

Artículo N° 31 / 2025



REABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE EN EL ESPACIO UN PILAR ESTRATÉGICO PARA LA SOSTENIBILIDAD ESPACIAL

Por Álvaro Aguirre Warden, Director de Asuntos Espaciales.

21 de noviembre de 2025. 10 Min. de lectura.

Introducción

El reabastecimiento de combustible en órbita constituye un hito decisivo para el futuro de las operaciones espaciales. Sus beneficios potenciales abarcan desde la extensión de la vida útil de los satélites hasta la viabilidad de misiones de exploración interplanetaria, e incluyen mejoras sustantivas en seguridad, eficiencia y autonomía estratégica. En un contexto de creciente democratización del acceso al espacio y de intensificación de la competencia por sus recursos, resulta imperativo promover el desarrollo de tecnologías que garanticen una logística autónoma fuera de la Tierra.

Sin la existencia de estaciones de reabastecimiento —ya sea en el espacio cislunar, en plataformas orbitales o en la superficie lunar—, la expansión humana sostenible más allá de la órbita terrestre continuará siendo una meta restringida. No obstante, los avances tecnológicos recientes sugieren que la implementación práctica de tales sistemas podría concretarse en un futuro próximo.

Durante las últimas décadas, el entorno espacial cercano a la Tierra se ha convertido en un ámbito cada vez más congestionado, competitivo y estratégicamente disputado. La proliferación de satélites comerciales, científicos y militares ha incrementado la demanda de recursos orbitales y la necesidad de mayor maniobrabilidad y resiliencia operativa. Aunque los satélites obtienen su energía a partir de paneles solares, su capacidad de desplazamiento depende exclusivamente del combustible que transportan. Una vez agotado, quedan inactivos o deben ser desorbitados para evitar que se conviertan en desechos espaciales. En este contexto, el reabastecimiento de combustible en órbita emerge como un elemento esencial para la sostenibilidad de las operaciones espaciales, tanto en el ámbito civil como en el estratégico.



Recreación artística de Gasolinera espacial GAS-T reabasteciendo a un satélite Northrop Grumman

Beneficios e implicaciones del reabastecimiento orbital

La implementación de un sistema confiable de reabastecimiento orbital ofrecería múltiples ventajas. En primer lugar, permitiría extender significativamente la vida operativa de los satélites, optimizando la inversión inicial y reduciendo la necesidad de lanzamientos de reemplazo. En segundo lugar, otorgaría a los operadores una mayor libertad para ejecutar maniobras, incrementando la capacidad de evitar colisiones, reposicionar satélites según la demanda o responder ante interferencias y amenazas. Este aspecto adquiere especial relevancia en el ámbito militar, donde la movilidad y flexibilidad en órbita pueden constituir una ventaja táctica determinante.

El reabastecimiento orbital también conlleva profundas implicaciones geopolíticas. En un escenario de competencia entre potencias espaciales, la capacidad de prolongar la vida útil de satélites críticos o reposicionarlos con rapidez puede representar una ventaja estratégica considerable. Asimismo, la posibilidad de efectuar maniobras frecuentes y precisas es crucial en contextos de guerra electrónica o confrontación espacial, donde la resiliencia y continuidad operativa de los activos orbitales adquieren un valor prioritario.

Una dimensión aún más transformadora radica en la producción de combustible directamente en el espacio. Las tecnologías de minería lunar o de procesamiento in situ (ISRU, In-Situ Resource Utilization) permitirían acceder a recursos como el agua o el hidrógeno, utilizables como propelentes. Esta capacidad reduciría los costos de lanzamiento desde la Tierra y sentaría las bases para una infraestructura logística autosuficiente en el entorno espacial.

Superar los desafíos técnicos que implica la transferencia de combustible en condiciones de microgravedad y en entornos de baja gravedad —como la superficie lunar— constituye un requisito fundamental para el establecimiento de una presencia humana sostenida fuera de la Tierra.

El desarrollo de tecnologías que viabilicen el reabastecimiento en órbita representa, por tanto, un avance estratégico que habilitará misiones espaciales de larga duración, más económicas y con mayor flexibilidad operativa.



Diseño artístico de nave cisterna espacial Fuente (Orbit Fab)

En particular, la creación de estaciones de reabastecimiento orbitales permitiría reducir de forma significativa la masa inicial de lanzamiento, lo que favorecería arquitecturas de misión más eficientes. Además, esta capacidad resultaría esencial para garantizar el retorno de misiones tripuladas desde la Luna y Marte con costos reducidos, un requisito indispensable para la consolidación de planes de colonización y presencia humana permanente en otros cuerpos del sistema solar.

Reabastecimiento de combustible en órbita baja (LEO) o geoestacionaria (GEO)

En la actualidad, el ciclo de vida de un satélite está determinado, en gran medida, por la cantidad de combustible que puede transportar desde su lanzamiento. Esto impone severas restricciones a su capacidad de maniobra, obligando a los operadores a racionar el combustible desde el inicio de la misión. Tal limitación reduce la vida útil de los activos y compromete su adaptabilidad ante fallas, amenazas o cambios orbitales.

Aunque la idea del reabastecimiento orbital se remonta a la NASA en la década de 1960, el desafío técnico sigue siendo considerable. En particular, realizar operaciones de acoplamiento a velocidades relativas de hasta 11.200 km/h a unos 35.200 km sobre la superficie terrestre (GEO) requiere una precisión extraordinaria. Los satélites deben disponer de capacidades avanzadas de navegación, maniobra y sujeción para lograr un acoplamiento seguro.

El desarrollo de estaciones de reabastecimiento permitirá una profunda reconfiguración del diseño de vehículos espaciales. Al eliminar la necesidad de grandes reservas de combustible desde el lanzamiento, las misiones podrán ser más ligeras, modulares y adaptativas, lo que facilitará el acceso a destinos más lejanos, como la Luna o Marte, y promoverá una economía espacial más sostenible y escalable.



Esquema de cómo funcionan los servicios de reabastecimiento. (Obit fab)

No obstante, las operaciones en GEO son significativamente más complejas que en LEO debido a los retrasos de comunicación, mayor exposición a radiación y sensibilidad del entorno orbital. Para llevar a cabo el acoplamiento y la transferencia, ambos satélites deben sincronizar con precisión su posición, velocidad y orientación. Una vez acoplados, es necesario establecer una conexión sellada que permita la transferencia segura del propelente. Cualquier error podría causar fugas, daños estructurales o alteraciones orbitales no deseadas.

La transferencia de hidracina, un combustible potente pero altamente tóxico y volátil, ejemplifica la dificultad técnica del proceso. Lograr una transferencia segura en GEO —más allá del alcance de la mayoría de las misiones de servicio previas— constituye un testimonio del avance tecnológico alcanzado.

Con esta capacidad, los satélites dejarán de ser plataformas desechables para convertirse en parte de una infraestructura viva y evolutiva.

Reabastecimiento de combustible en la Luna

El reabastecimiento de combustible en la superficie lunar constituye un componente esencial para la consolidación de una infraestructura espacial sostenible. La capacidad de producir, almacenar y transferir propelentes in situ representa un cambio de paradigma en la arquitectura logística interplanetaria, al reducir la dependencia de suministros desde la Tierra y, en consecuencia, los costos y limitaciones asociados a los lanzamientos desde el pozo gravitacional terrestre.

El aprovechamiento de recursos locales mediante tecnologías de Utilización de Recursos In Situ (ISRU, In-Situ Resource Utilization) se erige como un requisito fundamental para viabilizar misiones de larga duración, seguras y económicamente viables en la superficie lunar y en otros entornos del sistema solar. Entre los recursos de mayor interés se encuentra el hielo de agua detectado en regiones polares, especialmente en cráteres permanentemente sombreados. Su extracción y posterior electrólisis permiten obtener hidrógeno (H_2) y oxígeno (O_2), constituyentes esenciales de los propelentes criogénicos (LOX/LH₂) utilizados en motores de alto rendimiento.

Tanto la NASA como la ESA investigan sistemas de excavación, refinamiento y almacenamiento criogénico dentro del marco del Programa Artemis, con el objetivo de establecer una cadena de suministro de propelente lunar. La electrólisis impulsada por energía solar, complementada con la reacción de Sabatier ($\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$), permitiría además la síntesis de metano (CH_4) y oxígeno, ampliando la gama de combustibles disponibles y adaptables a distintos sistemas de propulsión.



Desde el punto de vista operativo, la implementación de estaciones de reabastecimiento lunar aportaría ventajas estratégicas significativas. Entre ellas, la reducción de la masa inicial de lanzamiento desde la Tierra, la posibilidad de realizar maniobras orbitales intermedias y el soporte logístico para misiones tripuladas o robóticas hacia Marte y otros destinos interplanetarios. La Luna, en este contexto, se configuraría como un nodo logístico intermedio dentro de una red de transporte espacial autosuficiente.

No obstante, los desafíos tecnológicos son sustanciales. La transferencia de fluidos criogénicos en condiciones de baja gravedad, la mitigación de los efectos del polvo lunar (regolito), la protección térmica y radiológica de los sistemas, y el desarrollo de plataformas robóticas autónomas para operación y mantenimiento son áreas críticas de investigación. Además, la integración entre módulos de extracción, plantas de procesamiento ISRU y vehículos de ascenso o transporte orbital exige una arquitectura modular altamente confiable y eficiente.

Desde una perspectiva estratégica, el control de instalaciones de reabastecimiento lunar podría conferir ventajas geopolíticas a los actores que dominen esta infraestructura, consolidando posiciones de liderazgo en la futura economía y seguridad espacial.

El reabastecimiento de combustible en la Luna representa, en definitiva, un paso fundamental hacia la expansión sostenible de la presencia humana en el espacio profundo. La capacidad de generar recursos energéticos y propelentes in situ permitirá establecer misiones de larga duración, reducir costos, aumentar la resiliencia operativa y facilitar la exploración de destinos más lejanos, como Marte y asteroides cercanos. Así, la Luna no solo se concibe como un objetivo científico y exploratorio, sino como un nodo estratégico de la infraestructura espacial del futuro.

Producción de combustible en el espacio

La Agencia Espacial Tripulada de China (CMSA) anunció que, durante la misión Shenzhou-19, los astronautas lograron producir oxígeno y etileno a bordo de la estación espacial Tiangong mediante un proceso de fotosíntesis artificial, un logro sin precedentes en órbita.

Este avance permitió generar productos químicos útiles —como oxígeno respirable y etileno— utilizando únicamente luz solar, dióxido de carbono y catalizadores semiconductores, sin depender de grandes cantidades de energía eléctrica ni de recursos transportados desde la Tierra.

El proceso imita la fotosíntesis natural de las plantas, aunque en lugar de clorofila emplea catalizadores semiconductores (habitualmente óxidos metálicos o materiales como dióxido de titanio dopado) que provocan una reacción fotoquímica dentro de un dispositivo instalado en la estación. Cuando la luz solar incide sobre estos materiales, se liberan electrones que activan reacciones químicas capaces de dividir el CO_2 y el H_2O , produciendo O_2 (oxígeno) y C_2H_4 (etileno). Este último es un hidrocarburo fundamental para la fabricación de combustibles sintéticos y materiales plásticos.

A diferencia de los métodos convencionales de producción de oxígeno —como la electrólisis utilizada en la Estación Espacial Internacional—, esta técnica no requiere convertir la energía solar en electricidad antes de generar aire respirable. Si bien la electrólisis es efectiva, su alto consumo energético la vuelve poco práctica para misiones de larga duración.

En cambio, el uso de catalizadores semiconductores permite transformar el dióxido de carbono a temperatura y presión ambiente, reduciendo de manera significativa la demanda energética.

Si esta tecnología se perfecciona, podría permitir una autosuficiencia completa en el espacio, al generar oxígeno y combustible a partir del CO_2 exhalado por los astronautas. Esto reduciría la carga lanzada desde la Tierra, abarataría las misiones, prolongaría su duración y abriría el camino hacia ciclos cerrados de recursos, acercando el ideal de una biosfera artificial autosostenible.

Aunque la agencia espacial china confirmó el éxito del proceso de fotosíntesis artificial, no especificó la cantidad de oxígeno y etileno producidos. La efectividad de los catalizadores semiconductores determinará si estos sistemas se incorporan a operaciones regulares y si otras agencias desarrollan tecnologías equivalentes. Con Estados Unidos y China planeando misiones tripuladas a la Luna durante la próxima década, la gestión eficiente de recursos será un elemento fundamental para ambos programas.

Países que han realizado actividades de reabastecimiento

China

La República Popular China ha dado un paso decisivo hacia la capacidad de reabastecimiento de combustible en órbita a través de su agencia espacial CNSA y de sus contratistas Shanghai Academy of Spaceflight Technology (SAST) y Aerospace Science and Technology Corporation (CASC).

En enero de 2025, China lanzó con éxito el satélite Shijian 25 mediante un cohete Long March 3B desde el Centro de Lanzamiento de Xichang. Según SAST, su objetivo principal es “verificar tecnologías de reabastecimiento de combustible y extender la vida útil de los satélites”.

Hasta hace poco, estas operaciones eran únicamente teóricas o experimentales; ahora, según los informes públicos, han entrado en una fase operativa de prueba.

Entre junio y julio de 2025, los satélites Shijian 21 y Shijian 25 realizaron maniobras de proximidad (Rendezvous and Proximity Operations, RPO) en órbita geoestacionaria (GEO, ~36 000 km). Se reportó un cambio de velocidad (ΔV) superior a 330 m/s, calificado por un exoficial del United States Space Command como “la mayor maniobra única jamás observada en GEO”. Durante estas operaciones, Shijian 25 transfirió aproximadamente 142 kg de hidrazina al Shijian 21, extendiendo su vida útil hasta ocho años. Los datos de seguimiento sugieren que se logró un acoplamiento, o al menos una unión muy cercana, entre ambos satélites.

Lo más notable es que toda la operación se realizó de manera completamente autónoma, sin intervención mecánica externa. Los satélites gestionaron por sí mismos la aproximación, el acoplamiento, la estabilización y el abastecimiento de combustible mediante sistemas integrados a bordo. Este nivel de autonomía espacial resulta esencial a medida que las distancias orbitales aumentan y el control humano en tiempo real se vuelve inviable.

Con este logro, China demuestra no solo capacidad de lanzamiento, sino también de servicio, extensión y potencial reutilización de plataformas espaciales en órbitas de alto valor estratégico. Esto desafía el paradigma tradicional de los satélites en GEO, que habitualmente agotan su combustible y finalizan su vida útil sin posibilidad de extensión.

La demostración tiene implicaciones significativas: optimización de constelaciones, reducción de desechos espaciales, mayor flexibilidad operativa y aplicaciones potenciales tanto civiles como militares.

Estados Unidos

Diferentes empresas privadas y la NASA de Estados Unidos están realizando diferentes actividades para lograr el reabastecimiento en el espacio.

NASA

Investigación de transferencia criogénica en órbita (laboratorio)

En 1992, el NASA Lewis Research Center (hoy parte de Marshall) publicó un estudio titulado “*On-orbit cryogenic fluid transfer research at NASA Lewis Research Center*”, que modela la transferencia de hidrógeno líquido (LH_2) entre tanques bajo el método “no-vent fill”.

El estudio abordó aspectos como presión del tanque receptor, temperatura de entrada del líquido, tasa de flujo y condiciones iniciales del tanque receptor. Estos son componentes críticos para diseñar transferencias reales en microgravedad.

Aunque es investigación en entorno sub-órbita/laboratorio, sienta las bases tecnológicas para aplicaciones reales en órbita.

Sensor de masa/volumen para monitoreo de fluidos en microgravedad

En 2014, la NASA desarrolló tecnología de sensores basados en PZT (zircón titanado de plomo) para medir la masa/volumen de los fluidos en tanques en microgravedad.

Esta herramienta es relevante porque un reto en órbita es no saber dónde está el líquido (y cuánto) dentro del tanque cuando no hay gravedad que lo asiente. Esta incertidumbre complica transferencias seguras.

Aunque no es una “transferencia de combustible” per se, es un componente crítico de la arquitectura general de gestión de propulsor en el espacio.



Los sensores de medición de masa de PZT (Titanato de Circonato de Plomo) se han instalado en un tanque con revestimiento compuesto dentro de las instalaciones del Cryogenics Testbed en el Centro Espacial Kennedy de la NASA en Florida. Nasa Daniel Casper

Empresa SpaceX

SpaceX realizó una demostración de reabastecimiento de combustible en el vuelo de prueba de Starship el 14 de marzo de 2024. Durante ese vuelo, se realizó una demostración de transferencia de propulsor en vuelo. SpaceX planificó transferir al menos 10 toneladas métricas de oxígeno líquido desde un tanque de cabecera al tanque principal dentro de la etapa superior de Starship mientras estaba en el espacio.

El próximo hito importante es la demostración en la que dos Starships se acoplarán en órbita, y una transferirá combustible a la otra. En esa misión, una Starship "objetivo" se lanzará primero y entrará en órbita, seguida tres o cuatro semanas después por una Starship "cazadora". Los dos vehículos se acoplarán con el perseguidor transfiriendo combustible al objetivo. Después de la demostración, las dos naves estelares se desacoplarán y desorbitarán.

La tecnología de transferencia de combustible es esencial para los planes de SpaceX para las misiones Starship más allá de la órbita terrestre baja, incluida la versión del Sistema de Alunizaje Humano (HLS) de Starship que se utilizará para alunizar astronautas a partir de la misión Artemis 3. Múltiples lanzamientos de Starship transferirán propulsor a un depósito en órbita terrestre baja que luego se utilizará para alimentar el HLS Starship, enviándolo a la luna.

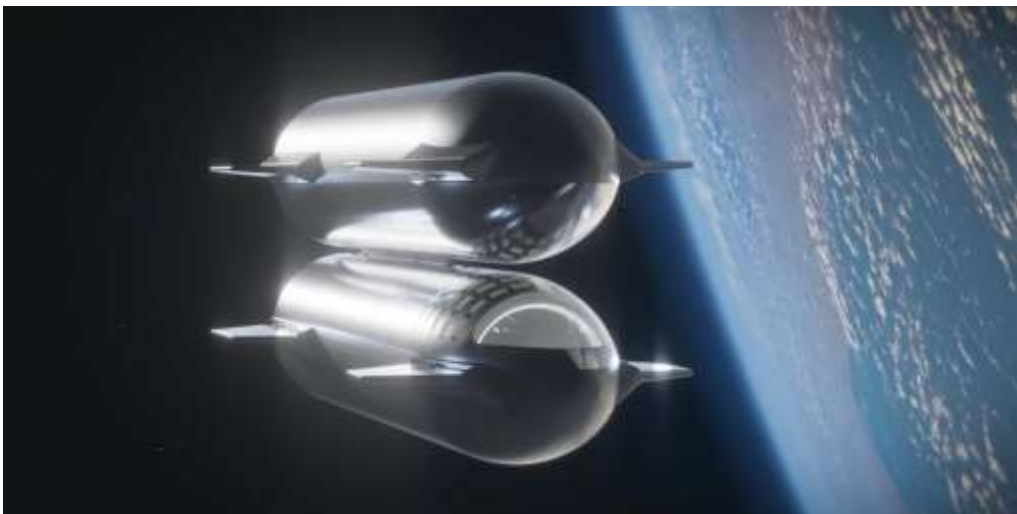
Importancia técnica de una muestra que la transferencia en ambiente de microgravedad o baja gravedad es viable al menos dentro de un solo vehículo. El reto mayor será pasar de “tanque a tanque interno” a “nave tanque → nave receptora”.

Limitaciones señaladas: aún no se ha mostrado públicamente la transferencia entre dos vehículos distintos, y los detalles (tiempos, tasas, pérdidas por ebullición, acoplamientos) siguen sin ser totalmente divulgados.

Aunque SpaceX ha dado un paso muy importante con su demostración interna de “tanque a tanque” en Starship, la transferencia entre vehículos distintos aún no ha sido confirmada públicamente como completada.

El reto no es solo mover el combustible, sino hacerlo de forma segura, con mínimas pérdidas y gestionando la vida útil del depósito/vehículo: pérdidas por ebullición (boil-off), asentamiento del líquido, acoplamientos, integración térmica, efectos de dos fases y cambios térmicos.

La parte de “utilización de recursos in situ” (ISRU) en la Luna o Marte y luego usar ese combustible para reabastecer en órbita es un paso aún más avanzado tecnológicamente; muchas de las pruebas actuales se centran en órbita terrestre baja como primer escalón.



Dos Starship conectados en órbita. (SpaceX)

SpaceX propone la implementación de infraestructuras in situ para la producción de propelentes mediante el aprovechamiento de recursos locales extraídos en cuerpos celestes como la Luna o Marte. Esta estrategia, conocida como In-Situ Resource Utilization (ISRU), busca reducir la dependencia de los recursos terrestres y superar las limitaciones impuestas por la elevada energía necesaria para escapar de la gravedad terrestre.

Uno de los principales objetivos de la compañía es desarrollar fábricas extraterrestres capaces de producir combustible a partir de materiales disponibles localmente, lo que permitiría abaratar significativamente los costos asociados al transporte de suministros desde la Tierra y facilitar la sostenibilidad de futuras colonias en otros mundos.

Empresa Northrop Grumman

La compañía Northrop Grumman fue seleccionada por el Comando de Sistemas Espaciales (SSC), dependiente de la Fuerza Espacial de Estados Unidos, para un contrato de su Módulo de Reabastecimiento Pasivo (PRM). En particular, de la creación de la interfaz para las plataformas que actuarán como gasolineras en órbita y que darán combustible a los satélites del SSC.

El sistema de interfaz de reabastecimiento que está desarrollando Northrop Grumman incluye elementos para atracar y transferir combustible con éxito. El PRM será la interfaz que actúe como intermediaria entre la nave gasolinera y el receptor de la carga de combustible, que serán satélites militares estadounidenses. Estos últimos deberán llevar un puerto de carga compatible con el PRM que se acaba de aprobar, una capacidad que incluirán en futuros diseños

Tanto la compañía como la rama espacial del Pentágono pretenden poner en órbita la interfaz en 2025 a bordo de la misión MRV (Mission Robotic Vehicle) de SpaceLogistics.

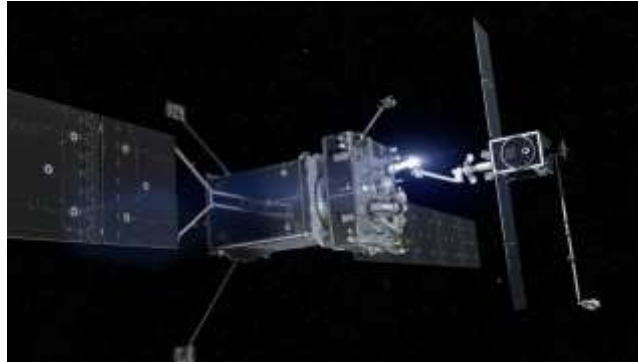


MRV, donde se probará por primera vez la interfaz de reabastecimiento Fuente Northrop Grumman

El Comando de Sistemas Espaciales también apoyará el desarrollo de un satélite cisterna completo que proporcionará el combustible en el espacio para misiones en órbita geosíncrona. Northrop Grumman recibió otro contrato para ejecutar este programa principal.

Se trata de la parte más importante de todo el programa y ha recibido el nombre de Geosynchronous Auxiliary Support Tanker (GAS-T, de sus siglas en inglés). Tendrá una capacidad de carga de 1.000 kilogramos de hidrazina, el combustible que emplea la mayoría de satélites, mientras que el total de la gasolinera espacial crecerá hasta los 2.000 kilogramos.

También se conoce que tendrá la capacidad de proveer de combustible a múltiples satélites y que será el propio GAS-T el que se acercará al cliente; realizando las maniobras de aproximación y acople gracias al PRM.



MRV ejecutando una maniobra de reabastecimiento Northrop Grumman

Agencia Espacial Europea (ESA)

ESA hizo un contrato con Orbit Fab un contrato para estudiar el reabastecimiento de combustible en órbita a los satélites de telecomunicaciones. Este contrato está dentro del programa de Investigación Avanzada en Sistemas de Telecomunicaciones (ARTES por sus siglas en inglés), para integrar en satélites de comunicaciones en órbita geoestacionaria sistemas para poder reponer el xenón que usan como combustible, para mantener la posición orbital, y así alargar la vida útil de éstos.

La empresa ya emplea el sistema RAFTI (siglas en inglés de Interfaz de transferencia de fluidos rápidamente acoplable) para cargar o repostar diferentes tipos de combustibles en satélites, tanto en tierra como en órbita, y ahora actualizará el mismo para el xenón.

El estándar llamado el RAFIT, es un puerto diseñado para que un satélite pueda ser reacondicionado para recibir combustible en órbita o incluso en tierra con la misma interfaz. Orbit Fab llevó a cabo el experimento “Furphy” en la Estación Espacial Internacional (EEI) donde se transfirió agua para probar las dinámicas de fluidos en microgravedad, como paso intermedio hacia la propulsión.



Israel

Helios se creó en 2018 en un taller de innovación celebrado por la Agencia Espacial de Israel durante la Semana Espacial de Israel de ese año. La compañía desarrolló un reactor electroquímico que extrae oxígeno del regolito lunar (una mezcla de suelo, polvo y roca rota en la superficie de la luna), que hará económicamente viables las misiones múltiples y a largo plazo a la Luna, permitiendo que las colonias lunares vivan de la tierra en lugar de transportar todo su combustible y otros recursos desde la Tierra.

El proceso de Helios, denominado electrólisis del regolito fundido y probado en condiciones similares a las de la luna, puede fundir el suelo lunar a 1,600 grados centígrados y luego, mediante electrólisis, crear oxígeno que se almacena para su uso.

La empresa ha simulado la mayoría de las condiciones de la Luna para probar su sistema, utilizando arena similar a la lunar desarrollada por la Universidad de Florida Central a partir de muestras traídas de la Luna.

Helios firmó el año pasado un acuerdo con la multinacional tecnológica europea OHB SE para suministrar su tecnología de producción de oxígeno y metales en la Luna a bordo del sistema de aterrizaje lunar LSAS (Lunar Surface Access Service). La tecnología de Helios volará en las tres primeras misiones del LSAS a la superficie lunar a partir de 2025, lo que permitirá a la empresa probar su tecnología en condiciones reales.

Japón

Astroscale Holdings Inc. es una empresa con sede en Japón dedicada a la investigación y el desarrollo de tecnologías relacionadas con servicios en órbita, como la eliminación de desechos espaciales y las demostraciones en el espacio.

La empresa Astroscale tiene un contrato de 25,5 millones de dólares para la creación de un prototipo de vehículo en el año 2026 para proporcionar servicios de repostaje a los satélites compatibles. El SSC también está evaluando otras opciones como la de Lockheed Martin y Orbit Fab.

Conclusión

El desarrollo de tecnologías para el reabastecimiento de combustible en el espacio representa un cambio fundamental en la manera de concebir la infraestructura espacial. A diferencia del modelo tradicional de satélites desechables, esta capacidad permitiría extender la vida útil de las misiones y diseñar naves más ligeras, modulares y eficientes, reduciendo así los costos de lanzamiento y mantenimiento.

Superar los desafíos técnicos asociados con la transferencia de combustible en microgravedad o en la superficie lunar es esencial para mantener una presencia humana prolongada más allá de la órbita terrestre. Esta tecnología abriría la puerta a estaciones de servicio orbitales y facilitaría la rentabilidad de misiones a la Luna y Marte, impulsando la exploración y eventual colonización interplanetaria.

No obstante, estas capacidades también tienen implicaciones militares y geopolíticas, dado que los mismos sistemas de acoplamiento y manipulación podrían emplearse con fines ofensivos. Por ello, su desarrollo es observado con cautela por las principales potencias espaciales.



Aunque proyectos como la Estación Espacial Internacional aún dependen del reabastecimiento desde la Tierra, los avances recientes sugieren que una infraestructura de repostaje en el espacio podría ser viable en el corto o mediano plazo, marcando el inicio de una nueva era de exploración espacial sostenible.

Además, la introducción del reabastecimiento en órbita permitirá optimizar el diseño de las naves y la planificación de misiones. Los vehículos podrían centrarse en el rendimiento y la eficiencia del espacio disponible, sin la necesidad de almacenar combustible en exceso, lo que transformaría significativamente los parámetros económicos que hoy limitan los viajes espaciales.

En este escenario, los países y actores que dominen las tecnologías de reabastecimiento, acoplamiento autónomo y procesamiento de recursos espaciales ejercerán una posición de liderazgo estratégico en la nueva era de la economía y seguridad espacial.

AAW

chinadaily.com.cn+1

china-in-space.com+3Consejo de Estado de China+3chinadaily.com.cn+3

SpaceX avanza en las tecnologías de reabastecimiento de combustible en el espacio de Starship - SpaceNews

Read More: <https://www.jalopnik.com/china-creates-rocket-fuel-in-orbit-with-just-carbon-dio-1851753935/>

Read More: <https://www.jalopnik.com/1891454/china-close-to-refueling-satellites-on-orbit/>

Read More: <https://www.jalopnik.com/1891454/china-close-to-refueling-satellites-on-orbit/>

SpaceX realiza una demostración de capacidad como parte del desarrollo de la tecnología de reabastecimiento de combustible en el espacio - Executive Gov

Read More: <https://www.jalopnik.com/1891454/china-close-to-refueling-satellites-on-orbit/>

Investigación de transferencia de fluidos criogénicos en órbita en el Centro de Investigación Lewis de la NASA - Servidor de Informes Técnicos de la NASA (NTRS)

Mass Gaging System Will Measure Fuel Transfer in Zero Gravity - NASA

South China Morning Post+2interplanetary.tv+2

South China Morning Post

spaceeyenews.com+1

South China Morning Post+1

Space+1

NTRS

<https://www.enlacejudio.com/2022/08/22/startup-israeli-de-tecnologia-espacial-producira-oxigeno-en-la-luna/>

© EnlaceJudío