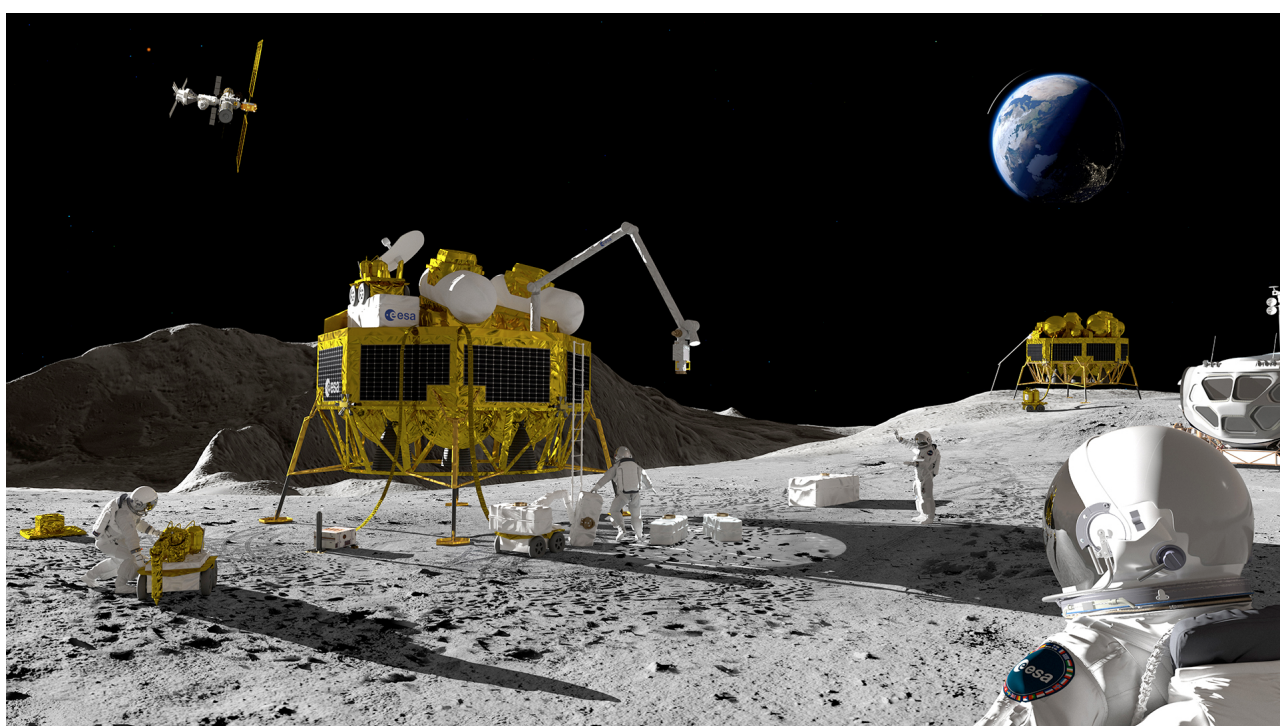


POLÍTICAS EUROPEAS DE SEGURIDAD NUCLEAR EN EL ESPACIO: MISIÓN ARGONAUTA



ISABEL DEL RÍO LUNA

Ingeniero Supervisor de Ingeniería del Producto
ENUSA INDUSTRIAS AVANZADAS S.A. S.M.E.



© ESA/VR rendering of the Argonaut lunar lander.

Explorar forma parte del ser humano y lo hacemos con una avidez insaciable. Exploramos lo que hay a nuestro alcance y buscamos la manera de acceder a lo que no lo está. Exploramos los mundos subterráneos, las profundidades de los océanos, el helado territorio del norte y más allá de las estrellas.

La literatura está plagada de navegantes que ampliaron los límites de su mundo, que arriesgaron sus vidas en misiones inciertas de larga duración para las que se requería algo más que valentía. En la mitología griega, fuente de épicas expediciones, se necesitaba la buena predisposición de los dioses y no solo en la construcción de la nave, como hiciera Atenea con el “Argo”, sino para que los vientos fueran propicios, hincharan el velamen y la impulsaran.

Sin embargo, tanto para los griegos como para sus sucesores españoles y portugueses, la fuerza de sus brazos era

necesaria para propulsar sus naves cuando los vientos no acompañaban. El “Argo”, por ejemplo, tenía 50 remos que, bajo la dirección de Jasón, eran manejados por otros tantos héroes a los que se conoce como los argonautas.

El vapor y los combustibles fósiles e incluso la energía solar llegaron para sustituir a la “fuerza bruta”, pero para misiones de larga duración en condiciones extremas, con falta de exposición solar y sin poder repostar combustible, las fuentes de energía nuclear (NPS) se convierten en la opción más atractiva.

El submarino es el ejemplo más precoz, pues la idea de un submarino de propulsión nuclear y el programa de la Marina precedió en siete meses al famoso *Proyecto Manhattan*. Sin embargo, aunque en 1939 Ross Gunn, del laboratorio Naval de la Marina de Guerra de Estados Unidos, propuso la idea de un submarino de propulsión nuclear, no fue has-

ta 1951 cuando el Congreso de Estados Unidos autorizó la construcción del *Nautilus*. Este submarino, cuyo reactor fue construido por la Westinghouse Corporation, comparte nombre con otro mito de la literatura de ficción y aventuras, ya que era el nombre del ficticio submarino del capitán Nemo en *Veinte mil leguas de viaje submarino* de Julio Verne.

Pronto la propulsión nuclear se revelaría como idónea para submarinos estratégicos en periodos de conflicto bélico, pero también para aplicaciones civiles como los rompehielos, ya que la gran cantidad de energía generada por un reactor nuclear permite operar a gran velocidad durante largos periodos de tiempo.

Volviendo la vista hacia las estrellas, entre los desafíos tecnológicos que plantea la exploración espacial uno de los más grandes es la generación de energía, [ya sea para propulsión, para movilidad o con fines estacionarios de apoyo a bases planetarias](#). La primera "batería nuclear" se construyó en 1959 y en 1961 el primer generador termoeléctrico de radioisótopos (RTG) [1]. En 1965 Estados Unidos probó en el espacio durante 43 días el reactor nuclear SNAP-10A y ese mismo año la URSS envió alrededor de 40 satélites nucleares-eléctricos al espacio. Durante más de 40 años ambos han desarrollado y utilizado NPS en el espacio y trabajan activamente en nuevos desarrollos.

Algunos de esos proyectos han llevado y llevan nombres de héroes de la mitología griega como, por ejemplo, el *Proyecto Prometeo* de la NASA. Pero son, sin duda, las misiones lunares las que lo han convertido en una verdadera tradición; véase, por ejemplo, la misión *Apolo* y la misión *Artemisa* de la NASA. Esta tradición continúa en la actualidad con la misión *Argonauta*, conocida formalmente como *European Large Logistic Lander* (EL3), de la Agencia Espacial Europea (ESA).

La industria y las agencias europeas comenzaron a investigar, tanto en los sistemas de energía de radioisótopos como en reactores de fisión nuclear, en paralelo a los esfuerzos de EE. UU. y Rusia, adquiriendo algo de experiencia con la aplicación de fuentes de energía de radioisótopos en el

espacio a través de dos misiones espaciales en cooperación con Estados Unidos: *Ulysses* y *Cassini/Huygens*. Para ambas misiones, sin embargo, las fuentes de energía de radioisótopos las proporcionaron los socios estadounidenses y ambas misiones fueron lanzadas desde territorio estadounidense y en lanzaderas americanas siguiendo los procesos de aprobación de lanzamiento de EE. UU.

A medida que el uso de NPS en misiones espaciales se vuelve más frecuente, es importante que su implementación se lleve a cabo con el máximo cuidado y atención a la seguridad. Por ello, Europa está inmersa en el proceso de elaborar un enfoque coherente a largo plazo para el desarrollo y el uso de NPS para la ciencia y la exploración espacial. No en vano, un número de Estados miembros de la Unión Europea y de la ESA han desarrollado trabajos internacionalmente reconocidos sobre sistemas de generación de energía nuclear, ya que las centrales nucleares europeas cubren más del 25 % de las necesidades energéticas de la Unión Europea. Por ello, Europa está preparada para la introducción de principios que aseguren que el uso de las NPS está justificado y que los proyectos se gestionan mediante el desarrollo, la implementación y el mantenimiento de la [cultura de seguridad](#).

En las políticas de la ESA la valoración de seguridad del material radiactivo usado en cualquier misión espacial que haga uso de NPS será siempre parte del diseño y la operación (operaciones en tierra, lanzamiento y operaciones en vuelo incluyendo accidente con lluvia radiactiva). Las misiones de la ESA utilizarán evaluaciones de seguridad nuclear independientes para valorar el riesgo a la población y al medioambiente y asegurar que éste es tan bajo como sea razonablemente posible.

El diseño y desarrollo de las misiones con NPS abarcará los siguientes aspectos [2]:

- Debido al riesgo potencial de radiación para los humanos y el medioambiente, el uso de NPS en las misiones de la ESA debe tener una sólida justificación.
- Para asegurar que la misión se alinee con las políticas y regulaciones establecidas por los Estados miembros, las

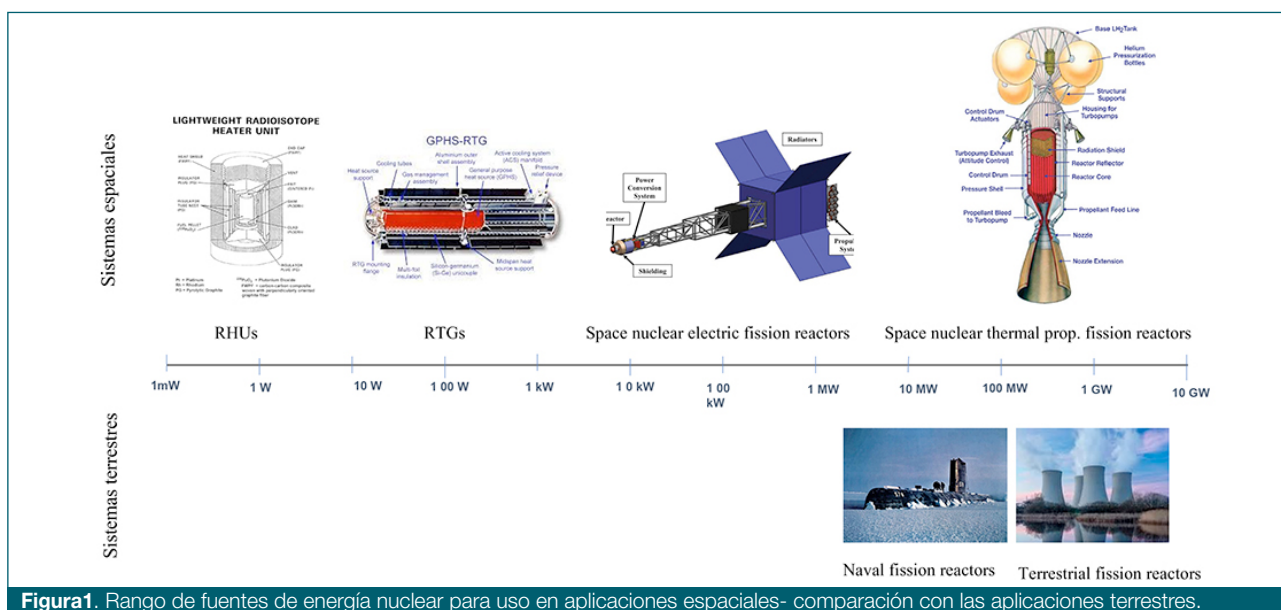


Figura1. Rango de fuentes de energía nuclear para uso en aplicaciones espaciales- comparación con las aplicaciones terrestres.

misiones con NPS deben cumplir con todas las regulaciones nacionales relevantes para las fases terrestre y de lanzamiento, incluyendo la evaluación de los aspectos de manejo y transporte de NPS antes de su llegada al sitio de lanzamiento. Adicionalmente, previo a su lanzamiento, cualquier misión de la ESA con NPS debe ser respaldada por los Estados miembros de la agencia. También se deben seguir las normas internacionales, como las resoluciones de las Naciones Unidas y del Organismo Internacional de la Energía Atómica.

- Para evitar requisitos conflictivos o duplicados, cualquier proyecto que incluya NPS deberá proporcionar una definición clara de la responsabilidad de los procesos de autorización de seguridad nuclear con las autoridades nucleares relevantes.
- Incluirá la identificación, evaluación e implementación de las características de diseño, así como los controles y medidas preventivas que reduzcan la probabilidad de accidentes potenciales y la magnitud de la liberación radiológica potencial.
- Se acompañará de una evaluación de las medidas necesarias para manejar las posibles consecuencias de los accidentes que pueden liberar material radiactivo al medio ambiente terrestre. Esta evaluación debe incluir un enfoque de gestión de crisis con la identificación de varios escenarios posibles de crisis radiológica y los criterios para desencadenarlos.
- El plan de contingencia en caso de un accidente relacionado con NPS debe describir todos los pasos necesarios para minimizar el daño e informar al público. Debe identificar a las partes clave interesadas, incluidas las organizaciones internacionales, los gobiernos, las entidades no gubernamentales y el público en general. También debe garantizar la transparencia en el intercambio de información sobre el accidente con las partes interesadas y el público.

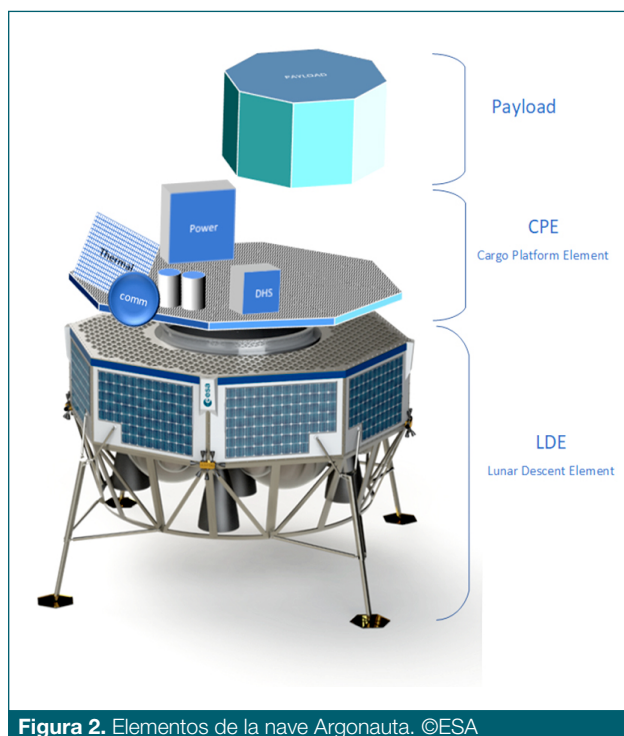


Figura 2. Elementos de la nave Argonauta. ©ESA

- Un aspecto crucial para la seguridad y el éxito de las misiones de la ESA que utilizan NPS son los archivos de seguridad nuclear (NSF). Un NSF preliminar está sujeto a revisión como parte del proceso de revisión del proyecto integrado, y el NSF final es revisado por una organización independiente cuando la ESA solicita la autorización de lanzamiento.

En este contexto, la misión *Argonauta* sirve como valioso caso de estudio para comprender la aplicación práctica de la implementación, por parte de la Oficina de Seguridad Independiente (ISO) de la Agencia Espacial Europea, de la Política de Seguridad de la ESA sobre el uso de fuentes de energía nuclear. Marca un momento crítico en la historia de la exploración espacial europea y sienta las bases para un uso continuo, seguro y responsable de las NPS en el espacio.

La misión *Argonauta* es una multimisión robótica que consiste en posar una gran nave espacial en la superficie de la Luna para realizar diferentes operaciones: entregar suministros e infraestructura de apoyo para la exploración, el retorno de muestras desde la Luna y la utilización sostenible a largo plazo de la Luna en el marco de la cooperación internacional. La nave espacial está compuesta por un módulo de plataforma de carga (CPE) y un módulo de descenso lunar (LDE) responsable de la propulsión desde la separación del lanzador en la órbita de transferencia lunar hasta la superficie de la Luna.

Durante la noche lunar, de 14 días de duración, las temperaturas de la superficie caen en picado hasta los escalofriantes -150°C , por lo que para mantener los propulsores y los equipos electrónicos dentro de un rango de temperatura que asegure su funcionamiento, la nave contiene unidades calefactoras de radioisótopos (RHU). La producción de calor está asegurada por el decaimiento natural de los radioisótopos, que en el caso de la misión *Argonauta* es el americio-241, concretamente una forma cerámica de óxido de americio dopado con uranio que, para evitar el riesgo de liberación de material radiactivo durante las condiciones nominales de lanzamiento y minimizar el riesgo de dispersión en entornos de accidente, se encapsula en un sistema de barreras físicas.

La misión *Argonauta* es un importante paso adelante para el uso seguro de NPS en Europa y demuestra el compromiso de Europa con el uso seguro y responsable de las fuentes de energía nuclear en el espacio, allanando el camino para futuras misiones y el avance de la tecnología espacial. Además, la estrecha colaboración con organizaciones internacionales, gobiernos y agencias espaciales es primordial para garantizar que las mejores prácticas en seguridad nuclear se compartan y adopten a nivel mundial. La cooperación internacional promueve la transparencia y genera confianza entre países y organizaciones, lo cual es fundamental para garantizar el uso seguro de las NPS en el espacio [2].

REFERENCIAS

- [1]. "ESA's Approach to Nuclear Power Sources for Space Applications" by L. Summerer et al.
- [2]. "The Argonaut mission: Paving the way for European nuclear use in space" by G. Ambroszkiewicz et al. /ans. org/news/article-4912.■