



Artículo N° 16/2024

MISIONES QUE HAN LLEGADO A LA SUPERFICIE LUNAR

PARTE II

Por Álvaro Aguirre Warden, Director de Asuntos Espaciales.

01 de julio de 2024. 14 Min. de lectura.

Continuando con las misiones espaciales que han llegado a la Luna, en este artículo se entrega la información correspondiente a las misiones de Estados Unidos, que ha sido el único país en lograr que seres humanos hayan pisado la Luna y que pretende volver a hacerlo con el programa Artemisa.

ESTADOS UNIDOS.

Programa Ranger.

El programa Ranger tuvo como objetivo diseñar sondas para transmitir imágenes y otros datos a medida que se acercaban a la Luna y finalmente se estrellaban en su superficie.

Las sondas Ranger fueron diseñadas originalmente, a partir de 1959, en tres fases distintas, llamadas "bloques". Cada bloque tenía diferentes objetivos de misión y un diseño de sistema progresivamente más avanzado. Los diseñadores de la misión del Laboratorio de Propulsión a Chorro de la NASA (JPL) planificaron múltiples lanzamientos en cada bloque, para maximizar la experiencia de ingeniería y el valor científico de la misión y asegurar al menos un vuelo exitoso.

Bloque 1.

Consistió en dos naves espaciales lanzadas a la órbita terrestre en 1961, estaba destinado a probar el vehículo de lanzamiento Atlas/Agena y el equipo de la nave espacial sin intentar llegar a la Luna.

Un equipo que fue probado, quizás el más importante de ellos, fue la estabilización de actitud de tres ejes, lo que significa que la nave espacial se fija en relación con el espacio en lugar de estabilizarse girando. Esto permitiría apuntar grandes paneles solares al Sol, una gran antena a la Tierra y cámaras y otros sensores científicos direccionales a sus objetivos apropiados.

La propulsión de cohetes que se llevaba a bordo de la nave espacial era otra nueva tecnología de importancia crítica, necesaria para apuntar con precisión a la Luna o a planetas distantes. Además, la comunicación bidireccional y el seguimiento en circuito cerrado, que requerían el desarrollo de naves espaciales y sistemas terrestres y el uso de la computación y la secuenciación a bordo combinadas con comandos desde tierra, tuvieron que desarrollarse y probarse en vuelo.

Desafortunadamente, los problemas con la primera versión del vehículo de lanzamiento dejaron al Ranger 1 y al Ranger 2 en órbitas terrestres bajas de corta duración en las que la nave espacial no podía estabilizarse, recolectar energía solar o sobrevivir por mucho tiempo.

Bloque 2.

Se lanzaron tres naves espaciales a la Luna en 1962, llevando una cámara de televisión, un detector de radiación y un sismómetro en una cápsula separada ralentizada por un motor de cohete y empaquetada para sobrevivir a su impacto a baja velocidad en la superficie de la Luna. Las tres

misiones juntas demostraron el buen rendimiento del vehículo de lanzamiento Atlas/Agena B y la idoneidad del diseño de la nave espacial, pero desafortunadamente no todas en el mismo intento.

Ranger 3 fue lanzado al espacio profundo, pero una imprecisión lo desvió de su curso y no llegó a la Luna por completo.

Ranger 4 tuvo un lanzamiento perfecto, pero la nave espacial quedó completamente inutilizada. El equipo del proyecto rastreó la cápsula del sismómetro hasta impactar fuera de la vista en la cara oculta de la Luna, validando el sistema de comunicaciones y navegación.

Ranger 5 no llegó a la Luna y fue desactivado. No se obtuvo información científica significativa de estas misiones.

Bloque 3

Fueron cuatro lanzamientos entre 1964-65. Estas naves espaciales contaban con un instrumento de televisión diseñado para observar la superficie lunar durante la aproximación.

Ranger 6, tuvo un vuelo impecable, excepto que el sistema de televisión se desactivó por un accidente en vuelo y no pudo tomar fotografías.

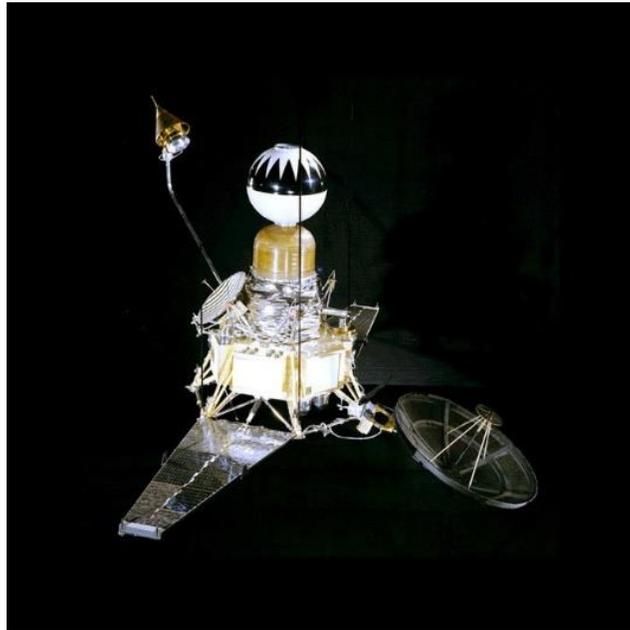
Ranger 7 fotografió su camino hacia el objetivo en una llanura lunar, pronto llamada Mare Cognitum, al sur del cráter Copérnico. Envió más de 4.300 imágenes de seis cámaras a científicos e ingenieros que esperaban.

Las nuevas imágenes revelaron que los cráteres causados por el impacto eran las características dominantes de la superficie de la Luna, incluso en las llanuras aparentemente lisas y vacías. Los grandes cráteres estaban marcados por otros pequeños, y los pequeños con diminutas marcas de impacto, tan pequeñas como se podía discernir, alrededor de 16 pulgadas (50 centímetros). Las rayas de color claro que irradiaban Copernicus y algunos otros grandes cráteres resultaron ser cadenas y redes de pequeños cráteres y escombros expulsados en los impactos primarios.

Ranger 8 realizó un curso oblicuo sobre el sur de Oceanus Procellarum y Mare Nubium para estrellarse en Mare Tranquillitatis. Obtuvo más de 7.000 imágenes, cubriendo un área más amplia y reforzando las conclusiones de Ranger 7.

Ranger 9 cayó en el cráter Alphonsus, de 90 kilómetros de diámetro. Sus 5.800 imágenes, anidadas concéntricamente y aprovechando la luz solar de muy bajo nivel, proporcionaron una fuerte confirmación de los contornos de cráter sobre cráter, suavemente ondulados de la superficie lunar.

Por lo tanto, después de un largo comienzo plagado de problemas que enseñó mucho a los ingenieros de sistemas y prácticamente nada a los científicos, el Proyecto Ranger terminó con tres vuelos que hicieron avanzar en gran medida el conocimiento de la superficie de los científicos lunares y despertaron su apetito por una mirada más cercana.



Nave Ranger de la NASA: Fuente NASA

Programa Surveyor

Se trató de 7 misiones de las cuales fueron 5 exitosas, lanzadas entre el 31 de mayo de 1966 y el 7 de enero de 1968 y cuyos objetivos en conjunto fueron: posibilidad de realizar alunizajes suaves, transformarse en base lunar, proporcionar información básica y realizar estudios científicos sobre la superficie de la Luna para el Programa Apolo

En total, los cinco Surveyors exitosos enviaron más de 87.000 fotos de la superficie lunar y operaron durante unos 17 meses en total en la superficie lunar y, lo que es más importante, demostraron la viabilidad de realizar un aterrizaje suave de una nave espacial en la superficie lunar.

Surveyor 1, el primero de la serie, fue un éxito sin precedentes. La NASA logró el primer alunizaje suave en su primer intento en la región suroeste del Océano de las Tormentas el 2 de junio de 1966 a solo 14 kilómetros del objetivo planificado, después de 63,6 horas desde el lanzamiento desde Cabo Cañaveral, Florida.

El módulo de alunizaje transmitió 11.240 imágenes de alta resolución en dos sesiones de comunicaciones separadas el 6 de julio de 1966. Aunque la misión principal se completó el 14 de julio de 1966, la NASA mantuvo el contacto hasta el 7 de enero de 1967.

Surveyor 2, tenía como objetivo un alunizaje suave en Sinus Medii. Durante la llegada a la Luna, uno de los tres propulsores no se encendió para corregir el rumbo y, como resultado, puso a la nave espacial en un giro no deseado. A pesar de los 39 intentos repetidos de disparar el propulsor, el motor no se encendió y se dirigió a la Luna sin el control adecuado, estrellándose en la superficie de la Luna al sureste del cráter Copérnico.

Surveyor 3 fue el tercer vuelo de ingeniería de la serie, que por primera vez llevaba un instrumento de muestreo de superficie que podía alcanzar hasta 1,5 metros desde el módulo de alunizaje y podía excavar hasta 18 centímetros de profundidad.

Durante el descenso a la superficie lunar el 20 de abril de 1967, rocas altamente reflectantes confundieron el radar de descenso del módulo de alunizaje, y el motor principal no se apagó en el momento correcto a unos 4,3 metros de altitud. Como resultado, el Surveyor 3 rebotó en la superficie lunar dos veces, la primera vez a una altura de 10 metros y la segunda vez a 3 metros, la tercera vez, realizó un alunizaje suave, en la región sureste de Oceanus Procellarum y menos de una hora después comenzó a transmitir la primera de las 6.326 imágenes de televisión de las áreas circundantes.

Los experimentos incluyeron el despliegue del muestreador de superficie para cavar zanjas, realizar pruebas de rodamientos y manipular material lunar a la vista del sistema de televisión. A través de comandos de la Tierra, la sonda cavó cuatro zanjas y realizó cuatro pruebas de rodamiento y trece pruebas de impacto.

Basándose en estos experimentos, los científicos concluyeron que el suelo lunar tenía una consistencia similar a la arena húmeda, con una resistencia suficientemente sólida como para soportar un módulo lunar Apolo.

El último contacto con la nave espacial fue el 4 de mayo de 1967, dos días después de que comenzara la noche lunar.

Surveyor 4 estaba equipado con una garra de superficie (con un imán en la garra) para detectar y medir elementos ferrosos en la superficie lunar. La misión parecía exitosa hasta que todas las comunicaciones se perdieron abruptamente dos segundos antes del corte del retrocohetes y solo dos minutos y medio antes de alunizaje. La NASA estima que el retrocohetes de combustible sólido podría haber explotado, destruyendo el vehículo.

Surveyor 5 era similar a su predecesor, pero el muestreador de superficie del vehículo anterior fue reemplazado por un instrumento de retrodispersión alfa para determinar la abundancia relativa de los elementos químicos en el material lunar. Además, se instaló una pequeña barra magnética en una de las almohadillas del módulo de aterrizaje para indicar si el suelo lunar tenía propiedades magnéticas.

Alunizó de manera segura en la región sureste de Mare Tranquillitatis a unos 29 kilómetros de distancia de su objetivo, y transmitió 20.018 imágenes antes de que llegara la noche lunar el 24 de septiembre de 1967 y realizó un nuevo experimento, que consistió en encender el motor principal durante 0,55 segundos para examinar los efectos de perturbar la superficie lunar. La NASA anunció que no se crearon nuevos cráteres, ni hubo ninguna nube de polvo significativa debido al disparo.

El instrumento de dispersión alfa que se había activado descubrió que el suelo estaba compuesto de más de la mitad de oxígeno con varias cantidades de silicio y aluminio. El 16 de diciembre de 1967 se perdió el contacto.

Surveyor 6 alunizó forma segura en el Sinus Medii (Bahía Central) y envió 29.952 imágenes de la superficie lunar durante dos semanas de operación antes del inicio de la noche lunar. Durante sus operaciones iniciales, el instrumento de dispersión alfa adquirió alrededor de 30 horas de datos sobre la composición química de la superficie lunar.

Antes del término de las operaciones, el Surveyor 6 recibió la orden de disparar sus tres propulsores principales de combustible líquido durante 2,5 segundos, siendo la primera nave espacial en ser lanzada desde la superficie lunar, elevándose hasta tres metros antes de alunizar a unos 2,5 metros al oeste de su punto de aterrizaje original. Luego, las cámaras estudiaron las huellas de aterrizaje originales para determinar las propiedades mecánicas del suelo y también para lograr algunas imágenes estéreo, ahora que el punto de origen había sido desplazado y envió imágenes de la barra magnética en la almohadilla para las patas, lo que permitió a los investigadores determinar la concentración de material magnético en la superficie lunar.

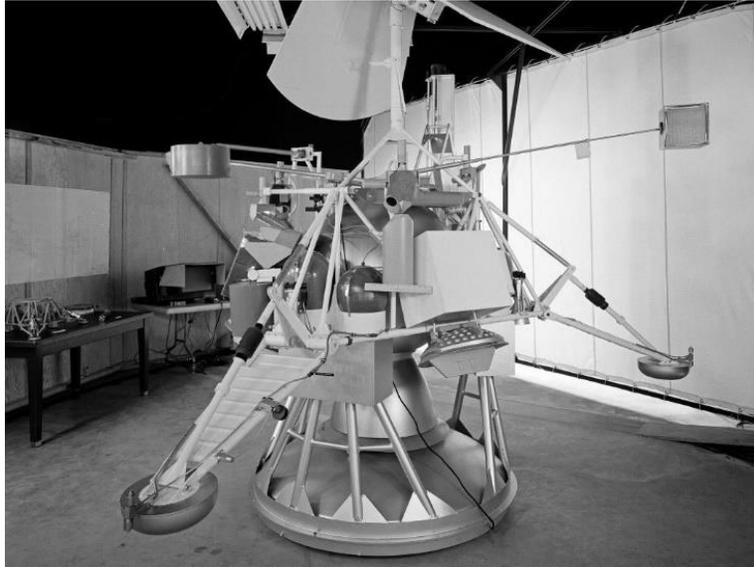
Surveyor 7 fue utilizado para una misión puramente científica fuera de un posible lugar de alunizaje para los primeros vuelos del programa Apolo, posándose con éxito en la superficie lunar en el manto de eyección que emanaba del brillante cráter Tycho, a unos 29 kilómetros al norte del borde de Tycho y a 2,4 kilómetros de su objetivo.

Unas 21 horas después del alunizaje, los controladores terrestres dispararon cargas pirotécnicas para dejar caer el instrumento de dispersión alfa en la superficie lunar y cuando el instrumento no lograba moverse más allá de una posición intermedia, los controladores usaban el muestreador de superficie (brazo robótico) para forzarlo hacia abajo. A continuación, se utilizó el muestreador para recoger el instrumento de dispersión alfa después de su primer análisis químico y trasladarlo a dos ubicaciones adicionales. Se obtuvieron alrededor de 66 horas de datos de dispersión alfa durante el primer día lunar en tres muestras: la superficie lunar intacta, una roca lunar y un área excavada por el muestreador de superficie. El instrumento de dispersión alfa recopiló 34 horas más de datos durante el segundo día lunar.

La pala en el brazo del muestreador se utilizó en numerosas ocasiones para recoger tierra y cavar zanjas, y para realizar al menos 16 pruebas de soporte de superficie.

Además de tomar 21.274 fotografías, también sirvió como objetivo para que los láseres terrestres midieran con precisión la distancia entre la Tierra y la Luna.

Las comunicaciones con el Surveyor 7 se detuvieron el 26 de enero de 1968, unas 80 horas después de la puesta del sol. Las operaciones del segundo día lunar comenzaron el 12 de febrero de 1968 y se extendieron hasta el 21 de febrero de 1968, poniendo fin a la misión.



La nave espacial Surveyor de la NASA. Fuente NASA

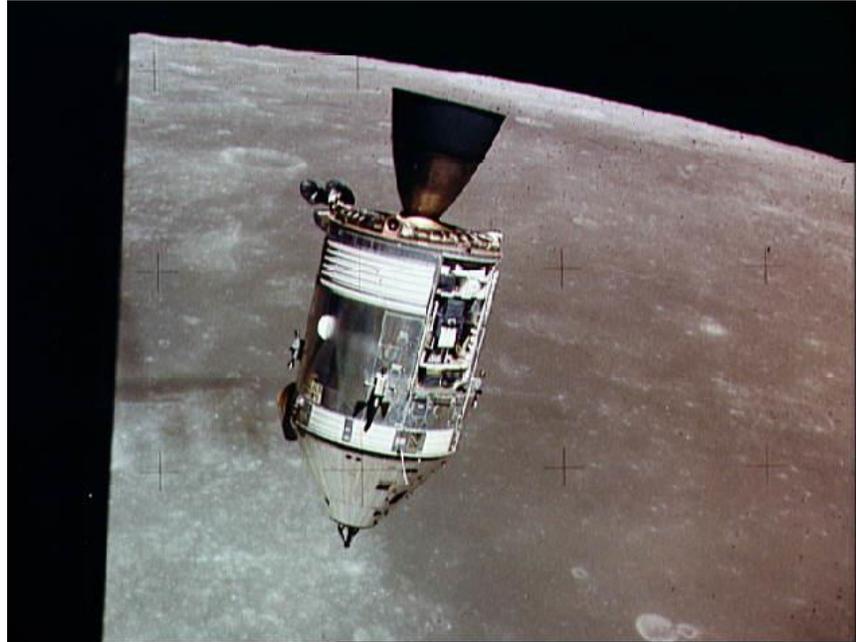
Programa Apolo.

Este programa espacial tripulado desarrollado en la década de 1960 en el marco de la carrera espacial con la Unión Soviética (actual Rusia) durante la guerra fría. Este programa comenzó en julio de 1960, cuando la NASA hizo el anuncio como continuación de las misiones Mercury que tendría como objetivo el sobrevuelo tripulado a la Luna para localizar una zona apropiada con vistas a un eventual alunizaje con astronautas.

Los objetivos del Proyecto Apolo iban más allá de llevar a los estadounidenses a la Luna y devolverlos sanos y salvos a la Tierra. Entre ellos se encuentran:

- Establecer la tecnología para satisfacer otros intereses de Estados Unidos en el espacio.
- Lograr la preeminencia en el espacio para los Estados Unidos.
- Llevar a cabo un programa de exploración científica de la Luna.
- Desarrollar la capacidad humana para trabajar en el entorno lunar.

El programa Apolo incluyó un gran número de misiones de prueba sin tripulación y 12 misiones tripuladas: tres misiones en órbita terrestre (Apolo 7, 9 y Apolo-Soyuz), dos misiones en órbita lunar (Apolo 8 y 10), un vuelo lunar (Apolo 13) y seis misiones de alunizaje (Apolo 11, 12, 14, 15, 16 y 17). Dos astronautas de cada una de estas seis misiones caminaron sobre la Luna (Neil Armstrong, Edwin Aldrin, Charles Conrad, Alan Bean, Alan Shepard, Edgar Mitchell, David Scott, James Irwin, John Young, Charles Duke, Gene Cernan y Harrison Schmitt), los únicos humanos que han pisado otro cuerpo del sistema solar, durante su permanencia en la Luna, los astronautas realizaron experimentos científicos, tomaron fotografías y recogieron muestras lunares. El financiamiento total del programa Apolo fue de aproximadamente 20.443.600.000 dólares.



Módulo de Comando y Servicio (CSM) Fuente NASA

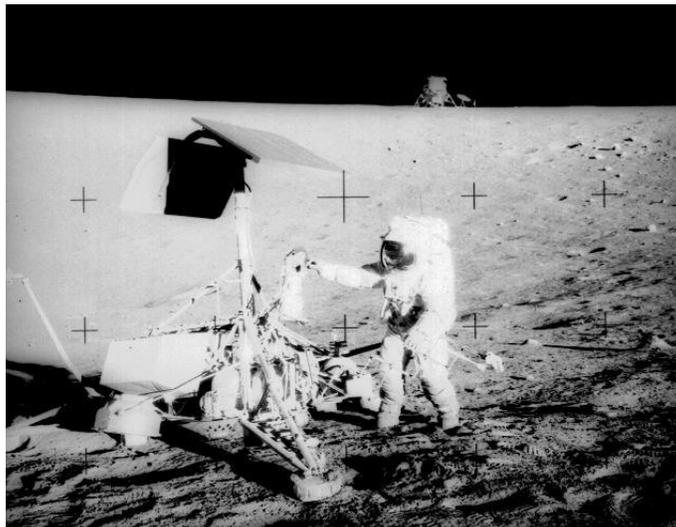
Las siguientes misiones Apolo fueron en las que astronautas caminaron sobre la superficie de la Luna y regresaron a la Tierra.

Apolo 11. El 20 de julio de 1969, los astronautas Neil A. Armstrong (comandante del Apolo 11) y Edwin E. "Buzz" Aldrin Jr (piloto del módulo lunar (LM)) alunizaron en Mare Tranquilitatis (el Mar de la Tranquilidad) en la Luna, mientras que el astronauta Michael Collins (piloto del Módulo de Comando y Servicio (CSM)) continuaba en órbita lunar. El LM despegó de la Luna el 21 de julio y los astronautas regresaron a la Tierra el 24 de julio de 1969.



Esta foto de archivo tomada el 21 de julio de 1969 muestra al astronauta Edwin E. Aldrin descendiendo los escalones del módulo lunar del Apolo XI para caminar sobre la luna. Foto: AFP/NASA

Apolo 12. El 19 de noviembre de 1969, los astronautas Charles P. "Pete" Conrad (comandante del Apolo 12) y Alan L. Bean (piloto de LM) alunizaron en Oceanus Procellarum (Océano de Tormentas) en la Luna, mientras el astronauta Richard F. Gordon (piloto del CSMM) continuaba en órbita lunar. Durante su permanencia en la Luna, examinaron la nave espacial Surveyor 3 que había alunizado dos años y medio antes y retiraron piezas para su posterior examen en la Tierra, y recolectaron muestras lunares en dos EVA lunares. El LM despegó de la Luna el 20 de noviembre y los astronautas regresaron a la Tierra el 24 de noviembre de 1969.



El astronauta del Apolo 12 Pete Conrad de pie junto a la nave espacial Surveyor 3.

Apolo 14. El 5 de febrero de 1971, los astronautas Alan B. Shepard, Jr (comandante del Apolo 14). y Edgar D. Mitchell (piloto de LM) alunizaron cerca del cráter Fra Mauro en la Luna, mientras que el astronauta Stuart A. Roosa (piloto del CSM) continuó en órbita lunar. El LM despegó de la Luna el 6 de febrero y los astronautas regresaron a la Tierra el 9 de febrero de 1971

Apolo 15. El 30 de julio de 1971, los astronautas David R. Scott (comandante del Apolo 15) y James B. Irwin (piloto de LM,) alunizaron en la región de Hadley Rille/Apeninos de la Luna, mientras que el astronauta Alfred M. Worden (piloto del CSM) continuó en órbita lunar. El LM despegó de la Luna el 2 de agosto y los astronautas regresaron a la Tierra el 7 de agosto de 1971.

Apolo 16. El 21 de abril de 1972, los astronautas John W. Young (comandante del Apolo 16) y Charles M. Duke, Jr (piloto del LM,) alunizaron en la región de Descartes de la Luna, mientras que el astronauta Thomas K. Mattingly, II (piloto de CSM) continuó en órbita lunar. El LM despegó de la Luna el 24 de abril y los astronautas regresaron a la Tierra el 27 de abril de 1972.

Apolo 17. El 11 de diciembre de 1972, los astronautas Eugene A. Cernan (comandante del Apolo 17) y Harrison H. Schmitt (piloto de LM, el primer científico en la Luna) alunizaron en la región de Taurus-Littrow de la Luna, mientras que el astronauta Ronald E. Evans (piloto del CSM) continuaba en órbita lunar. El LM despegó de la Luna el 14 de diciembre y los astronautas regresaron a la Tierra el 19 de diciembre de 1972.

Programa Artemisa.

Artemisa es un programa de exploración lunar de la NASA (BOLETIN_31_ARTEMIS CEEA), que incluye el envío de la primera mujer y la primera persona de color a la Luna. A través de las misiones Artemis, la NASA utilizará nueva tecnología para estudiar la Luna de nuevas y mejores maneras, y prepararse para las misiones humanas a Marte.

Actualmente se ha realizado la misión Artemis I que fue un vuelo de prueba no tripulado que fue lanzado al espacio el 16 de noviembre de 2022 y concluyó con un amarizaje el 11 de diciembre de 2022. Durante la misión de aproximadamente 25 días, la nave espacial Orion, propulsada por el cohete SLS (Space Launch System), viajó miles de millas más allá de la Luna.

Programa Servicios Comerciales de Cargas Útiles Lunares (CLPS).

El Programa (CLPS) (CEEAA_PROGRAMAS_DE_LA_NASA) es una iniciativa de la NASA para contratar servicios a empresas privadas de transporte capaces de enviar pequeños alunizadores robóticos y vehículos de exploración lunar. Los objetivos del programa incluyen la exploración, la utilización de recursos in situ (ISRU) y la ciencia lunar. El objetivo es comprar servicios de carga útil desde la Tierra a la superficie lunar mediante contratos de precio fijo. Las compañías seleccionadas proporcionan todas las actividades necesarias para integrar, acomodar, transportar y operar de manera segura las cargas útiles de la NASA.

Hasta la fecha se han realizado dos misiones hacia la Luna.

Peregrine.

La Misión Peregrine 1 (TO2-AB) (Peregrine CEEAA) fue seleccionada a través del programa CLPS, en la que la NASA contrata a un socio comercial, en este caso Astrobotic, que proporciona el lanzamiento y el módulo de aterrizaje.

El Módulo de Alunizaje Peregrine, lanzado al espacio el 8 de enero de 2024, y que transportó cargas útiles científicas y de otro tipo a la Luna, estaba planeada para alunizar en Sinus Viscositatis. Los objetivos científicos de la misión eran estudiar la exosfera lunar, las propiedades térmicas y la abundancia de hidrógeno del regolito lunar, los campos magnéticos y el entorno de radiación. También habría probado paneles solares avanzados.

Debido a una fuga de propulsor, Peregrine 1 no pudo completar su misión de alunizaje y reingresó a la atmósfera terrestre el 18 de enero de 2024.

Odysseus.

El objetivo de la misión Intuitive Machines 1 (IM-1, TO2-IM), es posar en la superficie solar un módulo de alunizaje NOVA-C (Odysseus) (odiseo CEEAA), en el cráter Malapert A, cerca del polo sur de la Luna. El módulo de alunizaje transportó seis cargas útiles de la NASA y carga comercial. Los objetivos científicos de la misión incluyen estudios de la superficie, la radioastronomía y las interacciones del clima espacial con la superficie lunar. También demostrará tecnologías de alunizaje de precisión y capacidades de nodos de comunicación y navegación.

Odysseus fue lanzado al espacio el 15 de febrero de 2024 en un Falcon 9 de SpaceX desde el Centro Espacial Kennedy. El módulo de alunizaje se separó de la segunda etapa, y continuó en una órbita terrestre de 185 x 60.000 km, seguida de una inyección translunar y una maniobra para ponerla en una órbita lunar de 100 km. Odysseus alunizó en el cráter Malapert A, cerca del polo sur, el 22 de febrero, aproximadamente a 1,5 km de la posición de alunizaje prevista. Durante el proceso de alunizaje parte del tren de alunizaje se rompió en el impacto, por lo cual, Odysseus se volcó y está descansando en un ángulo de 30 grados con respecto a la horizontal, entregando datos de las cargas útiles científicas, pero se estaba perdiendo la luz solar y se apagó el 29 de febrero.

En la parte III de este artículo se darán a conocer las misiones realizadas por China, India, Japón e Israel.