisis termo-mecánico ante escenarios AOO y DEC-A en reactores nucleares de centrales LWR con combustible ATF (Metatf)”* liderado por NFQ Advisory Services.

Existen además dos programas propuestos por ENUSA en el marco CEIDEN: *“Diseño y Optimización del proceso de cromado con distintas técnicas de proyección térmica”* y *“Soldadura de calidad con vaina cromadas ATF”*. Estos proyectos podrían ser abordados si alguna de las entidades del programa decide participar en su ejecución.

En el ámbito de la divulgación y la formación, se han realizado las siguientes colaboraciones entre los miembros adheridos al programa CEIDEN:

- CIEMAT ha dirigido una tesis doctoral con la ETSI Industriales de Madrid sobre la extensión de códigos termo-mecánicos de barra a combustibles ATF de “horizonte próximo” (FeCrAl, vainas con recubrimientos de cromo y pastillas dopadas con cromo). Su finalización y defensa tendrá lugar en 2024.
- La Universidad Politécnica de Madrid, en particular la ETSI Minas y Energía, ha incorporado en los años 2022 y 2023 a su programa de *Seminars on Nuclear Fuel Thermo-mechanics*, charlas específicas sobre ATF. Concretamente *“Introduction to ATF Concept-Application to a MELCOR Análisis”* en el año 2022 impartido por docentes de la UPM y *“ATF Seminar”* en el 2023, impartido por personal técnico del CIEMAT. Se trata de ciclos formativos-divulgativos en un entorno colaborativo entre diferentes entidades adscritas o no al programa CEIDEN en ATF.
- Dentro de la asignatura *Recycling and Sustainability* del Grado de Ingeniería de Materiales de la ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la UPM, se incluyó en los cursos 2021-22 y 2022-23, el seminario *Nuclear Fuel Cycle* impartido por ENUSA, incluyendo combustibles ATF.
- El *Journal of Nuclear Engineering and Design*, incluirá el *Special Issue* titulado *“R&D in Advanced Technology Fuels (ATFS) in Spain”* en el que se enumeran y desarrolla brevemente todas las actuaciones de I+D sobre ATF que realizan las entidades adheridas al programa CEIDEN.

Finalmente, mencionar que los responsables del programa por parte de ENUSA y de Iberdrola, fueron designados por [Foro Nuclear](#) como representantes de la industria nuclear española en el Ad Hoc Group de [nucleareurope](#) para la racionalización del requisito de ATF en la taxonomía sostenible de la Unión Europea para la generación de energía de origen nuclear.