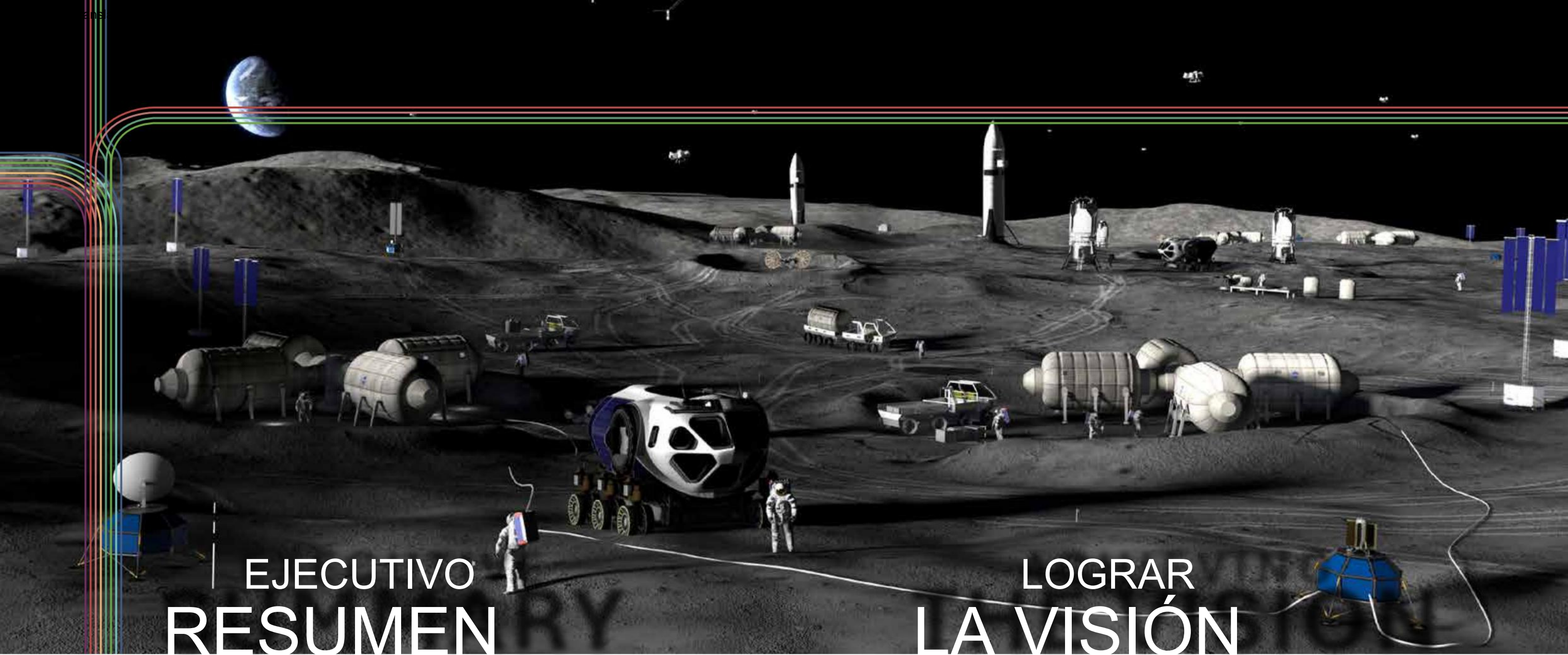




Base lunar

Impulsando el progreso

Guía del usuario de la base lunar
Recursos de arquitectura



EJECUTIVO RESUMEN

LOGRAR LA VISIÓN

El 24 de marzo de 2026, la NASA organizó un evento especial llamado "Ignition", al que invitó a representantes de la industria y de la comunidad espacial internacional a la sede de la NASA para debatir sobre el futuro de la exploración espacial. En el evento, el administrador de la NASA, Jared Isaacman, realizó varios anuncios, entre ellos que Estados Unidos establecería una base lunar en la región del Polo Sur de la Luna, mediante un enfoque iterativo por fases. El anuncio clarificó la visión de la agencia para el desarrollo científico, tecnológico y económico en la Luna y revitalizó el enfoque nacional en la exploración tripulada del espacio profundo.

Además de la base lunar, la NASA también anunció planes para esfuerzos cruciales de desarrollo de tecnología marciana. Esto incluye el desarrollo del reactor espacial 1 (SR-1) Freedom, una demostración de propulsión eléctrica nuclear que reutiliza el Power and

El elemento de propulsión SR-1 Freedom, originalmente diseñado para la estación espacial Gateway, busca aprovechar aún más las ventajas de la energía nuclear en el espacio y demuestra un compromiso con la exploración del Planeta Rojo mediante el desarrollo de una tecnología de transporte clave que podría enviar tripulaciones. La misión también incluye una flota de helicópteros robóticos que explorarán la superficie marciana en busca de posibles zonas de aterrizaje para misiones tripuladas a Marte.

Para hacer realidad la ambiciosa visión de «Ignition», la NASA y sus socios deben acelerar cuidadosamente el desarrollo de las capacidades necesarias. Este documento ofrece una visión general de los recursos disponibles en el Documento de Definición de Arquitectura de la agencia, que pueden orientar estas inversiones en investigación, tecnología e infraestructura para la construcción de la Base Lunar e impulsar la futura exploración humana de Marte.

El plan de desarrollo por fases de la Base Lunar, presentado durante el evento "Ignition", ofrece una visión del alcance y la naturaleza del desarrollo necesario para lograr una presencia lunar sostenida. Además, "Ignition" establece un objetivo final: una presencia humana continua en la superficie lunar, lo que orienta el desarrollo arquitectónico hacia una presencia humana duradera en la Luna, donde la NASA aprovechará al máximo los beneficios científicos, tecnológicos y económicos de la exploración lunar.

La alineación de las capacidades y funciones del Documento de Definición de Arquitectura de la NASA con las prioridades de la Base Lunar proporciona un marco mediante el cual la NASA puede desarrollar asociaciones con la industria, el mundo académico y las agencias espaciales internacionales para lograr esta visión.

El documento de definición de la arquitectura incluye una serie de recursos que describen los conocimientos adquiridos y el desarrollo tecnológico necesarios para hacer realidad la base lunar y las tecnologías orientadas a Marte, así como la experiencia operativa que esta posibilita. Algunos recursos clave incluyen apéndices para funciones necesarias que actualmente no están asignadas a elementos de exploración; áreas tecnológicas que se beneficiarían de inversiones en investigación y desarrollo; y conocimientos necesarios sobre el entorno cislunar que podrían ser aportados por misiones actuales o futuras de la NASA o sus socios.

Las siguientes páginas describen cómo la NASA y sus socios pueden impulsar el proyecto de la base lunar utilizando estos recursos para orientar sus inversiones.

Para obtener más información sobre el desarrollo de la arquitectura de exploración, visite www.nasa.gov/architecture.



FASE
01



25 LANZAMIENTOS



21 ATERRIZAJES



~4.000 KG
carga útil a la superficie

Lograr una superficie de alta velocidad y confiable acceso.

Establecer datos de referencia sobre el terreno para los lugares de aterrizaje de las bases lunares.

Experimenta y prueba las capacidades.

Primera misión tripulada a una base lunar.



FASE
02



27 LANZAMIENTOS



24 DESEMBARCOS



~60.000 KG
carga útil a la superficie

Establecer la infraestructura inicial de la superficie lunar.

Aumentar la capacidad de carga útil del CLPS a 5 MT.

Demostraciones tecnológicas.

Misiones tripuladas semestrales.



FASE
03



29 LANZAMIENTOS



28 DESEMBARCOS



~150.000 KG
carga útil a la superficie

Manipulación del regolito y preparación del terreno.

Aumentar la capacidad de carga útil del CLPS a 8 MT.

Capacidades de retorno de carga sin tripulación.

Presencia continua de la tripulación.

Para obtener información completa y actualizada sobre la implementación por fases, visite www.nasa.gov/ignition



Esta propuesta ganadora del concurso de arte arquitectónico de la NASA de 2024 muestra una nave espacial orbitando sobre una base lunar con diversos elementos en su superficie.

Créditos del artista:
Jimmy Catanzaro
Henderson, Nevada

IMPLEMENTACIÓN

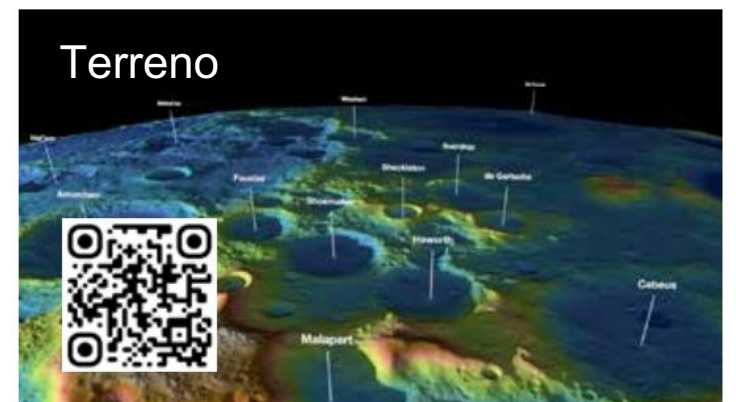
La NASA se embarca en el proyecto espacial más ambicioso de la historia reciente: la construcción de una base lunar. Ubicada en la región del Polo Sur lunar, esta iniciativa a largo plazo fortalecerá el liderazgo estadounidense en el espacio, propiciará descubrimientos científicos y servirá como campo de pruebas para misiones tripuladas a Marte ; y la NASA no emprenderá este proyecto sola. Este programa se construirá junto con nuestros innovadores comerciales.

y socios internacionales, cuyas contribuciones serán esenciales para lograr una presencia duradera en la superficie lunar.



AMBIENTAL DESAFÍOS

Para comenzar a implementar la Base Lunar, la NASA y sus socios deben considerar y abordar los numerosos desafíos que presenta la exploración de la región del Polo Sur lunar, incluyendo la iluminación y el terreno.



El enfoque gradual para la base lunar comienza ahora. Al iniciar con demostraciones y experimentos tecnológicos a pequeña escala y a corto plazo, la NASA y sus socios pueden probar sistemas y perfeccionarlos progresivamente hasta alcanzar las capacidades principales que requerirá la habitabilidad continua. Las misiones de la Fase 1 pueden influir directamente en los sistemas que la NASA y sus socios desarrollen en las Fases 2 y 3.

Si bien la NASA y sus socios diseñaron los primeros elementos del programa Artemis (por ejemplo, el hábitat inicial en la superficie) para que fueran autosuficientes, la exploración en curso genera la necesidad de una infraestructura lunar compartida. Para facilitar el desarrollo de la Base Lunar, la NASA y sus socios pueden comenzar a construir sistemas escalables y compartidos para energía, logística, comunicaciones y navegación. Si bien la autosuficiencia permite la exploración lunar inicial, compartir estos servicios en toda la arquitectura ofrecerá mayor flexibilidad, eficiencia y robustez a medida que la Base Lunar avance en sus fases de implementación.

El enfoque por fases aborda dos factores estratégicos clave: los facilitadores del mercado y la preparación tecnológica.



Aplicando las lecciones aprendidas del programa CLPS (Servicios Comerciales de Carga Lunar), la NASA utilizará compras al por mayor y adjudicaciones múltiples para lograr ahorros en la adquisición de componentes de largo plazo, garantizar las inversiones de capital y distribuir los costos base. Esta economía de escala ofrece modelos de negocio sostenibles a los socios de la industria, impulsando el desarrollo de un mercado y una economía lunares, al tiempo que asegura una asignación eficaz de las inversiones de los contribuyentes en el sector espacial civil.



Si bien muchas de las tecnologías necesarias para la construcción de una base lunar ya existen en la Tierra, la NASA debe perfeccionar estas capacidades mediante misiones de prueba en vuelo. Los vuelos a corto plazo a bordo de los módulos de aterrizaje CLPS y otras misiones comerciales durante la primera fase demostrarán la eficacia de estas tecnologías en el espacio y crearán oportunidades para su perfeccionamiento y avance, al tiempo que reducen el riesgo para las fases posteriores de la base lunar.

Los elementos y el desarrollo de la base lunar tendrán lugar en la región del polo sur lunar, que tiene un entorno lumínico increíblemente diferente al de los mares ecuatoriales y las tierras altas visitadas por el programa Apolo. En la base lunar, el sol permanecerá bajo en el horizonte, proyectando sombras dramáticas que dificultan la generación de electricidad solar y someten a los sistemas a períodos prolongados de frío extremo y oscuridad.

Los sistemas, los paradigmas operativos y los planes de emplazamiento deben ser robustos para afrontar los desafíos que plantea la iluminación en la región del Polo Sur lunar. Entre las áreas de interés para el desarrollo tecnológico se incluyen soluciones de calefacción y energía que permitan a los sistemas sobrevivir a la noche lunar y explorar zonas de sombra permanente. Las consideraciones operativas incluyen las nuevas sombras proyectadas por la infraestructura instalada.

La NASA ha seleccionado la región del Polo Sur lunar por su potencial estratégico, científico y económico, priorizando los objetivos a largo plazo sobre el éxito a corto plazo. Las mismas características que hacen que la región del Polo Sur lunar sea tan estratégicamente importante también la convierten en un lugar complejo. La región presenta una topografía de extremos, con altas montañas, profundos cráteres y una gran variedad de tipos de terreno para explorar.

Por ejemplo, los sistemas de movilidad deberán atravesar cráteres profundos para acceder a volátiles congelados en regiones permanentemente en sombra. La NASA y sus socios deben desarrollar sistemas capaces de descender y ascender por las pendientes extremas de estos cráteres para recolectar muestras científicas, buscar recursos y facilitar actividades de utilización de recursos in situ.

INTEROPERABILIDAD

La base lunar estará compuesta por sistemas desarrollados y construidos por diversos proveedores de los sectores gubernamental, industrial, académico y de la comunidad internacional. Garantizar la compatibilidad de las interfaces entre estos sistemas acelerará el progreso en las distintas fases del desarrollo de la base lunar y permitirá un uso eficiente de los recursos. El desarrollo colaborativo de estándares de interoperabilidad para sistemas lunares como la energía, el acoplamiento y las comunicaciones impulsará alianzas efectivas y fomentará un ecosistema de innovación en la Luna.



FASE 01

BRECHAS FUNCIONALES

Esta tabla resume las deficiencias funcionales que la NASA y sus socios deben subsanar para permitir la primera fase del desarrollo de la Base Lunar mediante subpartados asociados. Las deficiencias funcionales son funciones de la arquitectura que actualmente no están asignadas a ningún elemento existente, o funciones que requieren un mayor rendimiento para su plena satisfacción.



La lista completa de funciones no asignadas se encuentra en un apéndice del Documento de Definición de Arquitectura, disponible mediante el código QR de la derecha. Esta lista evolucionará con el tiempo para reflejar las necesidades de la base y la subsanación de deficiencias mediante la implementación de sistemas y capacidades básicas.



SISTEMAS AUTÓNOMOS Y ROBÓTICA

Software y hardware para ayudar a las tripulaciones y para desarrollar y mantener la base lunar durante los períodos no tripulados.

VALOR ARQUITECTÓNICO

Maximiza el valor de la exploración, reduciendo la carga de trabajo de la tripulación o realizando funciones que la tripulación no puede, entre ellas:

- Descarga y recolocación de objetos en la superficie.
- Estudios remotos, reconocimiento e identificación de recursos u otros lugares de interés.

OBJETIVOS DE CAPACIDAD

- Demostración de la capacidad para descargar y manipular carga (10 kg) en la superficie.
- Demostración de la capacidad para preparar el sitio lunar.
- Demostración de la conexión/desconexión remota de cables.

BRECHAS FUNCIONALES

FN-A-104 L	Realizar la manipulación robótica de cargas útiles, logística y/o equipos en la superficie lunar.
Sistema(s) robótico(s) de interfaz	con vehículos logísticos en la superficie lunar.
FN-A-201L	Controla desde la Tierra sistemas robóticos en zonas iluminadas por el sol y zonas no PSR en la superficie lunar.
FN-A-302 L	Proporcionar medidas de seguridad para los activos automatizados que operan cerca de la tripulación.
FN-A-401 L	Sistema(s) de mando y control desde la Tierra en la superficie lunar durante períodos no tripulados.
FN-M-401 L	Descarga una cantidad limitada de carga (cientos de kg) en la superficie lunar.
FN-M-501 L	Reposicionar una cantidad limitada de carga (cientos de kg) en la región del polo sur en la superficie lunar.



COMUNICACIONES Y POSICIONAMIENTO, NAVEGACIÓN Y SINCRONIZACIÓN

Sistemas para transmitir datos, comandos e información de sincronización entre los componentes de la base lunar y entre la base lunar y la Tierra.

VALOR ARQUITECTÓNICO

Apoyar las operaciones de superficie, permitiendo:

- Comunicaciones entre astronautas, recursos en superficie y la Tierra.
- Orientación para excursiones con y sin tripulación.
- Documentación de la ubicación de muestras y recursos de superficie.

OBJETIVOS DE CAPACIDAD

- Despliegue de una segunda constelación de retransmisión orbital con capacidad de obtención de imágenes de la superficie y estaciones terrestres en la superficie lunar para permitir una capacidad superior a 500 Mbps.
- Despliegue de sistemas de navegación y sincronización orbitales.

BRECHAS FUNCIONALES

El satélite FN-C-10	proporciona comunicaciones e intercambio de datos entre la superficie lunar y la Tierra.
FN-C-103 L	Proporciona comunicaciones e intercambio de datos entre los activos en la superficie lunar.
El sensor FN-C-10	proporciona comunicaciones e intercambio de datos de alto ancho de banda y alta disponibilidad entre la superficie lunar y la Tierra.
FN-C-201 L	Proporciona servicios de posicionamiento, navegación y sincronización en la región del polo sur de la superficie lunar.



SISTEMAS DE HABITACIÓN

Volúmenes habitables y sistemas de apoyo que garantizan la salud y el rendimiento de los astronautas en los entornos controlados de la Base Lunar.

VALOR ARQUITECTÓNICO

Las capacidades de habitabilidad amplían el tiempo que la tripulación puede vivir y trabajar en la superficie lunar, lo que permite:

- Exploración y ciencia ampliadas.
- Más excursiones.

• Tiempo adicional de actividad extravehicular (EVA).

OBJETIVOS DE CAPACIDAD

- Demostrar capacidades ampliadas de habitabilidad para la tripulación, incluyendo higiene, ejercicio y nutrición.
- Demostrar capacidades médicas de larga duración.
- Demostrar operaciones independientes de la Tierra.
- Demostrar la gestión de los flujos de residuos en la superficie lunar.

BRECHAS FUNCIONALES

FN-H-101 L	Permite crear un entorno habitable presurizado en la superficie lunar durante períodos cortos (de días a semanas).
FN-H-102 L	Permite un entorno habitable presurizado en la superficie lunar para un uso de duración moderada (más de un mes).
FN-X-103 L	Proporcionar sistemas de contramedidas para la tripulación que les permitan permanecer durante periodos moderados (más de un mes) en la superficie lunar.
FN-L-301 L	Gestionar los residuos procedentes de los bienes habitables en la superficie lunar.
FN-H-201 L	Operar sistemas de habitabilidad en modo no tripulado entre misiones tripuladas en la superficie lunar.



SISTEMAS LOGÍSTICOS

Sistemas y capacidades relacionados con el embalaje, manipulación, transporte, preparación, almacenamiento, seguimiento y transferencia de artículos y carga para la Base Lunar.

VALOR ARQUITECTÓNICO

Facilita la exploración tripulada de larga duración mediante:

- Reabastecimiento de artículos de consumo para la tripulación (alimentos, ropa, etc.)
- Reabastecimiento de recursos clave (agua, gases).
- Suministro de repuestos para el sistema.

OBJETIVOS DE CAPACIDAD

- Demostración de la capacidad para transferir mercancías presurizadas, agua y gases en la superficie lunar.

BRECHAS FUNCIONALES

FN-L-101 L	Proporciona acoplamiento entre componentes presurizados en la superficie lunar.
FN-L-201 L	Transferencia de carga presurizada a estructuras habitables en la superficie lunar.
FN-L-203 L	Transferencia de agua a instalaciones habitables en la superficie lunar.
FN-L-205 L	Transferencia de gases a estructuras habitables en la superficie lunar.



SISTEMAS DE MOVILIDAD

Sistemas para trasladar tripulación y carga por la superficie lunar y entre los componentes de la base lunar.

VALOR ARQUITECTÓNICO

Ampliar la zona de exploración tripulada y no tripulada en la superficie, permitiendo excursiones más largas desde los lugares de aterrizaje.

OBJETIVOS DE CAPACIDAD

- Despliegue de pequeños vehículos exploradores y tolvas para realizar investigaciones científicas, reconocimiento y descubrimiento de recursos.
- Despliegue de grandes vehículos exploradores tripulados y no tripulados con velocidades de 10 km/h.



FASE 01

BRECHAS FUNCIONALES

(CONTINUADO)

BRECHAS FUNCIONALES

FN-M-302 L	Permite la movilidad superficial local sin presurizar en áreas iluminadas por el sol y en regiones sin PSR en la región del polo sur de la superficie lunar.
FN-M-304 L	Permite la movilidad superficial local sin presión en PSR en la región del polo sur de la superficie lunar.
FN-A-103 L	Proporciona un sistema robótico capaz de realizar reconocimiento.
FN-U-103 L	Realizar operaciones de identificación y utilización de recursos, carga útil y/o equipos en la superficie lunar.



SISTEMAS DE ENERGÍA

Sistemas para generar, almacenar, acondicionar y distribuir electricidad para la base lunar, la infraestructura de apoyo y los sistemas de utilización.

VALOR ARQUITECTÓNICO

Proporciona un recurso compartido fundamental para:

- Recarga de activos de movilidad.
- Alojamiento de la tripulación en la superficie.
- Cargas útiles científicas en regiones sombreadas.
- Procesamiento de utilización de recursos in situ (ISRU).

OBJETIVOS DE CAPACIDAD

- Demostrar la generación y el almacenamiento de energía de 5 kW, así como la supervivencia durante más de 120 horas de oscuridad.
- Demostrar la capacidad de sobrevivir durante la noche utilizando generadores térmicos de radioisótopos.

BRECHAS FUNCIONALES

FN-P-101 L	Genera energía en la región del polo sur de la superficie lunar.
FN-P-102 L	Almacena energía en la región del polo sur de la superficie lunar.
FN-P-301L	Distribuye energía en la región del polo sur lunar.
FN-P-401L	Proporciona energía para cargas útiles/equipos desplegados para su utilización en superficie.
FN-P-402 L	Proporcionar energía para las cargas útiles y/o equipos desplegados para su utilización en superficie externa durante periodos de tiempo medios (más de un mes) a largos (más de un año).



SISTEMAS DE TRANSPORTE (CARGA)

Sistemas que transportan carga entre la Tierra y la Luna (por ejemplo, vehículos de lanzamiento, sistemas de transporte, módulos de aterrizaje de carga).

VALOR ARQUITECTÓNICO

Potencia las operaciones fundamentales en superficie, permitiendo:

- Entrega de activos e infraestructuras de superficie.
- Entrega de artículos logísticos y transportistas a la superficie.
- Entrega de datos científicos y su utilización.

OBJETIVOS DE CAPACIDAD

- Despliegue de módulos de aterrizaje con capacidad para transportar dos toneladas métricas de carga a la región del Polo Sur lunar.

BRECHAS FUNCIONALES

La FN-T-201 L	transporta una cantidad limitada de carga (cientos de kg) desde la Tierra hasta las zonas de la región del Polo Sur en la superficie lunar.
La FN-T-202 L	transporta una cantidad moderada de carga (miles de kg) desde la Tierra hasta las zonas de la región del Polo Sur en la superficie lunar.

IMPULSADO POR LA ARQUITECTURA BRECHAS TECNOLÓGICAS Y DE DATOS

Las brechas tecnológicas y de datos identificadas por la NASA, tanto en su arquitectura como en sus sistemas, reflejan las nuevas tecnologías e información que la agencia necesita para alcanzar sus objetivos de exploración y construir la base lunar. Estas brechas sirven como señales de demanda de la NASA para la industria, el mundo académico y sus socios internacionales. Ambas listas se actualizan constantemente.

Las siguientes páginas destacan los principales desafíos tecnológicos y de conocimiento relacionados con el desarrollo a corto plazo de la Base Lunar. Las misiones durante la primera fase del desarrollo de la Base Lunar ofrecen oportunidades para recopilar datos y perfeccionar tecnologías que permitan las capacidades esenciales de las fases dos y tres. Puede encontrar más información sobre las deficiencias tecnológicas y de datos en los apéndices del Documento de Definición de Arquitectura de la NASA.

BRECHAS TECNOLÓGICAS

Las brechas tecnológicas impulsadas por la arquitectura representan la diferencia entre las capacidades funcionales disponibles y las capacidades futuras deseadas. Estas brechas requieren inversiones en desarrollo tecnológico para garantizar el rendimiento necesario o capacidades que superen el estado actual de la técnica.

Si un nuevo proyecto o programa puede satisfacer una necesidad arquitectónica utilizando la tecnología existente, entonces esa área no representa una brecha tecnológica.

Las deficiencias tecnológicas derivadas de la arquitectura requieren tecnologías completamente nuevas o un avance significativo en el rendimiento para establecer la capacidad necesaria para llevar a cabo la implementación por fases de la Base Lunar.

Cada brecha abarca múltiples datos, incluyendo la necesidad identificada, el estado actual de la técnica, su importancia para la exploración y su urgencia. La solución de las brechas enumeradas en las páginas siguientes potenciará las capacidades de la base lunar a corto plazo. La lista completa de brechas está disponible en el Documento de Definición de Arquitectura de la NASA.

Escanee el código QR que aparece a continuación para acceder a un documento técnico con información más detallada sobre las brechas tecnológicas derivadas de la arquitectura.



La Luna, iluminada por el Sol durante un eclipse solar, fue fotografiada por la nave espacial Orión de la NASA el lunes 6 de abril de 2026, durante la misión Artemis II. Orión es visible en primer plano a la izquierda. La Tierra refleja la luz solar en el borde izquierdo de la Luna, que brilla ligeramente más que el resto del disco.

LAGUNAS DE DATOS

Las brechas de datos derivadas de la arquitectura se producen cuando la falta de información afecta la capacidad de la NASA para implementar la Base Lunar y posibilitar la exploración lunar. La información faltante que conforma una brecha de datos podría afectar la capacidad de la agencia para realizar análisis de arquitectura, caracterizar o reducir el riesgo de la misión, desarrollar hardware, perfeccionar la tecnología o avanzar en la ciencia.

Estas brechas representan áreas donde las misiones actuales y futuras de la NASA o sus socios pueden proporcionar datos para apoyar la exploración futura. Gracias a la clara señal de demanda que proporcionan estas brechas de datos, impulsadas por la arquitectura, la NASA y sus socios pueden alinear mejor sus esfuerzos de recopilación de datos para apoyar la exploración humana de la Luna, Marte y más allá.



La NASA publicó una lista inicial de deficiencias de datos relacionadas con la arquitectura en la revisión C del Documento de Definición de Arquitectura; esta lista no es exhaustiva ni está priorizada. Las futuras revisiones del documento actualizarán la lista de deficiencias de datos.

Escanee el código QR que aparece a continuación para acceder a un documento técnico con información más detallada sobre las deficiencias de datos derivadas de la arquitectura.



TECNOLOGÍA & DESAFÍOS DEL CONOCIMIENTO

Las capacidades que se describen a continuación son esenciales para la construcción y el funcionamiento de la Base Lunar. La NASA y sus socios están trabajando para subsanar las deficiencias tecnológicas y de datos asociadas, comenzando con las misiones iniciales de la primera fase.

Brecha de datos = 
Brecha tecnológica = 

Aterrizaje seguro y preciso en la superficie lunar.

CONOCIMIENTO DESAFÍO	Observar la superficie lunar para identificar bloques superficiales, como rocas y cráteres; cartografiar la topografía de la superficie; y caracterizar las variaciones en los campos gravitatorios para permitir aterrizajes precisos y seguros. Caracterizar y predecir las propiedades de un evento de interacción pluma-superficie (PSI, por sus siglas en inglés), incluyendo la trayectoria de los materiales eyectados, la distribución del tamaño de las partículas y las alteraciones resultantes en la superficie, para evaluar el riesgo de impacto para la misión y los activos cercanos.
TECNOLOGÍA DESAFÍO	Desarrollar sistemas de aterrizaje de precisión capaces de realizar mediciones de alcance y velocidad de alta exactitud en terrenos de baja visibilidad, incluso en zonas de sombra y con efectos PSI inducidos. Desarrollar sistemas de prevención de riesgos capaces de identificar en tiempo real terrenos peligrosos para encontrar lugares de aterrizaje seguros.
	Desafíos asociados

Asegurar Sitios	La identificación, selección y aterrizaje en sitios individuales requiere más datos sobre la superficie lunar, incluidas las propiedades del regolito, imágenes de alta resolución, cartografía y la ubicación de los recursos.

Carga pequeña Devolver	El retorno de carga desde la superficie lunar (por ejemplo, muestras científicas) requiere un conocimiento detallado de cómo el lanzamiento desde la superficie afecta al regolito lunar y a las infraestructuras cercanas.

Operar en la superficie lunar durante largos periodos de tiempo.

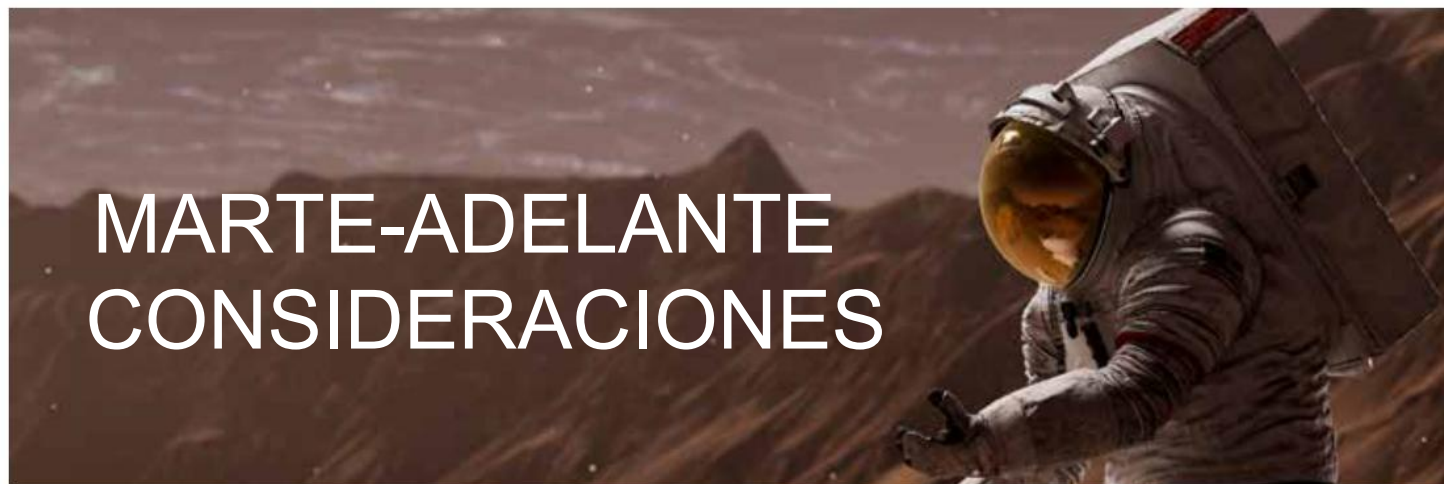
CONOCIMIENTO DESAFÍO	Caracterizar el entorno de la superficie lunar para predecir los impactos en el rendimiento y los riesgos asociados con las operaciones de larga duración en la superficie. Investigar la mecánica del polvo, las propiedades geotécnicas del regolito, las fluctuaciones de la radiación y las partículas cargadas, los patrones estacionales y la dispersión.
TECNOLOGÍA DESAFÍO	Desarrollar mecanismos y componentes electrónicos resistentes a temperaturas extremas para que puedan funcionar durante períodos de sombra lunar sin necesidad de sistemas de calefacción específicos. Desarrollar sistemas y estrategias de mitigación para limitar la degradación del sistema causada por el polvo lunar, que es extremadamente abrasivo y electrostático, lo que significa que se adherirá al hardware de la superficie y lo dañará. Desarrollar sistemas de navegación y sincronización que tengan en cuenta el entorno de radiación electromagnética de la superficie lunar, que puede afectar a su precisión.
	Desafíos asociados

De superficie a superficie Comunicaciones de superficie	Implementar sistemas de comunicaciones que puedan operar en el entorno geológico, electromagnético y de radiofrecuencia lunar.

TECNOLOGÍA & DESAFÍOS DEL CONOCIMIENTO

Las capacidades que se describen a continuación son esenciales para la construcción y el funcionamiento de la Base Lunar. La NASA y sus socios están trabajando para subsanar las deficiencias tecnológicas y de datos asociadas, comenzando con las misiones iniciales de la primera fase.

		Desafíos asociados (continuación)
Manipulación Regolito	La manipulación del regolito lunar a gran escala para su excavación, compactación y preparación del terreno requiere un conocimiento profundo de las propiedades del regolito y de las técnicas de excavación y construcción a gran escala.	
Emocionante Logística	La manipulación y el traslado de la logística en la superficie lunar requieren sistemas robóticos para la descarga y manipulación de las cargas útiles, así como sistemas de embalaje de larga duración para proteger la carga.	
Solar Fuerza	El despliegue de sistemas para generar, almacenar y distribuir energía solar requiere un conocimiento preciso de las condiciones de iluminación y del rendimiento de los paneles, así como sistemas robustos para el entorno lunar.	
Térmico Generadores	El uso de generadores térmicos de radioisótopos (RTG, por sus siglas en inglés) para proporcionar capacidades de supervivencia nocturna requiere un conocimiento detallado del entorno lunar y de los sistemas que pueden operar allí.	
Eléctrico Conexiones	La conexión de sistemas y el reparto de energía en la superficie lunar requieren conexiones resistentes al polvo y la capacidad de desplegar cables.	
Inalámbrico Carga	Para demostrar la carga inalámbrica en los vehículos exploradores se requiere tanto un conocimiento detallado del entorno lunar como sistemas de alimentación inalámbrica interoperables que funcionen en dicho entorno.	
Momento Sistemas	Los sistemas de sincronización deben ser capaces de proporcionar una sincronización precisa en tiempo real entre los activos en la superficie lunar con baja latencia y sin desviaciones.	
Presurizado Apareamiento	El acoplamiento de sistemas presurizados en la superficie lunar requiere sistemas tolerantes al polvo, que a su vez dependen de un conocimiento detallado del regolito lunar y del entorno de la superficie.	
Inicial Habitación	Mostrar el despliegue y el funcionamiento de un módulo de superficie pequeño, presurizado y tripulado, con un sistema mínimo de control ambiental y soporte vital, y con alimentación eléctrica externa.	
ISRU Sistemas	El uso de los recursos lunares locales para posibilitar la exploración requiere tanto un conocimiento detallado de la disponibilidad de recursos como sistemas para extraer y procesar dichos recursos.	



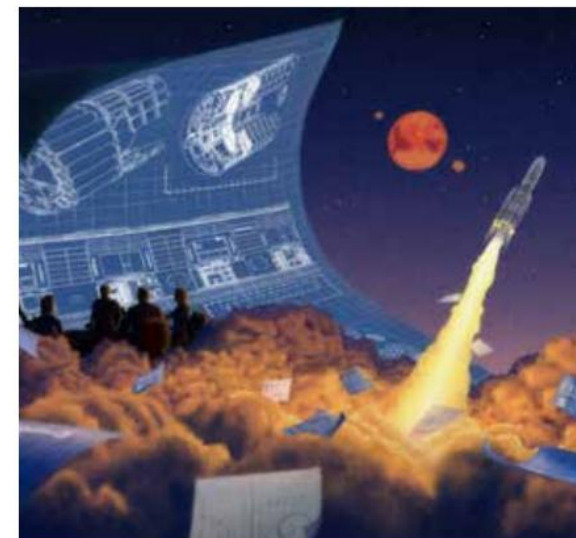
La base lunar permitirá a la NASA desarrollar, probar y demostrar las tecnologías, capacidades, sistemas y paradigmas operativos necesarios para futuras misiones tripuladas a Marte. Además, una presencia continua en la superficie lunar proporcionará a los expertos los datos necesarios para comprender el impacto de las misiones espaciales de larga duración en los exploradores humanos. Las áreas clave de desarrollo y reducción de riesgos para la exploración de Marte en la base lunar incluyen:

<p>NUCLEAR TECNOLOGÍAS</p>		<p>El desarrollo de sistemas de energía nuclear para bases lunares impulsa la exploración de Marte, donde la NASA ya ha seleccionado la fisión nuclear como tecnología principal de generación de energía por su resistencia al entorno del planeta (por ejemplo, a las tormentas de polvo). Estos esfuerzos también benefician el desarrollo de sistemas de propulsión nuclear para el transporte en Marte.</p>
<p>INDEPENDIENTE OPERACIONES</p>		<p>A medida que los exploradores humanos se aventuran más lejos de su planeta natal durante períodos más prolongados, las operaciones independientes de la Tierra se vuelven cada vez más importantes. La NASA puede probar muchas capacidades facilitadoras y principios operativos en la Base Lunar, incluidos los sistemas autónomos, humanos/interacciones robóticas y autonomía de los astronautas.</p>
<p>HUMANO FACTORES</p>		<p>La presencia continua en la Base Lunar permite obtener más datos que nunca sobre el desempeño de los astronautas en el espacio profundo. La Base Lunar brindará a los científicos una mejor comprensión de las respuestas humanas a los peligros de los vuelos espaciales tripulados y ayudará a los diseñadores de misiones a planificar mejor las misiones prolongadas, las adaptaciones a la gravedad y las actividades extravehiculares (EVA) en gravedad parcial.</p>
<p>LOGÍSTICA ESTRATEGIAS</p>		<p>La permanencia a largo plazo en la base lunar implica el desarrollo de estrategias a largo plazo para la logística en el espacio profundo. Fomentar un mercado para la logística lunar permitirá que el gobierno y la industria desarrollen las capacidades y competencias operativas necesarias para apoyar las misiones tripuladas al Planeta Rojo.</p>
<p>POLVO TOLERANCIA</p>		<p>Los sistemas desarrollados para las superficies lunar y marciana se enfrentan a un regolito polvoriento que puede dañar los sistemas o dificultar su funcionamiento. El desarrollo de sistemas tolerantes al polvo o estrategias de mitigación del polvo como parte de la implementación de la base lunar mejorará las capacidades disponibles para el desarrollo de misiones a Marte.</p>
<p>PLANETARIO PROTECCIÓN</p>		<p>Las prácticas de protección planetaria protegen a la Luna y a Marte de la contaminación procedente de la Tierra (contaminación hacia adelante) y a la Tierra de la contaminación extraterrestre (contaminación hacia atrás). El desarrollo de principios y tecnologías de protección planetaria para la base lunar ayudará a orientar la protección planetaria en las misiones a Marte.</p>
<p>SISTEMAS DESARROLLO</p>		<p>El desarrollo de sistemas, tecnologías y capacidades para la base lunar que también puedan utilizarse en Marte ofrece grandes ventajas para el desarrollo de la arquitectura marciana. Compartir sistemas entre ambos destinos puede reducir costes, tiempos de desarrollo y riesgos. La experiencia en ingeniería compartida entre ambas arquitecturas genera sinergias adicionales.</p>

ASOCIACIÓN PRIORIDADES

EDIFICIO
UNA PERDURABLE
PRESENCIA LUNAR

Las primeras actividades en la base lunar ofrecen la oportunidad de experimentar e iterar para fundamentar el desarrollo de los principales sistemas, servicios e infraestructura de la base. La evolución a través de las fases de implementación de la base lunar hacia una presencia lunar continua requerirá importantes alianzas estratégicas en sistemas y capacidades de exploración emblemáticos. Además de abordar las deficiencias arquitectónicas inmediatas identificadas a lo largo de este documento, la NASA busca alianzas a largo plazo para la base lunar con la industria, el mundo académico y la comunidad espacial internacional. Algunas áreas clave propicias para la colaboración estratégica incluyen:

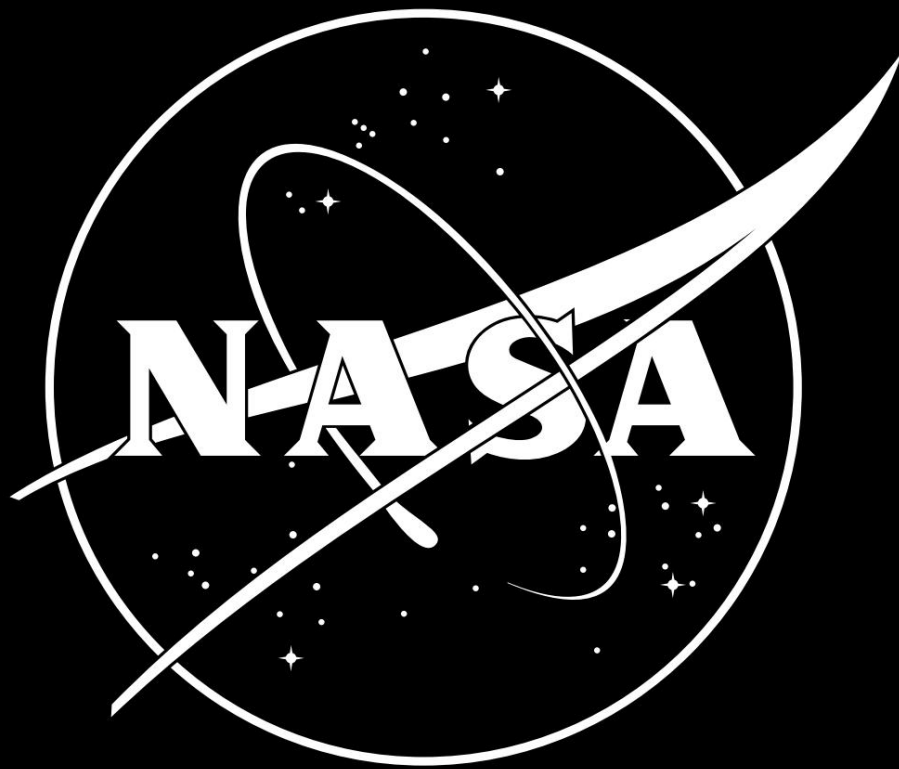


- HABITACIÓN EN LA SUPERFICIE
- SERVICIOS LOGÍSTICOS
- MOVILIDAD PEQUEÑA Y ROBÓTICA
- SISTEMAS DE MOVILIDAD DE ALTA CAPACIDAD
- ENTREGA Y DEVOLUCIÓN DE CARGA VOLUMINOSA
- MAPEO Y RECONOCIMIENTO DE RECURSOS
- ALMACENAMIENTO Y ACONDICIONAMIENTO DE MUESTRAS
- CAPACIDADES DE NAVEGACIÓN AVANZADAS
- Y MÁS...

PARTICIPA HQ-MoonBase@nasa.gov



La tripulación de Artemis II capturó esta vista de la puesta de sol sobre la Tierra el 6 de abril de 2026, mientras orbitaban la Luna. La imagen recuerda a la icónica fotografía del amanecer terrestre tomada por el astronauta Bill Anders 58 años antes, durante el vuelo de la tripulación del Apolo 8 alrededor de la Luna.



Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio

Sede de la NASA 300 E.
Street SW Washington,
DC 20546 [www.nasa.gov/
architecture](http://www.nasa.gov/architecture)

www.nasa.gov

NP-2026-04-6806-HQ

