

La Universidad Europea de Canarias presenta

# GUÍA DEL ARQUITECTO GALÁCTICO

El Cine como Inspiración para el Diseño de Hábitats Extraterrestres

Un trabajo de **Estela Rodríguez Martín** · Dirigido por **Rubén Servando Carrillo**



Figura 0. II de portada. *Elaboración propia generada con IA.*

**Título**

Guía del Arquitecto Galáctico: El Cine como Inspiración para el Diseño de Hábitats Extraterrestres

**Autor**

Estela Rodríguez Martín

**Titulación**

Grado en Fundamentos de la Arquitectura

**Director del proyecto**

Arquitecto Rubén Servando Carrillo

**Fecha**

Julio de 2025

## ABSTRACT

This research explores the potential of science fiction cinema as a source of ideas for space exploration; specifically, in the design of habitats for a mission to Mars, including interplanetary spacecraft and surface habitats. For this purpose, *The Martian* (2015) is used as the main case study. It is occasionally complemented by references to other proposals from films in the genre, to reinforce ideas or point out alternatives.

The study applies a methodology based on literature review, case study analysis, graphic representation and cinematic narrative. It examines some of the major challenges of future missions to the Red Planet —such as prolonged exposure to microgravity during travel or physical and social isolation— and how these translate into architectural decisions.

The main conclusions highlight: the complexity of future long-duration crewed missions; the feedback loop between imagination and innovation; and the role of architecture as a critical tool capable of identifying conflicts and generating alternatives.

**Palabras clave:** Space architecture, extraterrestrial habitats, space exploration, film, science fiction, Mars.

## RESUMEN

Esta investigación explora el potencial del cine de ciencia ficción como banco de ideas para la exploración espacial; concretamente, en el diseño de hábitats para el viaje a Marte, incluyendo naves interplanetarias y hábitats marcianos. Para ello, se toma *The Martian* (2015) como caso de estudio principal. Este se complementa puntualmente con referencias a otras propuestas pertenecientes a cintas del género, para reforzar ideas o señalar alternativas.

El estudio aplica una metodología basada en la revisión bibliográfica, el estudio de caso, la representación gráfica y la narrativa cinematográfica. Este trabajo analiza algunos de los retos de las futuras misiones al Planeta Rojo —como es la larga exposición a la microgravedad durante el viaje o el aislamiento físico y social—, y cómo estos se traducen en decisiones proyectuales.

Entre las conclusiones del trabajo se destaca: la complejidad de las futuras misiones tripuladas, más duraderas y lejanas; la retroalimentación entre la imaginación y la innovación, y el uso de la arquitectura como una herramienta crítica, que detecta conflictos y alternativas.

**Palabras clave:** Arquitectura espacial, hábitats extraterrestres, exploración espacial, cine, ciencia ficción, Marte

ESTELA  
(con tono casi solemne)  
Este trabajo se ha realizado  
con la imprescindible colabora-  
ción de...  
(saca una tarjeta)

Mi tutor, Rubén, como coman-  
dante de misión, coach motiva-  
cional y maestro Jedi. Bordando  
con paciencia más papeles que  
el reparto de una peli de los  
Monty Python.

(segunda tarjeta)  
María, como compañera de tripu-  
lación. Ya que en esta carre-  
ra -perdón, misión- las crisis  
existenciales y la pérdida de  
densidad capilar solo se sobre-  
viven en equipo.

(tercera tarjeta)  
Mi familia, en el papel de Con-  
trol de Tierra. Asegurándose de  
que llegue "hasta el infinito y  
más allá"; pero siempre con un  
tupper de potaje bajo el brazo.

(cuarta tarjeta)  
Especialmente mi hermana, Aman-  
da, como Soporte Vital. Aguan-  
tando discursos interminables  
sobre *Expediente X*, *Percy Jack-  
son*, *Cómo entrenar a tu dra-*

AMANDA (O.S.)  
¡Estela, no empieces!

## TABLA RESUMEN

Nombre y apellidos	Estela Rodríguez Martín
Título del proyecto	Guía del Arquitecto Galáctico: El Cine como Inspira- ción para el Diseño de Hábitats Extraterrestres
Directores del proyecto	Arquitecto Rubén Servando Carrillo
El proyecto se ha realizado en colaboración de una empresa o a petición de una empresa	No
El proyecto ha implementado un producto	No
El proyecto ha consistido en el desarrollo de una investiga- ción o innovación	Sí
Objetivo general del proyecto	Analizar hábitats extraterrestres del cine de ciencia fic- ción con el fin de sacar conclusiones que nos ayuden imaginar distintas posibilidades del futuro del hombre en el espacio.

## CONTENIDO

Abstract	4	
Resumen	5	
Tabla resumen	7	
<b>01 Exploración previa</b>	<b>10</b>	
Introducción	15	
Estado del arte	16	
Perspectiva histórica de la ficción y la ciencia	16	
Prototipos reales y teóricos	29	
Contexto y justificación	37	
¿Por qué Marte?	37	
¿Por qué el cine?	39	
Un ejercicio de imaginación	39	
Planteamiento del problema	41	
Los retos del Planeta Rojo	41	
Un puente entre la ficción y la ciencia	42	
<b>02 Objetivos de misión</b>	<b>44</b>	
Objetivos generales	47	
Objetivos específicos	48	
Limitaciones del proyecto	49	
Beneficios del proyecto	49	
<b>03 Bitácora espacial</b>	<b>50</b>	
Metodología	53	
Instrumentos de recolección de información	53	
Técnicas de análisis	53	
Recursos requeridos	53	
Objetos de estudio	54	
Caso de estudio principal: The Martian (2015)	54	
Casos de estudio complementarios	60	
Análisis	62	
Análisis técnico	65	
Análisis funcional	91	
Análisis humano	121	
<b>04 Reporte de misión</b>	<b>132</b>	
Conclusiones del trabajo	134	
Conclusiones personales	136	
<b>05 Futuras exploraciones</b>	<b>138</b>	
<b>06 Base de datos</b>	<b>144</b>	
Bibliografía	146	
Índice de figuras	152	

# 01

Exploración previa

12.

PANTALLA NEGRA. Silencio.

De repente...

¡PIPIPIPIPIPI!

**1 INT. DAEDALUS ONE - SIMULADOR DE ENTORNOS - "DÍA"**

¡BOOM!

Una esclusa de aire revienta. Chatarra volando por todas partes. Un astronauta aterriza en el suelo con un quejido.

COOPER (V.O.)  
(voz monótona)

Fallo de presurización. Integridad estructural comprometida.

El astronauta —ARQUI— gruñe, rueda por el suelo y se incorpora con una mano en el costado.

COOPER (CONT'D)  
Presurización del Hab, simulación número 17. Estado: fallido. Presurización del Simulador de Entornos: restablecida.

Arqui se quita el casco con exasperación.

ARQUI

¡MAC, tostadora inútil! Tráeme un café y un analgésico... y luego autodestrúyete.

MAC entra agitando sus seis brazos robóticos llenos de herramientas. Lo sigue SASS-E, imperturbable.

MAC  
(emocionado)

¡Éxito, éxito! He conectado un inflador de globos automático-

(CONTINÚA)

13.

MAC (CONT'D)

-a la válvula de salida del sistema de presurización. ¡Perfecto para cumpleaños y visitas alienígenas inesperadas!

SASS-E  
(tono seco)

Ya. Porque seguro que los astronautas podrán cumplir muchos años en un hábitat con más fugas que una flauta...

Arqui se levanta con dificultad y se tambalea hacia la salida.

**2 INT. DAEDALUS ONE - PASILLO - CONTINUOUS**

Un globo flota por la nave. Arqui intenta darle un manotazo, pero hace una mueca de dolor y baja la mano.

COOPER (V.O.)

La probabilidad de supervivencia en un hábitat marciano con más fugas que una flauta es del 0.00018%.

**3 INT. DAEDALUS ONE - COCINA - CONTINUOUS**

Arqui va directo a la cafetera, se sirve una taza y se deja caer al suelo.

COOPER (CONT'D)

Un 4.23% menos que ante el ataque de una raza alienígena asesina. Sugiero volver a la fase 1 del Proyecto A-127: Rediseño del Programa Ares.

Pausa. Arqui suspira.

CORTE A TÍTULO:

**GUÍA DEL ARQUITECTO GALÁCTICO**



Figura 1. Nolan, C. (2014). Fotograma de Interstellar.

## INTRODUCCIÓN

¿Puede la ficción inspirar a la ciencia? Durante milenios, el ser humano ha observado las estrellas con una curiosidad insaciable, dando origen a grandes descubrimientos y extraordinarias historias. El cine de ciencia ficción ha sido el caldo de cultivo para muchas de estas ideas estrafalarias; no obstante, ¿no fueron todas las grandes innovaciones tecnológicas una idea descabellada en algún momento? ¿Podrían estas obras contener claves para enfrentar uno de los mayores retos de la humanidad: la colonización del Planeta Rojo?

Este estudio analiza cómo la ciencia ficción, con su poder para explorar los límites de nuestra realidad, puede servir de inspiración para diseñar hábitats fuera de los confines de la Tierra. A día de hoy, existen planes para la llegada del hombre a Marte. Puede que un puñado de personas estén dando ese siguiente “gran salto para la humanidad” en las próximas décadas, lo que hace este tipo de investigaciones especialmente pertinentes en la actualidad. Este artículo aborda los desafíos que esto plantea desde un punto de vista interdisciplinar, aunando arquitectura, ciencia y cine.

## ESTADO DEL ARTE

### Perspectiva histórica de la ficción y la ciencia

A lo largo de la historia, la fascinación del ser humano por el cosmos ha quedado reflejada en el arte y la ciencia, creando un diálogo constante que ha dado fruto a grandes avances tecnológicos. Este apartado expone cronológicamente los grandes hitos históricos de la exploración espacial, junto con las obras de ciencia ficción más representativas sobre el hombre en el espacio.

#### Leyenda

- Obra de ficción
- Hito científico

Figuras 2-3. Cellarius, A. (1660). Ilustraciones del modelo geocéntrico de Ptolomeo. In *Cosmos y Matemáticas* - WordPress.

Figura 4. Yu, J., & Ji, L. (1412). Ilustración de un cohete multietapa del Huolongjing (Manual del Fuego del Dragón). In *Wikimedia Commons*.

Figura 5. Kepler, J. (1596). Ilustración del modelo platónico del Sistema Solar. In *Wikimedia Commons*.

**1865**

*De la Tierra a la Luna* y su secuela *Alrededor de la Luna* (Julio Verne): Primera obra de ficción conocida donde se hace mención de un vehículo estilo “cohete espacial”.

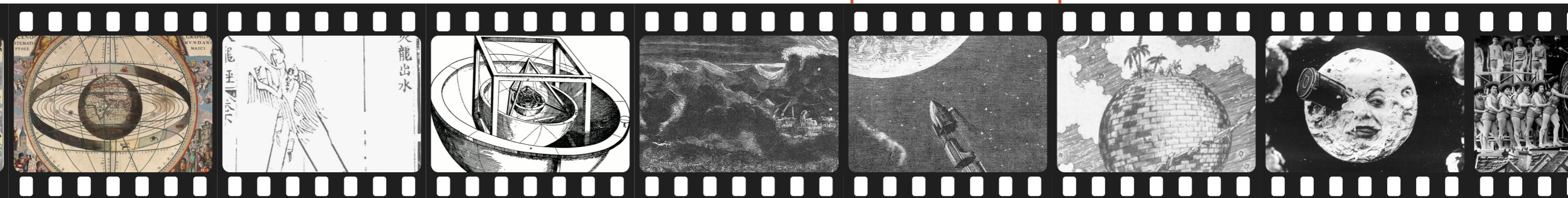
**1869**

*The Brick Moon* (Everett Hale): Primera descripción conocida de un satélite artificial.

**1901**

*Los primeros hombres en la Luna* (H. G. Wells)

Figuras 9-10. Méliès, G. (1902). Fotogramas de *Viaje a la Luna*.



**s.II**

**Historia Verdadera** (Samósata): Primera obra de ficción conocida sobre viajes espaciales.

**Almagesto** (Ptolomeo): Tratado astronómico más influyente de la antigüedad.

**s. XIII**

**Primeros cohetes:** Algunos siglos tras la invención de la pólvora en China, en el país empezaron a usarse cohetes para usos tanto festivos (fuegos artificiales), como militares (lanzas de fuego).

**1634**

**Somnium, seu opvs posthvmvm de astronomia Ivnari** (Johannes Kepler)

**1638**

**El hombre en la Luna** (Francis Godwin)

Figuras 6-7. Verne, J. (1865). Ilustraciones de *De la Tierra a la Luna*. In *Wikimedia Commons*.

Figura 8. Everett Hale, E. (1869). Ilustración de *The Brick Moon*. In *Wikimedia Commons*.

**1902**

*Viaje a la Luna* (Georges Méliès): Primera película sobre viajes espaciales.

**1903**

**Ecuación del cohete de Tsiolkovski** (1903)

**1923**

*Die Rakete zu den Planetenräumen*  
(Oberth).

**Aelita** (Alekséi Nikoláyevich Tolstói) y su adaptación cinematográfica (Yakov Protazanov): una de las primeras en imaginar el viaje a Marte.



Figura 11. Protazánov, Y. (1924). Fotograma de Aelita.

**1927**

*La exploración con cohetes de la atmósfera superior y la posibilidad de viajes interplanetarios:* ponencia de Robert Esnault-Pelterie ante la Sociedad Astronáutica Francesa.

Figura 12. Goddard, E. C. (1926). Goddard junto al marco de lanzamiento de su cohete de combustible líquido. In Wikimedia Commons.

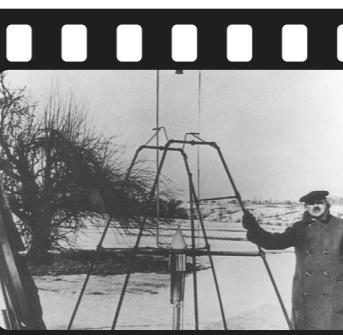
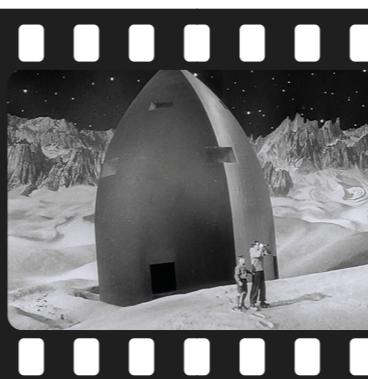


Figura 13. Anónimo. (1909). Robert Esnault-Pelterie sobre un monoplano Vickers R.E.P. In Wikimedia Commons.



**1926**

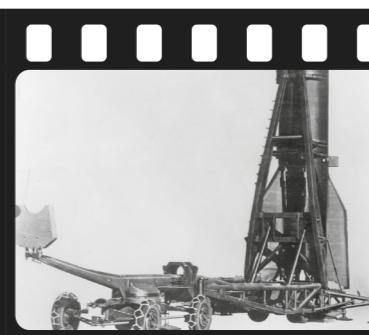
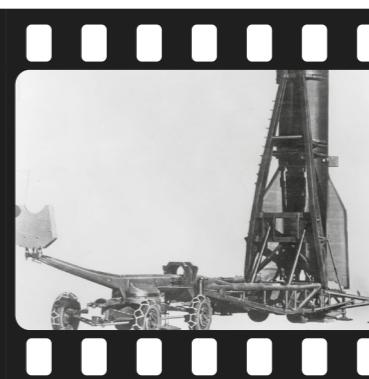
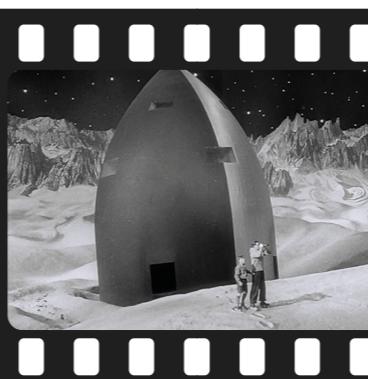
Robert Hutchings Goddard realiza los **primeros experimentos con cohetes de combustible líquido**, sentando unas bases importantes en el desarrollo tecnológico para la exploración espacial.



**1929**

**Frau im Mond** (Fritz Lang).

Edwin Powell Hubble demuestra la **expansión del universo** midiendo desplazamiento al rojo de galaxias lejanas.



**1944**

Durante la Segunda Guerra Mundial, el ingeniero Wernher von Braun diseña **mísiles balísticos para la Alemania nazi** (cohete V2). Posteriormente se une a la NASA para desarrollar cohetes en el Programa Apolo.

**1947**

Empieza la **Guerra Fría**, un conflicto político-ideológico entre EE. UU. y la URSS.

**1950**

**Con destino a la Luna** (Irving Pichel).



Figura 17-18. Pichel, I. (1950). Fotogramas de Con destino a la Luna.



**1951**

Saga **Fundación** (Isaac Asimov).

**1952**

*Islands in the Sky* (Arthur C. Clarke).



Figura 19. ITU Pictures. (1965). Arthur C. Clarke en el set de filmación de *2001: Una odisea del espacio*. In Wikimedia Commons.

**1955**

Tanto EE. UU. como la URSS anuncian su intención de lanzar en los años siguientes **satélites artificiales al espacio**, como contribución al International Geophysical Year (IGY). Con esto, da comienzo la **Carrera Espacial**.

**1957**

La Unión Soviética lanza el Sputnik 1, el **primer satélite artificial en orbitar la Tierra**. La perra Laika se convierte en el **primer ser vivo en viajar al espacio** (Sputnik 2).

Figura 22. NASA. (2021). La NASA en 1958. In NASA.gov.

Figura 23. OKB-1. (1959). Primera imagen del lado oculto de la Luna, tomada por Luna 3. In Wikimedia Commons.

**1961**

El astronauta soviético Yuri Alekséyevich Gagarin se convierte en el **primer hombre en viajar al espacio** a bordo de la Vostok 1.

Comienza el **Programa Apolo**, de la NASA.

**1963**

La astronauta soviética Valentina Tereshkova se convierte en la **primera mujer en viajar al espacio** en una misión de tres días, a bordo del Vostok 6.

## 1966

La sonda Luna 9 se convierte en el **primer objeto terrestre en posarse suavemente sobre la Luna**.

**Star Trek: la serie original** (Gene Roddenberry).



Figura 26-27. Roddenberry, G. (1966). Fotograma de *Star Trek: la serie original*

## 1967

Un accidente acaba con la vida de los astronautas del **Apolo 1**.

## 1968

**2001: Una odisea del espacio** (Stanley Kubrick).

## 1969

El Apolo 11 se convierte en la **primera misión tripulada en realizar un alunizaje<sup>1</sup>**, y Neil Armstrong es el **primer humano en pisar la Luna**.

1 Descenso controlado de un vehículo sobre la Luna.

Figura 28. Kubrick, S. (1968). Fotograma de *2001: Una odisea del espacio*.

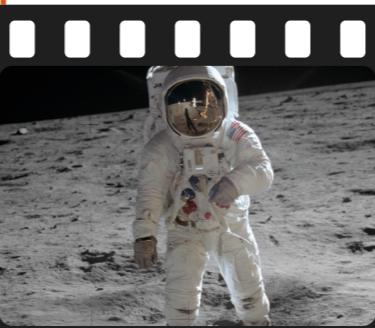


Figura 29. Armstrong, N. (1969). Buzz Aldrin en la Luna. In *Wikimedia Commons*.

Figura 30. Project Apollo Archive. (2015). Huella del astronauta Buzz Aldrin. In *Wikimedia Commons*.

## 1971

La Unión Soviética lanza la Saliut 1, la  **primera estación espacial** de la historia.

## 1972

**Solaris** (Andrei Tarkovsky)

Figura 32. Van der Hoorn, R. (2009). Imagen tomada por la Viking I (con color alterado). In *Wikimedia Commons*.

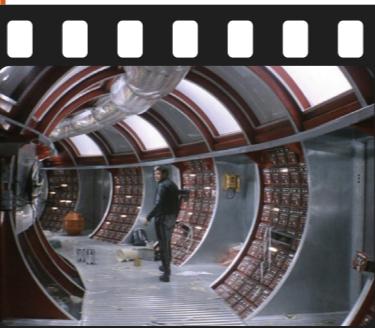


Figura 31. Tarkovski, A. (1972). Fotograma de *Solaris*.

## 1975

La **primera misión conjunta** de EE. UU. y la URSS Apolo-Soyuz.

La NASA lanza la sonda Viking I, el **primer objeto terrestre en aterrizar en la superficie de Marte**.

Figura 33. Lucas, G. (1977). Fotograma de *Star Wars*.

Figura 34. Scott, R. (1979). Fotograma de *Alien*.



## 1977

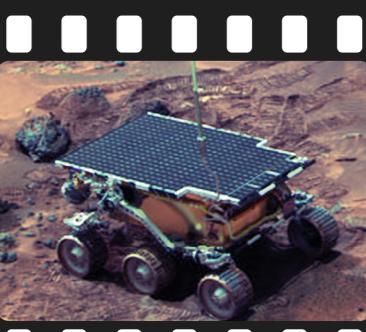
**Star Wars: Episodio IV** (George Lucas).

## 1979

**Alien: el octavo pasajero** (Ridley Scott).

**1998**

Figura 35. NASA. (1997). Rover Sojourner en Marte. In *Wikimedia Commons*.



Se lanza el primer módulo de la **Estación Espacial Internacional** (ISS), proyecto en el que colaboran la NASA (EE. UU.), Roscosmos (Rusia), JAXA (Japón), ESA (Europa), y la CSA/ASC (Canadá).

**2014**

*Interstellar* (Christopher Nolan).

**2015**

*The Martian* (Ridley Scott), película basada en la novela homónima de Andy Weir.

**1997**

La NASA lanza el **primer Rover explorador de Marte** (MER)<sup>1</sup>, Sojourner, a bordo de la nave Mars Pathfinder.

<sup>1</sup> Vehículo explorador diseñado para moverse sobre la superficie del planeta.

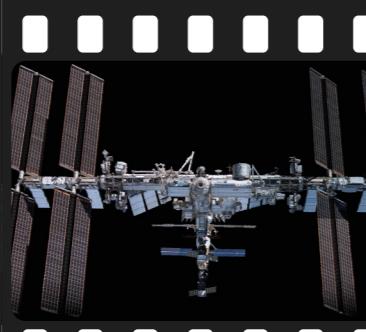
**2014**

Figura 36. NASA. (2021). Estación Espacial Internacional (ISS). In *Wikimedia Commons*.

Figura 37. Nolan, C. (2014). Póster de *Interstellar*.

**2015**

*The Martian* (Ridley Scott), película basada en la novela homónima de Andy Weir.

**2017**

Se aprueba el **Programa Artemis**, dirigido por la NASA en colaboración con algunos socios internacionales y empresas privadas estadounidenses. Este busca llevar a cabo misiones tripuladas a la Luna y Marte.

Figura 38. NASA. (1972). Imagen de la superficie lunar tomada por el Apolo 17. In *Wikimedia Commons*.

Figura 39. Kowsky, J., & NASA. (2022). Lanzamiento de la nave Orion, para la misión Artemis I. In *Wikimedia Commons*.

**2022**

Misión en órbita lunar no tripulada **Artemis I**.

**2023**

Pruebas de vuelo de la Starship, **nave reutilizable** para misiones tripuladas de SpaceX.

**2023**

**Inicia la primera Crew Health and Performance Exploration Analog** (CHAPEA 1) de la NASA, la primera de tres misiones de un año de duración en Mars Dune Alpha, una estancia que simula la superficie marciana.

Figura 40. Swanson, C., & NASA. (2024). Construcción de la Starship (dcha) durante lanzamiento de la Falcon 9 (izda). In *Wikimedia Commons*.

Figura 41. Stafford, B., & NASA. (2022). Interior de Mars Dune Alpha. In *Wikimedia Commons*.

## 2024

La Polaris Dawn de SpaceX, primera misión espacial privada, realiza el **primer paseo espacial (EVA)<sup>1</sup> comercial**.

<sup>1</sup> Operación realizada fuera del entorno de una nave o estación espacial.

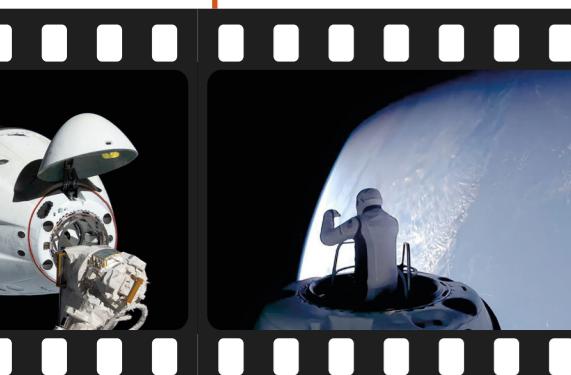


Figura 42. NASA. (2019). Nave Crew Dragon, de SpaceX. In *Wikimedia Commons*.

Figura 43. SpaceX. (2024). Jared Isaacman durante su EVA. In *SpaceX*.

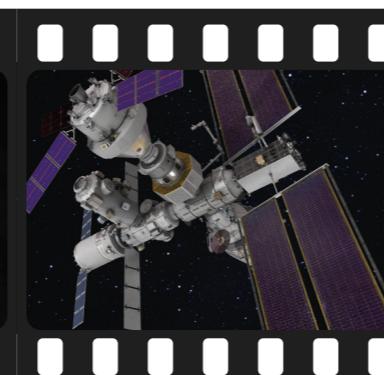
## 2026

La **primera misión tripulada del Programa Artemis**, la Artemis II, volará alrededor de la Luna en un viaje de 10 días. Será la primera vez desde el Apolo 17 que una misión tripulada atraviese la Órbita Terrestre Baja.

Figura 45. NASA Johnson Space Center. (2022). Render de la futura Plataforma Orbital Lunar Gateway (LOP-G), primera estación espacial lunar. In *Wikimedia Commons*.



Figura 44. Valcarcel, J., & NASA. (2023). Tripulación de la Artemis II. In *Wikimedia Commons*.



## 2027

La misión tripulada Artemis III, **lleva por primera vez al ser humano a la superficie del Polo Sur Lunar**.

Como parte del Programa Artemis, se lanza la **primera Estación Espacial lunar**.

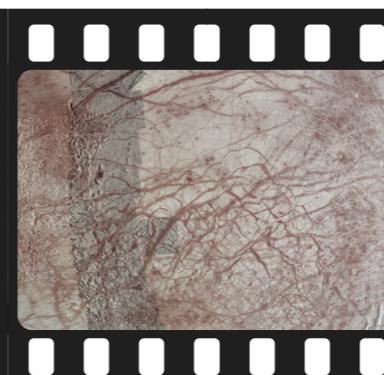


Figura 46. NASA, JPL-Caltech, & University of Arizona. (2013). Foto-composición hecha con datos recopilados en múltiples sobrevuelos de Europa de una misión anterior. In *Wikimedia Commons*.

Figura 47. Notvest, A. J., & NASA Kennedy Space Center. (2024). Despegue del Falcon Heavy con Europa Clipper. In *Wikimedia Commons*.

## 2030

La sonda Europa Clipper, lanzada en 2024, alcanza la **órbita de Europa** (satélite natural de Júpiter), con el objetivo de comprobar si su superficie helada posee las condiciones adecuadas para albergar vida.

Figura 48. NASA. (2020). Render del Deep Space Transport. In *NASA.gov*.



Figura 49. NASA, JPL-Caltech, ASU, & MSSS. (2024). Superficie de Marte. In *MIT News*.

Figura 50. NASA, JPL-Caltech, & UArizona. (2024). Sinus Meridiani, en Marte. In *Wikimedia Commons*.

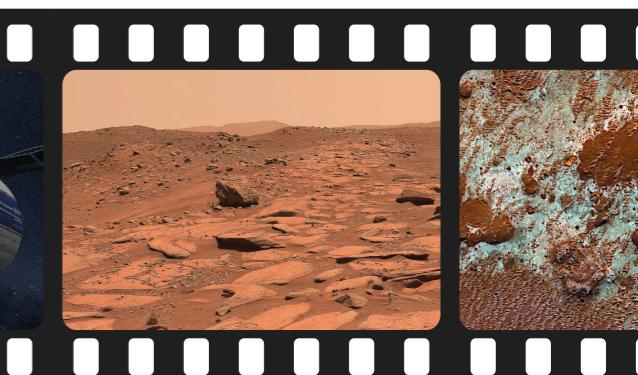


Figura 51. NASA. (2024). Deep Space Transport. In *NASA.gov*.

**Futuro**

Las próximas metas de las agencias espaciales son establecer una **presencia humana permanente en la Luna**, desarrollar **misiones tripuladas a Marte** y, a largo plazo, **asentar una colonia en el Planeta Rojo**.



Figura 51. Verhoeven, P. (1990). Fotograma de Desafío total.

### Prototipos reales y teóricos

Gracias a los avances tecnológicos del último siglo, la exploración espacial ya no es sólo ficción, sino un campo de investigación en el que trabajan científicos e ingenieros de todo el mundo. Los desafíos que presenta la proyección de hábitats extraterrestres ha impulsado a muchos a diseñar posibles prototipos para el futuro del hombre en el espacio.

Este apartado presenta algunas de estas propuestas: desde construcciones pensadas para su uso en Marte, la Luna o el espacio, hasta proyectos conceptuales de colonias fuera de los confines de la Tierra.

## Hábitats de superficie



**Mars Science City (2017)**  
Gobierno de Emiratos Árabes Unidos / Bjarke Ingels Group (BIG)

Estado	Función
En planificación para construcción	Futura ciudad marciana simulada
Ubicación planteada	Estructura
Dubái, Emiratos Árabes Unidos, La Tierra	Textil   Geodésica   Impresión 3D

Figura 52. Bjarke Ingels Group (BIG). (2017). Render de la Mars Science City. In ArchDaily.



**Mars Habitat (2015)**  
Foster + Partners

Estado	Función
Teórico	Hábitat   Estación de investigación
Ubicación planteada	Estructura
Marte	Modular   Impresión 3D

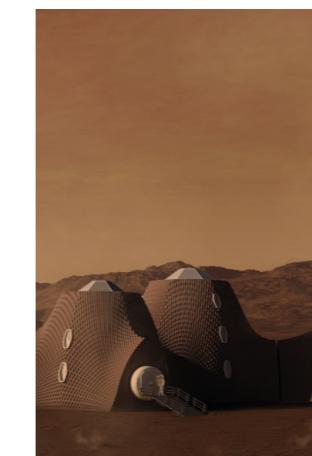
Figura 54. Foster + Partners. (2015). Render de Mars Habitat. In SpaceArchitect.org.



**MARSHA habitat (2019)**  
AI SpaceFactory / NASA

Estado	Función
Teórico   Prototipo testeado en la Tierra	Hábitats marcianos
Ubicación planteada	Estructura
Marte	Impresión 3D

Figura 52. AI SpaceFactory, & Plomp. (2019). Render del proceso de construcción de MARSHA Habitat. In ArchDaily.



**Hive Mars (2021)**  
ArchiMars Team, estudiantes del Politecnico di Bari (Poliba)

Estado	Función
Teórico	Colonia marciana
Ubicación planteada	Estructura
Marte	Impresión 3D

Figura 55. ArchiMars Team. (2021). Render de Hive Mars. In SpaceArchitect.org.



**MARS Case (2018)**  
OPEN Architecture / Xiaomi

Estado	Función
Teórico   Prototipo exhibido en la Tierra	Hábitat marciano móvil
Ubicación planteada	Estructura
Marte	Modular

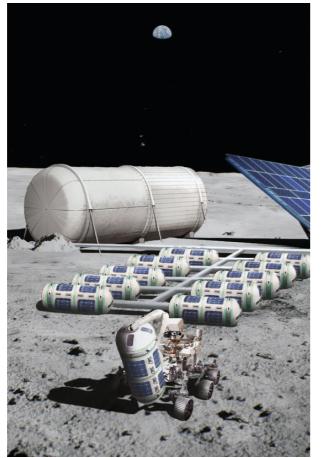
Figura 53. Wu, Q., & OPEN Architecture. (2018). Prototipo MARS Case. In ArchDaily.



**Mars Ice Home (2016)**  
NASA / SEArch+ / CloudsAO

Estado	Función
Teórico	Hábitat marciano
Ubicación planteada	Estructura
Marte	Texil   Modular

Figura 56. SEArch+, & CloudsAO. (2016). Render del Mars Ice Home. In SpaceArchitect.org.



### Green Moon Project (2017)

*Green Moon Project Organization*

**Estado**

Teórico | Próximamente testado en órbita

**Ubicación planteada**

La Luna

**Función**

Huerto de cultivo espacial

**Estructura**

Modular

Figura 57. Green Moon Project Organization. (2017). Render de Green Moon Project sobre la superficie lunar. In Green Moon Project Organization.



### EDEN-ISS (2018)

*DLR | LIQUIFER Systems Group | CNR | ISA | U of G | AWI | Enginsoft S.p.A. | Airbus Defence and Space | TAS | Arescosmo S.p.A. | WUR | Heliospectra AB | LIT | Telespazio S.p.A. | UF | SAB*

**Estado**

Construido en la Antártida, la Tierra

**Ubicación planteada**

Marte | La Luna

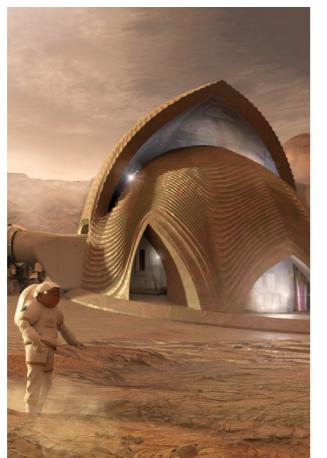
**Función**

Huerto de cultivo espacial

**Estructura**

Modular

Figura 60. German Aerospace Centre (DLR). (2018). Prototipo de la EDEN-ISS. In SpaceArchitect.org.



### Mars X House v1 (2017)

*SEArch+ / Apis Cor*

**Estado**

Teórico

**Ubicación planteada**

Marte

**Función**

Hábitat | Estación de investigación

**Estructura**

Modular | Impresión 3D

Figura 58. SEArch+. (2019). Render de la Mars X-House V1. In spacexarch.com.



### Lunar Habitat Masterplan (2024)

*HASSELL Studio*

**Estado**

Teórico

**Ubicación planteada**

La Luna

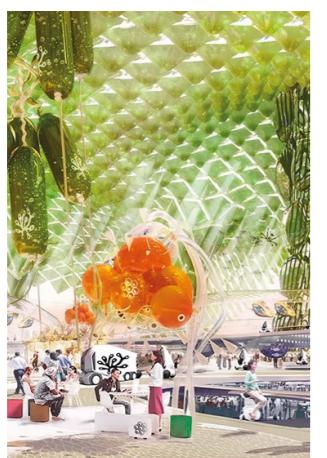
**Función**

Hábitat | Estación de investigación

**Estructura**

Modular | Impresión 3D

Figura 61. HASSELL Studio. (2024). Lunar Habitat Masterplan. In ArchDaily.



### ALGI (2018)

*Manuel Monteserín*

**Estado**

Teórico

**Ubicación planteada**

Marte

**Función**

Colonia marciana

**Estructura**

Modular | Geodésica

Figura 59. Monteserín, M., & Manu-Facturas 3D. (2018). Fotomontaje interior de ALGI. In manuelmonteserin.com.



### LINA (Lunar Infrastructure Asset) (2022)

*NASA / AI Space Factory*

**Estado**

Teórico

**Ubicación planteada**

La Luna

**Función**

Hábitat

**Estructura**

Impresión 3D

Figura 62. NASA, & Michaux, F. (2022). Render de LINA. In spacefactory.ai.

## Naves espaciales y estaciones orbitales



### Von Braun wheel (1952)

*Wernher von Braun*

#### Estado

Teórico

#### Función

Base científica | Escala para viajes más lejanos

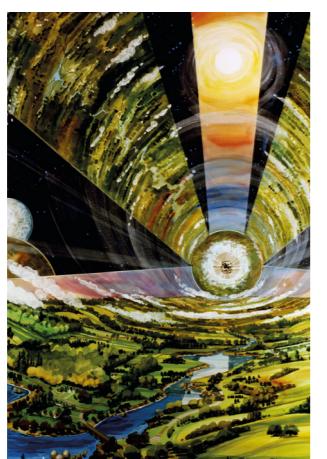
#### Ubicación planteada

Órbita geoestacionaria

#### Estructura

Toroide

Figura 63. Bonestell, C., & von Braun, W. (1952). Von Braun wheel. In *Collier's Magazine*.



### Cilindro de O'Neill (1977)

*Gerard K. O'Neill*

#### Estado

Teórico

#### Función

Colonia espacial

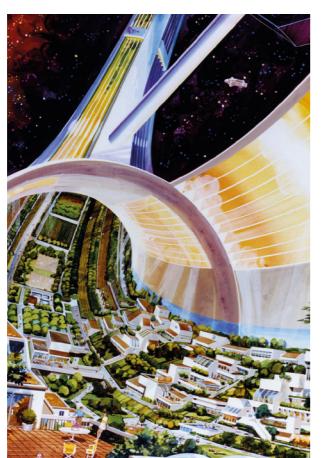
#### Ubicación planteada

Espacio exterior

#### Estructura

Cilindro

Figura 64. Guidice, R., & NASA. (2004). Ilustración del cilindro de O'Neill. In *Wikimedia Commons*.



### Toro de Stanford (1975)

*NASA*

#### Estado

Teórico

#### Función

Colonia espacial

#### Ubicación planteada

Espacio exterior

#### Estructura

Toroide

Figura 65. Guidice, R., & NASA. (2012). Ilustración del toro de Stanford. In *Wikimedia Commons*.



### TESSERAE (2019)

*Aurelia Institute*

#### Estado

Prototipo testado en maravedinada

#### Ubicación planteada

Órbita

#### Función

Futura ciudad marciana simulada

#### Estructura

Modular | Auto-ensamblada

Figura 66. Aurelia Institute. (2023). Render de una estación espacial construida con TESSERAE. In *Arch-Daily*.



### Starship (2018)

*SpaceX*

#### Estado

En desarrollo | Lanzado varias veces desde 2023

#### Ubicación planteada

Espacio exterior

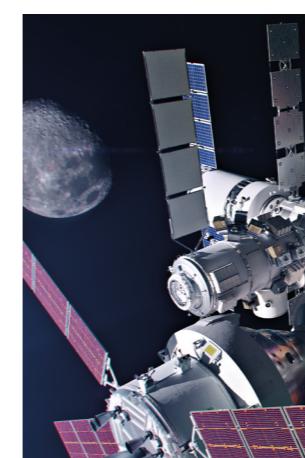
#### Función

Vehículo de lanzamiento de carga superpesada

#### Estructura

Cohete reutilizable

Figura 67. DIARIO ABC, S.L. (2025). Starship de SpaceX. In *ABC*.



### Gateway (2017)

*NASA / CSA / ESA / JAXA / MBRSC*

#### Estado

Lanzamiento previsto a partir de 2027

#### Ubicación planteada

Órbita de halo alrededor de la Luna

#### Función

Futura ciudad marciana simulada

#### Estructura

Modular

Figura 68. NASA. (2023). Plataforma Orbital Lunar Gateway. In *NASA.gov*.



Figura 69. Scott, R. (2015). Mark Watney observando Marte. In *The Martian*.

## CONTEXTO Y JUSTIFICACIÓN

### ¿Por qué Marte?

La exploración del Planeta Rojo ha despertado un particular interés dentro de la comunidad científica por diversas razones; entre ellas:

#### 01 Búsqueda de vida extraterrestre

¿Existe vida fuera de los confines de la Tierra? Ese es uno de los mayores misterios que esconde el universo. Diversos estudios sugieren que, en el pasado, Marte disponía de agua líquida bajo la superficie, mayores temperaturas y una atmósfera más densa (European Space Agency, 2019; NASA, n.d.). Estos datos, junto a su cercanía, hacen del Planeta Rojo un punto de importante relevancia en la búsqueda de vida extraterrestre (pasada o presente).

#### 02 Entender la evolución planetaria

¿Puede Marte ayudarnos a entender más sobre nuestro planeta? La comunidad científica considera que el estudio de la geología, la composición atmosférica y la presencia de agua en la superficie marciana, puede ayudarnos a comprender como planetas similares a la Tierra, y otros planetas del Sistema Solar, evolucionan con el tiempo (European Space Agency, 2019).

#### 03 Preparación para la colonización humana

Llevar a cabo misiones tripuladas a Marte allanaría el camino hacia su colonización, ayudando a recopilar información y desarrollar tecnologías que permitirían convertir al ser humano en una especie multiplanetaria. No obstante, ¿cuál es el interés en establecer una colonia en nuestro planeta vecino? Algunos expertos argumentan que ante posibles riesgos, como desastres naturales, el cambio climático o incluso eventos de extinción masiva, diversificar la presencia del ser humano en otro planeta garantizaría la supervivencia de la especie a largo plazo (Drake, 2016; Neukart, 2023).

### ENTRADA #001

### CONTEXTO Y JUSTIFICACIÓN

¿Microbios marcianos? Estupendo, Mulder se presentará en nuestro hábitat con una pala. Así no hay quien dirija una obra...

- Sass-E

## 04 Innovación tecnológica

*"Only by pushing mankind to its limits, to the bottoms of the ocean and into space, will we make discoveries in science and technology that can be adapted to improve life on Earth."* (Kumar, 2012).

Los grandes retos de la exploración espacial han impulsado —y siguen impulsando— a los científicos a desarrollar tecnologías que mejoran la calidad de vida en la superficie terrestre. Un ejemplo relativamente reciente de esto es el del endoscopio 3D MARVEL, desarrollado por el JPL<sup>2</sup> de la NASA en colaboración con el Skull Base Institute<sup>3</sup>, el cual adapta tecnología empleada en misiones espaciales para mejorar la percepción de profundidad de los neurocirujanos en intervenciones quirúrgicas (NASA, 2015).

## 05 Inspiración

*"Going to Mars together will go hand in hand with coming together here on Earth. Bringing life to Mars will go hand in hand with assuming responsibility for the competent stewardship of life on Earth. Bridging the gulf of space to meet and understand the Alien will go hand in hand with tearing down the obstacles of greed and prejudice that are the source of alienation on Earth."* (Gangale, 2005)<sup>4</sup>.

Si bien existen numerosas razones prácticas para enviar personas a Marte, este proyecto también ofrece un considerable beneficio social y educativo. La curiosidad y la aventura de la exploración espacial pueden incentivar a las nuevas generaciones en su búsqueda de conocimiento, además de inspirar al ser humano a unirse para alcanzar un objetivo común.

Aunque este último es un tema más complejo, a lo largo de los años se han dado casos de estrecha colaboración entre entidades. Un

1 Traducción propia: “Solo al llevar a la humanidad hasta sus límites —a las profundidades del océano y al espacio— haremos descubrimientos científicos y tecnológicos que podrán adaptarse para mejorar la vida en la Tierra.”

2 El Jet Propulsion Laboratory (JPL) es un centro dedicado a la construcción de naves espaciales para la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA).

3 El Skull Base Institute (SBI) es un centro quirúrgico especializado en neurocirugía, ubicado en Los Ángeles, California.

4 Traducción propia: “Ir a Marte juntos irá de la mano con unirnos aquí en la Tierra. Llevar vida a Marte irá de la mano con asumir la responsabilidad de una gestión competente de la vida en la Tierra. Salvar el abismo del espacio para encontrar y comprender al Extranjero irá de la mano con derribar los obstáculos de la codicia y los prejuicios que son la fuente de la alienación en la Tierra.”

ejemplo muy claro es el del desarrollo de la Estación Espacial Internacional (ISS), un proyecto que nace de la cooperación entre cinco agencias espaciales: NASA (Estados Unidos), Roscosmos (Rusia), ESA (Europa), JAXA (Japón) y la CSA/ASC (Canadá).

## ¿Por qué el cine?

El cine de ciencia ficción es un banco único y poderoso de ideas; su estudio puede aportar ciertos beneficios dentro del campo de la exploración espacial:

### 01 Anticipación a retos futuros

El cine de ciencia ficción plantea algunas situaciones hipotéticas que en un futuro podrían surgir en la realidad. Como *Sunshine* (2007), que visualiza el daño psicológico derivado del aislamiento y estrés extremo; o *The Martian* (2015), la cual muestra posibles complicaciones ocasionadas por el entorno hostil del Planeta Rojo.

### 02 Exploración desde otras perspectivas

Abordar los desafíos de la exploración espacial desde el estudio de diversas disciplinas, permite despertar reflexiones y discusiones que pueden complementar los enfoques científicos más tradicionales.

### 03 Catalización para la innovación

La visualización de soluciones especulativas en la ficción, puede inspirar el desarrollo de nuevas tecnologías. En la cultura popular podemos encontrar algunos inventos que aparecieron primero en la pantalla grande, para más adelante ser llevados a la práctica; como los hologramas tridimensionales de la saga *Star Wars* o los “comunicadores” de la serie *Star Trek* (1966).

## Un ejercicio de imaginación

Al tratarse de un campo tan complejo, este trabajo no busca diseñar un prototipo con una aplicabilidad real o inmediata. No obstante, este ejercicio puede ser una base interesante para una futura línea de trabajo más compleja, permitiéndose explorar ideas más especulativas que podrían desarrollarse de manera más profunda en el futuro.



Figura 70. Scott, R. (2015). Mark Watney junto al Rover. In *The Martian*.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### Los retos del Planeta Rojo

Las futuras misiones tripuladas a Marte deberán hacer frente a numerosos desafíos; muchos de ellos relacionados directamente con el diseño arquitectónico de los hábitats.

Con el fin de mantener una organización clara, y coherente con la estructura del Capítulo 3 —*Bitácora espacial*—, estos retos se organizan de la siguiente manera:

#### 01 Retos técnicos

- ▶ Logística y procesos de construcción en entornos extremos.
- ▶ Protección contra la alta radiación cósmica<sup>1</sup> y ultravioleta, debida a la tenue atmósfera marciana y la ausencia de magnetosfera del planeta (Neukart, 2023).
- ▶ Protección contra las bajas temperaturas marcianas.

#### 02 Retos funcionales

- ▶ Abastecimiento de recursos y gestión de residuos.
- ▶ Eficiencia de sistemas de soporte vital.
- ▶ Optimización del espacio y funcionalidad espacial.

#### 03 Retos humanos

- ▶ Reducción de la pérdida de masa muscular ocasionada por la prolongada exposición a entornos de gravedad reducida, tanto durante el viaje (microgravedad<sup>2</sup>), como en la superficie de Marte (38% de la gravedad terrestre) (Neukart, 2023).
- ▶ Prevención de daños físicos y psicológicos debidos al aislamiento prolongado y las situaciones de elevado estrés durante las misiones.

1 La radiación cósmica está compuesta por partículas subatómicas que viajan por el espacio a gran velocidad. En la Tierra, la magnetosfera desvía la mayoría de estas partículas cargadas, tras lo cual la atmósfera absorbe gran parte de las que logran atravesarla.

2 La microgravedad es el estado que hace que un cuerpo parezca ingravido. Puede producirse de dos formas: estacionaria, cuando el sujeto se encuentra lo suficientemente lejos de cualquier objeto masivo como para que la gravedad sea despreciable; o en caída libre, cuando la única fuerza que actúa sobre él es —paródicamente— la gravedad, como ocurre con los astronautas de la ISS.

### **Un puente entre la ficción y la ciencia**

Existen bastantes publicaciones que estudian los distintos desafíos que supone el diseño de hábitats extraterrestres. También podemos encontrar una gran variedad de escritos sobre la arquitectura de ciencia ficción. No obstante, no existen tantos estudios que aborden la problemática con una perspectiva interdisciplinar; aunando cine, arquitectura y ciencia.

Una publicación que presenta bastantes similitudes con esta propuesta, es la tesis de *S.E.ARCH: Science Fiction and Extraterrestrial Architecture* (Shum, 2020), la cuál se centra específicamente en el diseño de naves interplanetarias, desde el estudio de algunas propuestas del cine de ciencia ficción.



Figura 71. Stanton, A. (2008). Fotograma de Wall-E.

# 02

Objetivos de misión

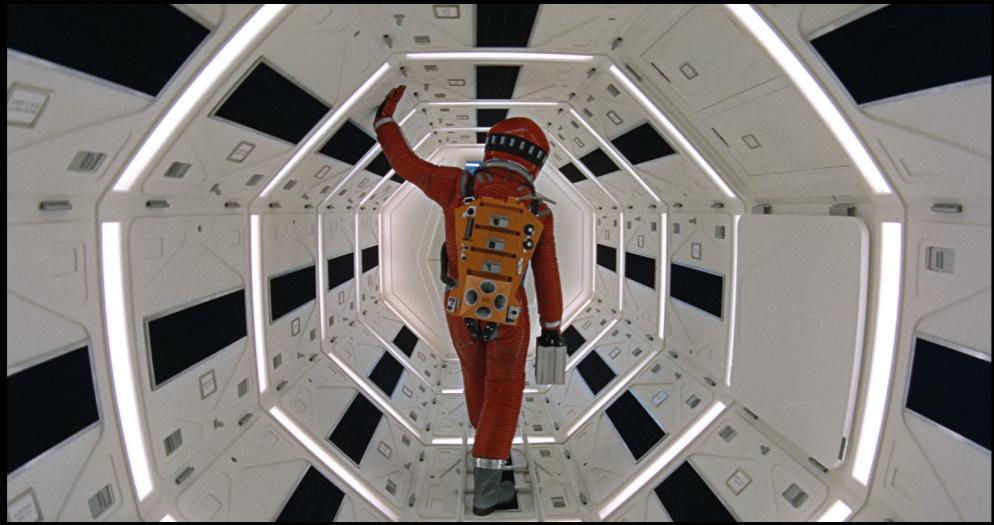


Figura 72. Kubrick, S. (1968). Fotograma de *2001: Una odisea del espacio*.

### OBJETIVOS GENERALES

Este estudio busca analizar algunos hábitats extraterrestres del cine de ciencia ficción, considerando aspectos técnicos, funcionales y humanos. Esto con el fin de sacar conclusiones que nos sirvan de base para imaginar distintas posibilidades del futuro del hombre en el espacio.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

### 01 Analizar aspectos técnicos

Estudiar desde un punto de vista técnico los distintos prototipos de hábitats extraterrestres de las películas seleccionadas, contrastando la información con artículos científicos y propuestas reales.

### 02 Analizar aspectos funcionales

Investigar las necesidades internas de la arquitectura espacial, y evaluar cómo el cine hace frente a los retos que esta plantea.

### 03 Analizar aspectos humanos

Analizar la relación de los personajes con el espacio y con las personas de su alrededor, estudiando cómo estas películas lidian con las consecuencias psicológicas del aislamiento y la salud mental.

### 04 Explorar las posibilidades

Sacar conclusiones que nos ayuden a imaginar posibles respuesta a algunos de los desafíos que enfrenta la humanidad en su plan de llegar al Planeta Rojo.

## LIMITACIONES DEL PROYECTO

Debido a la alta complejidad del área de estudio, el periodo de tiempo limitado para la realización del trabajo y la falta de conocimientos especializados en ciertos campos, el proyecto se centra en los aspectos arquitectónicos del diseño. Por tanto, queda fuera del alcance de este estudio:

**01** Profundizar en aspectos que requieran conocimientos técnicos avanzados de **física o ingeniería aeroespacial**.

**02** Ahondar en **estudios psicológicos profundos**, limitándose a los aspectos relevantes para el diseño de hábitats que favorezcan el bienestar emocional de la tripulación.

**03** Evaluar la **viabilidad económica** del proyecto, más allá de un enfoque general hacia la optimización de recursos.

**04** Realizar **cálculos estructurales** y definir en detalle **soluciones constructivas o de instalaciones**, delegando estas tareas a posibles desarrollos técnicos futuros.

## BENEFICIOS DEL PROYECTO

Este trabajo busca explorar cómo el cine puede inspirar soluciones innovadoras para los complejos retos de la exploración espacial, aportando un valor añadido y una nueva perspectiva a un tema de gran relevancia dentro de la comunidad científica actualmente.

# 03

Bitácora espacial



Figura 73. Jennings, G. (2005). Interior del Corazón de Oro. In *Guía del autoestopista galáctico*.

## METODOLOGÍA

### Instrumentos de recolección de información

- ▶ **Revisión bibliográfica:** Estudio de los fundamentos teóricos de los conceptos analizados, mediante literatura existente recopilada de fuentes académicas y fiables.
- ▶ **Análisis de objetos de estudio:** Análisis de los hábitats extraterrestres seleccionadas para este estudio; apoyándose no solo de la película en sí misma, sino de material gráfico y narrativo complementario.
- ▶ **Comparación:** Contraste con prototipos y tecnologías reales.

### Técnicas de análisis

- ▶ **Esquemas y diagramas:** Visualización de conceptos estudiados.
- ▶ **Bocetos de exploración:** Experimentación con futuras configuraciones a partir del análisis.
- ▶ **Tablas:** Síntesis de resultados.
- ▶ **Narrativa dramatizada y storyboards:** Traducir conceptos técnicos a situaciones narrativas accesibles, reflexionar sobre decisiones de diseño y reforzar el hilo conductor del trabajo.

### Recursos requeridos

Miro	Organización general del proyecto, volcado de información y lluvia de ideas.
Chat GPT	Corrección de textos y apoyo en la búsqueda de referencias bibliográficas.
Sora	Generación de imagen de portada.
MyBib	Gestión de referencias bibliográficas.
Google Docs	Redacción del borrador.
Adobe InDesign	Maquetación del documento.
Adobe Illustrator	Creación de elementos gráficos.
Adobe Photoshop	Edición de imagen de portada.
Microsoft Excel	Contabilización de horas trabajadas.
Procreate	Dibujo a mano.

## OBJETOS DE ESTUDIO

### Caso de estudio principal: The Martian (2015)



Figura 74. Scott, R. (2015). Póster de la película *The Martian*.

#### 01 Introducción a la película

*The Martian* (2015) gira en torno a la lucha por la supervivencia del astronauta Mark Watney (Matt Damon), después de ser dado por muerto y abandonado en la superficie de Marte por sus compañeros de tripulación.

La película, dirigida por Ridley Scott y basada en la novela homónima de Andy Weir<sup>1</sup>, fue muy bien recibida tanto por el público como por la crítica. Obtuvo además el reconocimiento de la comunidad científica, que subrayó su atención por el rigor técnico dentro de un escenario, de momento, especulativo.

#### 02 ¿Por qué *The Martian*?

La elección de *The Martian* (2015) como caso de estudio principal se basa en varias razones, entre las que destacan:

- ▶ **Tecnología ficticia, pero plausible:** *The Martian* (2015) se enmarca dentro de la ciencia ficción dura<sup>2</sup>, presentando situaciones y tecnologías ficticias, pero verosímiles desde una perspectiva científica. La película contó incluso con asesoramiento de la NASA en varias etapas de la producción (Jet Propulsion Laboratory, 2015; McClintock, 2015).
- ▶ **Presencia de tipologías diversas:** El estudio de esta obra permite el análisis de distintas tipologías de hábitats extraterrestres dentro de un mismo relato.
- ▶ **Información de referencia abundante:** Se dispone de suficiente información sobre los hábitats para poder desarrollar un análisis con el suficiente rigor y detalle que este trabajo exige.

Además de la propia película, el estudio de los hábitats se apoya en: el guion de rodaje de *The Martian* (2015); la novela de *El Mar-*

<sup>1</sup> Andy Weir es un ingeniero informático y escritor de ciencia ficción estadounidense, cuyas obras son conocidas tanto por su rigor científico como por su humor.

<sup>2</sup> La ciencia ficción dura (*o hard science fiction*) es un subgénero dentro de la ciencia ficción que se caracteriza por su atención a la lógica y el rigor científico dentro de su narrativa.

ciano (2011); material promocional de la película; vídeos e imágenes del detrás de cámaras; y material gráfico publicado por el equipo del Departamento de Arte. Todas estas fuentes se encuentran referenciadas en el apartado *Bibliografía* (Capítulo 6).

- ▶ **Producción relativamente reciente:** Si bien la película tuvo una buena acogida y alcanzó bastante popularidad; es relativamente joven. Por ello, la cantidad de trabajos de investigación sobre la cinta es significativamente inferior a los que podemos encontrar sobre algunos grandes clásicos del cine de ciencia ficción, como *2001: Una odisea del espacio* (1968) o la saga *Star Wars*.
- ▶ **Narrativa centrada en la supervivencia:** La película se centra en la resolución de problemas y la supervivencia del protagonista en un entorno hostil y solitario. Este enfoque facilita un análisis centrado en la anticipación y resolución de algunos de los retos de mayor relevancia en el diseño de hábitats extraterrestres, y la exploración espacial en general (CKO News Staff & NASA, 2015).
- ▶ **Impacto cultural e interés personal:** La película tuvo un impacto cultural considerable, acercando la ciencia y la exploración espacial al público de una manera accesible y llena de humor.

A nivel personal, la curiosidad que esta obra me ha despertado por el cine y la ciencia, refuerza mi compromiso y entusiasmo con este estudio. Y he de confesarlo: tengo una pequeña obsesión con *The Matian*.

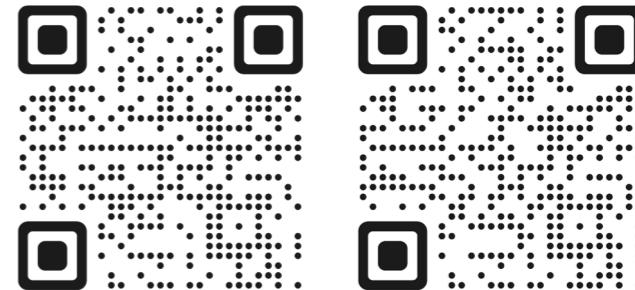
Ver película

Ver tráiler

#### SPOILER ALERT!

Detectando revelaciones de trama inminentes...

Iniciando protocolo de prevención...

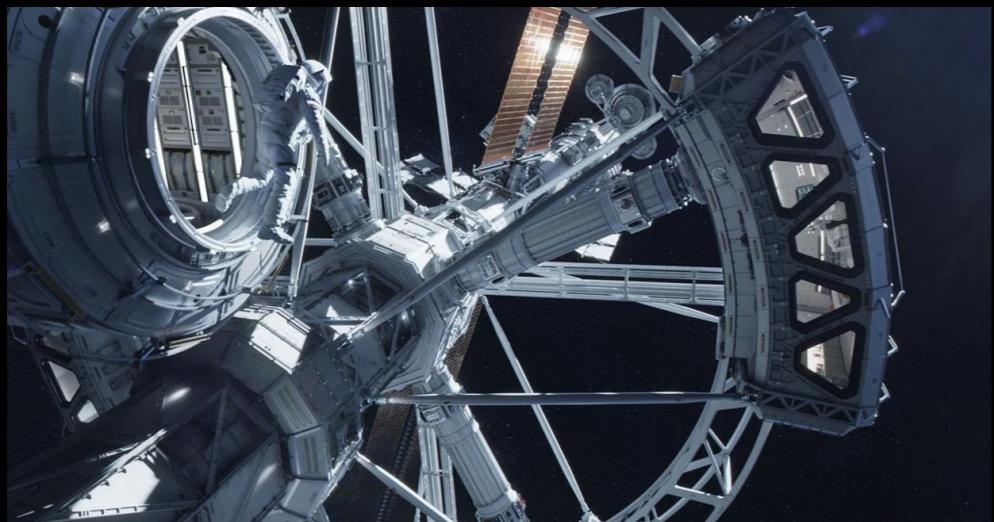


#### ENTRADA #002

#### OBJETOS DE ESTUDIO

Venga, "obsesión" en una palabra muy fuerte. Yo diría... " implicación emocional profesional". Casi patológica.

- Sass-E



Figuras 75-77. Scott, R. (2015). Fotogramas de la Hermes. In *The Martian*.

BITÁCORA ESPACIAL		
ENTRADA #003	OBJETOS DE ESTUDIO	
UBICACIÓN	HABITANTES	DURACIÓN DE LA ESTANCIA
 Espacio exterior Estacionamiento en órbita baja	 Grupo reducido 6 (originalmente)	<b>124</b> días   Originalmente  Duración final <b>899</b> días Tripulación completa
TIPOLOGÍA	USOS PRINCIPALES	
 Nave interplanetaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transporte</li> <li>- Hábitat temporal</li> <li>- Base científica</li> </ul>	<b>211</b> días Mark Watney
<b>HERMES</b>		

Figura 78. Boceto en alzado de la Hermes. Elaboración propia.



Figuras 79-81. Scott, R. (2015). Fotogramas del Hab. In *The Martian*.

BITÁCORA ESPACIAL

ENTRADA #004
OBJETOS DE ESTUDIO

**UBICACIÓN**  
  
 Arcadia Planitia, Marte

**HABITANTES**  
  
 Grupo reducido 6 (originalmente)

**DURACIÓN DE LA ESTANCIA**  
 31 soles | Originalmente  
 1 sol = 1d 0h 37m

**TIPOLOGÍA**  
  
 Asentamiento en superficie

**USOS PRINCIPALES**  
 - Hábitat temporal  
 - Base científica

Duración final  
**18 soles**  
 Tripulación completa  
**461 soles**  
 Mark Watney

**HAB**

Figura 82. Boceto en planta del Hab. Elaboración propia.

## Casos de estudio complementarios

### 01 Rol en el estudio

Los casos de estudio complementarios servirán como puntos de contraste, para así reforzar ideas, señalar alternativas y validar o cuestionar estrategias proyectuales.

### 02 Criterios de elección

A la hora de seleccionar los objetos de estudio de esta investigación, se ha realizado una búsqueda inicial de películas populares de ciencia ficción desarrolladas en el espacio o en la superficie de planetas extraterrestres. Posteriormente se ha acotado la lista siguiendo los siguientes criterios:

- ▶ **Hábitats humanos:** Se tendrán en cuenta únicamente hábitats extraterrestres diseñados principalmente para residentes humanos; por lo que películas como *La llegada* (2016), quedarían fuera del ámbito de estudio.
- ▶ **Hábitats de larga estancia:** Dado que las misiones en Marte serían necesariamente prolongadas, se considerarán hábitats proyectados para estancias de al menos una o varias semanas. Esto descarta, por ejemplo, los cazas estelares de la franquicia de *Star Wars* o los EVA Pods de *2001: Una odisea del espacio* (1968).
- ▶ **Hábitats especulativos:** Aunque la tecnología que existe hoy en día a veces parece haber salido directamente de la gran pantalla, ¿cuál es la gracia de este trabajo si no es el estudio de lo que todavía no lo ha hecho? Por ello, se analizarán únicamente diseños que no hayan sido construidos (independientemente de los realistas que sean); lo que excluye películas como *Gravity* (2013) o *Life* (2017), las cuales se desarrollan en la ISS.

### 03 Hábitats incluidos

Hábitat	Aparición	Año
Orion III	<i>2001: Una odisea del espacio</i>	1968
Station V	<i>2001: Una odisea del espacio</i>	1968
Discovery One	<i>2001: Una odisea del espacio</i>	1968
Valley Forge	<i>Naves misteriosas</i>	1972
Colonia en Marte	<i>Desafío total</i>	1990
Icarus II	<i>Sunshine</i>	2007
Sarang	<i>Moon</i>	2009
Elysium	<i>Elysium</i>	2013
Endurance	<i>Interstellar</i>	2014
Base del Dr. Mann	<i>Interstellar</i>	2014
Cooper Station	<i>Interstellar</i>	2014
Avalon	<i>Passengers</i>	2016
Hail Mary	<i>Proyecto Hail Mary (novela)<sup>1</sup></i>	2021
Construcciones en Arrakis	<i>Saga Dune</i>	2021-

Estas obras se encuentran referenciadas en el apartado *Bibliografía* (Capítulo 6).

<sup>1</sup> *Proyecto Hail Mary* (2021) es una novela de ciencia ficción escrita por Andy Weir, autor de *El Marciano* (2011). Esta obra ha sido incluida en este estudio debido a: su estrecha relación con *The Martian*; su cercana adaptación cinematográfica —*Proyecto Salvación* (2026)—; y el peso que se le da al diseño de la nave durante la narrativa. Y sí, este libro es otra obsesión mía.

## ANÁLISIS

*"It is likely (and I personally hope) that new technology and innovative sources of fictional inspiration will drastically change the course of space architecture as we know it."* (Shum, 2020, p. 211)<sup>1</sup>.

La concepción de hábitats extraterrestres implica una serie de decisiones proyectuales ligadas a ciertos desafíos de la exploración espacial. Para entender estos retos, y explorar cómo el cine puede inspirar estrategias para abordarlos, este apartado analizará de manera gráfica y crítica los escenarios principales de la película de *The Martian* (2015).

Se complementará el estudio con referencias puntuales a otras obras de ciencia ficción, con el fin de reforzar ideas o plantear otras alternativas.

Para garantizar un orden claro y metódico en el análisis, el contenido de cada apartado seguirá una estructura guía —aunque no rígida— que tocará los siguientes puntos:

► **¿En qué consiste este aspecto del estudio?**

Introducción breve del tema a tratar, así como su relevancia para la exploración espacial y la proyección de hábitats extraterrestres.

► **¿Cuáles son los conceptos que lo condicionan?**

Exploración de los fundamentos técnicos o psicológicos que afectan al diseño.

► **¿Cómo afecta al diseño del hábitat?**

Traducción de dichos fundamentos en decisiones proyectuales.

► **¿Cómo se aborda en *The Martian*?**

Análisis crítico y gráfico de las soluciones planteadas en *The Martian* (2015): aciertos, limitaciones y posibles alternativas.

► **¿Qué conclusiones podemos extraer de ello?**

Breve síntesis de aprendizaje sobre los conceptos estudiados.

El diseño de hábitats extraterrestres es tremadamente amplio y complejo, por lo que este estudio se centrará principalmente en los aspectos más relevantes de la película de *The Martian*.



<sup>1</sup> Traducción propia: "Es probable (y personalmente espero) que las nuevas tecnologías y fuentes innovadoras de inspiración ficticia cambien drásticamente el rumbo de la arquitectura espacial tal y como la conocemos."

Figura 83. Scott, R., & Weir, A. (2014). Boceto de Ridley Scott en el guion de "The Martian." In Facebook.



Figura 84. Lord, P., & Miller, C. (2025). Activación del Modo Centrífugo de la Hail Mary. In *Proyecto Salvación* [Tráiler].

### Análisis técnico

¿Cómo se diseña un hábitat que mantenga a los astronautas con vida en un entorno que puede matarlos de tantas maneras?

Este primer eje temático explora cómo las condiciones físicas del medio afectan a la concepción del espacio. ¿Cómo se proyectan hábitats humanos que respondan a las necesidades particulares de estos entornos hostiles?

- ▶ **Morfología**
- ▶ **Radiación**

## Morfología

La forma de un hábitat o nave espacial... ¡no es una simple cuestión estética! Condiciona su estructura, funcionalidad y el modo de vida de sus usuarios. La ciencia ficción ha explorado diversas soluciones morfológicas; pero ¿qué ventajas o limitaciones presentan? ¿Qué lecciones pueden dejarnos para el futuro?

### 01 Fundamentos morfológicos de las naves espaciales

Hay que considerar numerosas cuestiones en el diseño de una nave interplanetaria; pero una de las más recurrentes, tanto en la ciencia ficción como en numerosos estudios científicos sobre la exploración espacial, es la generación de gravedad artificial.

*"Artificial gravity is defined [...] as the simulation of gravitational forces aboard a space vehicle that is in orbit (free fall) or in transit to another planet." (Clément & Buckley, 2007, p. 33)<sup>1</sup>.*

Pero, ¿por qué es tan importante? Las futuras misiones a Marte se alargarán necesariamente durante años, exponiendo a los astronautas a un estado de ingravidez prolongado, lo que tendría graves consecuencias para su salud fisiológica<sup>2</sup>. Este inconveniente podría mitigarse mediante la implementación de un sistema capaz de simular las condiciones gravitatorias de la Tierra; es decir, mediante la inducción de gravedad artificial (Clément & Buckley, 2007; Norsk & Smith, 2015).

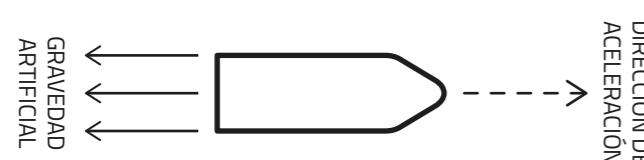


Figura 86. Generación de gravedad artificial mediante aceleración lineal. *Elaboración propia.*



Figura 85. Generación de gravedad artificial mediante un núcleo masivo. *Elaboración propia.*

Existen diversas estrategias para generar gravedad artificial<sup>3</sup>; pero una de las alternativas más prometedoras —considerando los avances técnicos actuales, así como los costos económicos y materiales— y más exploradas en el cine, es la basada en la rotación. Este es precisamente el sistema que usa la nave Hermes en *The Martian*.

#### ► ¿Cómo funciona la gravedad artificial rotatoria?

Cuando un objeto realiza un movimiento circular, se genera lo que conocemos como fuerza centrífuga<sup>4</sup>. En un entorno de gravedad reducida, esta fuerza podría sustituir a la gravedad de la Tierra, ayudando a contrarrestar los efectos fisiológicos de la ingravidez (Clément & Buckley, 2007).

¡Parece fácil! No obstante, ¿se ha llevado alguna vez a la práctica? Pese a su amplia presencia en la ciencia ficción —como en *2001: Una odisea del espacio* (1968) o *Interstellar* (2014)—, esta idea ha sido poco explorada en la realidad. El único intento de generar gravedad artificial rotatoria en el espacio a una escala significativa fue durante un experimento de la misión Gemini XI<sup>5</sup> de la NASA, en 1966; con un éxito... relativo.

Otros proyectos similares han sido cancelados antes de su implementación, o se han limitado a experimentos con muestras biológicas, sin la intención de generar gravedad artificial para el ser humano.

La gravedad artificial rotatoria sigue siendo una idea más explorada en la ficción que en la ingeniería aeroespacial real; por lo que parece relevante —en el contexto de este trabajo— explorar las soluciones que plantea el cine al respecto.

3 Algunas estrategias para generar gravedad artificial, en la ficción o en la ciencia, pueden ser: aceleración lineal, masa, magnetismo (diamagnetismo), generador de gravedad y fuerza centrífuga (rotación) (Clément & Buckley, 2007, pp. 34-38).

4 La fuerza centrífuga es una fuerza ficticia que aparece cuando un cuerpo realiza un movimiento circular, empujándolo en dirección opuesta al eje de rotación.

5 En la misión Gemini XI, los astronautas a bordo unieron su nave al Gemini 11 Agena Target Vehicle con una correa, y las hicieron girar a una velocidad reducida con la ayuda de sus propulsores laterales. Esto generó una gravedad artificial de aproximadamente 0.00015 g, un 0.015% de la gravedad terrestre (NASA, 2016).

1 Traducción propia: "La gravedad artificial se define [...] como la simulación de fuerzas gravitatorias a bordo de una nave espacial que está en órbita (caída libre) o en tránsito hacia otro planeta."

2 Algunas de las consecuencias de la exposición prolongada a un entorno en gravedad reducida son la pérdida de densidad ósea, la atrofia muscular, el deterioro del sistema cardiovascular y alteraciones sensoriomotoras (síndrome de adaptación espacial) (Clément & Buckley, 2007, pp. 7-16; Norsk & Smith, 2015, p. 4).

### ► ¿Qué ventajas y limitaciones presenta este sistema?

A diferencia de otros métodos, la gravedad artificial rotatoria cuenta con una ventaja bastante atractiva: la baja inversión energética. La densidad de partículas en el espacio exterior es considerablemente inferior que en nuestra atmósfera —¡un vacío casi perfecto!—, lo que elimina prácticamente la fricción y, con ello, la resistencia al movimiento giratorio del vehículo. Gracias a esto la nave no necesitaría gastar demasiado combustible para mantener este sistema en funcionamiento (Shum, 2020, p. 125).

Pero no todo es color de rosa: si bien tiene bastante potencial, esta idea presenta también ciertas limitaciones que habría que considerar fríamente para el correcto diseño de la nave. Algunas de las más relevantes son:

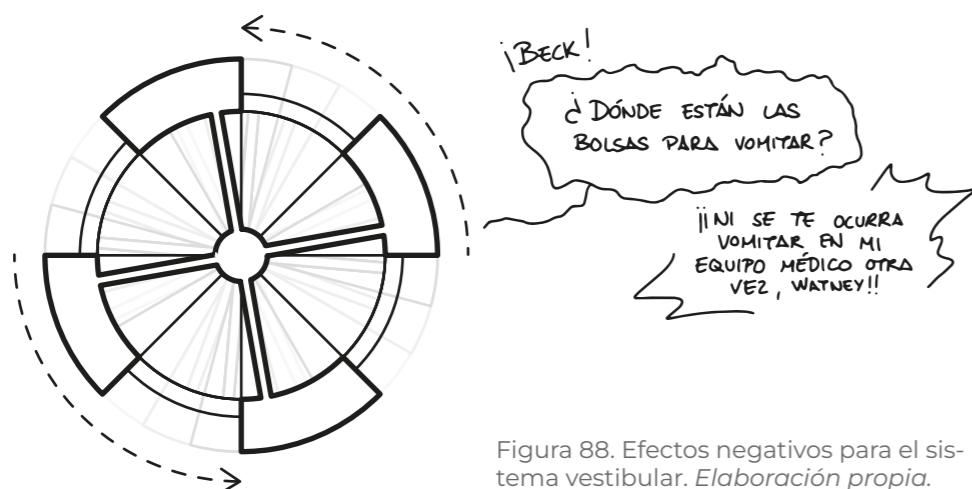


Figura 88. Efectos negativos para el sistema vestibular. *Elaboración propia.*



Figura 89. Variación de fuerza centrífuga percibida por un sujeto en movimiento. *Elaboración propia.*

**Variaciones en la fuerza percibida por un sujeto en movimiento:** Si un astronauta comenzara a correr en el sentido de la rotación de la nave, la fuerza centrífuga aumentaría, haciéndole sentir más pesado. Si girara en el sentido opuesto, el efecto sería el contrario (Clément & Buckley, 2007, p. 41).

**Diferencia en la fuerza centrífuga por un radio de giro corto:** Si el sistema rotatorio de la nave tuviera un diámetro muy reducido, sus habitantes sentirían los pies más pesados que la cabeza (Allain, 2022).

**Efecto Coriolis:** Si un astronauta realiza un desplazamiento hacia un espacio con un radio de giro distinto, sentirá una fuerza ficticia perpendicular a su movimiento que desviaría su trayectoria (Allain, 2022). En el contexto de la Hermes, este fenómeno se daría cuando la tripulación entrara o saliera de uno de los módulos giratorios (ver Figura 91).

**Efectos negativos para el sistema vestibular:** Igual que en una atracción de feria, todas estas fuerzas se traducen en desorientación, poca coordinación y náuseas (Clément & Buckley, 2007, p. 95).

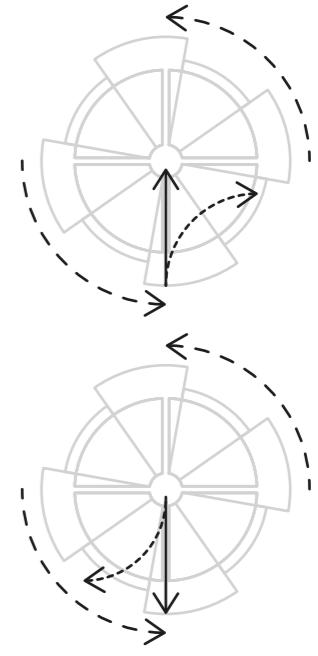
Ahora bien, ¿cómo podrían reducirse estos efectos? Fácil: aumentando el diámetro. La magnitud de la fuerza centrífuga del sistema equivale al producto del radio de giro por la velocidad angular<sup>2</sup> al cuadrado (Allain, 2022; Clément & Buckley, 2007, p. 40); por lo que:

#### MAYOR RADIO DE GIRO = MENOR VELOCIDAD ANGULAR

Si bien esto acarrea otros problemas —pues podría aumentar la cantidad de material de la nave y, por tanto, los lanzamientos de módulos a órbita para su ensamblaje—, el correcto funcionamiento de este sistema depende de encontrar un equilibrio adecuado para el bienestar de los astronautas. Lo ideal sería no superar las 4 RPM (0.419 rad/s) (Clément & Buckley, 2007, p. 82; Shum, 2020, p. 125).

1. El sistema vestibular es el encargado de mantener el equilibrio, el control espacial y la coordinación del cuerpo.

2. La velocidad angular corresponde a la velocidad de giro de un objeto en torno a un eje. El Sistema Internacional de Unidades la mide en radianes por segundo.



Desde el punto de vista de los astronautas...

→ SIN ROTACIÓN

→ CON ROTACIÓN

Figura 91. Efecto Coriolis en la Hermes. *Elaboración propia.*

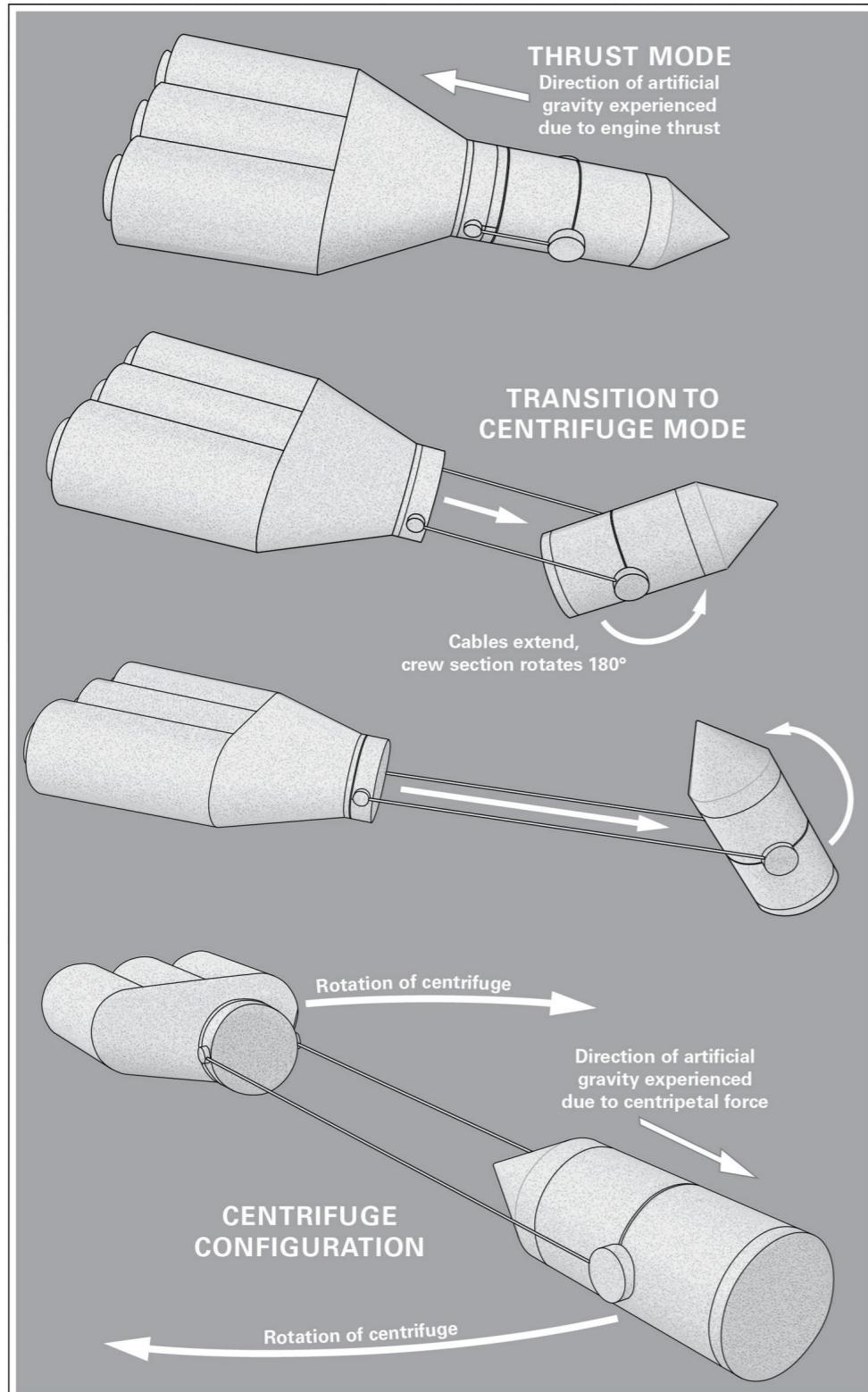


Figura 92. David Lindroth Inc., & Weir, A. (2021). Diagrama de la nave Hail Mary. In *Project Hail Mary*.

#### ► ¿Qué configuraciones morfológicas permite?



Figura 93. Configuraciones básicas de naves espaciales rotatorias. Elaboración propia adaptada de Clément y Buckley (2007, p. 49).

Tras haber revisado los fundamentos de este sistema, surge una pregunta clave: ¿cómo se traduce esto en el diseño? Existen varias formas de incorporar gravedad artificial rotatoria en una nave espacial en función de, por ejemplo, cuánto tiempo se busca que los astronautas se encuentren en esas condiciones (Clément & Buckley, 2007, p. 38; Norsk & Smith, 2015, p. 5):

- **TODO EL VEHÍCULO**  
Cooper Station, en *Interstellar* (2014)  
Hail Mary, en la novela *Proyecto Hail Mary* (2021)
- **PARTE DEL VEHÍCULO**  
Station V, en *2001: Una odisea del espacio* (1968)  
Elysium, en *Elysium* (2013)  
Endurance, en *Interstellar* (2014)  
Hermes, en *The Martian* (2015)  
Avalon, en *Passengers* (2016)
- **SOLO EN EL INTERIOR**  
Discovery One, en *2001: Una odisea del espacio* (1968)

Figura 94. Formas de incorporar gravedad artificial rotatoria. Elaboración propia.

Autores como Clément y Buckley (2007) o Shum (2020) describen algunas soluciones morfológicas de naves interplanetarias o estaciones orbitales que incorporan un sistema rotatorio para la generación de gravedad artificial. Este apartado explora distintas configuraciones y sus características, con la ciencia ficción como piedra angular.

ENTRADA #005	ANÁLISIS TÉCNICO
<p>La configuración de la Hail Mary (ver Figura 92) consigue un radio de giro amplio con poco gasto material; además de alternar entre microgravedad y distintos sistemas de gravedad artificial.</p> <p>- Arqui</p>	

Centrifugadora de menor radio en el interior de la nave.

La forma toroidal –o lo que es lo mismo, de donut– de la nave permite generar espacios continuos e interconectados.

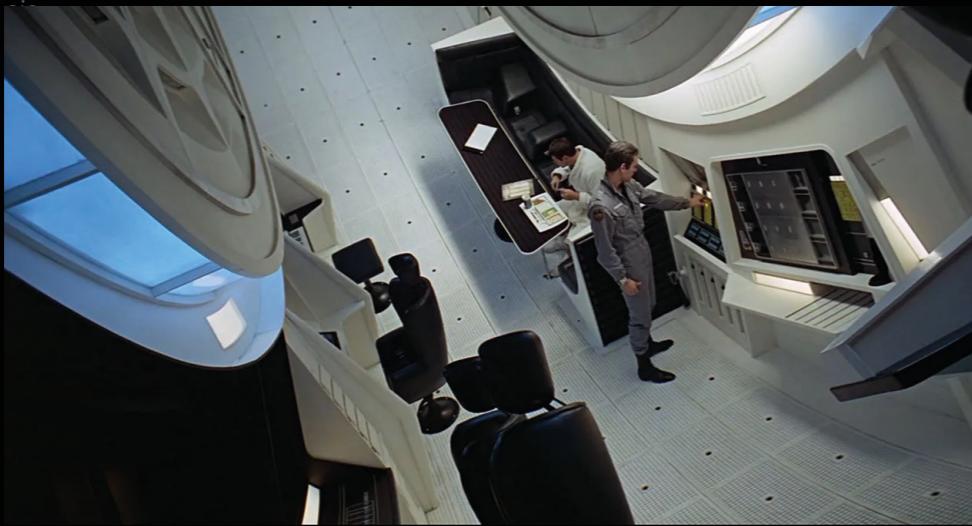


Figura 97. Kubrick, S. (1968). Interior de la centrifugadora de la Discovery One. In 2001: Una odisea del espacio.



Figura 96. Kubrick, S. (1968). Interior de la Station V. In 2001: Una odisea del espacio.

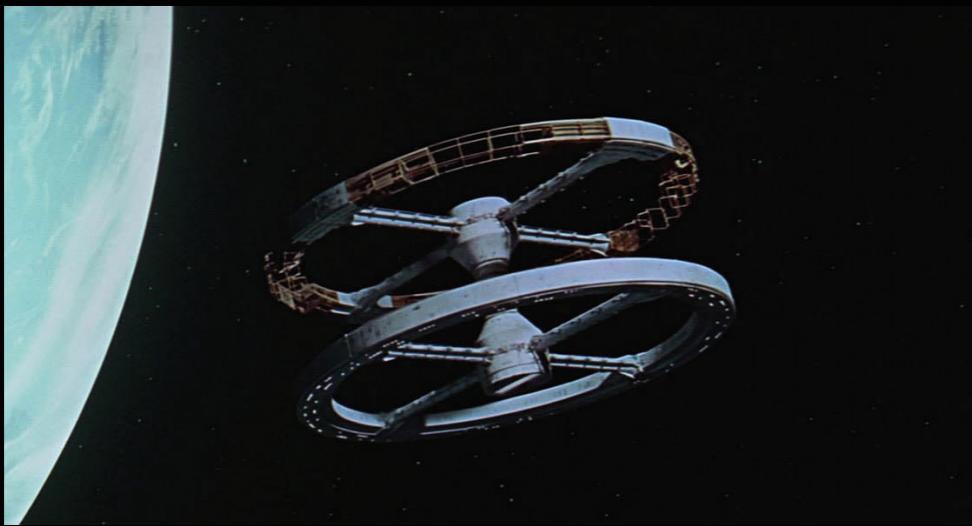


Figura 95. Kubrick, S. (1968). Station V. In 2001: Una odisea del espacio.

Nave toroidal con núcleo central en microgravedad para entrada de vehículos.

Stargate (ver Figura 65).

Figura 100. Blomkamp, N. (2013). Interior de Elysium. In Elysium.



Figura 99. Blomkamp, N. (2013). Estación espacial Elysium. In Elysium.

Concentración de material en zonas de mayor tensión estructural; es decir, en el eje de rotación.

Sigue el modelo del cilindro de O'Neill (ver Figura 64).

Nave modular con núcleo central para entrada de vehículos.



Figura 101. Nolan, C. (2014). Endurance. In *Interstellar*.



Figura 102. Nolan, C. (2014). Cooper Station de *Interstellar*.



Figura 103. Tyldum, M. (2016). Avalon. In *Passengers*.

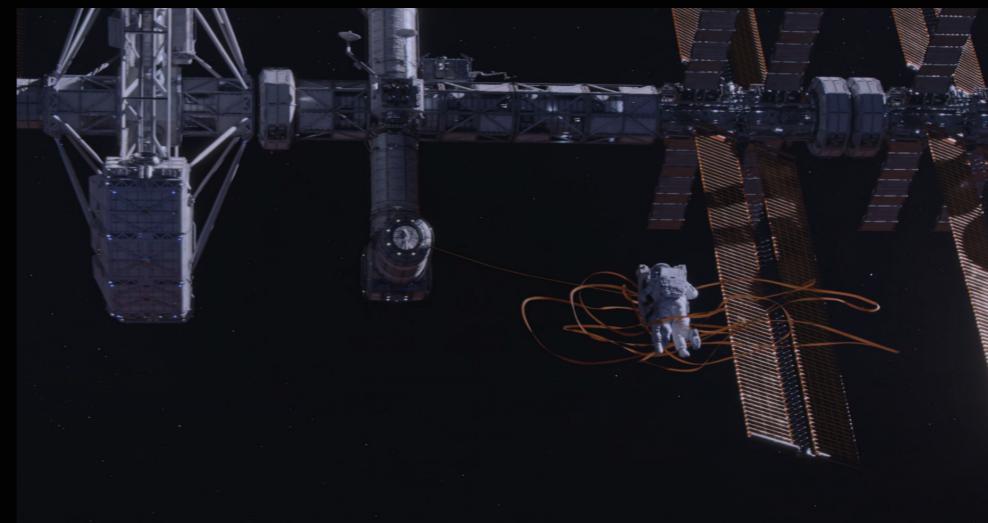


Figura 104. Scott, R. (2015). Vista lateral de la Hermes. In *The Martian*.



Figura 105. Scott, R. (2015). Vista trasera de los módulos rotatorios. In *The Martian*.

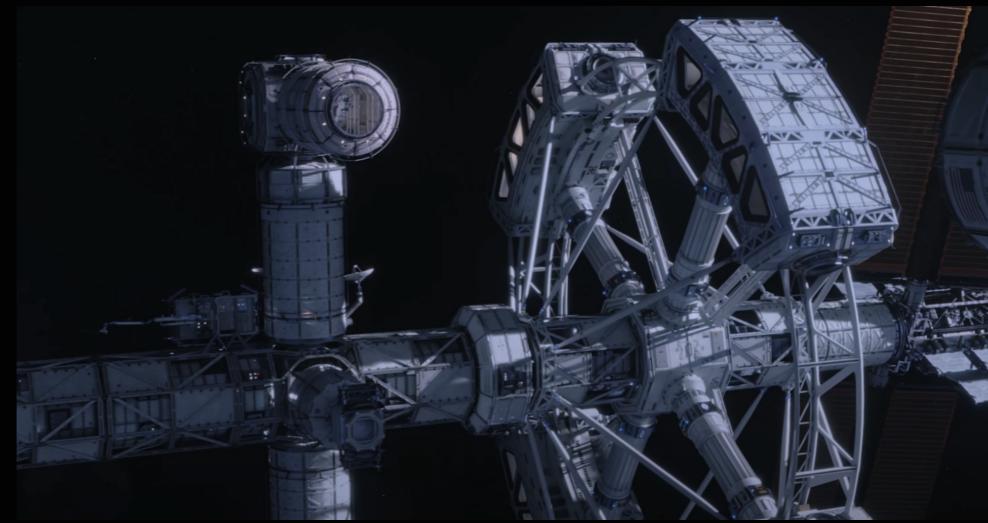


Figura 106. Scott, R. (2015). Módulos de acoplamiento (izquierda) y rotatorios (derecha) de la Hermes. In *The Martian*.

Cuatro módulos rotatorios conectados a un volumen cilíndrico principal en microgravedad.

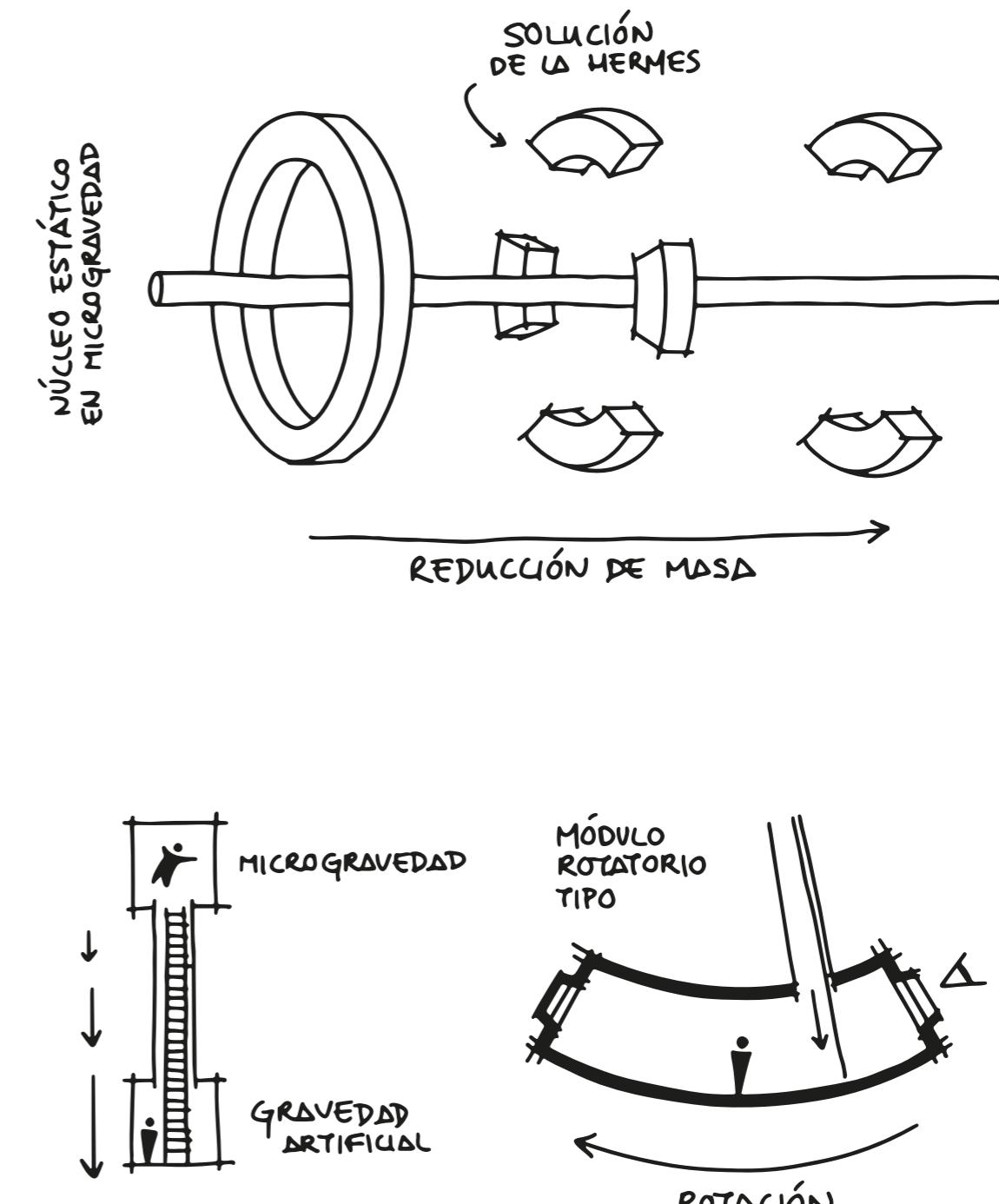


Figura 107. Exterior de la Hermes. In *The Martian*.

## BITÁCORA ESPACIAL

ENTRADA #006

ANÁLISIS TÉCNICO



CUADERNO DE CAMPO

Figura 108. Boceto de módulo rotatorio de la Hermes. Elaboración propia.

## 02 Fundamentos morfológicos de los hábitats marcianos

Después de este viaje interplanetario, ¡toca aterrizar en la superficie marciana y armar la tienda de campaña! Pero, ¿cómo? ¿Qué aspectos hay que considerar en el diseño de un hábitat de superficie? ¿Qué ha imaginado la ciencia ficción al respecto?

### ► ¿Qué condicionantes afectan a su diseño?

A la hora de diseñar un hábitat de superficie, nos encontramos con unos desafíos algo distintos. Sí, el problema de la gravedad no es tan dramático en Marte<sup>1</sup>; pero el entorno marciano también tiene sus retos, algunos de ellos derivados de su **tenue atmósfera**<sup>2</sup>.

Cabe señalar que la exploración espacial ya ha tenido que enfrentar condiciones similares en entornos como la órbita terrestre o la superficie lunar. No obstante, el Planeta Rojo continúa siendo un territorio aún inexplorado, con sus propios matices y complicaciones.



Figura 109. Densidad atmosférica de la Tierra y Marte. *Elaboración propia*.

**Alta radiación:** Su tenue atmósfera y la ausencia de magnetosfera, dejan a Marte extremadamente expuesto a la radiación cósmica y ultravioleta (ESA, 2019; Instituto de Astrofísica de Canarias, 2024, p. 8). Este aspecto es tratado con más profundidad en el apartado Radiación (ver páginas 86-89).

**Temperaturas extremas:** De la misma manera que la radiación entra, se escapa. La baja densidad de partículas hace que el efecto invernadero del planeta sea prácticamente despreciable. Esto provoca oscilaciones drásticas de temperatura entre el día y la noche; de unos agradables 20°C, a unos gélidos -153°C (ESA, 2003; NASA, 2024).

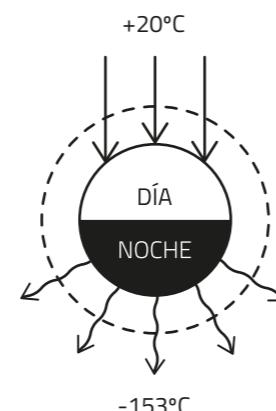


Figura 110. Cambios drásticos de temperatura en Marte. *Elaboración propia*.

<sup>1</sup> La gravedad de Marte es de 3,73 m/s<sup>2</sup>, lo que equivale aproximadamente a un 38% de la gravedad terrestre (9,807 m/s<sup>2</sup>).

<sup>2</sup> Marte tiene una atmósfera unas cien veces menos densa que la terrestre (Instituto de Astrofísica de Canarias, 2024, p. 8; NASA, 2018).

**Baja presión atmosférica:** Este punto acarrea numerosos problemas; pero desde el punto de vista arquitectónico, supone una diferencia de presión enorme entre el interior y el exterior del volumen. En *The Martian* —tanto en la película como en la novela—, se explora cómo esto afecta al diseño del espacio y qué riesgos implica para sus habitantes (¡y sus patatas!).



Figura 111. Diferencia de presión entre el interior y el exterior del hábitat. *Elaboración propia*.

Otro punto importante, y ampliamente tratado en *The Martian*, son las **tormentas de polvo**. A veces, los vientos en Marte alcanzan velocidades suficientes para generar tormentas de polvo que, en ocasiones, pueden ser captadas por telescopios terrestres (Hille, 2015; NASA, 2024). Por ello, los hábitats deberían ser capaces de resistir la abrasión y la acumulación de polvo.

Ahora bien... ¡Alerta agujero argumental! En *The Martian*, la misión Ares III<sup>3</sup> ha de ser abortada un poco antes de lo programado porque una tormenta de polvo compromete la estabilidad del Mars Ascent Vehicle (MAV). Sin embargo, al tener una atmósfera tan tenue, el viento no tendría la fuerza necesaria para causar este tipo de daños (Hille, 2015).

### ENTRADA #007

### ANÁLISIS TÉCNICO

Nota: Intentar no abandonar a ningún astronauta en un planeta inhóspito por una inconsistencia en la trama. Es un malgasto de presupuesto.

- Sass-E

<sup>3</sup> La Ares III es el nombre de la misión tripulada ficticia de la NASA presentada en *The Martian*.

Arquitectura masiva: buena protección contra el entorno; pero invasiva, costosa y complicada de construir.



Figura 112. Verhoeven, P. (1990). Colonia en Marte. In *Desafío total*.

Solución modular; pero poco flexible.



Figura 115. Nolan, C. (2014). Base en el Planeta de Mann. In *Interstellar*.

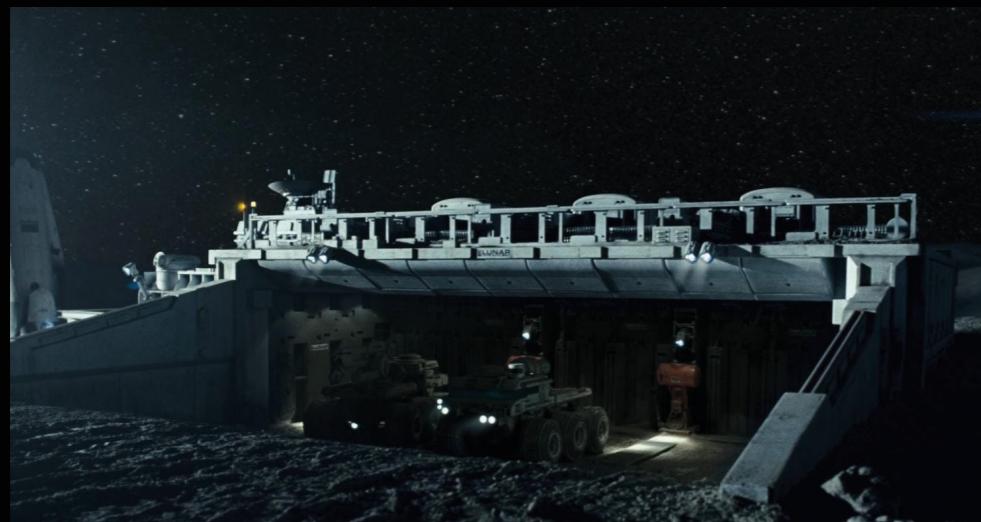


Figura 113. Jones, D. (2009). Entrada a la base lunar Sarang. In *Moon*.

Buena opción para el diseño de una base o colonia permanente o de larga estancia; especialmente si se busca que esta pueda crecer.



Figura 114. Jones, D. (2009). Exterior de la base lunar Sarang. In *Moon*.

Ventaja: montaje sencillo.



Figuras 116-117. Villeneuve, D., & Ferrand, D. (2021). Arte conceptual de Kyne's Lab de *Dune* (exterior e interior). In *Rodeo FX*.

- Posibilidad de automatización de los procesos de construcción de materiales in situ (regolito) -sí-, hormigón marciano-.

Sistema similar al del Hab en la novela: «La cúpula del Hab básicamente se sostiene con la presión del aire, pero las varillas flexibles reforzadas del interior sostienen la lona. Así es como se montó el Hab.» (Weir, 2011/2021, Entrada de diario: Sol 388).



Figuras 118-120. Scott, R. (2015). Montaje de tienda de emergencia. In *The Martian* [Escena eliminada].

Esta estructura es fácil de transportar –ligera y poco voluminosa–, y permite un montaje rápido.

Riesgo: como ya se plantea en el libro, la estructura es vulnerable a perforaciones, las cuales causarían la despresurización y colapso del hábitat.

En la película, el Hab dispone de una estructura más rígida, aunque conserva un cubierta abovedada cubierta de lona, que recuerda bastante a la versión de la novela.



Figura 121. Scott, R. (2015). Entradas (esclusas de aire) del Hab. In *The Martian*.



Figura 122. Scott, R. (2015). Exterior del Hab. In *The Martian*.



Figura 123. 20th Century Fox. (2015). Exterior del Hab. In *Ares 3: The complete mission guide* [Material promocional de la película].

Dispone de dos volúmenes: un módulo principal, donde realizar las principales tareas del día a día, y otro auxiliar, donde descansar.

## HAB

 Your home 140 million miles away from home.

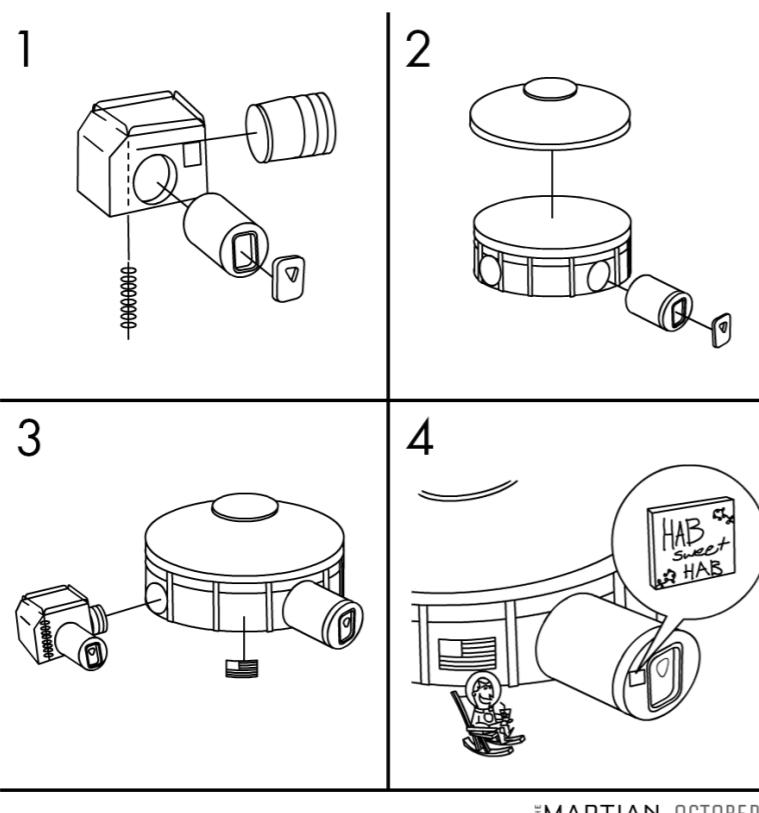
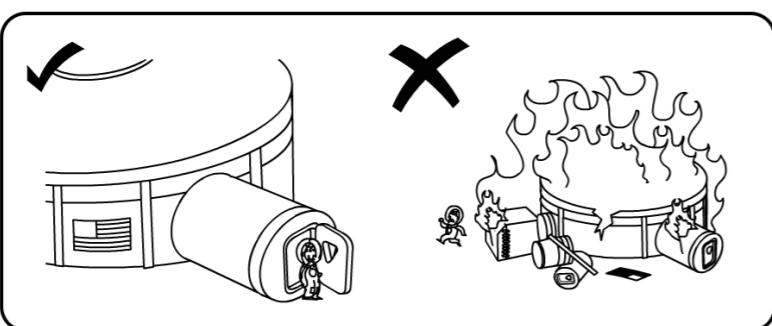
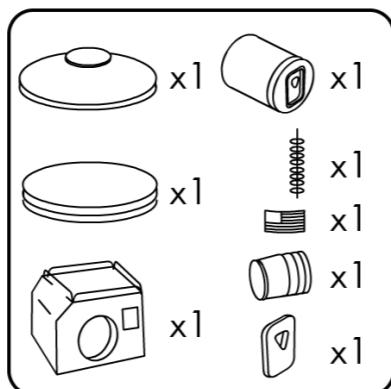
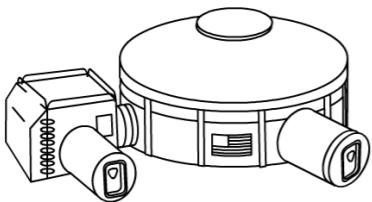


Figura 124. Bimson, B. (n.d.). Hab: Your home 140 million miles away from home. In [BrettBimson.com](http://BrettBimson.com).

### ► ¿Cómo responde la morfología a estos retos?

Revisando algunos hábitats de superficie populares de la ciencia ficción —específicamente en entornos hostiles—, se pueden distinguir las siguientes soluciones morfológicas básicas:



Colonia en Marte, en *Desafío total* (1990)

Sarang, en *Moon* (2009)

Base del Dr. Mann, de *Interstellar* (2014)

El Hab, en *The Martian* (2015)

Construcciones en Arrakis, saga *Dune* (2021-)

RECTILÍNEO

✓ Ventajas

Fácil modulación, construcción, transporte y ensamblaje.

✗ Limitaciones

Mayores tensiones estructurales a causa de la presión interna.



El Hab, en la novela de *El Marciano* (2011)

Tiendas de emergencia, en la novela de *El Marciano* (2011)

DOMO

✓ Ventajas

Mayor eficiencia estructural.  
Menor superficie extrema al entorno marciano.

✗ Limitaciones

Peor compatibilidad entre módulos.



CILINDRO

horizontal



CILINDRO

vertical

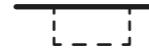
El Hab, en *The Martian* (2015)

✓ Ventajas

Fácil modulación.  
Buena eficiencia estructural.

✗ Limitaciones

Cilindro horizontal inestable si no se ancla correctamente.



Colonia en Marte, en *Desafío total* (1990)

Sarang, en *Moon* (2009)

Construcciones en Arrakis, saga *Dune* (2021-)

ENTERRADO o semienterrado

✓ Ventajas

Mayor protección frente al entorno.

✗ Limitaciones

Excavación y construcción compleja.

Figura 125. Soluciones morfológicas básicas para hábitats de superficie. Elaboración propia.

## Radiación

La magnetosfera y densa atmósfera de la Tierra, protegen al planeta de gran parte de la radiación cósmica y ultravioleta. Sin embargo, en una misión a Marte, los astronautas estarían expuestos a unos niveles de radiación setecientas veces más altos de los habituales en la superficie terrestre, causándoles numerosos problemas de salud — como cáncer o daños neurológicos— (ESA, 2019; Parker, 2006, p. 42).

Por ello, la protección contra la radiación compone uno de los puntos más importantes del diseño de hábitats extraterrestres, especialmente en misiones tan largas. Pero, ¿cómo pueden los astronautas protegerse frente a esta amenaza? ¿Qué alternativas se han planteado? ¿Presenta la ciencia ficción alguna solución interesante?

### 01 Estrategias de protección contra la radiación

Algunas de las estrategias propuestas —relativas al diseño de hábitats— para salvaguardar la salud física de los astronautas son:

#### ► Campo magnético

Una de las principales estrategias para la protección de naves espaciales frente a la radiación cósmica, consiste en la inducción de un campo magnético —a modo de “magnetosfera artificial”— capaz de desviar la mayor parte de partículas radioactivas (Parker, 2006). Sin embargo, todavía es necesario estudiar en profundidad los efectos que un campo magnético tan potente puede tener en el cuerpo humano (Shum, 2020, p. 190).

- ✓ **Ventajas**  
Capacidad de protección de un gran volumen, sin un excesivo gasto material.

- ✗ **Limitaciones**  
Necesita un flujo magnético demasiado alto: unos 20 teslas.  
Posibles efectos negativos para la salud.  
Los ejes quedan desprotegidos.

- ❖ **Diseño**  
Morfología toroidal para evitar espacios desprotegidos.

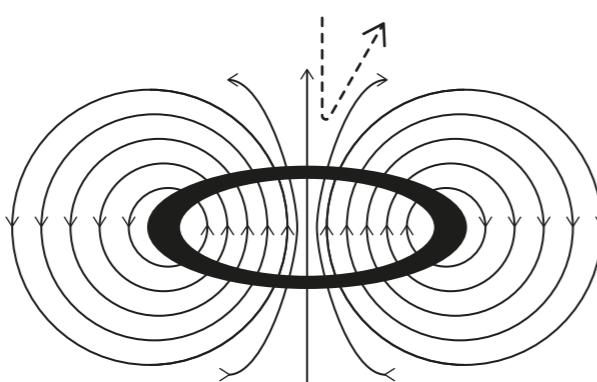


Figura 126. Protección contra la radiación mediante campo magnético. Elaboración propia adaptada de Parker (2006, p. 45).

#### ► Campo electrostático

Esta idea propone cargar la nave con una gran potencia eléctrica, que repela los rayos cósmicos (Kennedy Space Center, 2008; Parker, 2006).

- ✓ **Ventajas**  
Protección completa frente a radiación cósmica de un gran volumen, con poco gasto material.

- ✗ **Limitaciones**  
Requiere voltajes extremadamente altos.  
Dificultad para mantener una carga estable.  
Generan un haz de electrones (partículas cargadas negativamente).

- ❖ **Diseño**  
Morfología más libre; aunque Kennedy Space Center (2008) propone una morfología toroidal.

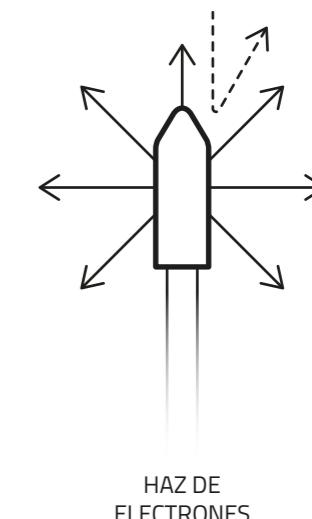


Figura 127. Protección contra la radiación mediante campo electrostático. Elaboración propia adaptada de Parker (2006, p. 46).

HAZ DE ELECTRONES

#### ► Aislamiento material

¡La Vieja Confiable de los sistemas de protección contra la radiación! Este método consiste en la generación de una envolvente material que disponga de la masa y propiedades necesarias salvaguardar la salud física de los astronautas.

*“To match the protection offered by Earth’s atmosphere takes the same one kilogram of shielding material per square centimeter.” (Parker, 2006, p. 43)*<sup>1</sup>.

- ✓ **Ventajas**  
Tecnología simple: sistema fiable.

- ✗ **Limitaciones**  
Puede ser extremadamente pesado.

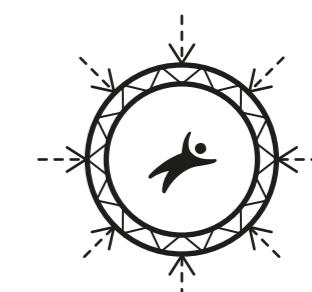


Figura 128. Aislamiento material contra la radiación. Elaboración propia adaptada de Parker (2006, p. 44).

<sup>1</sup> Traducción propia: “Para igualar la protección que ofrece la atmósfera terrestre, se necesita un kilogramo de material de blindaje por cada centímetro cuadrado.”

En la ciencia ficción existen materiales muy eficientes para lograr esta protección; algunos bastante milagrosos, como los astrófagos<sup>1</sup> de la Hail Mary. Más allá de la ficción, sin embargo, existen materiales bastante prometedores para el funcionamiento de este sistema.

La ESA (2025) y Shum (2020, p. 190) señalan el potencial del agua como material de protección para las futuras misiones tripuladas a Marte y la Luna, ya que dispone de ciertas características que la hacen especialmente eficiente:

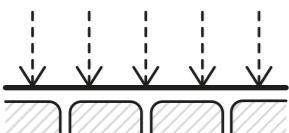
<b>DESIDAD RELATI-</b>	<b>+ RICA EN</b>	<b>+ REEMPLAZABLE</b>
<b>VAMENTE ALTA</b>	<b>HIDRÓGENO</b>	<b>Y REUTILIZABLE</b>

Además, de la misma manera que la Hail Mary emplea esa capa de astrófagos como reserva de combustible —sí, esos bichos sirven para todo—, esta agua podría aprovecharse de la misma manera, permitiendo ser extraída para su uso en caso de emergencia.

Porque si algo nos ha enseñado *The Martian*, es que una crisis de recursos a cientos de millones de kilómetros no se soluciona llamando a mantenimiento; por lo que es conveniente anticiparse a ellas durante el mismo proceso de diseño.

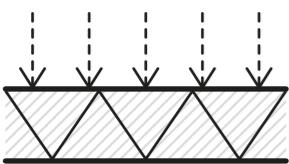
#### Diseño

Revisando algunos artículos y trabajos referentes a este tema, se pueden distinguir distintas estrategias para la implementación de este material en la envolvente del hábitat, las cuales podrían dividirse en:



#### PAQUETES DE AGUA

Como presenta Shum (2020, p. 194). La ESA (2025) también describe una solución similar, usando hidrogeles impresos en 3D, los cuales disponen de una gran capacidad de absorción. En caso de fugas, este sistema le daría a los astronautas suficiente margen de maniobra para arreglarlas o ponerse a salvo.



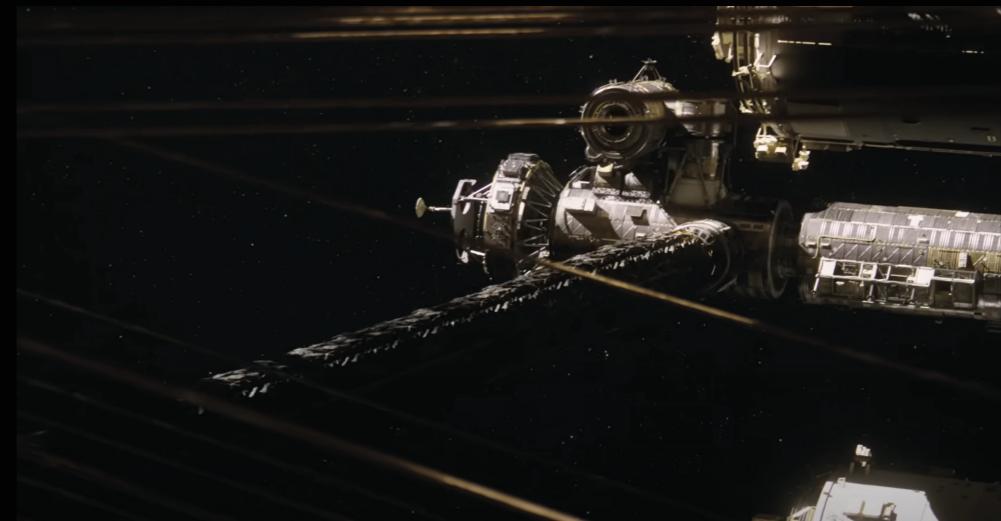
#### TANQUE INTEGRADO EN LA ENVOLVENTE

Una solución bastante más vulnerable ante posibles fugas, aunque con una mejor accesibilidad a las reservas de agua. Algunas propuestas de hábitats extraterrestres —como la Mars Ice Home (ver figura 56)— implementan un sistema similar.

Ejemplo en la ficción: «el combustible de astrófagos está sobre todo en el depósito de combustible, pero también se conserva en un armazón que rodea todo el casco» (Weir, 2021, capítulo 4).

Figura 129. Posibles soluciones para la incorporación de una envolvente de agua para la protección contra la radiación. Elaboración propia.

<sup>1</sup> La Hail Mary cuenta con una envolvente de astrófagos —especie ficticia presentada en la novela *Proyecto Hail Mary* (2021)—, capaz que proteger a sus ocupantes de la radiación con tan solo 1 mm de espesor.



Figuras 130-132. Lord, P., & Miller, C. (2025). Exterior de la Hail Mary. In *Proyecto Salvación* [Tráiler].

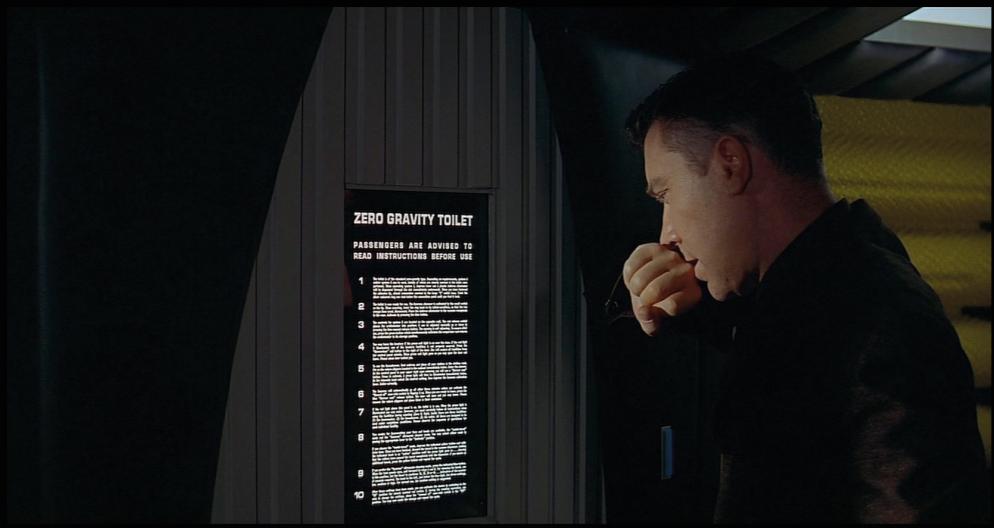


Figura 133. Kubrick, S. (1968). Instrucciones del Zero Gravity Toilet. In *2001: Una odisea del espacio*.

### Análisis funcional

Si arriba es abajo, abajo es izquierda, y tus pies están donde antes estaba el techo... ¿Dónde se supone que va el microondas?

Este bloque explora el funcionamiento interno de un hábitat en un entorno cuyas características físicas no se corresponden con las terrestres, el volumen construido se mide en oro y todo debe servir para al menos tres cosas distintas.

- ▶ **Funcionalidad espacial**
- ▶ **Cultivos extraterrestres**

## Funcionalidad espacial

La gran pregunta. La clave de todo. El punto neurálgico de la arquitectura espacial: ¿dónde va el baño?

¡Y no es moco de pavo! Un *Arquitecto Galáctico* debe pensar en estas cosas...

Las particularidades físicas del entorno extraterrestre condicionan, por supuesto, las soluciones técnicas de los hábitats; pero también afectan a la organización interior del espacio y cómo este se vive.

¿Qué espacios necesitan los hábitats de una misión a Marte? ¿Qué puntos hay que considerar durante su proceso de diseño? ¿Cómo se distribuyen, se conectan y se optimizan? ¿Qué propone *The Martian* para el futuro del ser humano en nuestro planeta vecino? Este apartado explora las posibilidades de la arquitectura espacial desde la escala humana, a través de la mirada de la ciencia ficción.

### 01 Tareas a realizar en una misión a Marte

Lo primero es lo primero: ¿qué actividades realizarían los astronautas en su misión al Planeta Rojo? Hoffman y Kaplan (1997, pp. 1-24-1-25) describen las tareas que habría de llevar a cabo la tripulación de una futura misión a Marte, dividiéndolas en cuatro bloques:



#### CIENCIA Y EXPLORACIÓN

	En tránsito	En superficie
Operación de Rovers Tele- rados.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ejercicios de habitabilidad: adaptación y comprobación del hábitat.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
EVAs.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Investigación científica plane- taria.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Investigación científica com- plementaria.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Chequeos médicos.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Monitoreo de la actividad so- lar.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

#### TAREAS PRIORITARIAS!

Los astronautas deberían po-  
der invertir la mayor parte de  
tiempo posible en este tipo  
de actividades.

Figura 134. Tareas a realizar en una misión espacial a Marte: Ciencia y Exploración. *Elaboración propia a partir de Hoffman y Kaplan (1997, pp. 1-24-1-25).*



#### ENTRENAMIENTO

<i>Lista de tareas</i>	En tránsito	En superficie
Entrenamiento de competen- cia para fases críticas de la misión.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Entrenamiento científico y de investigación.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

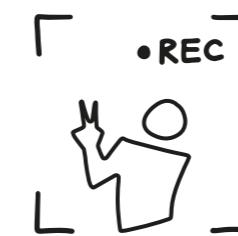
Figura 135. Tareas a realizar en una misión espacial a Marte: Entrenamiento. *Elabo-  
ración propia a partir de Hoffman y Kaplan (1997, p. 1-24).*



#### OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS

<i>Lista de tareas</i>	En tránsito	En superficie
Operación y mantenimiento de la nave.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mantenimiento de sistemas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Optimización de procesos pa- ra reducir mantenimiento ru- tinario.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 136. Tareas a realizar en una misión espacial a Marte: Operación y Mante-  
nimiento de Sistemas. *Elaboración propia a partir de Hoffman y Kaplan (1997, p.  
1-25).*



#### ACTIVIDADES PROGRAMÁTICAS

<i>Lista de tareas</i>	En tránsito	En superficie
Relaciones públicas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Documentación y reportes.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Planificación de actividades en tiempo real.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Informe de actividades y eva- luación de eficiencia del en- trenamiento.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 137. Tareas a realizar en una misión espacial a Marte: Actividades progra-  
máticas. *Elaboración propia a partir de Hoffman y Kaplan (1997, p. 1-25).*

### ENTRADA #008

### ANÁLISIS FUNCIONAL

¿“Contar cabezas antes de abandonar el planeta” no entra como tarea oficial? Solo por confirmar.

- Sassi-E

## 02 Particularidades espaciales de una nave interplanetaria

¿Qué diferencia hay entre proyectar una vivienda en la Tierra y diseñar un hábitat en el espacio? ¿Qué limitaciones y posibilidades brinda un entorno de estas características? ¿Cómo responde la distribución de la Hermes a estas?

La concepción de una nave interplanetaria presenta ciertas singularidades, entre ellas:

### ► Espacio reducido

El espacio habitable en una nave está limitado por diversos factores técnicos y económicos. Un volumen demasiado grande supondría un aumento significativo en los costes de lanzamiento, gasto material, complejidad de los sistemas de soporte vital, demanda energética y mantenimiento.

Por ello, se busca que los espacios sean compactos, eficientes y polivalentes.

### ► Microgravedad

En la Tierra, la gravedad define claramente el espacio —arriba y abajo—, condicionándonos a habitar principalmente en un plano horizontal. En un entorno en microgravedad, sin embargo, no existe esta distinción. Esto altera radicalmente la percepción que los astronautas tienen del hábitat, cómo circulan y cómo interactúan con él (NASA, 2023, pp. 3, 6).

Figura 138. Distinción del espacio arriba-abajo.  
*Elaboración propia.*

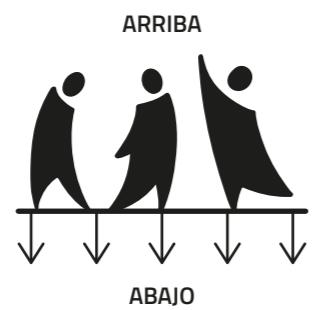


Figura 139. Orientación en un espacio en microgravedad.  
*Elaboración propia.*



El interior de la nave ha de ser proyectado de manera que respondan a esta forma de habitar. ¿Cómo se come en microgravedad? ¿Cómo se duerme? Y sí... ¿cómo se va al baño? Todos estos quehaceres cotidianos necesitan de adaptaciones específicas que han de ser anticipadas durante el propio proceso de diseño.

A ello se suman las tareas técnicas y científicas —como los experimentos en microgravedad<sup>1</sup>—, que requieren la incorporación de equipos complejos que deben ser accesibles y operables por la tripulación en un entorno ingravido (NASA, 2023, p. 3).

Por otro lado, si bien la microgravedad tiene efectos negativos significativos sobre la salud, también presenta algunas ventajas desde el punto de vista de la optimización del espacio. Al no haber una diferenciación entre suelo, techo o paredes, todas las superficies pueden convertirse en áreas funcionales —donde anclar equipamiento, almacenar objetos y realizar diversas tareas— (Simon & Toups, 2014, p. 3).

### ► Gravedad artificial

Esta solución recupera la percepción habitual de “arriba y abajo”, permitiendo distribuir los espacios en plantas verticales. No obstante, estas estancias deben ser diseñadas atendiendo a los retos espaciales que presenta el sistema, discutidos con más profundidad en el apartado Fundamentos morfológicos de las naves espaciales (ver páginas 66-71).

Además, en una nave que conciban espacios con distintas condiciones gravitatorias en el mismo vehículo —como es el caso de la Hermes—, se han de considerar la relación entre estas estancias. ¿Cómo se mueve la tripulación entre una y otra? ¿Con cuánta frecuencia deben hacerlo? ¿Qué actividades deberían realizar en microgravedad y cuáles con gravedad artificial?

1 La microgravedad permite realizar experimentos científicos que no podrían llevarse a cabo en la superficie terrestre. La contribución de espacios como la Estación Espacial Internacional (ISS) a la investigación científica y el desarrollo tecnológico tienen un impacto en la mejora de la calidad de vida en la Tierra (ESA, n.d.).

Asideros en módulos no-rotatorios para facilitar el movimiento en microgravedad.

Espacio de transición hacia módulos giratorios con escalera de mano.

En el viaje a Marte no podrían detenerse a girar la nave para generar gravedad.

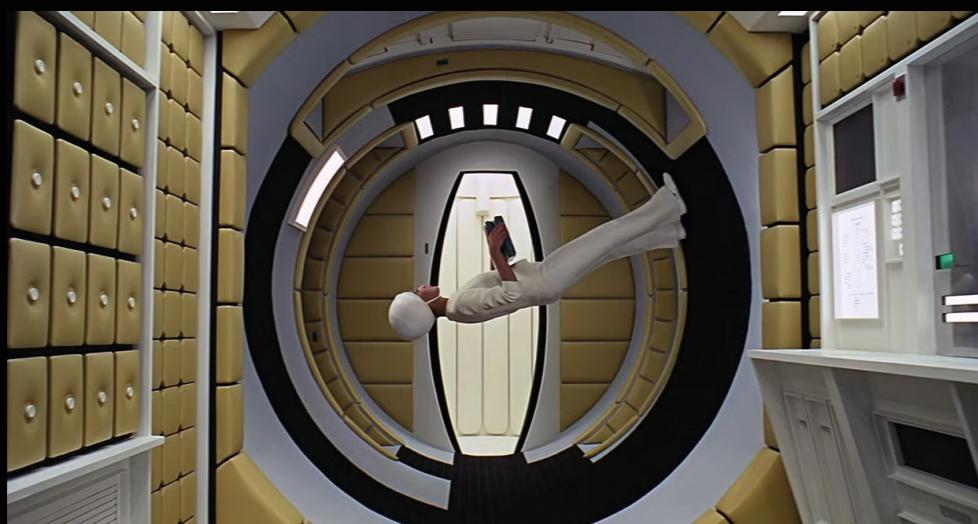
Buena opción si no se busca una exposición prolongada a la gravedad artificial.



Figura 142. Lord, P., & Miller, C. (2025). Gravedad Artificial de la Hail Mary. In *Proyecto Salvación* [Tráiler].



Figura 141. Kubrick, S. (1968). Centrifugadora. In *2001: Una odisea del espacio*.



Adaptación a la microgravedad.

Suelo adhesivo: poca agilidad en el movimiento.

Entrar a una centrifugadora con un radio tan corto puede generar mareos y náuseas.

La nave debería distribuirse de manera que funcione en ambos modos.

Módulos rotatorios aislados entre sí: mejor compartimentación en caso de emergencia y menor gasto matemático; pero necesidad de pasar por el eje de rotación para llegar a otras estancias. Esta transición puede provocar náuseas y desequilibrio (Bamova, 2012, p.3).



Figura 143. Scott, R. (2015). Microgravedad en la Hermes. In *The Martian*.



Figura 144. Scott, R. (2015). Entrada a módulo rotatorio. In *The Martian*.



Figura 145. Scott, R. (2015). Módulo rotatorio de la Hermes. In *The Martian*.



Figuras 146-147. Scott, R. (2015). Interior de las cúpulas. In *The Martian*.

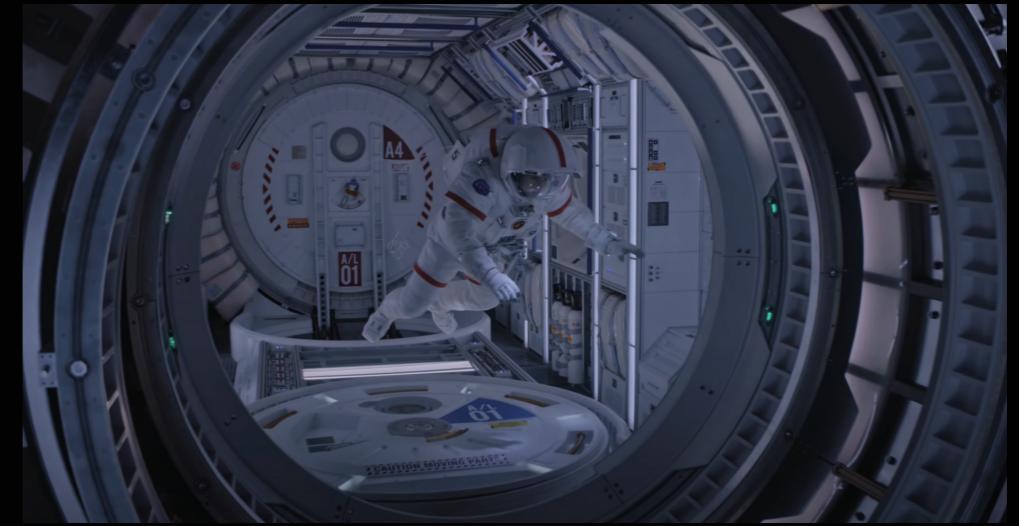


Figura 148. Scott, R. (2015). Comandante Lewis saliendo e una de las cúpulas sobre la cabina de mando de la Hermes. In *The Martian*.

Figuras 149-151. Scott, R. (2015). Recorrido hacia la esclusa frontal. In *The Martian*.

Módulo rotatorio 1: Cocina



Figuras 152-154. Scott, R. (2015). Módulo rotatorio 1: Cocina. In *The Martian*.

Módulo rotatorio 2: Gimnasio



Figuras 155-157. Scott, R. (2015). Módulo rotatorio 2: Gimnasio. In *The Martian*.

Almacenamiento y laboratorio con gravedad artificial:  
Sería conveniente disponer de un laboratorio en microgravedad en la nave.



Almacenamiento y laboratorio con gravedad artificial:  
Sería conveniente disponer de un laboratorio en microgravedad en la nave.

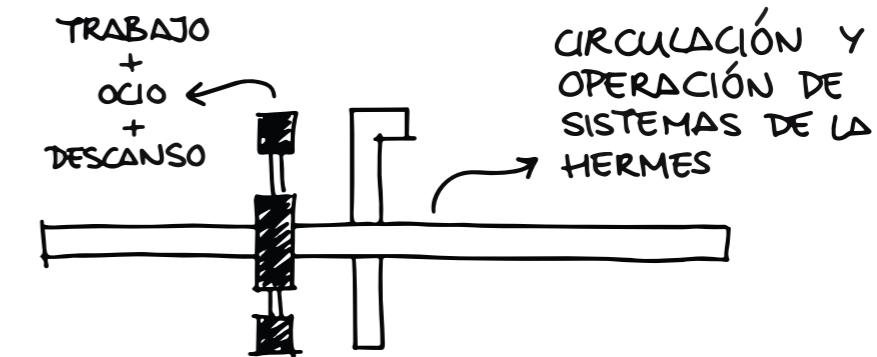
En una escena eliminada (*Hermes crew discusses sleeping arrangements*) se da a entender que los dormitorios son lo suficientemente espaciosos como para alojar a dos ocupantes (nada parecido a la ISS); por lo que puede que también se encuentren en uno de los módulos rotatorios.

Figuras 158-160. 20th Century Studios España. (2015). Interior de la Hermes. In MARTE (The Martian) / Tour por el Hermes [Material promocional de la película].

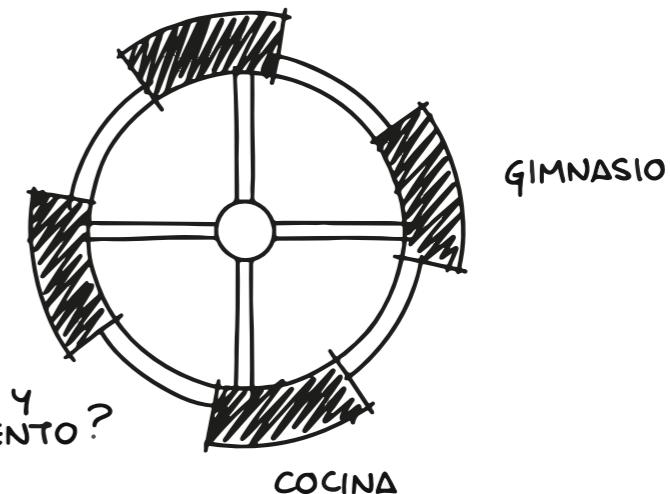
## BITÁCORA ESPACIAL

### ENTRADA #009

### ANÁLISIS FUNCIONAL



¿DORMITORIOS Y BAÑOS?



¿LABORATORIO Y ALMACENAMIENTO?

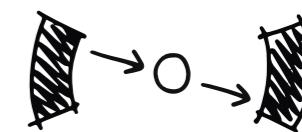
#### NOTA:

SE DEBERÍA INSTALAR UN LABORATORIO EN MICROGRAVEDAD

MICROGRAVEDAD

GRAVEDAD ARTIFICIAL

HAY QUE PASAR POR EL NÚCLEO EN MICROGRAVEDAD PARA PASAR DE UN MÓDULO ROTATORIO



### CUADERNO DE CAMPO

Figura 161. Boceto de organización interna de la Hermes. Elaboración propia.

### 03 Particularidades espaciales de un hábitat marciano

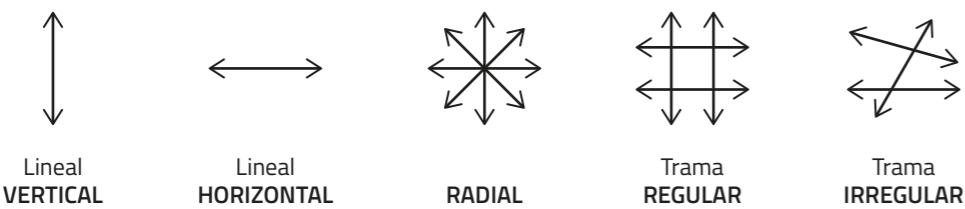


Figura 162. Tipologías de distribución para un hábitat marciano. *Elaboración propia.*

El diseño de hábitats marcianos también debe de contemplar ciertas peculiaridades, entre ellas:

#### ► Gravedad reducida

La gravedad marciana —aproximadamente un tercio de la terrestre— proporciona una distinción del espacio arriba-abajo (Bannova, 2012, p. 3); por lo que los espacios se distribuirían de manera similar que en la Tierra.

No obstante, la gravedad reducida del planeta haría que los astronautas se sintieran más ligeros que en la superficie terrestre; necesitando menos esfuerzo para desplazarse, trepar o levantar objetos (Bannova, 2012, p. 3). Podrían saltar tres veces más alto que en la Tierra.

Aunque esto podría facilitar ciertas tareas, también tiene efectos negativos sobre la salud, similares —aunque menos severos— a los provocados por la microgravedad.

Si bien en *The Martian* (2015) estas implicaciones no son tratadas de forma explícita, el diseño debería contemplarlas, mediante la adaptación de los espacios al movimiento en gravedad reducida de los astronautas y la incorporación de equipos destinados al ejercicio físico .

#### ► Relación con el exterior

Durante la estancia en Marte, la tripulación tendría que realizar EVAs para la recogida de muestras y mantenimiento del hábitat (Hoffman & Kaplan, 1997, p. 1-24). La circulación y relación interior-exterior del hábitat ha de concebirse de manera que la tripulación pueda desarrollar sus tareas de forma cómoda, segura y eficiente.

Esclusas de aire: Entradas y salidas del Hab



Figura 163. Scott, R. (2015). Esclusa del dormitorio (interior). In *The Martian*.



Figura 164. Scott, R. (2015). Esclusa del dormitorio (exterior). In *The Martian*.



Figura 165. Scott, R. (2015). Hueco dejado por la esclusa de aire del módulo principal después de un fallo de presurización. In *The Martian*.

Módulo auxiliar: Dormitorio, baño y despacho.



Figura 166. Scott, R. (2015). Escritorio del dormitorio. In *The Martian*.



Figuras 167-168. Scott, R. (2015). Dormitorio del Hab. In *The Martian* [Escena eliminada].

El Hab está pensado para estancias cortas en Marte (31 días); pero incluso durante ese corto periodo de tiempo sería conveniente aumentar dotar al hábitat de espacios privados.



Figuras 169-171. Scott, R. (2015). Dormitorio del Hab. In *The Martian*.

Luz natural a través de cubierta traslúcida.

Módulo principal: Cocina y comedor.



Figura 172. Scott, R. (2015). Cocina del Hab. In *The Martian*.



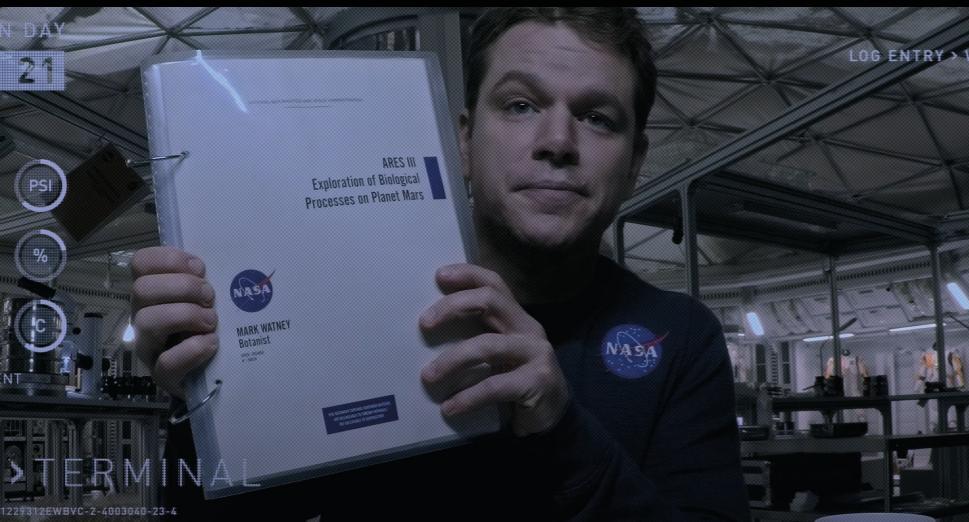
Figuras 173-174. Scott, R. (2015). Cocina del Hab. In *The Martian* [Escena eliminada].

Módulo principal: Laboratorio.



Figuras 175-177. Scott, R. (2015). Laboratorios en el Hab. In *The Martian* [Escena eliminada].

Módulo principal: Cubierta.



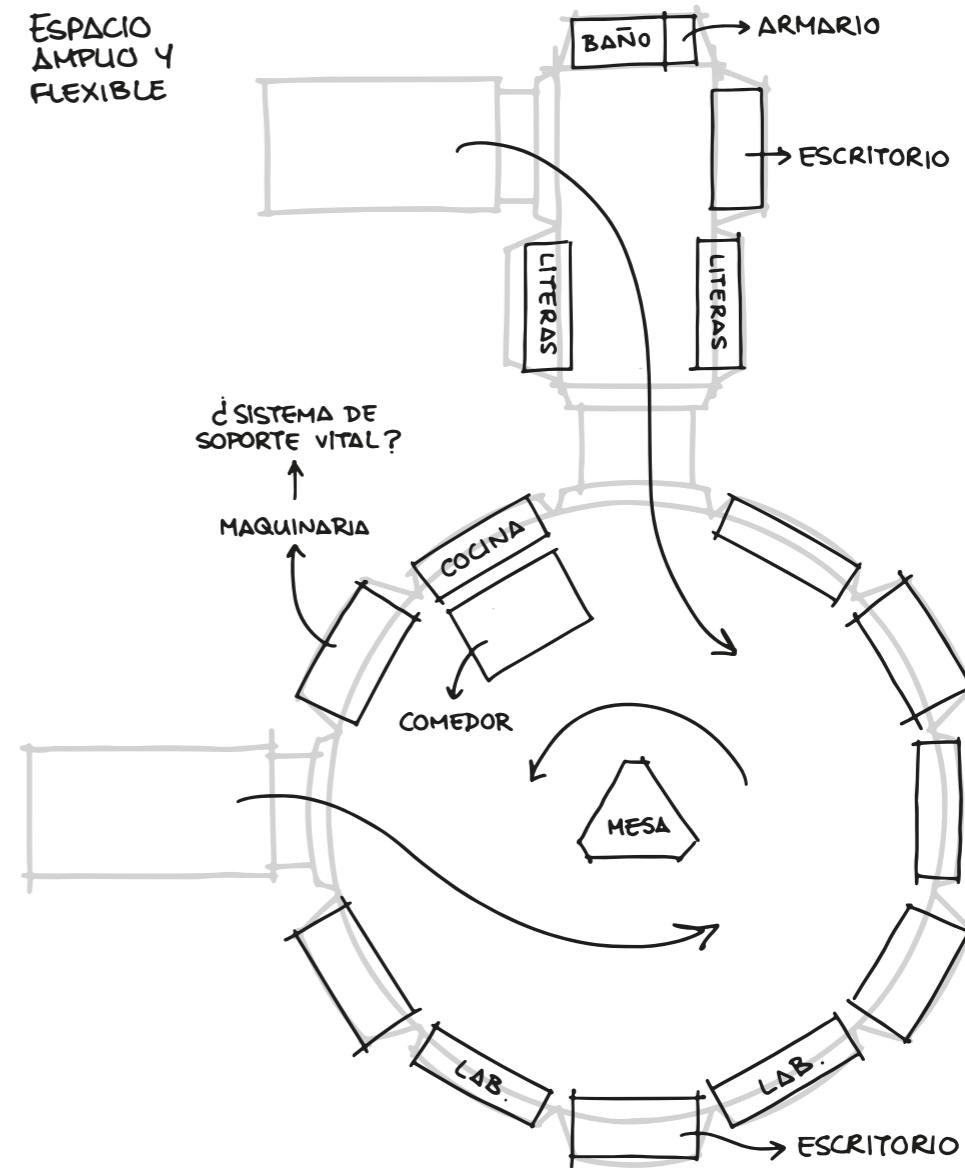
Cubierta natural a través de la trama textil.

Figura 178-180. Scott, R. (2015). Cubierta del módulo principal del Hab. In *The Martian*.

## BITÁCORA ESPACIAL

ENTRADA #010

ANÁLISIS FUNCIONAL



CUADERNO DE CAMPO

Figura 181. Boceto de organización interna del Hab. Elaboración propia.

## Cultivos extraterrestres

Uno de los aspectos más importantes y llamativos de la película de *The Martian* es el cultivo de patatas de Mark Watney en el Hab.

Pero, ¿por qué plantar en entornos extraterrestres? En la película es cuestión de pura supervivencia<sup>1</sup>; pero esta práctica ofrece varias ventajas más que la hacen especialmente atractiva para futuras misiones al Planeta Rojo. Diversos autores —como Gaskill (2024), Fur-faro (2025) y Jonner Delgado (2021, pp. 7-8)— exponen las posibilidades que esta ofrece, las cuales se pueden resumir en tres factores principales:

ALIMENTO Y SOPORTE VITAL + INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA + BIENESTAR PSICOLÓGICO

Un punto importante a tener en cuenta en el diseño de hábitats para misiones de exploración tan lejanas, es la autonomía<sup>2</sup>. Películas como *The Martian* (2015) y *Sunshine* (2007), exploran el uso de vegetación para el sustento alimenticio y suministro de oxígeno<sup>3</sup>, respectivamente.

La posibilidad de estudiar cómo las plantas crecen bajo distintas condiciones —como en suelo marciano o microgravedad—, es otro de los grandes atractivos de estos cultivos. Actualmente se están desarrollando proyectos similares en la ISS (Gaskill, 2024). ¡Incluso se está investigando el crecimiento de patatas en suelos análogos al marciano<sup>4</sup>!

Otras iniciativas, como Green Moon Project o EDEN-ISS (ver figuras 57 y 60), exploran distintas soluciones técnicas y arquitectónicas para el futuro de los cultivos extraterrestres.

1 Watney calcula que las provisiones de comida del Hab no son suficientes para mantenerlo con vida hasta la llegada de la Ares IV—siguiente misión del programa Ares—, por lo que decide usar sus conocimientos en botánica, y los recursos que tiene a mano, para crear su propio cultivo de patatas marciano.

2 La inmensa distancia no solo ralentizaría las comunicaciones, obligando a la tripulación a tomar ciertas decisiones inmediatas de manera autónoma; sino que dificulta y encarece enormemente el suministro de provisiones.

3 La Icarus II de *Sunshine* (2007) dispone de un Jardín de Oxígeno. Este forma parte del sistema de soporte vital de la nave, que produciendo oxígeno y reduciendo los niveles de dióxido de carbono.

4 La NASA está realizando una investigación sobre el crecimiento de cien variedades de papas en suelos análogos al marciano, en colaboración con el Centro Internacional de la Papa (CIP) (Scharping, 2016, p. 22).

Además de estas ventajas prácticas, el contacto con la naturaleza brindaría a los astronautas de grandes beneficios psicológicos.

*"Plants will not only be a reminder of the home from which everyone came from, but be a symbol of the life source that humans wish to bring to Mars."* (Jonne Delgado, 2021, p. 8)<sup>5</sup>.

### 01 Consideraciones técnicas de los cultivos extraterrestres

Al igual que el ser humano, las plantas están adecuadas a las condiciones de la superficie terrestre. Así que, ¿cómo podemos cultivar nuestras patatas extraterrestres?

#### ► Presión

En entornos como el espacio exterior y la superficie marciana —donde la presión es ínfima en comparación con la terrestre—, las plantas no son capaces de retener el agua. Si un cultivo fuera expuesto a estos espacios, se secaría (Instituto de Astrofísica de Canarias, 2024, p. 8).



Figura 182. Pérdida de agua de las plantas por la falta de presión. Elaboración propia.

Esta fragilidad se ve claramente reflejada en *The Martian*, cuando una fuga en la esclusa de aire del Hab provoca la despresurización del hábitat, haciendo que Watney pierda su cosecha de patatas. ¡Un desastre!

#### ► Agua

El suministro de agua es un problema. En *The Martian*, el Hab dispone de un purificador de agua<sup>6</sup> —el mismo sistema empleado en la ISS (Jonne Delgado, 2021, p. 7)— y unos tanques de reserva en caso de emergencia.

Durante la película, sin embargo, Watney se ve obligado a generar más agua con los recursos disponibles, para así poder mantener el sustrato húmedo y asegurar la supervivencia de su cultivo.

5 Traducción propia: "Las plantas no solo serán un recordatorio del hogar del que todos provienen, sino un símbolo de la fuente de vida que los humanos desean llevar a Marte."

6 El purificador de agua es parte del Sistema de Soporte Vital y Control del Ambiente (ECLSS). Este reutiliza la orina de los astronautas y la humedad del interior de la nave para generar agua potable. Como suelen decir en la ISS,

*“Tengo cientos de litros de hidracina disponibles en el VDM. Si paso la hidracina por encima de un catalizador de iridio, separará el N2 del H2. Y entonces basta con que dirija el hidrógeno hacia un espacio limitado y lo quemé.”* (Scott, 2015).

En la película se hace evidente que esta no es la opción más segura (ver Figura 186); no obstante, si se quisiera mantener un cultivo en Marte o en el espacio, el abastecimiento de agua habría de tenerse en cuenta.

¿Cuánta agua pueden generar las técnicas actuales empleadas en misiones espaciales? Si se decidiera establecer una base permanente en Marte, ¿se podría extraer y desintoxicar agua del subsuelo marciano? ¿Cómo afectarían estos sistemas al diseño? (Rothschild, 2024).

#### ► Gravedad

*“The stems [...] tend to grow up, they grow away from the direction of gravity, and roots tend to grow down. You don't have that in space!”* (Dana & Wheeler, 2022)<sup>1</sup>.

En entornos en microgravedad, las plantas —al igual que los humanos— pierden su orientación natural. El fisiólogo vegetal Ray Wheeler afirma que la forma de solucionar este problema es usando la luz para dirigir correctamente el crecimiento de los tallos (Dana & Wheeler, 2022).



Figura 183. Riego de cultivos en microgravedad.  
Elaboración propia.

<sup>1</sup> Traducción propia: “Los tallos [...] tienden a crecer hacia arriba, crecen en dirección contraria a la gravedad, y las raíces tienden a crecer hacia abajo. ¡Eso no pasa en el espacio!”

Esta condición física acarrea otro reto: el riego. En entornos ingravidos, el agua no se comporta de la misma manera que como lo hace en la Tierra. Para hacer frente a esto, se han diseñado algunos dispositivos de cultivo —como Veggie<sup>2</sup> o PONDS<sup>3</sup>, para la ISS— que permiten suministrar a las plantas el agua que necesitan.

Si se deseara generar grandes cultivos en el espacio —como los vistos en *Sunshine* (2007) o *Naves misteriosas* (1972)—, se habría de estudiar en profundidad cómo adaptar el espacio para facilitar el crecimiento del tipo y cantidad de vegetación que se espere sembrar.

## 02 Consideraciones espaciales de los cultivos extraterrestres

El diseño, por tanto, debería atender a los siguientes puntos:

#### ► Supervivencia del cultivo

El hábitat —o espacio destinado al cultivo— debería disponer de sistemas que garanticen la supervivencia y correcto desarrollo de la vegetación en un entorno extraterrestre.

SISTEMA DE PRESURIZACIÓN + ILUMINACIÓN PARA LA ORIENTACIÓN + SISTEMA DE RIEGO EN MICROGRAVEDAD

#### ► Interacción humano-naturaleza

Con el fin de generar espacios de cultivo que sirvan, no solo como fuente de recursos o laboratorio, sino como entorno terapéutico, estos habrían de considerar la interacción —directa o indirecta— de los astronautas con el mismo.

ACCESIBILIDAD

+

RELACIONES VISUALES  
Y OTROS ESTÍMULOS SENSORIALES

<sup>2</sup> El Vegetable Production System (Veggie) es un dispositivo que permite suministrar pequeñas cantidades de agua mediante una jeringa (Sempfrott, 2020).

<sup>3</sup> El Passive Orbital Nutrient Delivery System (PONDS) es un contenedor que facilita el riego automático y pasivo de cultivos en entornos de microgravedad. Este permite suministrar agua a plantas algo mayores que Veggie (Sempfrott, 2020).



Figura 184. Scott, R. (2015). Watney crea agua en el Hab. In *The Martian*.



Figura 185. Scott, R. (2015). Watney celebra su victoria. In *The Martian*.



Figura 186. Scott, R. (2015). Watney vuela por los aires. In *The Martian*.



Figura 187. Scott, R. (2015). Los primeros brotes del cultivo. In *The Martian*.



Figura 188. Scott, R. (2015). Watney recoge su cosecha de patatas. In *The Martian*.



Figura 189. Scott, R. (2015). Watney pierde su cosecha de patatas. In *The Martian*.



Figura 190. Trumbull, D. (1972). Valley Forge. In *Naves misteriosas*.



Figuras 191-192. Boyle, D. (2007). Jardín de Oxígeno de la Icarus II. In *Sunshine*.



Figura 193. Scott, R. (2015). Cultivo de patatas. In *The Martian*.



Figura 194. Trumbull, D. (1972). Fotograma de *Naves misteriosas*.

### Análisis humano

¿Cómo de desquiciado debe estar Howard Wolowitz para pedirle a Bernadette que deje caer un bolígrafo... para ver cómo actúa la gravedad?

Este último bloque explora cómo la vida en el espacio afectan al bienestar de los astronautas. ¿Cómo puede el diseño del hábitat mejorar la vida en el espacio? ¿Puede la arquitectura convertir estos entornos en un hogar?

#### ► Salud mental

## Salud mental

Nadie quiere que las futuras misiones a Marte se conviertan en una recreación rocambolesca del descenso hacia la locura de *Sunshine* (2007).

Los futuros exploradores del Planeta Rojo tendrán que enfrentarse a numerosos retos que pondrán en riesgo su bienestar psicológico. El estudio del comportamiento humano ante situaciones similares<sup>1</sup>, puede arrojar algo de luz a este desafío.

No obstante, las misiones a Marte presentan características particularmente excepcionales: una lejanía jamás alcanzada y un viaje necesariamente largo (Mohanty et al., 2006, pp. 1-2). Lo que genera la pregunta: ¿cómo afecta esto a la mente de una persona?

**PELIGRO + AISLAMIENTO + DISTANCIA + TIEMPO = MUCHA ANGUSTIA**

Considerando la naturaleza de estas misiones, es evidente que la tripulación deberá pasar casi todo su tiempo encerrada en el hábitat; lo que hará que el diseño del mismo tenga un impacto especialmente grande en su bienestar psicológico. La proyección de estos espacios, por tanto, ha de anticipar estos retos y tomar medidas que ayuden a salvaguardar la salud mental de los astronautas.

*"To keep these humans mentally sane and happy, the design of the habitat must facilitate that. The habitat must offer a space for humans to create a home in."*  
(Jonner Delgado, 2021, p. 7)<sup>2</sup>.

Pero, ¿cuáles son los principales factores de riesgo psicosociales en este tipo de misiones? ¿Cómo puede el hábitat mejorar la calidad de vida y estado mental de los astronautas? ¿Cómo pueden estos entornos hostiles convertirse en un hogar?

### 01 Riesgos psicosociales en misiones interplanetarias

Algunas de las mayores amenazas para el bienestar psicológico de la tripulación son:

1 Se han estudiado los efectos de algunos factores de riesgo para la salud mental —hasta cierto punto similares a los presentes en futuros viajes a Marte— en otras misiones espaciales, expediciones polares y entornos simulados (ver Figura 41) (Connors et al., 1985, pp. 5-7).

2 Traducción propia: *"Para mantener a estos seres humanos mentalmente sanos y felices, el diseño del hábitat debe facilitarlo. El hábitat debe ofrecer un espacio en el que puedan crear un hogar."*

### ► Factores intrapersonales

**Aislamiento:** Durante las futuras misiones a Marte, la Tierra pasaría a ser un pequeño punto brillante en el firmamento. Este es un tema analizado en diversos estudios científicos; pero también es una cuestión ampliamente explorada en el cine de ciencia ficción, con películas como *Passengers* (2016), *Ad Astra* (2019), *Gravity* (2013) y, por supuesto, *The Martian* (2015).

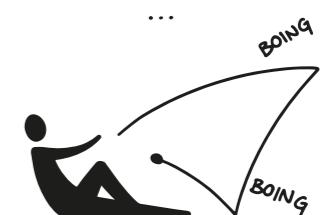


Figura 195. Aislamiento.  
Elaboración propia.

En una misión de esta características, la incorporación de elementos que permitan a los astronautas relacionarse con la naturaleza terrestre —visual y físicamente— puede traer grandes beneficios para su salud mental (Mohanty et al., 2006, p. 4).

**Ansiedad:** Tanto Marte como el espacio son entornos extremadamente hostiles; la sensación de peligro es tangible y constante. El hábitat tiene un impacto en la percepción de este, con imágenes, sonidos o señales de alarma que aumentan el sentimiento de inseguridad (Shum, 2020, p. 39).



Figura 196. Ansiedad.  
Elaboración propia.

#### ENTRADA #011

#### ANÁLISIS HUMANO

¿Un estado continuo de estrés e incertidumbre ante una posible muerte inminente? Las vacaciones soñadas de cualquiera.

- Sass-E

### ► Factores interpersonales

**Desacuerdos en toma de decisiones:** Las misiones espaciales realizadas hasta ahora han tenido una comunicación relativamente fluida con el equipo de control de misión. Sin embargo, la enorme distancia al Planeta Rojo ralentizará las comunicaciones y obligaría a la tripulación a tomar algunas decisiones de manera independiente (Hoffman & Kaplan, 1997, p. 1-24).

En una situación delicada, las discrepancias podrían generar tensiones que aumenten el estrés y perjudiquen a la convivencia del equipo; como se puede ver, por ejemplo, en *Sunshine* (2007).

Actualmente, los aspirantes a astronautas deben superar una evaluación psicológica exigente para evitar este tipo de conflictos, mejorar el rendimiento del equipo y asegurar el éxito de la misión. No obstante, debido a los factores extremos que rodearán a las futuras misiones a Marte, es conveniente plantear un diseño que favorezca el bienestar y estabilidad emocional de la tripulación.

**Conflictos interpersonales:** La convivencia es complicada; pero todavía más en un espacio confinado en un contexto de sumo peligro. Connors et al. (1985, pp. 13-14) expone cómo esto afecta al comportamiento y a las interacciones interpersonales, enumerando algunas de las estrategias que utilizan los individuos para controlar las tensiones en el grupo:

<b>EVITAR SITUACIONES QUE PUEDAN LLEVAR A CONFLICTO</b>	<b>ALEJARSE EMOCIONALMENTE DEL EQUIPO</b>	<b>DIRIGIR HOSTILIDAD HACIA PERSONAS DEL EXTERIOR</b>
---	---	---

También afirma, sin embargo, que incluso cuando no interactúan directamente, les tranquiliza tener a sus compañeros a la vista.

#### Diseño

Crear espacios comunes que permitan a los astronautas realizar tareas distintas (colectivas o individuales) en un mismo espacio, y generar relaciones visuales entre las distintas estancias.

### ► Factores espaciales

**Confinamiento:** El exterior no es un espacio seguro. Los astronautas saldrán del hábitat únicamente para recoger muestras o realizar labores de mantenimiento, con la restricción física de un traje EVA; lo cual puede causarse bastante inquietud (Shum, 2020, p. 39).

**Monotonía:** Porter y Bradley (2016, pp. 31, 33) hablan de la importancia de —en viajes tan largos— estimular los sentidos y huir de la monotonía. Esto evitando los espacios fríos y repetitivos, con una disposición rígida y sin variación en color o texturas.

*"Variation is important in dull environments. People can feel lost or worse when their environment doesn't change through social interaction, growth, or expansion."* (Shum, 2020, p. 39).

**Falta de privacidad:** En la ISS, los astronautas disponen de pequeños espacios individuales<sup>1</sup>, donde descansar y disfrutar de algo de intimidad. El aumento en la duración de la misión, hace necesario aumentar de igual forma esta privacidad.

De esta manera podrían trabajar o dedicarle tiempo a sus aficiones, a cualquier hora, sin perturbar la tranquilidad y el descanso del resto de tripulantes (Porter & Bradley, 2016, pp. 26, 30-31).

**Alteración del ritmo circadiano:** La superficie marciana tiene un ciclo diurno similar al terrestre<sup>2</sup>; pero en el espacio, la distinción entre día y noche desaparece.

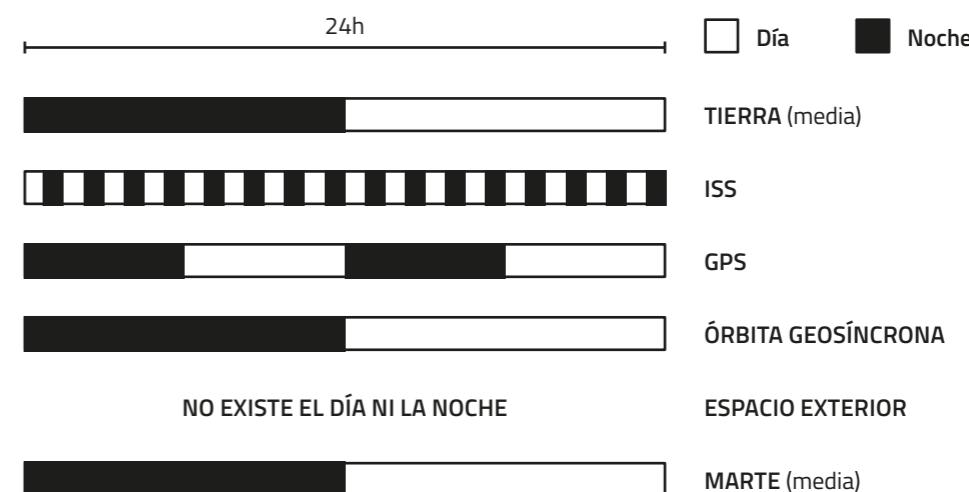


Figura 197. Distintos ciclos de día y noche comparados con el de la Tierra. Elaboración propia adaptada y modificada de Shum (2020, p. 43).

1 Las ISS cuenta con pequeños habitáculos que sirven de dormitorios y despachos individuales. Estos cuentan con un saco de dormir sujetado a una de las paredes, portátiles y velcro con el que anclar distintos objetos.

2 Los días marcianos se denominan "soles". Cada uno dura aproximadamente 24 horas y 37 minutos.

La Hermes por su parte dispone de grandes ventanas en sus módulos rotatorios y dos cúpulas sobre la cabina de mando (ver Figura 0). El Hab, en cambio, no cuenta con espacios de observación.

## 02 Impacto psicológico positivo de misiones interplanetarias

¡Qué no cunda el pánico! No todo es estrés y soledad. Los viajes espaciales también tienen un efecto bastante positivo sobre la mente humana: el *Overview Effect*<sup>1</sup>.

Este efecto se produce al observar la Tierra desde el espacio en primera persona. Una esfera azul flotando en la inmensidad del cosmos. Un mundo sin fronteras. Aunque se genera principalmente por este estímulo visual, otros factores del entorno —como la microgravedad o la alteración de la percepción del tiempo (ver Figura 0)— también ayudan a generar este fenómeno (White & Jordan, 2019).

El *Overview Effect* genera un cambio cognitivo y de comportamiento que varía en función del individuo y de los lugares desde los que lo hayan experimentado. Pues no se vive de la misma manera ver la Tierra desde la ISS que desde la Luna<sup>2</sup> (White & Jordan, 2019).

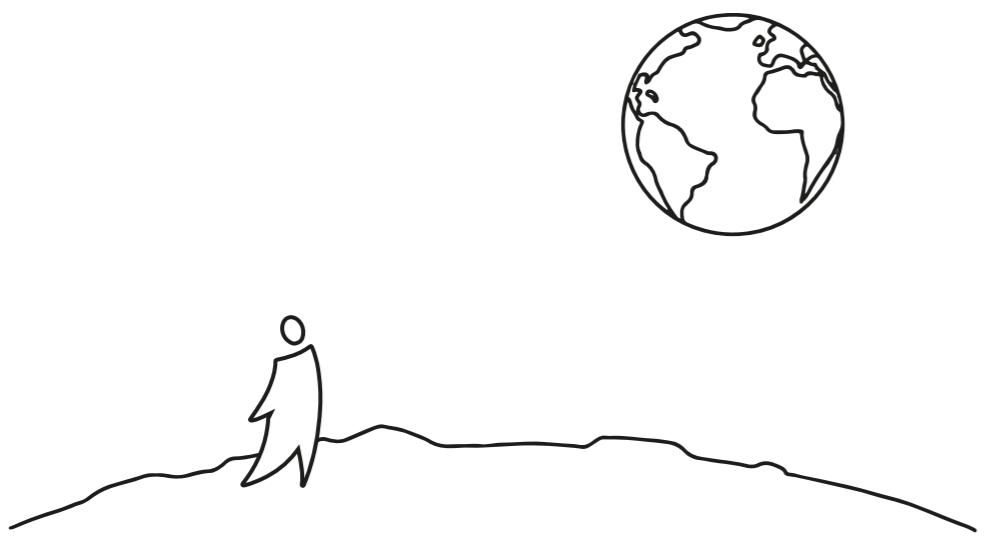


Figura 198. Overview Effect. *Elaboración propia*.

1 The *Overview Effect* (o efecto perspectiva) es un concepto acuñado por el escritor y filósofo espacial Frank White en su libro del mismo nombre, publicado en 1987 (White & Jordan, 2019).

2 La Estación Espacial Internacional (ISS) y la Luna se encuentran a unos 400 kilómetros y 384 400 kilómetros de la superficie terrestre, respectivamente.

La nave cuenta con un simulador terrestre que les permite relacionarse, al menos a través de imágenes, con la naturaleza terrestre.



Figura 199. Boyle, D. (2007). Earth Room de la Icarus II. In *Sunshine*.



Figura 200. Boyle, D. (2007). Sala de observación de la Icarus II. In *Sunshine*.

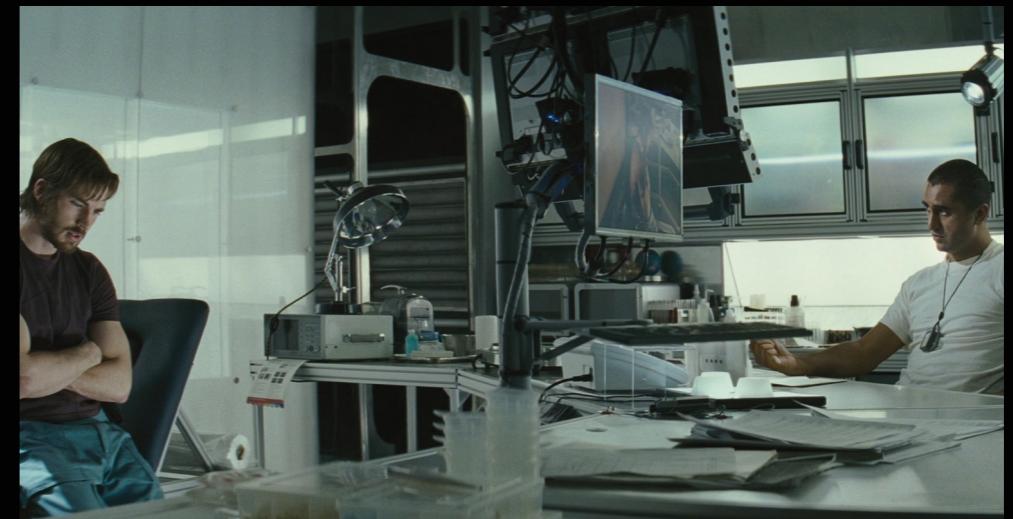


Figura 201. Boyle, D. (2007). Sesión de terapia a bordo de la Icarus II. In *Sunshine*.

Situación de peligro constante y una lista interminable de cosas que le pueden matar. Yupi.

Watney pasa más de un año solo en Marte, sin relación directa con ningún ser humano (solo mensajes de texto).



Figura 202. Scott, R. (2015). Watney solo en el Hab. In *The Martian*.



Figura 203. Scott, R. (2015). Watney después de perder las patatas. In *The Martian*.



Figura 204. Scott, R. (2015). Watney escucha a sus compañeros por primera vez en más de un año. In *The Martian*.



Figuras 205-207. Scott, R. (2015). Watney se reúne con sus compañeros de tripulación en la Hermes. In *The Martian*.



Figura 208. Scott, R. (2015). Watney planta patatas. In *The Martian*.



Figura 209. hab overview effect.png



Figura 210. Scott, R. (2015). Watney observa el paisaje marciano. In *The Martian*.

La relación con la naturaleza tiene un peso significativo: las patatas le dan a Watney esperanza, la oportunidad de sobrevivir... y le mantienen ocupado.

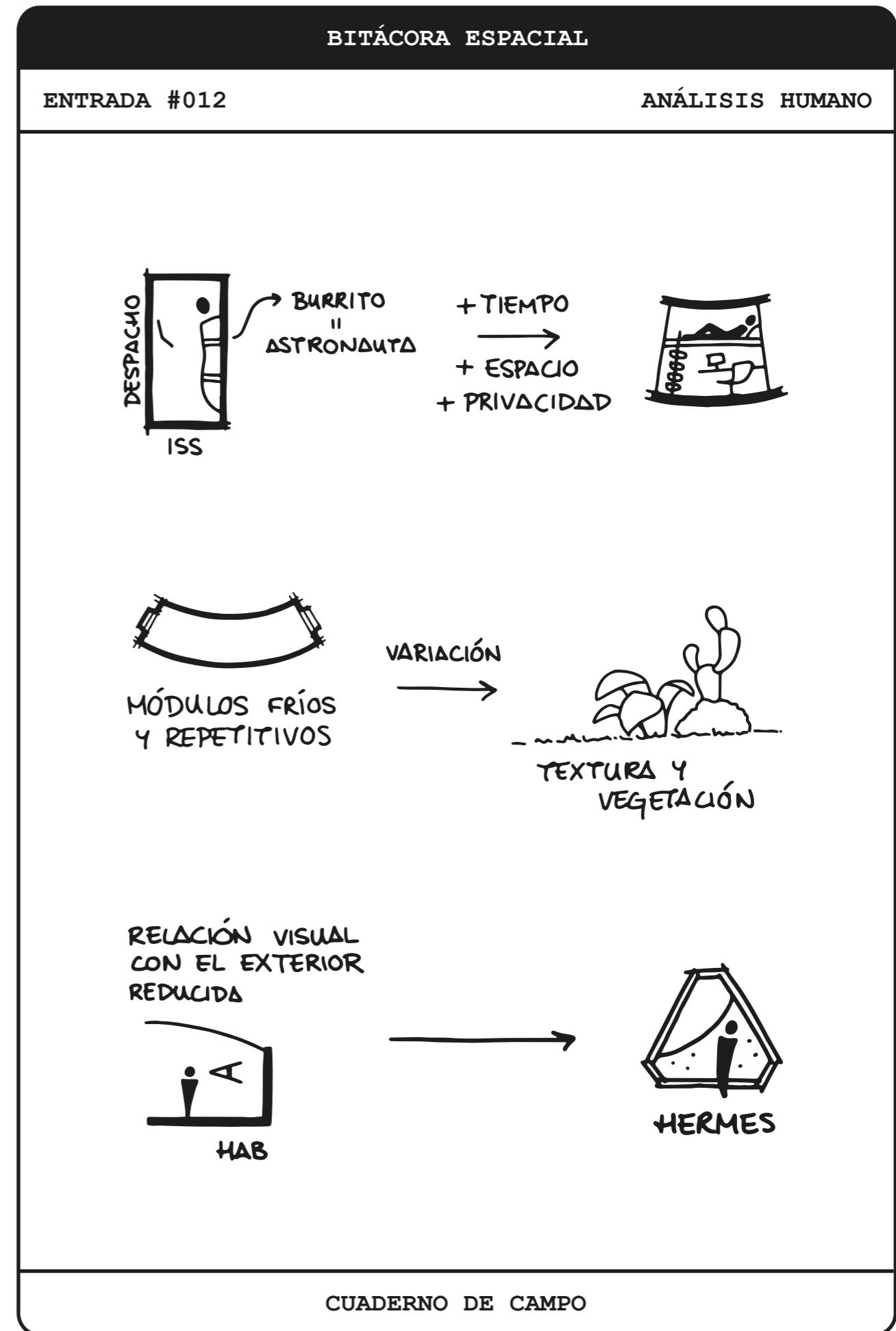


Figura 211. Bocetos de mejoras espaciales para salvaguardar la salud mental. Elaboración propia.

# 04

Reporte de misión

## CONCLUSIONES DEL TRABAJO

Retomemos la pregunta que abre este proyecto:

### ¿PUEDE LA FICCIÓN INSPIRAR A LA CIENCIA?

Este trabajo ha estudiado algunas posibilidades arquitectónicas del futuro de la humanidad en el espacio, centrándose en los hábitats que acogerán a los futuros exploradores del Planeta Rojo.

Con esto no se busca “solucionar los viajes espaciales” —eso queda lejos de las capacidades de cualquier estudio—; sino plantear un enfoque enriquecedor, que navegue entre la aplicabilidad de la ciencia y la especulación de la imaginación humana.

Para ello, se ha optado por una metodología que aúna ciencia, arquitectura, cine y narrativa; y se han analizado algunas propuestas de la ciencia ficción —con *The Martian* (2015) como caso de estudio principal—.

Este estudio ha permitido llegar a una serie de conclusiones sobre el papel de la arquitectura y el imaginario colectivo en el futuro de la exploración espacial:

#### 01 La complejidad de los viajes interplanetarios

El ser humano ha logrado hazañas técnicas absolutamente impresionantes, que le han permitido llegar más allá de los confines de la Tierra. Pero todavía existe un universo entero por explorar.

Cada rincón tiene sus propios desafíos; y cada uno de ellos requiere repensar aquello que desde la experiencia parece evidente. ¿Qué pasa cuando no existe arriba o abajo? ¿Y el día y la noche?

Los viajes interplanetarios, además, cuentan con una complejidad añadida: el tiempo. Hasta ahora, la exploración espacial ha estado dominada —como es lógico— por la ingeniería y la supervivencia; pero si algo demuestra la ciencia ficción, es que el factor humano también ha de ponerse sobre la mesa en el proceso de diseño.

#### 02 La ciencia ficción como laboratorio de ideas

Mediante el análisis de *The Martian* (2015), y otras obras del género, el estudio muestra el potencial de la ciencia ficción como banco de ideas. Permite explorar —sin miedo a una catástrofe más grave que una baja recaudación en taquilla— numerosas ideas y situaciones descabelladas, las cuales tal vez puedan anticipar problemas o inspirar soluciones.

#### 03 Retroalimentación entre la imaginación y la innovación

Lejos de estar enfrentadas, la tecnología y la imaginación están fuertemente conectadas. Este trabajo hace pensar en la imaginación como motor de la investigación; y en la ciencia como musa de las historias.

Si las personas no soñaran con los misterios del espacio, ¿para qué iban a explorarlo? El cine no solo tiene el poder de presentar soluciones especulativas a desafíos complejos; sino el de contar historias que despierten la curiosidad y el interés por querer encontrar estas soluciones.

#### 04 La arquitectura como herramienta crítica

Si bien este trabajo danza entre la ciencia ficción y la tecnología real, la arquitectura estudia cómo todos estos retos afectan al funcionamiento del hábitat y a la forma de vida de los astronautas.

Con ella, el análisis de estos espacios no se limita a la pura supervivencia y optimización de recursos, ni a la estética. Sino hacer de un espacio frío y hostil, un hogar práctico y cálido. De esta manera, la arquitectura se convierte en una herramienta crítica que detecta conflictos y alternativas.

## CONCLUSIONES PERSONALES

Más que un trabajo universitario, esta ha sido una experiencia desafiante, enriquecedora y divertida. Me ha dado la oportunidad —o la excusa— de aprender un poco más sobre algunos de los temas que más energía mental consumen de mi tiempo libre, y comunicar las ideas con un lenguaje que jamás me hubiera imaginado emplear en un contexto académico.

De este proyecto no me llevo únicamente conocimientos sobre cómo se complica la tarea de plantar tubérculos en microgravedad; sino algunas lecciones personales, seguramente más importantes:

### 01 ¿Por qué limitarse a la arquitectura?

Este trabajo —y la carrera en general— me ha demostrado que no existe un solo camino para hacer nada. La arquitectura es una disciplina compleja y amplia en sí misma; pero ¿qué pasa cuando choca con otra cosa? ¿Cuándo usas sus herramientas para enfrentar un reto un poco diferente, o viceversa? Ahí se pone interesante...

### 02 El poder del storytelling

Es un trabajo de cine, al fin y al cabo. Así que ¿por qué no usarlo? Las historias son poderosas; nos ayudan a imaginar, entender y empalizar. Aprovecharlas en un trabajo académico, un proyecto o una presentación, no es simple atrezo; sino una forma de conectar.

Y, honestamente, hacen que todo sea mucho más divertido de desarrollar.

### 03 La importancia de la exploración espacial

La exploración espacial aporta numerosos beneficios en la Tierra; pero el más importante —a la vez que utópico— es el de entender el planeta como una unidad. Pequeña e insignificante con respecto a la inmensidad del espacio. Sin muros ni fronteras. Tal vez las futuras misiones espaciales —reales o ficticias— ayuden a extender un poco más esa idea.

ENTRADA #000	CONCLUSIONES PERSONALES
La primera lección es que necesita una agenda. Pero no quedaba tan poético, ¿verdad?  - Sass-E	



Figura 212. Scott, R. (2015). Rescate de Marck Watney. In *The Martian*.

# 05

Futuras exploraciones



Figura 213. Jennings, G. (2005). Ford Prefect, Arthur Dent y Zaphod Beeblebrox. In *Guía del autoestopista galáctico*.

## 01 Posibles TFM

### ► Espacios análogos

Aplicar los conocimientos adquiridos sobre el diseño de hábitats extraterrestres para diseñar hábitats que simulen estas sensaciones para el desarrollo de misiones análogas. Esto con el objetivo de estudiar la salud y rendimiento de los astronautas en estos entornos de manera segura y controlada (ver Figura 41).

### ► **Themed entertainment design<sup>1</sup>**

Similar al punto anterior, se buscaría recrear las sensaciones experimentadas en un entorno extraterrestre, una nave espacial o hábitat marciano; pero no con fines científicos, sino de ocio.

### ► **Hábitats en entornos hostiles**

Proyectar hábitats que respondan a las condiciones de su contexto físico, atendiendo además a los aspectos funciones y humanos que lo rodean.

## 02 Prototipos conceptuales específicos

Diseñar módulos o dispositivos específicos que respondan a algunos de los retos de los viajes interplanetarios. Por ejemplo: un módulo rotatorio para naves espaciales o estaciones orbitales, que considere los retos que la gravedad artificial supone en el diseño del espacio; o un dispositivo de cultivo extraterrestre, que permita a los astronautas disfrutar no solo de comida fresca; sino de la relación con la naturaleza.

## 03 Gemelo digital<sup>2</sup>

Crear un modelo digital, que permita cambiar ciertos parámetros proyectuales del hábitats, y adapte el prototipo automáticamente en función de distintos aspectos relevantes del diseño, como el efecto Coriolis o la presión atmosférica.

1 El *themed entertainment design* (o diseño de entretenimiento temático) se centra el diseño de experiencias inmersivas —como en museos interactivos o parques temáticos—. Una de las entidades más conocidas en este ámbito es Walt Disney Imagineering. Este arte abarca diversas disciplinas, entre ellas la arquitectura y el *storytelling*.

2 Un gemelo digital es una representación virtual de un objeto o sistema, que permite simular su comportamiento y analizar su respuesta ante distintas situaciones. Se puede usar, por ejemplo, para entrenar robots antes de su construcción.

#### 04 Divulgación científica

Fusionar la narrativa cinematográfica, la representación gráfica y el humor, con la investigación sobre arquitectura, ciencia y tecnología. Esto para acercar a las personas a distintos conceptos a partir de historias amenas o invitar a reflexionar sobre cómo la tecnología puede mejorar nuestras vidas.

#### 05 Diseño de Producción<sup>1</sup>

Trabajar en el diseño de producción de una película de ciencia ficción sería una de las formas más naturales de seguir desarrollando estas ideas. Materializando así los conceptos estudiados, creando espacios y atmósferas que consideren la relación de estas con el contexto, los personajes y la narrativa de la cinta.

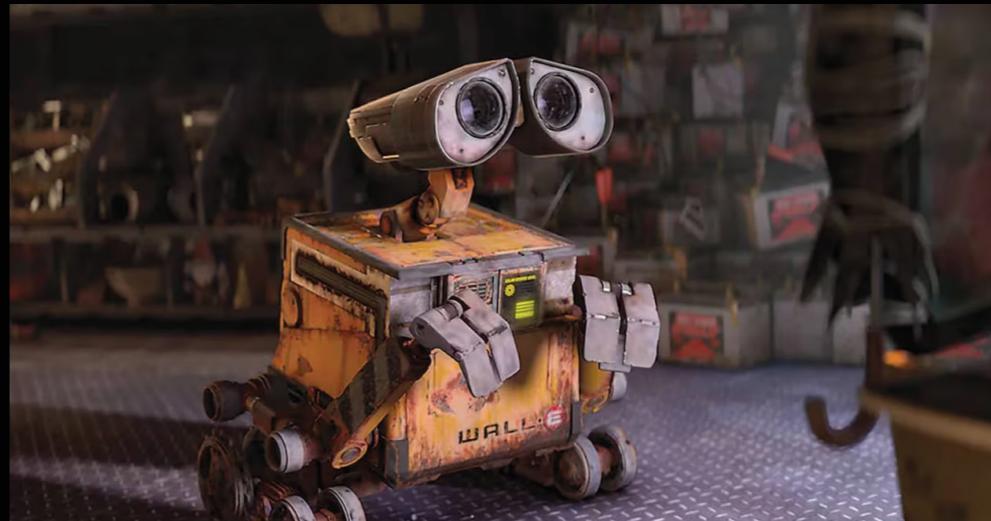


Figura 214. Stanton, A. (2008). Wall-E viendo la televisión. In *Wall-E*.

<sup>1</sup> El Diseño de Producción es una disciplina que se encarga del diseño y la construcción de los escenarios —espacios arquitectónicos— de una película. Ayudando a crear la atmósfera y estética visual de la cinta.

# 06

Base de datos

## BIBLIOGRAFÍA

- 20th Century Fox. (2015). Ares 3: The complete mission guide. In TheMartianMovie.com. Rescatado de Scribd.
- 20th Century Studios España. (2015). MARTE (The Martian) | Tour por el Hermes. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=Inpcr-KtTP8Q>
- Allain, R. (2022). El problema con las naves espaciales giratorias. Wired. <https://es.wired.com/articulos/problema-de-naves-espaciales-giratorias>
- Anguita Virella, F. (2004). ¿Por qué debemos ir a Marte? Ars Medica. Revista de Humanidades, 3(2).
- Aurelia Institute. (n.d.). TESSERAE: Self Assembling Space Architecture. Aurelia Institute. <https://www.aureliainstitute.org/tesserae>
- Bannova, O. (2012). Designing for Future. Space Facilities Design Approach for Operating in Different Gravity Conditions. <https://doi.org/10.2514/6.IAC-04-IAA.3.6.3.03>
- Bimson, B. (n.d.). Brett Bimson: The Martian. Brett Bimson. <https://brettbimson.com/the-martian>
- Blomkamp, N. (Director). (2013). Elysium [Película]. TriStar Pictures.
- Burg, S. (n.d.). Steve Burg: The Martian. Steve Burg. <https://steveburg.artstation.com/projects/nyaLr>
- CKO News Staff, & NASA. (2015). The Martian as a Case Study. Appel.nasa.gov. <https://appel.nasa.gov/2015/10/26/the-martian-as-a-case-study/>
- ClémentG., & Buckley, A. (Eds.). (2007). Artificial gravity (Vol. 20, pp. 1–16, 33–49, 82–95). Springer Science & Business Media.
- Connors, M. M., Harrison, A. A., & Akins, F. R. (1985). Living aloft: Human requirements for extended spaceflight. (NASA SP-483). National Aeronautics and Space Administration.
- Dana, C., & Wheeler, R. (2022). How to Grow Plants in Space (Temporada 4, Episodio 4) [Podcast]. In NASA's Curious Universe. NASA. <https://www.nasa.gov/podcasts/curious-universe/how-to-grow-plants-in-space/>
- Drake, N. (2016). Elon Musk: A Million Humans Could Live on Mars By the 2060s. National Geographic. <https://www.nationalgeographic.com/science/article/elon-musk-spacex-exploring-mars-planets-space-science>
- ESA. (n.d.). The weightlessness environment: what are the advantages? ESA.int. [https://www.esa.int/Science\\_Exploration/Human\\_and\\_Robotic\\_Exploration/European\\_ISS\\_Business\\_Club/The\\_weightlessness\\_environment\\_what\\_are\\_the\\_advantages](https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/European_ISS_Business_Club/The_weightlessness_environment_what_are_the_advantages)
- ESA. (2003). Greenhouse effects... also on other planets. Esa.int. [https://www.esa.int/Science\\_Exploration/Space\\_Science/Venus\\_Express/Greenhouse\\_effects\\_also\\_on\\_other\\_planets](https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Venus_Express/Greenhouse_effects_also_on_other_planets)
- ESA. (2019). The Radiation Showstopper for Mars Exploration. Wwww.esa.int. [https://www.esa.int/Science\\_Exploration/Human\\_and\\_Robotic\\_Exploration/The\\_radiation\\_showstopper\\_for\\_Mars\\_exploration](https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/The_radiation_showstopper_for_Mars_exploration)
- ESA. (2025). For astronaut radiation protection, just add water. Esa.int. [https://www.esa.int/Enabling\\_Support/Space\\_Engineering\\_Technology/For\\_astronaut\\_radiation\\_protection\\_just\\_add\\_water](https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Engineering_Technology/For_astronaut_radiation_protection_just_add_water)
- European Space Agency. (2019). Why go to Mars? Esa.int; European Space Agency. [https://www.esa.int/Science\\_Exploration/Human\\_and\\_Robotic\\_Exploration/Exploration/Why\\_go\\_to\\_Mars](https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/Why_go_to_Mars)
- Failes, I. (2015). Life on Mars: the VFX of The Martian. Fxguide. <https://www.fxguide.com/fxfeatured/life-on-mars-the-vfx-of-the-martian/>
- Frazier, S., & Hatfield, M. (2015). Real martians: How to protect astronauts from space radiation on mars - NASA. NASA. <https://www.nasa.gov/science-research/heliophysics/real-martians-how-to-protect-astronauts-from-space-radiation-on-mars/>
- Furfaro, E. (2025). Why Do We Grow Plants in Space? NASA.gov. <https://www.nasa.gov/general/why-do-we-grow-plants-in-space/>
- Gangale, T. (2005). Why Should We Send Humans to Mars?. Tackling Tomorrow Today, 4, 124.
- Gaskill, M. L. (2024). Space Gardens. NASA.gov. <https://www.nasa.gov/missions/station/iss-research/space-gardens/>
- Goddard, D. (2015). The Martian [Guion no publicado]. Script Slug.

<https://www.scriptslug.com/script/the-martian-2015>

Green Moon Project. (n.d.). Green Moon Project: Scientific Project. Green Moon Project. <https://www.greenmoonproject.com/gmps-scientificproject>

Hille, K. (2015). The Fact and Fiction of Martian Dust Storms. NASA. <https://www.nasa.gov/solar-system/the-fact-and-fiction-of-martian-dust-storms/>

Hoffman, S. J., & Kaplan, D. I. (Eds.). (1997). Human Exploration of Mars: The Reference Mission of the NASA Mars Exploration Study Team. <Https://Ntrs.nasa.gov/Citations/19980037039>, 1–24, 1–25.

Homes, M. (n.d.). MARC HOMES: The Martian. MARC HOMES. <https://www.marchomes.org/the-martian>

Instituto de Astrofísica de Canarias. (2024). Marte, el planeta rojo: Diseña un viaje a Marte. In Outreach.iac.es (p. 8). <https://outreach.iac.es/cosmoeduca/sistemasolar/charlas/guia.pdf>

Jet Propulsion Laboratory. (2015, October 5). JPL's Role in Making "The Martian" a Reality. NASA Jet Propulsion Laboratory (JPL). <https://www.jpl.nasa.gov/news/jpls-role-in-making-the-martian-a-reality/>

Jones, D. (Director). (2009). Moon [Película]. Sony Pictures Classics.

Jonner Delgado, D. (2021). Applications of Architecture for Future Martian Habitats. AIAA Southeastern Regional Student Conference. <https://commons.erau.edu/aiaar2sc/2021/freshman-sophomore-open-topic/1/>

Kennedy Space Center. (2008). Spacecraft Electrostatic Radiation Shielding. John F. Kennedy Space Center's Technology Development and Application 2006-2007 Report. <https://ntrs.nasa.gov/citations/20090022229>

Kubrick, S. (Director). (1968). 2001: Una odisea del espacio [Película]. Metro-Goldwyn-Mayer.

Kumar, A. (2012, September 22). Viewpoint: Should we send humans to Mars? BBC News. <https://www.bbc.com/news/science-environment-19666057>

Logsdon, J. M. (2019). Space Exploration | History, Definition, & Facts. In Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/science/space-exploration>

Lord, P., & Miller, C. (2025). Activación del Modo Centrífugo de la Hail Mary. In Proyecto Salvación [Tráiler].

Mahoney, E. (2016). Deep Space Habitation Overview - NASA. NASA. <https://www.nasa.gov/humans-in-space/deep-space-habitation-overview/>

McClintock, P. (2015). How NASA Kept Things Real With "The Martian." The Hollywood Reporter. <https://www.hollywoodreporter.com/news/general-news/how-nasa-kept-things-real-828130/>

Mohanty, S., Jørgensen, J., & Nyström, M. (2006). Psychological Factors Associated with Habitat Design for Planetary Mission Simulators. AIAA SPACE Forum. Space 2006. <https://doi.org/10.2514/6.2006-7345>

NASA. (n.d.). Mars Exploration - NASA Science. <https://science.nasa.gov/planetary-science/programs/mars-exploration/>

NASA. (2015). 3D Endoscope to Boost Safety, Cut Costs of Surgery | NASA Spinoff. Nasa.gov. [https://spinoff.nasa.gov/Spinoff2015/hm\\_1.html](https://spinoff.nasa.gov/Spinoff2015/hm_1.html)

NASA. (2016). Sept.14, 1966—Gemini XI Artificial Gravity Experiment. NASA.gov. <https://www.nasa.gov/image-article/sept-14-1966-gemini-xi-artificial-gravity-experiment/>

NASA. (2018). Wind Flow on Mars - NASA Science. <https://science.nasa.gov/resource/wind-flow-on-mars/>

NASA. (2023). NASA-STD-3001 Technical Brief: Cabin Architecture. In NASA.gov. <https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2023/12/ochmo-tb-025-cabin-architecture.pdf?emrc=685fe6a4b93f8>

NASA. (2024). Mars: Facts. <https://science.nasa.gov/mars/facts/>

NASA. (2025). CHAPEA - NASA. NASA. <https://www.nasa.gov/humans-in-space/chapea/>

Neukart, F. (2023). Towards sustainable horizons: A comprehen-

- sive blueprint for Mars colonization. <https://arxiv.org/pdf/2309.16806.pdf>
- Nolan, C. (Director). (2014). *Interstellar* [Película]. Paramount Pictures.
- Norsk, P., & Smith, J. (2015). Artificial Gravity Future Plans for ISS. Nasa.gov. <https://ntrs.nasa.gov/citations/20150009516>
- Parker, E. N. (2006). Shielding Space Travelers. *Scientific American*, 294(3), 40–47. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0306-40>
- Porter, S. J., & Bradley, F. (2016). Architectural design principles for extra-terrestrial habitats. *Acta Futura*, 10, 23–35.
- Romances, M. (2015). The Martian | martiromances.com. Martiromances.com. [https://test.martiromances.com/?udt\\_portfolio=the-martian](https://test.martiromances.com/?udt_portfolio=the-martian)
- Rothschild, L. (2024). Detoxifying Mars: the biocatalytic elimination of omnipresent perchlorates. NASA.gov. <https://www.nasa.gov/general/detoxifying-mars/>
- Scharping, N. (2016). These Experiments Are Building the Case to Terraform Mars. *Martian Homes & Gardens: Your Handbook for Settling Mars*, 20–22.
- Scott, R. (Director). (2015). *The Martian* [Película]. 20th Century Fox.
- Seibert, G. (2006). The history of sounding rockets and their contribution to European space research. Esa Publications Division.
- Sempsrott, D. (2020). The Shape of Watering Plants in Space. NASA.gov. <https://www.nasa.gov/missions/station/the-shape-of-watering-plants-in-space/>
- Shum, K. (2020). S.E.ARCH: Science Fiction and Extraterrestrial Architecture. Open Access Te Herenga Waka-Victoria University of Wellington. <https://doi.org/10.26686/wgtn.17148386>
- Simon, M. A., & Toups, L. (2014). Innovation in Deep Space Habitat Interior Design: Lessons Learned From Small Space Design in Terrestrial Architecture. Nasa.gov. <https://ntrs.nasa.gov/citations/20150001238>
- Strauss, M. (2015). ¿Cómo nos iremos de Marte? National Geographic. <https://www.nationalgeographic.es/espacio/como-nos-iremos-de-marte>
- Trumbull, D. (Director). (1972). *Naves misteriosas* [Película]. Universal Pictures.
- Tyldum, M. (Director). (2016). *Passengers* [Película]. Columbia Pictures.
- U.S. Department of Energy. (2013). From Tesla's Lab to Los Alamos: Powerful Magnets Come Full Circle. Energy.gov. <https://www.energy.gov/articles/teslas-lab-los-alamos-powerful-magnets-come-full-circle>
- Verhoeven, P. (Director). (1990). *Desafío total* [Película]. TriStar Pictures.
- Villeneuve, D. (Director). (2021). *Dune* [Película]. Warner Bros. Pictures.
- Weir, A. (2021). *El marciano*. Penguin Random House. (Original work published 2011)
- Weir, A. (2021). *Proyecto Hail Mary*. Nova.
- White, F., & Jordan, G. (2019). The Overview Effect (Temporada 1, Episodio 107) [Podcast]. In *Houston We Have a Podcast*. NASA.
- Zipay, J.J. (2019). Near-Term Artificial Gravity Concepts for Deep Space Missions. Nasa.gov. <https://ntrs.nasa.gov/citations/20190000843>

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 0. Il de portada. *Elaboración propia generada con IA.*
- Figura 1. Nolan, C. (2014). Fotograma de Interstellar.
- Figuras 2-3. Cellarius, A. (1660). Ilustraciones del modelo geocéntrico de Ptolomeo. In *Cosmos y Matemáticas - WordPress*.
- Figura 4. Yu, J., & Ji, L. (1412). Ilustración de un cohete multietapa del Huo-longjing (Manual del Fuego del Dragón). In *Wikimedia Commons*.
- Figura 5. Kepler, J. (1596). Ilustración del modelo platónico del Sistema Solar. In *Wikimedia Commons*.
- Figuras 6-7. Verne, J. (1865). Ilustraciones de De la Tierra a la Luna. In *Wikimedia Commons*.
- Figura 8. Everett Hale, E. (1869). Ilustración de The Brick Moon. In *Wikimedia Commons*.
- Figuras 9-10. Méliès, G. (1902). Fotogramas de *Viaje a la Luna*.
- Figura 11. Protazánov, Y. (1924). Fotograma de *Aelita*.
- Figura 12. Goddard, E. C. (1926). Goddard junto al marco de lanzamiento de su cohete de combustible líquido. In *Wikimedia Commons*.
- Figura 13. Anónimo. (1909). Robert Esnault-Pelterie sobre un monoplano Vickers R.E.P. In *Wikimedia Commons*.
- Figura 14-15. Lang, F. (1929). Fotogramas de *Frau im Mond*.
- Figura 16. U.S. Air Force. (1944). Cohete V2 en su rampa de lanzamiento. In *Wikimedia Commons*.
- Figura 17-18. Pichel, I. (1950). Fotogramas de *Con destino la Luna*.
- Figura 19. ITU Pictures. (1965). Arthur C. Clarke en el set de filmación de 2001: *Una odisea del espacio*. In *Wikimedia Commons*.
- Figura 20. Bureau of Engraving and Printing, & Metzl, E. (1958). Sello estandaridense de 3 centavos del IGY. In *Wikimedia Commons*.
- Figura 21. NSSDC, NASA. (2004). Réplica de Sputnik 1. In *Wikimedia Commons*.
- Figura 22. NASA. (2021). La NASA en 1958. In *NASA.gov*.
- Figura 23. OKB-1. (1959). Primera imagen del lado oculto de la Luna, tomada por Luna 3. In *Wikimedia Commons*.
- Figura 24. Jousi, A. (1961). Yuri Gagarin, primer hombre en el espacio. In *Wikimedia Commons*.
- Figura 25. SDASM Archives. (1963). Valentina Tereshkova, primera mujer en el espacio. In *Wikimedia Commons*.
- Figura 26-27. Roddenberry, G. (1966). Fotograma de *Star Trek: la serie original*.
- Figura 28. Kubrick, S. (1968). Fotograma de 2001: *Una odisea del espacio*.
- Figura 29. Armstrong, N. (1969). Buzz Aldrin en la Luna. In *Wikimedia Commons*.
- Figura 30. Project Apollo Archive. (2015). Huella del astronauta Buzz Aldrin. In *Wikimedia Commons*.
- Figura 31. Tarkovski, A. (1972). Fotograma de *Solaris*.
- Figura 32. Van der Hoorn, R. (2009). Imagen tomada por la Viking I (con color alterado). In *Wikimedia Commons*.
- Figura 33. Lucas, G. (1977). Fotograma de *Star Wars*.
- Figura 34. Scott, R. (1979). Fotograma de *Alien*.
- Figura 35. NASA. (1997). Rover Sojourner en Marte. In *Wikimedia Commons*.
- Figura 36. NASA. (2021). Estación Espacial Internacional (ISS). In *Wikimedia Commons*.
- Figura 37. Nolan, C. (2014). Póster de *Interstellar*.
- Figura 38. NASA. (1972). Imagen de la superficie lunar tomada por el Apolo 17. In *Wikimedia Commons*.
- Figura 39. Kowsky, J., & NASA. (2022). Lanzamiento de la nave Orion, para la misión Artemis I. In *Wikimedia Commons*.
- Figura 40. Swanson, C., & NASA. (2024). Construcción de la Starship (dcha) durante lanzamiento de la Falcon 9 (izda). In *Wikimedia Commons*.
- Figura 41. Stafford, B., & NASA. (2022). Interior de Mars Dune Alpha. In *Wikimedia Commons*.
- Figura 42. NASA. (2019). Nave Crew Dragon, de SpaceX. In *Wikimedia Commons*.
- Figura 43. SpaceX. (2024). Jared Isaacman durante su EVA. In *SpaceX*.
- Figura 44. Valcarcel, J., & NASA. (2023). Tripulación de la Artemis II. In *Wikimedia Commons*.
- Figura 45. NASA Johnson Space Center. (2022). Render de la futura Plataforma Orbital Lunar Gateway (LOP-G), primera estación espacial lunar. In *Wikimedia Commons*.
- Figura 46. NASA, JPL-Caltech, & University of Arizona. (2013). Foto-composición hecha con datos recopilados en múltiples sobrevuelos de Europa de una misión anterior. In *Wikimedia Commons*.
- Figura 47. Notvest, A. J., & NASA Kennedy Space Center. (2024). Despegue del Falcon Heavy con Europa Clipper. In *Wikimedia Commons*.
- Figura 48. NASA. (2020). Render del Deep Space Transport. In *NASA.gov*.
- Figura 49. NASA, JPL-Caltech, ASU, & MSSS. (2024). Superficie de Marte. In *MIT News*.
- Figura 50. NASA, JPL-Caltech, & Arizona. (2024). Sinus Meridiani, en Marte. In *Wikimedia Commons*.
- Figura 51. Verhoeven, P. (1990). Fotograma de Desafío total.
- Figura 52. Bjarke Ingels Group (BIG). (2017). Render de la Mars Science City. In *ArchDaily*.
- Figura 52. AI SpaceFactory, & Plomp. (2019). Render del proceso de construcción de MARSHA Habitat. In *ArchDaily*.
- Figura 53. Wu, Q., & OPEN Architecture. (2018). Prototipo MARS Case. In *ArchDaily*.
- Figura 54. Foster + Partners. (2015). Render de Mars Habitat. In *SpaceArchitect.org*.
- Figura 55. ArchiMars Team. (2021). Render de Hive Mars. In *SpaceArchitect.org*.
- Figura 56. SEArch+, & CloudsAO. (2016). Render del Mars Ice Home. In *SpaceArchitect.org*.
- Figura 57. Green Moon Project Organization. (2017). Render de Green Moon Project sobre la superficie lunar. In *Green Moon Project Organization*.
- Figura 58. SEArch+. (2019). Render de la Mars X-House V1. In *spacearch.com*.
- Figura 59. Monteserín, M., & Manu-Facturas 3D. (2018). Fotomontaje interior de ALGI. In *manuelmonteserin.com*.
- Figura 60. German Aerospace Centre (DLR). (2018). Prototipo de la EDEN-ISS. In *SpaceArchitect.org*.
- Figura 61. HASSELL Studio. (2024). Lunar Habitat Masterplan. In *ArchDaily*.
- Figura 62. NASA, & Michaux, F. (2022). Render de LINA. In *spacefactory.ai*.
- Figura 63. Bonestell, C., & von Braun, W. (1952). Von Braun wheel. In *Collier's Magazine*.
- Figura 64. Guidice, R., & NASA. (2004). Ilustración del cilindro de O'Neill. In *Wikimedia Commons*.
- Figura 65. Guidice, R., & NASA. (2012). Ilustración del toro de Stanford. In *Wikimedia Commons*.
- Figura 66. Aurelia Institute. (2023).

Render de una estación espacial construida con TESSERAES. In *ArchDaily*.

Figura 67. DIARIO ABC, S.L. (2025). Starship de SpaceX. In *ABC*.

Figura 68. NASA. (2023). Plataforma Orbital Lunar Gateway. In *NASA.gov*.

Figura 69. Scott, R. (2015). Mark Watney observando Marte. In *The Martian*.

Figura 70. Scott, R. (2015). Mark Watney junto al Rover. In *The Martian*.

Figura 71. Stanton, A. (2008). Fotograma de *Wall-E*.

Figura 72. Kubrick, S. (1968). Fotograma de 2001: Una odisea del espacio.

Figura 73. Jennings, G. (2005). Interior del Corazón de Oro. In *Guía del autostopista galáctico*.

Figura 74. Scott, R. (2015). Póster de la película *The Martian*.

Figuras 75-77. Scott, R. (2015). Fotogramas de la Hermes. In *The Martian*.

Figura 78. Boceto en alzado de la Hermes. *Elaboración propia*.

Figuras 79-81. Scott, R. (2015). Fotogramas del Hab. In *The Martian*.

Figura 82. Boceto en planta del Hab. *Elaboración propia*.

Figura 83. Scott, R., & Weir, A. (2014). Boceto de Ridley Scott en el guion de "The Martian." In *Facebook*.

Figura 84. Lord, P., & Miller, C. (2025). Activación del Modo Centrífugo de la Hail Mary. In *Proyecto Salvación* [Tráiler].

Figura 85. Generación de gravedad artificial mediante un núcleo masivo. *Elaboración propia*.

Figura 86. Generación de gravedad artificial mediante aceleración lineal. *Elaboración propia*.

Figura 87. Generación de gravedad artificial mediante rotación. *Elaboración propia*.

Figura 89. Variación de fuerza centrífuga percibida por un sujeto en movimiento. *Elaboración propia*.

Figura 88. Efectos negativos para el sistema vestibular. *Elaboración propia*.

Figura 90. Diferencia notable en la fuerza centrífuga por un radio de giro corto. *Elaboración propia*.

Figura 91. Efecto Coriolis en la Hermes. *Elaboración propia*.

Figura 92. David Lindroth Inc., & Weir, A. (2021). Diagrama de la nave Hail Mary. In *Project Hail Mary*.

Figura 93. Configuraciones básicas de naves espaciales rotatorias. *Elaboración propia adaptada de Clément y Bukley* (2007, p. 49).

Figura 94. Formas de incorporar gravedad artificial rotatoria. *Elaboración propia*.

Figura 95. Kubrick, S. (1968). Station V. In 2001: Una odisea del espacio.

Figura 96. Kubrick, S. (1968). Interior de la Station V. In 2001: Una odisea del espacio.

Figura 97. Kubrick, S. (1968). Interior de la centrifugadora de la Discovery One. In 2001: Una odisea del espacio.

Figura 98. Kubrick, S. (1968). Discovery One. In 2001: Una odisea del espacio.

Figura 99. Blomkamp, N. (2013). Estación espacial Elysium. In *Elysium*.

Figura 100. Blomkamp, N. (2013). Interior de Elysium. In *Elysium*.

Figura 101. Nolan, C. (2014). Endurance. In *Interstellar*.

Figura 102. Nolan, C. (2014). Cooper Station de *Interstellar*.

Figura 103. Tyldum, M. (2016). Avalon. In *Passengers*.

Figura 104. Scott, R. (2015). Vista lateral de la Hermes. In *The Martian*.

Figura 105. Scott, R. (2015). Vista trasera de los módulos rotatorios. In *The Martian*.

Figura 106. Scott, R. (2015). Módulos de acoplamiento (izquierda) y rotatorios (derecha) de la Hermes. In *The Martian*.

Figura 107. Exterior de la Hermes. In *The Martian*.

Figura 108. Boceto de módulo rotatorio de la Hermes. *Elaboración propia*.

Figura 109. Densidad atmosférica de la Tierra y Marte. *Elaboración propia*.

Figura 110. Cambios drásticos de temperatura en Marte. *Elaboración propia*.

Figura 111. Diferencia de presión entre el interior y el exterior del hábitat. *Elaboración propia*.

Figura 112. Verhoeven, P. (1990). Colonia en Marte. In *Desafío total*.

Figura 113. Jones, D. (2009). Entrada a la base lunar Sarang. In *Moon*.

Figura 114. Jones, D. (2009). Exterior de la base lunar Sarang. In *Moon*.

Figura 115. Nolan, C. (2014). Base en el Planeta de Mann. In *Interstellar*.

Figuras 116-117. Villeneuve, D., & Ferrand, D. (2021). Arte conceptual de Kyne's Lab de *Dune* (exterior e interior). In *Rodeo FX*.

Figuras 118-120. Scott, R. (2015). Montaje de tienda de emergencia. In *The Martian* [Escena eliminada].

Figura 121. Scott, R. (2015). Entradas (esclusas de aire) del Hab. In *The Martian*.

Figura 122. Scott, R. (2015). Exterior del Hab. In *The Martian*.

Figura 123. 20th Century Fox. (2015). Exterior del Hab. In *Ares 3: The complete mission guide* [Material promocional de la película].

Figura 124. Bimson, B. (n.d.). Hab: Your home 140 million miles away from

home. In *Brettbimson.com*.

Figura 125. Soluciones morfológicas básicas para hábitats de superficie. *Elaboración propia*.

Figura 126. Protección contra la radiación mediante campo magnético. *Elaboración propia adaptada de Parker* (2006, p. 45).

Figura 127. Protección contra la radiación mediante campo electrostático. *Elaboración propia adaptada de Parker* (2006, p. 46).

Figura 128. Aislamiento material contra la radiación. *Elaboración propia adaptada de Parker* (2006, p. 44).

Figura 129. Posibles soluciones para la incorporación de una envolvente de agua para la protección contra la radiación. *Elaboración propia*.

Figuras 130-132. Lord, P., & Miller, C. (2025). Exterior de la Hail Mary. In *Proyecto Salvación* [Tráiler].

Figura 133. Kubrick, S. (1968). Instrucciones del Zero Gravity Toilet. In 2001: Una odisea del espacio.

Figura 134. Tareas a realizar en una misión espacial a Marte: Ciencia y Exploración. *Elaboración propia a partir de Hoffman y Kaplan* (1997, pp. 1-24-1-25).

Figura 135. Tareas a realizar en una misión espacial a Marte: Entrenamiento. *Elaboración propia a partir de Hoffman y Kaplan* (1997, p. 1-24).

Figura 136. Tareas a realizar en una misión espacial a Marte: Operación y Mantenimiento de Sistemas. *Elaboración propia a partir de Hoffman y Kaplan* (1997, p. 1-25).

Figura 137. Tareas a realizar en una misión espacial a Marte: Actividades programáticas. *Elaboración propia a partir de Hoffman y Kaplan* (1997, p. 1-25).

Figura 138. Distinción del espacio arriba-abajo. *Elaboración propia*.

Figura 139. Orientación en un espacio en microgravedad. *Elaboración propia*.

Figura 140. Kubrick, S. (1968). Orion III. In *2001: Una odisea del espacio*.

Figura 141. Kubrick, S. (1968). Centrifugadora. In *2001: Una odisea del espacio*.

Figura 142. Lord, P., & Miller, C. (2025). Gravedad Artificial de la Hail Mary. In *Proyecto Salvación* [Tráiler].

Figura 143. Scott, R. (2015). Microgravedad en la Hermes. In *The Martian*.

Figura 144. Scott, R. (2015). Entrada a módulo rotatorio. In *The Martian*.

Figura 145. Scott, R. (2015). Módulo rotatorio de la Hermes. In *The Martian*.

Figuras 146-147. Scott, R. (2015). Interior de las cúpulas. In *The Martian*.

Figura 148. Scott, R. (2015). Comandante Lewis saliendo e una de las cúpulas sobre la cabina de mando de la Hermes. In *The Martian*.

Figuras 149-151. Scott, R. (2015). Recorrido hacia la esclusa frontal. In *The Martian*.

Figuras 152-154. Scott, R. (2015). Módulo rotatorio 1: Cocina. In *The Martian*.

Figuras 155-157. Scott, R. (2015). Módulo rotatorio 2: Gimnasio. In *The Martian*.

Figuras 158-160. 20th Century Studios España. (2015). Interior de la Hermes. In *MARTE (The Martian) / Tour por el Hermes* [Material promocional de la película].

Figura 161. Boceto de organización interna de la Hermes. *Elaboración propia*.

Figura 162. Tipologías de distribución para un hábitat marciano. *Elaboración propia*.

Figura 163. Scott, R. (2015). Esclusa del dormitorio (interior). In *The Martian*.

Figura 164. Scott, R. (2015). Esclusa del dormitorio (exterior). In *The Martian*.

Figura 165. Scott, R. (2015). Hueco dejado por la esclusa de aire del módulo principal después de un fallo de presurización. In *The Martian*.

Figura 166. Scott, R. (2015). Escritorio del dormitorio. In *The Martian*.

Figuras 167-168. Scott, R. (2015). Dormitorio del Hab. In *The Martian* [Escena eliminada].

Figuras 169-171. Scott, R. (2015). Dormitorio del Hab. In *The Martian*.

Figura 172. Scott, R. (2015). Cocina del Hab. In *The Martian*.

Figuras 173-174. Scott, R. (2015). Cocina del Hab. In *The Martian* [Escena eliminada].

Figuras 175-177. Scott, R. (2015). Laboratorios en el Hab. In *The Martian* [Escena eliminada].

Figura 178-180. Scott, R. (2015). Cubierta del módulo principal del Hab. In *The Martian*.

Figura 181. Boceto de organización interna del Hab. *Elaboración propia*.

Figura 182. Pérdida de agua de las plantas por la falta de presión. *Elaboración propia*.

Figura 183. Riego de cultivos en microgravedad. *Elaboración propia*.

Figura 184. Scott, R. (2015). Watney crea agua en el Hab. In *The Martian*.

Figura 185. Scott, R. (2015). Watney celebra su victoria. In *The Martian*.

Figura 186. Scott, R. (2015). Watney vuela por los aires. In *The Martian*.

Figura 187. Scott, R. (2015). Los primeros brotes del cultivo. In *The Martian*.

Figura 188. Scott, R. (2015). Watney recoge su cosecha de patatas. In *The Martian*.

Figura 189. Scott, R. (2015). Watney pierde su cosecha de patatas. In *The Martian*.

Figura 190. Trumbull, D. (1972). Valley Forge. In *Naves misteriosas*.

Figuras 191-192. Boyle, D. (2007). Jardín de Oxígeno de la Icarus II. In *Sunshine*.

Figura 193. Scott, R. (2015). Cultivo de patatas. In *The Martian*.

Figura 194. Trumbull, D. (1972). Fotograma de *Naves misteriosas*.

Figura 195. Aislamiento. *Elaboración propia*.

Figura 196. Ansiedad. *Elaboración propia*.

Figura 197. Distintos ciclos de día y noche comparados con el de la Tierra. *Elaboración propia adaptada y modificada de Shum (2020, p. 43)*.

Figura 198. Overview Effect. *Elaboración propia*.

Figura 199. Boyle, D. (2007). Earth Room de la Icarus II. In *Sunshine*.

Figura 200. Boyle, D. (2007). Sala de observación de la Icarus II. In *Sunshine*.

Figura 201. Boyle, D. (2007). Sesión de terapia a bordo de la Icarus II. In *Sunshine*.

Figura 202. Scott, R. (2015). Watney solo en el Hab. In *The Martian*.

Figura 203. Scott, R. (2015). Watney después de perder las patatas. In *The Martian*.

Figura 204. Scott, R. (2015). Watney escucha a sus compañeros por primera vez en más de un año. In *The Martian*.

Figuras 205-207. Scott, R. (2015). Watney se reúne con sus compañeros de tripulación en la Hermes. In *The Martian*.

Figura 208. Scott, R. (2015). Watney planta patatas. In *The Martian*.

Figura 209. hab overview effect.png

Figura 210. Scott, R. (2015). Watney observa el paisaje marciano. In *The Martian*.

Figura 211. Bocetos de mejoras espaciales para salvaguardar la salud mental. *Elaboración propia*.

Figura 212. Scott, R. (2015). Rescate de Marck Watney. In *The Martian*.

Figura 213. Jennings, G. (2005). Ford Prefect, Arthur Dent y Zaphod Beeblebrox. In *Guía del autoestopista galáctico*.

Figura 214. Stanton, A. (2008). Wall-E viendo la televisión. In *Wall-E*.

