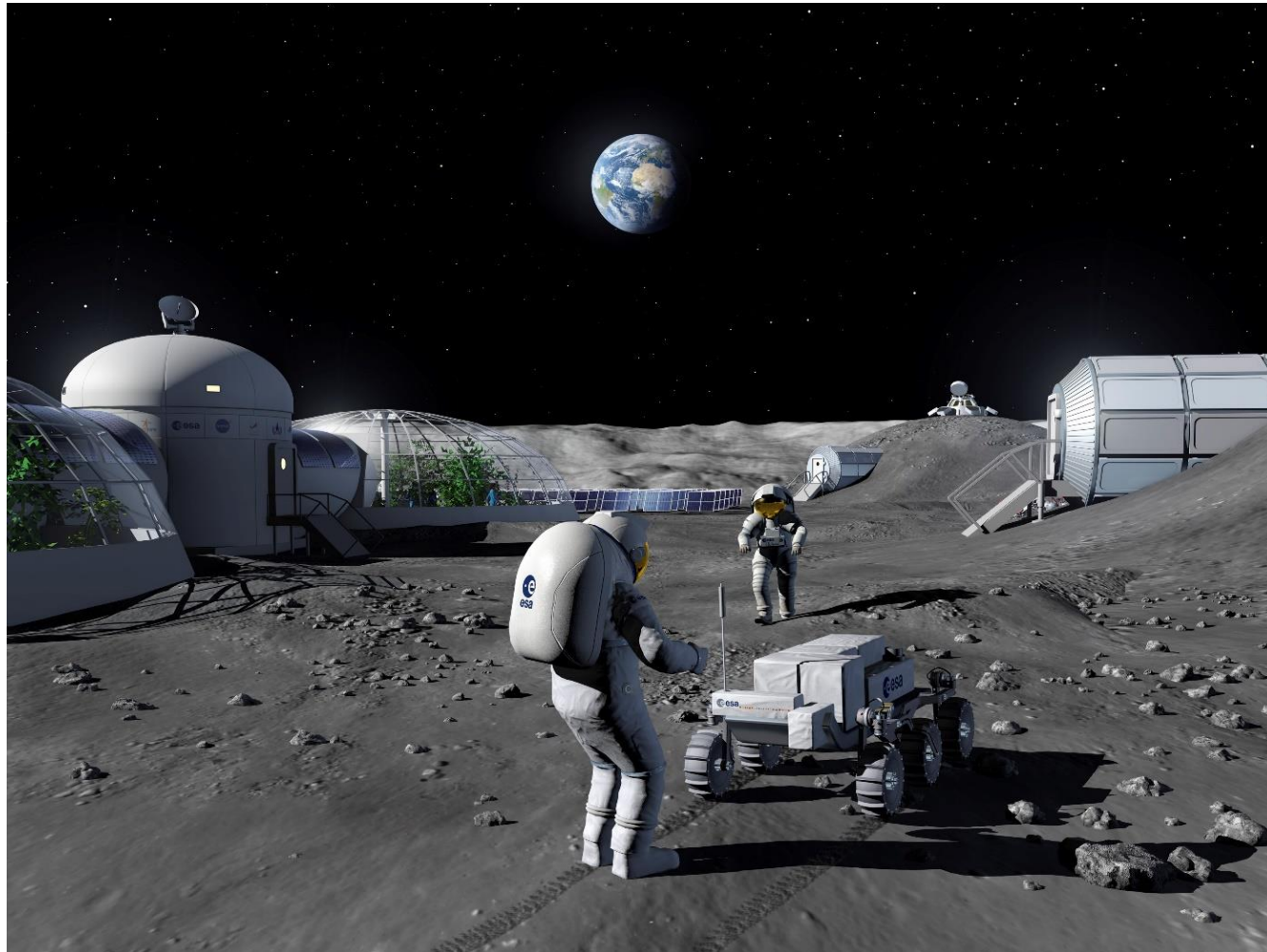


Los retos para vivir en el Espacio

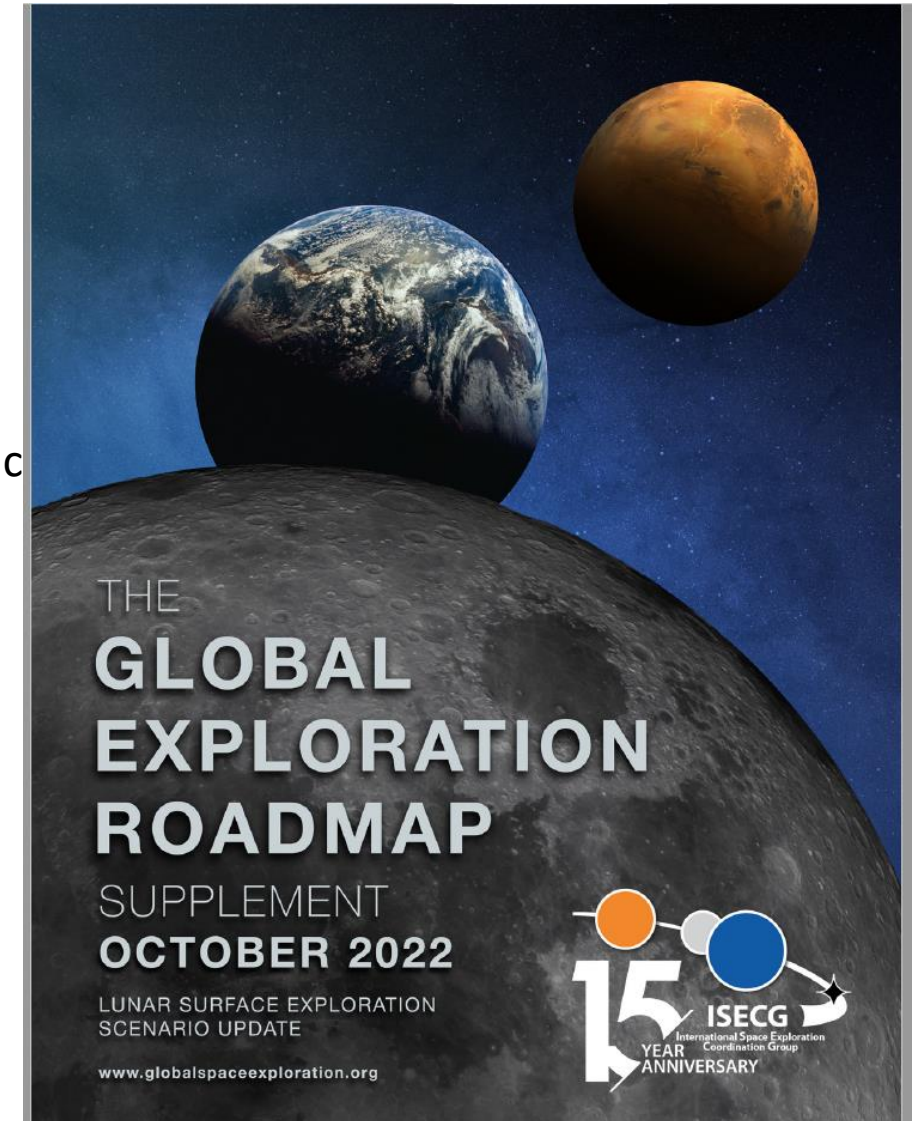
Victor Parro

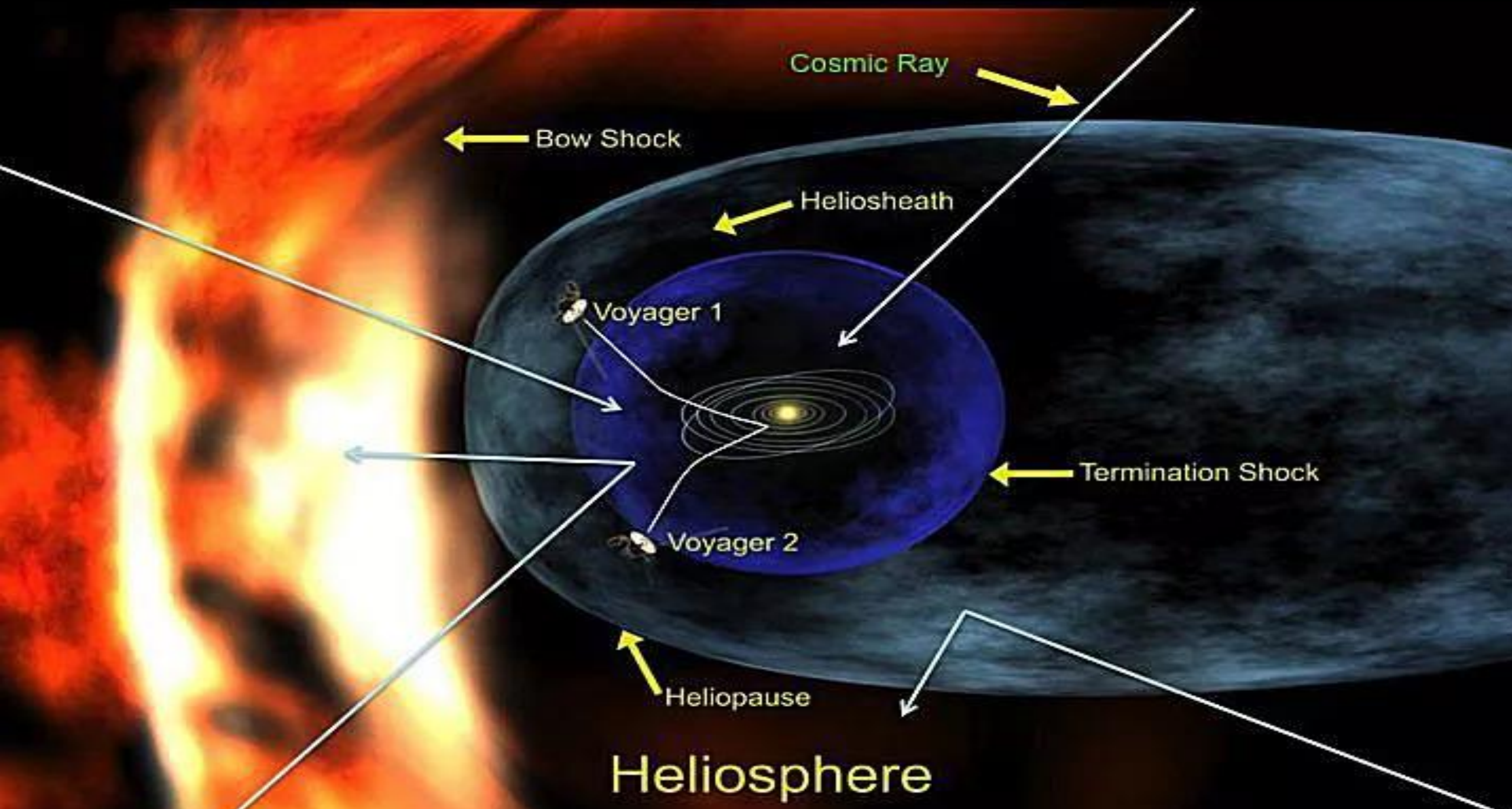
Centro de Astrobiología (CSIC-INTA)



Los retos para vivir en el Espacio

- ¿Para qué vivir en el espacio?
 - Exploración de la luna, Marte
 - Explotación de recursos. Metales elementos raros en la Tierra
 - ¿Plan B? ¿Hay plan B para la Tierra?
- Exploración robótica y remota
 - Limitaciones
- Si quieres “colonizar” algo se necesitan colonias y colonos del espacio
 - Astronautas
- Supervivencia y adaptación a condiciones espaciales
 - No estamos preparados evolutivamente
 - Tal vez más de lo que pensamos
 - ¿Se puede suplir con entrenamiento?
 - Sistemas de soporte de vida
- Antecedentes en la Tierra
 - Grandes misiones de navegación siglo XV-XVI
 - Exploración de la Antártida y el Ártico
 - La conquista de las grandes cumbres: Everest





Cosmic Ray

Bow Shock

Heliosheath

Voyager 1

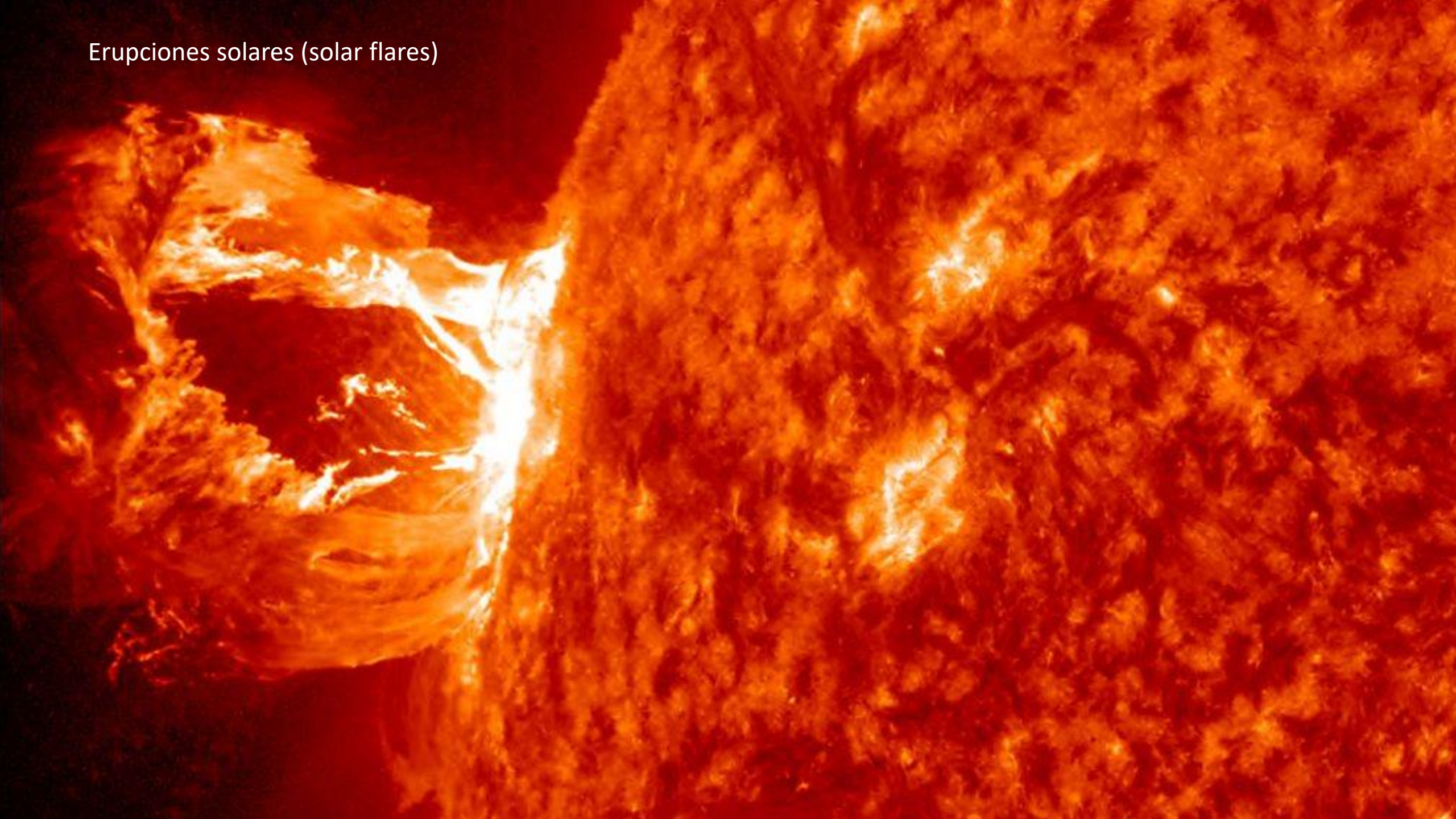
Termination Shock

Voyager 2

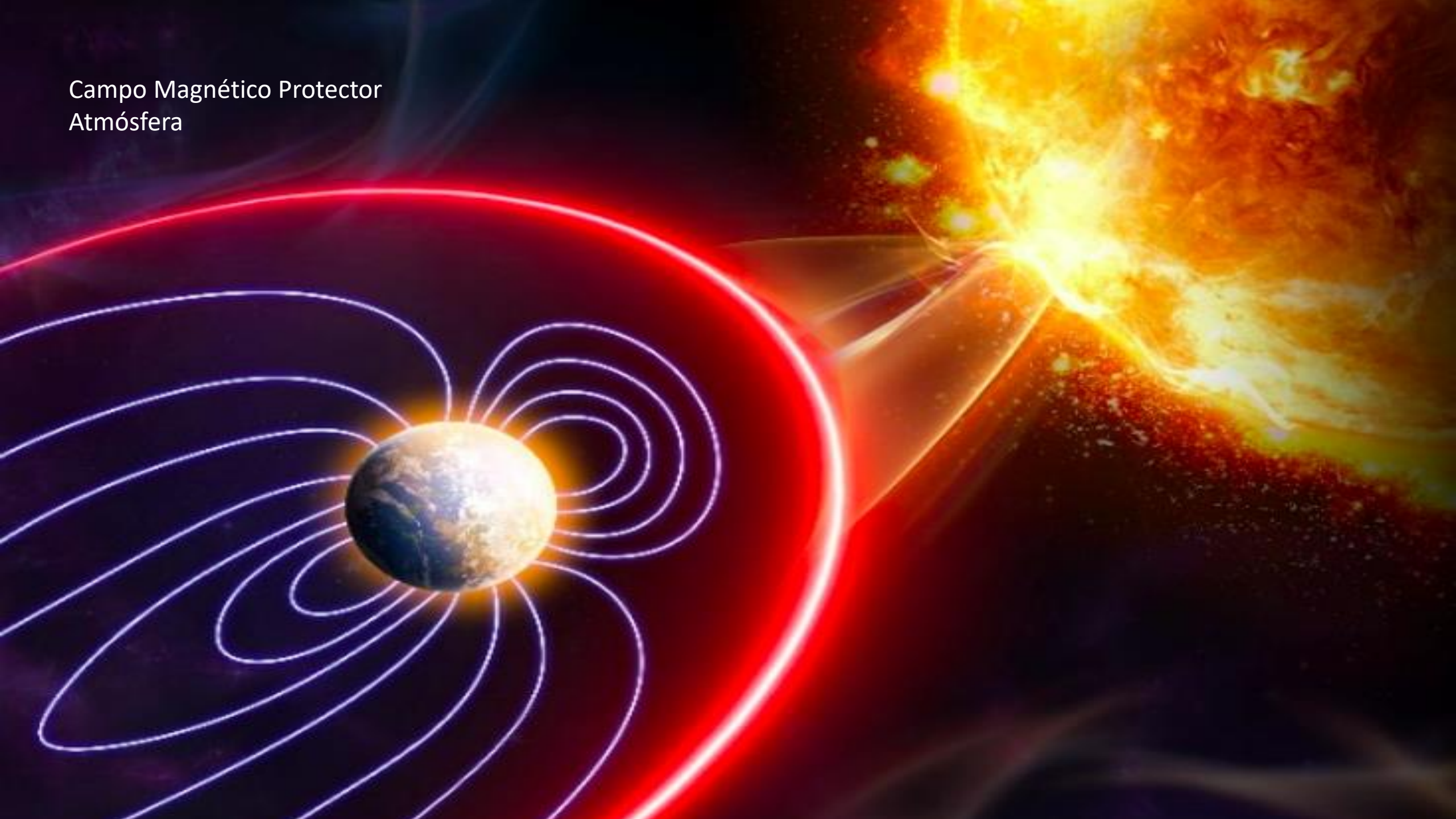
Heliopause

Heliosphere

Erupciones solares (solar flares)



Campo Magnético Protector
Atmósfera



Fenómeno reciente: la chatarra espacial



¿Para qué explorar el espacio?

500 years (8th Sep. 2022) of the first global circumnavigation


La Casa de Contratación
(1519), Seville, The
“Oceans Exploration
Agency” Head by
“Piloto Mayor”
Sebastián Caboto



- **Mission:** To reach the Spice Islands westward
- **Ships:** Trinidad, Concepción, **Victoria**, San Antonio, Santiago
- **Crew:** 239 people
- **Commander:** **Fernando de Magallanes** (as it says his contract and “green card”)
- **“Take-off”:** Seville-San Lucar, August 10th, 1519
- **Landing:** Philippine Islands. Sample Collection.
- **“Sample” Return Trip Commander:** **Juan Sebastian Elcano**
- **Landing (18 Men):** **Elcano**, Seville 8th September 1522



PLANETARY EXPLORATION IS, AS THEN, A MATTER OF SCIENCE, STUDY, TECHNOLOGY DEVELOPMENT, POLICY, FUNDING, AND DETERMINATION. GO FOR IT!!



¿Para qué vivir en el espacio?

1. Exploración de la luna

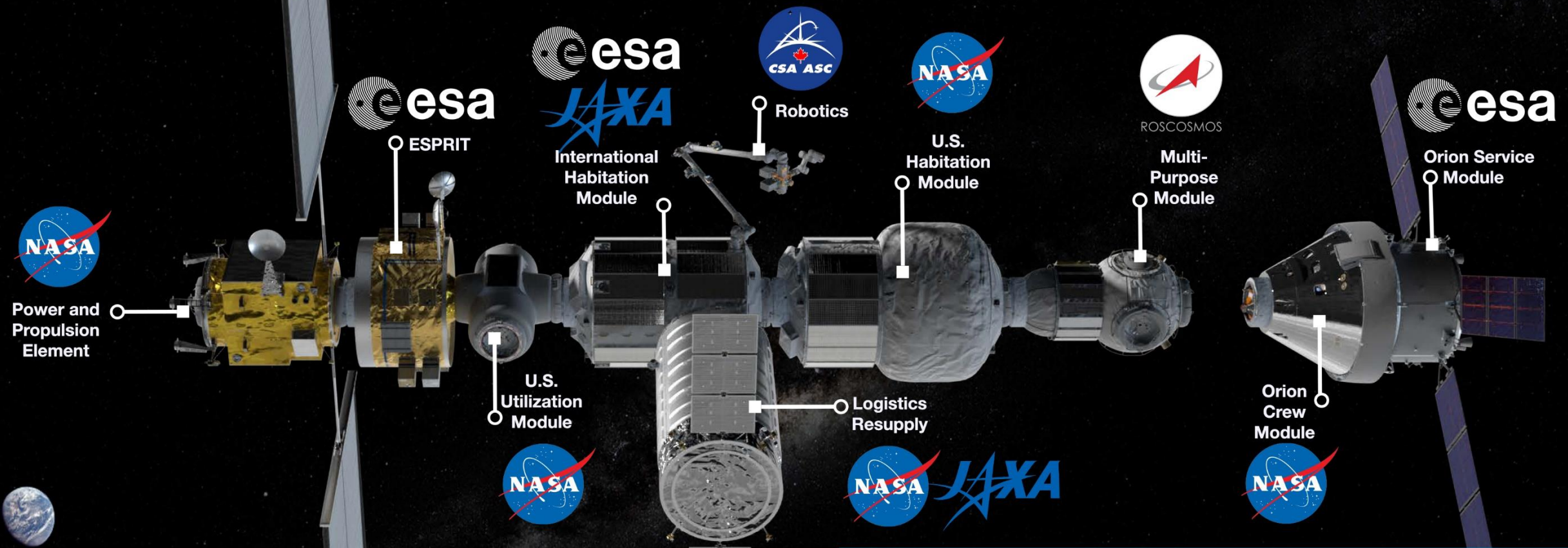
- Estudiar y comprender **el origen del Sistema Solar** y, en particular **de la Tierra**
- **Registro de impactos**. Nos podemos hacer una idea de los recibidos por la Tierra
- La composición química de la **Tierra primitiva** está los materiales lunares, tal vez en profundidad
- Debe haber **meteoritos terrestres** que serían verdaderos testigos de la tierra primitiva
- Como base **para explorar el Sistema Solar: p.e. Marte**



MOON TO MARS

STRATEGY

GATEWAY CONFIGURATION CONCEPT



EXPLORE
MOON to MARS

A DEEP SPACE HUB FOR SCIENCE AND EXPLORATION COLLABORATION

- Command Module for Lunar Surface Assets
- Mixed Fleet Deliveries
- Internal and External Payloads
- Human Lunar Surface Systems
- Internal and External Robotics
- International Crew

¿Para qué vivir en el espacio? Exploración de Marte

- Científico Astrobiológico.
 - ¿Hay o hubo vida en marte?
 - Evolución planetaria
- ¿Económico? ¿Explotación de posibles recursos?
 - El mayor volcán del Sistema Solar
 - Metales estratégicos?
 - El cine ha tratado estos temas



¿Para qué vivir en el espacio? ¿Plan B? ¿Hay plan B para la Tierra?

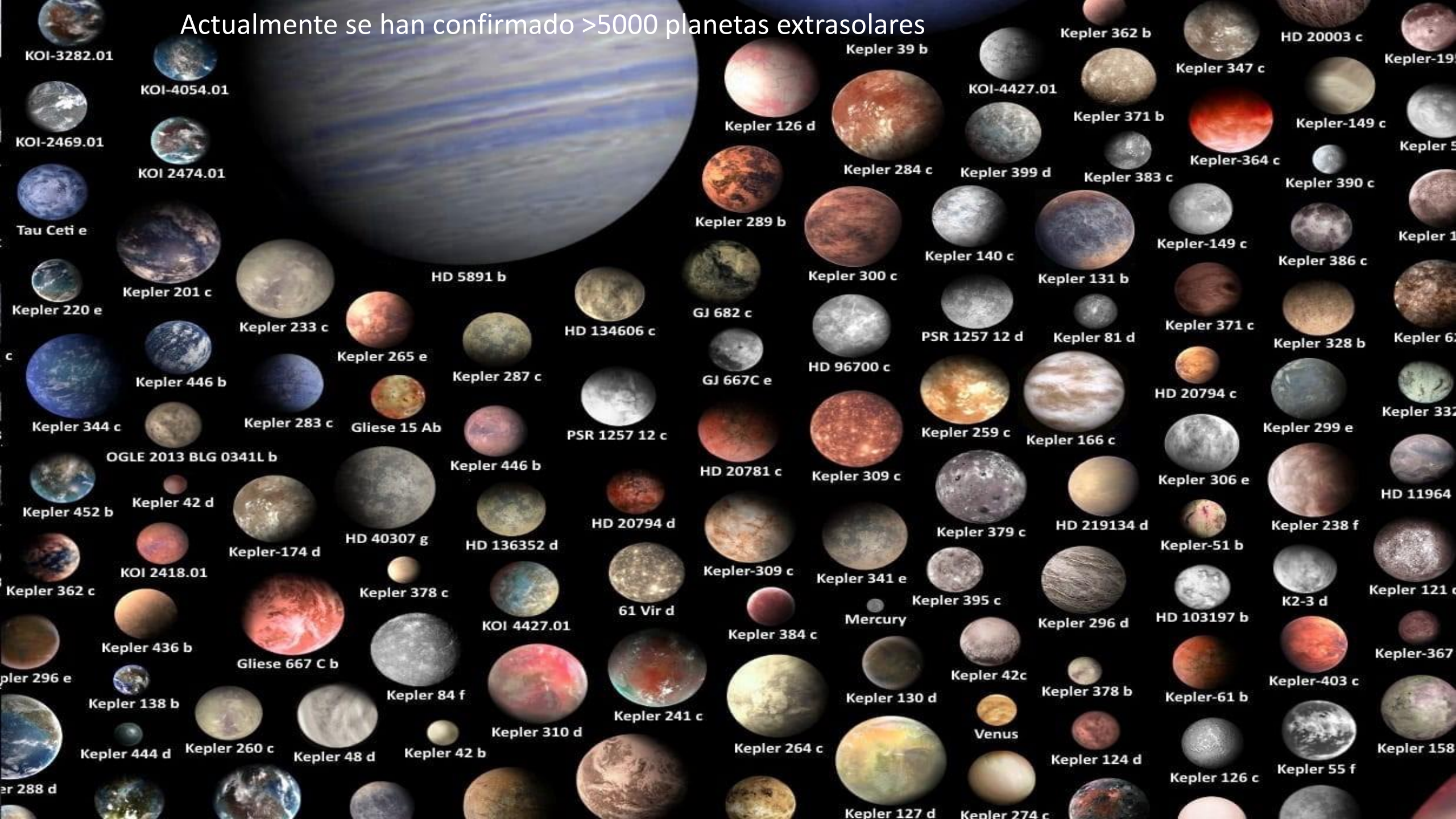
En todo caso, como la literatura y el cine han reflejado en muchas ocasiones a lo sumo podríamos tener una pequeña válvula de escape para mantener la especie humana.

A no ser que:

1. Sí exista un Planeta B fuera del Sistema Solar
2. Posibilidad de viajes interplanetarios cercanos a la velocidad de la luz.



Actualmente se han confirmado >5000 planetas extrasolares



KOI-3282.01

KOI-4054.01

KOI-2469.01

KOI 2474.01

Tau Ceti e

Kepler 220 e

Kepler 344 c

Kepler 452 b

Kepler 362 c

Kepler 296 e

Kepler 288 d

KOI-4054.01

KOI 2474.01

Kepler 201 c

Kepler 446 b

OGLE 2013 BLG 0341L b

Kepler 42 d

KOI 2418.01

Kepler 436 b

Kepler 138 b

Kepler 444 d

Kepler 233 c

Kepler 283 c

Kepler-174 d

Kepler 378 c

Gliese 667 C b

Kepler 84 f

Kepler 260 c

Kepler 48 d

Kepler 265 e

Gliese 15 Ab

HD 40307 g

Kepler 378 c

Kepler 84 f

Kepler 42 b

HD 5891 b

Kepler 287 c

Kepler 446 b

HD 136352 d

KOI 4427.01

Kepler 310 d

Kepler 84 f

HD 134606 c

PSR 1257 12 c

HD 20794 d

61 Vir d

Kepler 241 c

Kepler 241 c

Kepler 289 b

GJ 682 c

GJ 667C e

HD 20781 c

Kepler-309 c

Kepler 384 c

Kepler 264 c

Kepler 264 c

Kepler 39 b

Kepler 126 d

Kepler 284 c

Kepler 300 c

Kepler 300 c

HD 96700 c

Kepler 309 c

Kepler 341 e

Mercury

Kepler 130 d

Kepler 127 d

KOI-4427.01

Kepler 399 d

Kepler 140 c

PSR 1257 12 d

Kepler 259 c

Kepler 379 c

Kepler 395 c

Kepler 42c

Venus

Kepler 274 c

Kepler 362 b

Kepler 371 b

Kepler 383 c

Kepler 131 b

Kepler 81 d

Kepler 166 c

Kepler 306 e

HD 219134 d

Kepler 296 d

Kepler 378 b

Kepler 124 d

Kepler 347 c

Kepler-364 c

Kepler-149 c

Kepler 371 c

HD 20794 c

Kepler 51 b

HD 103197 b

Kepler-61 b

Kepler 126 c

HD 20003 c

Kepler-149 c

Kepler 390 c

Kepler 386 c

Kepler 328 b

Kepler 299 e

Kepler 238 f

K2-3 d

Kepler-403 c

Kepler 55 f

Kepler-19

Kepler 5

Kepler 1

Kepler 6

Kepler 332

HD 11964

Kepler 121 c

Kepler-367

Kepler 158

MARS MISSIONS

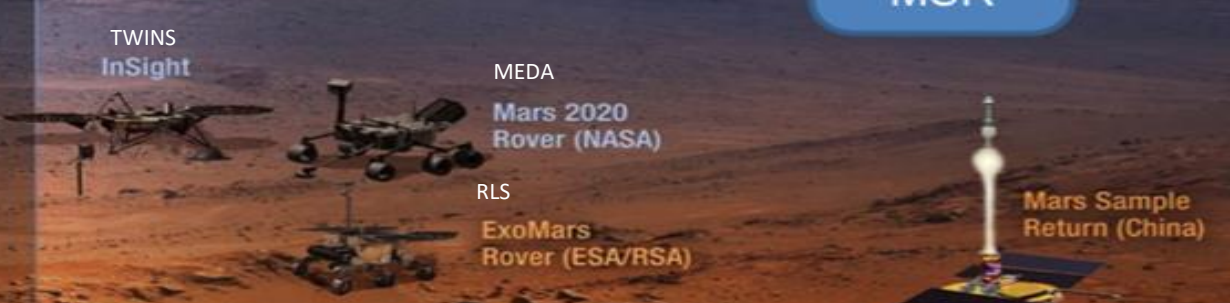
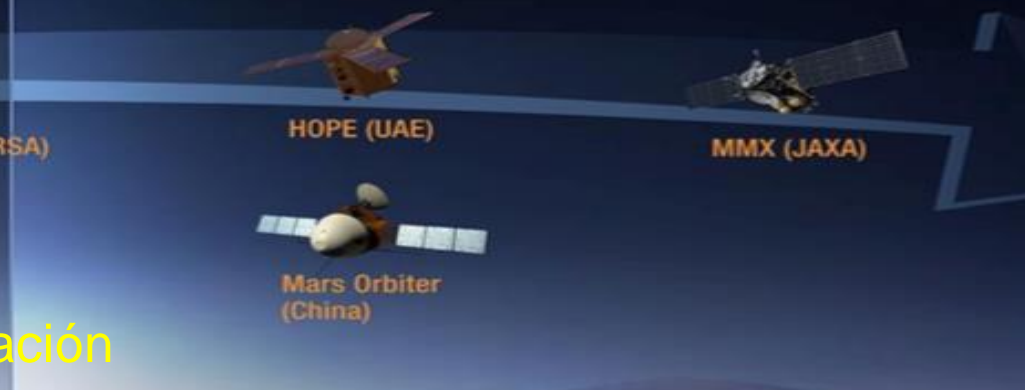
OPERATIONAL 2001–2017

FUTURE 2018–2030

Exploración robótica y remota
Limitaciones

Limitaciones de la exploración
robótica remota.

Planning
NASA
MSR



**MARTE HACE 4.000 MILLONES DE AÑOS TENÍA AGUA
SUFICIENTE PARA CUBRIR SU SUPERFICIE CON AGUA
LIQUIDA HASTA 140 M DE PROFUNDIDAD.**

La mayoría en el
hemisferio
norte, con 1,6
km de
profundidad en
algunos puntos

Observación
remota de
anomalías
isotópicas del H

MARS ATMOSPHERE AND VOLATILE EVOLUTION MISSION (MAVEN):

LA ATMÓSFERA MARCIANA SE PIERDE EN EL ESPACIO DESDE
HACE MILLONES DE AÑOS

100 gramos por segundo, suficiente para
perder toda la atmósfera en 2.000 millones
de años.

**Alta radiación ionizante y UV,
Temperaturas muy bajas y cambiantes**

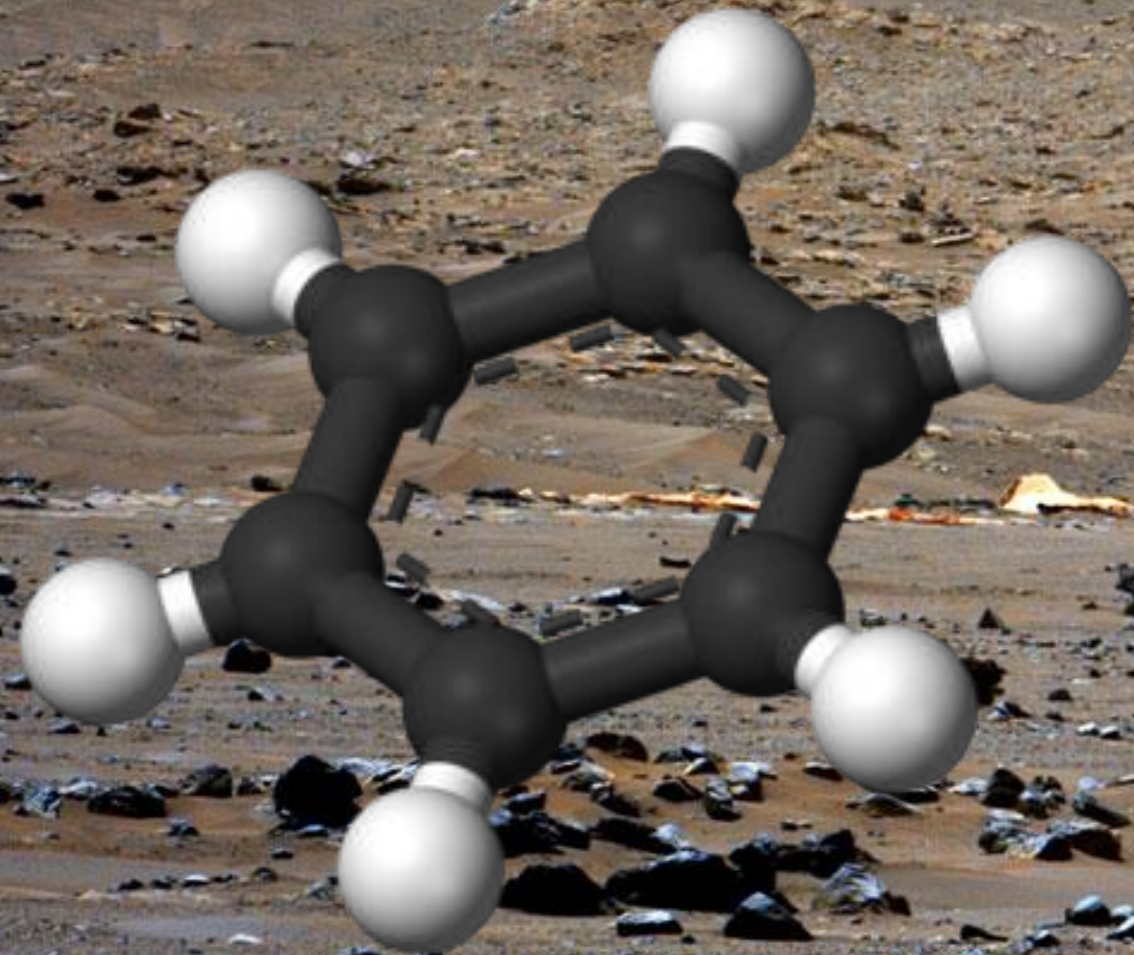
Viento Solar



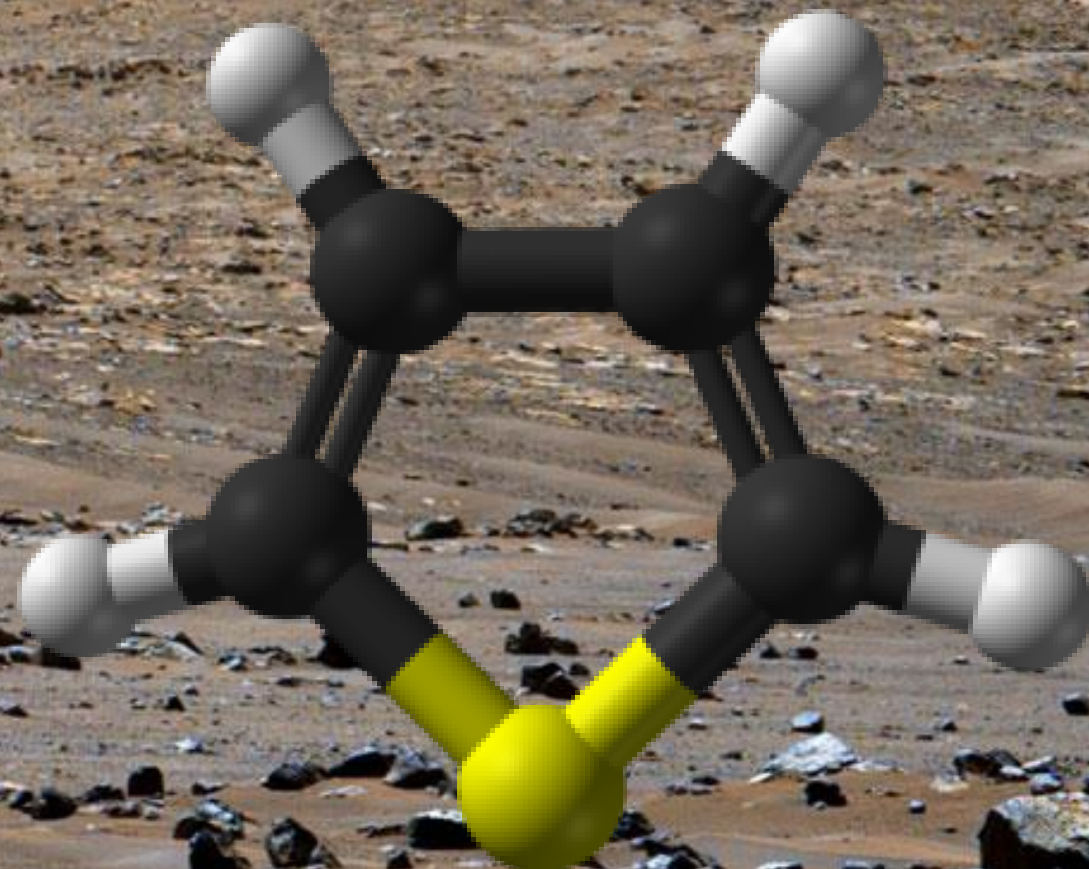
Credits: NASA

Jakosky et al., Science. 2015 Nov 6;350(6261)

Benceno



Tiofeno



Si quieres “colonizar” algo se necesitan colonias y colonos del espacio

Astronautas

Personas capaces de soportar y vivir en el espacio

- Condiciones ambientales adversas: radiación, ingravidez, soledad...
- Protección y alerta permanente
- Recursos y su mantenimiento
 - Oxígeno
 - Agua
 - Alimentos
 - Medicina
 - Energía
 - Materiales
 - Gestión de los residuos
- ¿Procreación?



No partimos de cero: Adaptaciones del ser humano

- **Gravedad** terrestre, pero con flexibilidad: p.e. altas montañas o ciertas profundidades bajo el agua.
- **Radiación**: Sistemas de reparación del DNA, pigmentos fotoprotectores, enzimas de estrés oxidativo (eliminan radicales de oxígeno peligrosos), de estrés hídrico (a veces inducen sistemas de reparación útiles para luchar contra los efectos de la radiación)
- **Confinamiento**: Desde los orígenes prehistóricos
- **Ambientes** hostiles: Ambientes muy diversos en la Tierra, casi todos colonizados
- **Lejanía** de la civilización: Siempre hay personas que les gusta la soledad
- **Convivencia** entre grupos: fue uno de los principales factores de selección natural en el homo sapiens.
- **Diversidad**: Somos 8×10^9 personas, 8×10^9 mutantes, muchas de ellas capaces de vivir ahí arriba...



LOCK ADDRESS
Close and lock
KEY - OPEN
KEY - CLOSED
OFF (VAC)
Open
CHECKS BEFORE



Seleccionando Astronautas

Here is a short summary of each of the stages. If you are invited to one of them, you will receive additional information.

SCREENING

Several rounds of **screening** will be conducted on the basis of documents submitted, the application form and the screening questionnaire.

In addition, applications for the vacancy 'Astronaut (with a physical disability)' will undergo a medical screening.

STAGE 1

STAGE 2

STAGE 3

STAGE 4

STAGE 5

STAGE 6

INITIAL TESTS

Test Phase 1 consists of **cognitive, technical, motor coordination and personality tests**.

ASSESSMENT CENTRE

Test Phase 2 is an **assessment centre** consisting of additional psychometric tests, individual and group exercises and practical tests.

MEDICAL TESTS

Test Phase 3 is a **medical selection** that will assess your physical and psychological condition in view of long-duration astronaut missions.

Applicants to the vacancy 'Astronaut (with a physical disability)' will undergo a review of their disability by the ESA Medical Board and might need to undergo additional medical tests.

PANEL INTERVIEW

Interview Round 1 is a **panel interview** that will test your technical and behavioural competencies. At this stage, your educational qualifications will be verified and a criminal record check conducted.

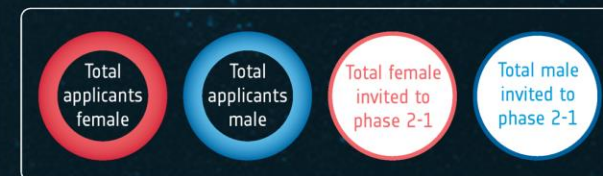
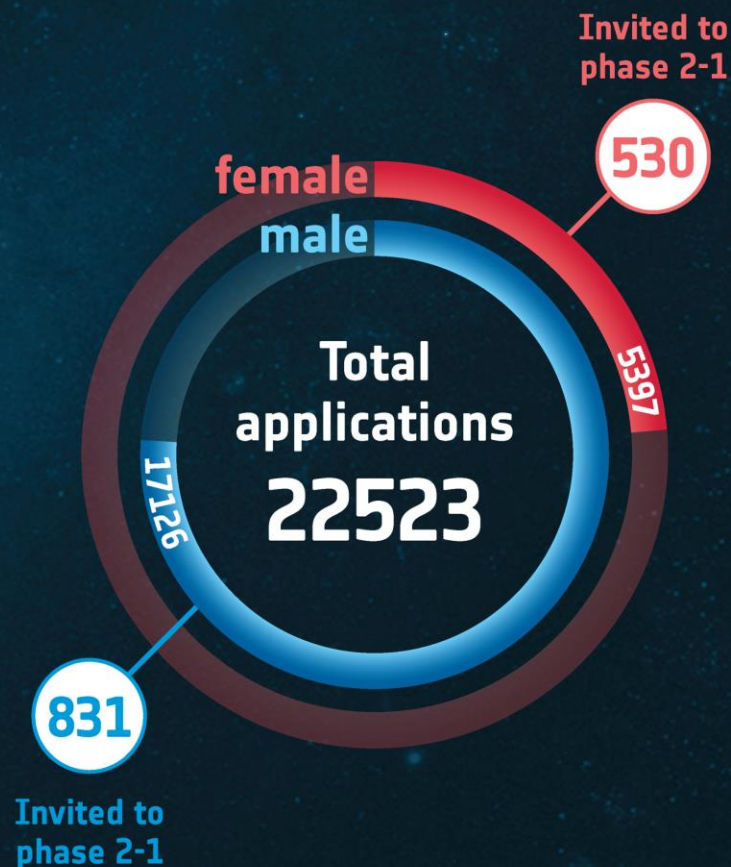
FINAL INTERVIEW

Interview Round 2 is the **last selection stage**, usually consisting of an interview with the ESA Director General, after which the final decision will be taken.



ESA ASTRONAUT SELECTION 2021-2022

Applications per Member State

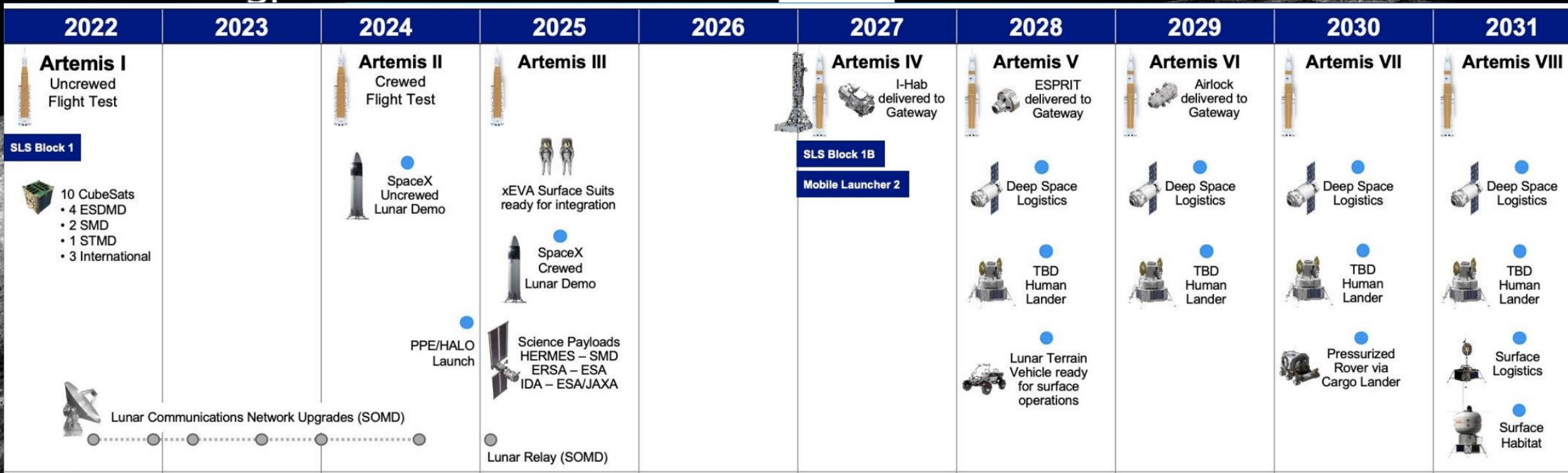




Programa Artemisa

SP

2.5 km

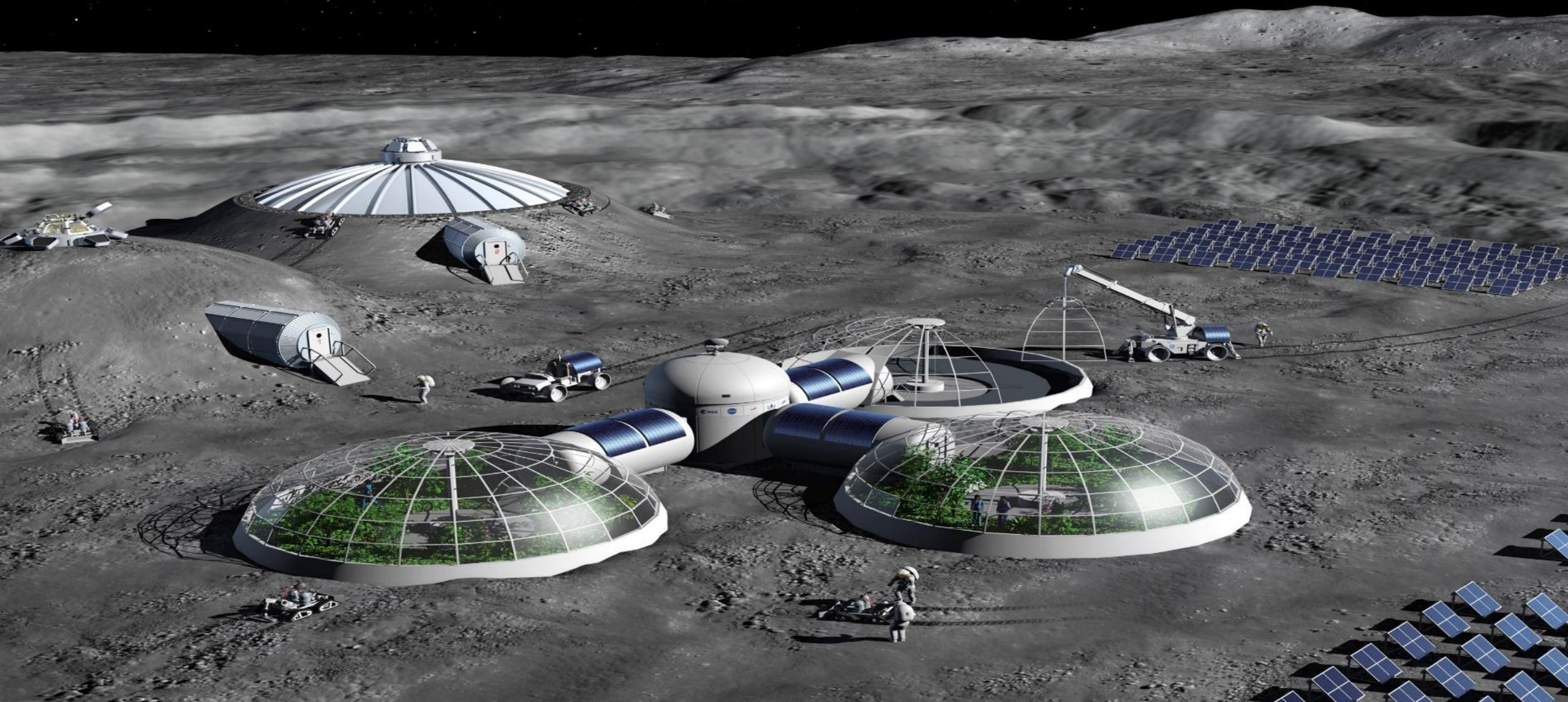


Site 001

Supervivencia y adaptación a condiciones espaciales: Recursos que hay en la Luna

- **Agua:** en estado sólido y encerrada en cráteres: para el sustento de la vida, o como combustible tras separar sus componentes (hidrógeno y oxígeno).
- **Titanio y metales raros:** a poca profundidad, por lo que su extracción sería relativamente fácil.
- **Energía solar:** existen puntos en picos de montañas lunares en los cuales no se pone el sol: puntos estratégicos de extracción de energía que también pueden servir para abastecer campamentos y naves.
- **Establecimiento de observatorios científicos:** observatorio perfecto para asteroides cercanos, permitiendo determinar su composición y calcular su valor para la evaluación de su posible explotación. Observaciones del espacio con menores interferencias.
- **Isótopos raros:** p.e. **Helio-3**, un isótopo muy escaso en la Tierra y que también tiene un uso potencial como combustible.
- **Regolito:** polvo lunar, material de construcción para los asentamientos lunares. Impresión 3D.

Supervivencia y adaptación a condiciones espaciales: Construcción de hábitats en el subsuelo



In Situ Resource Ututilization

(utilización de recursos in-situ)

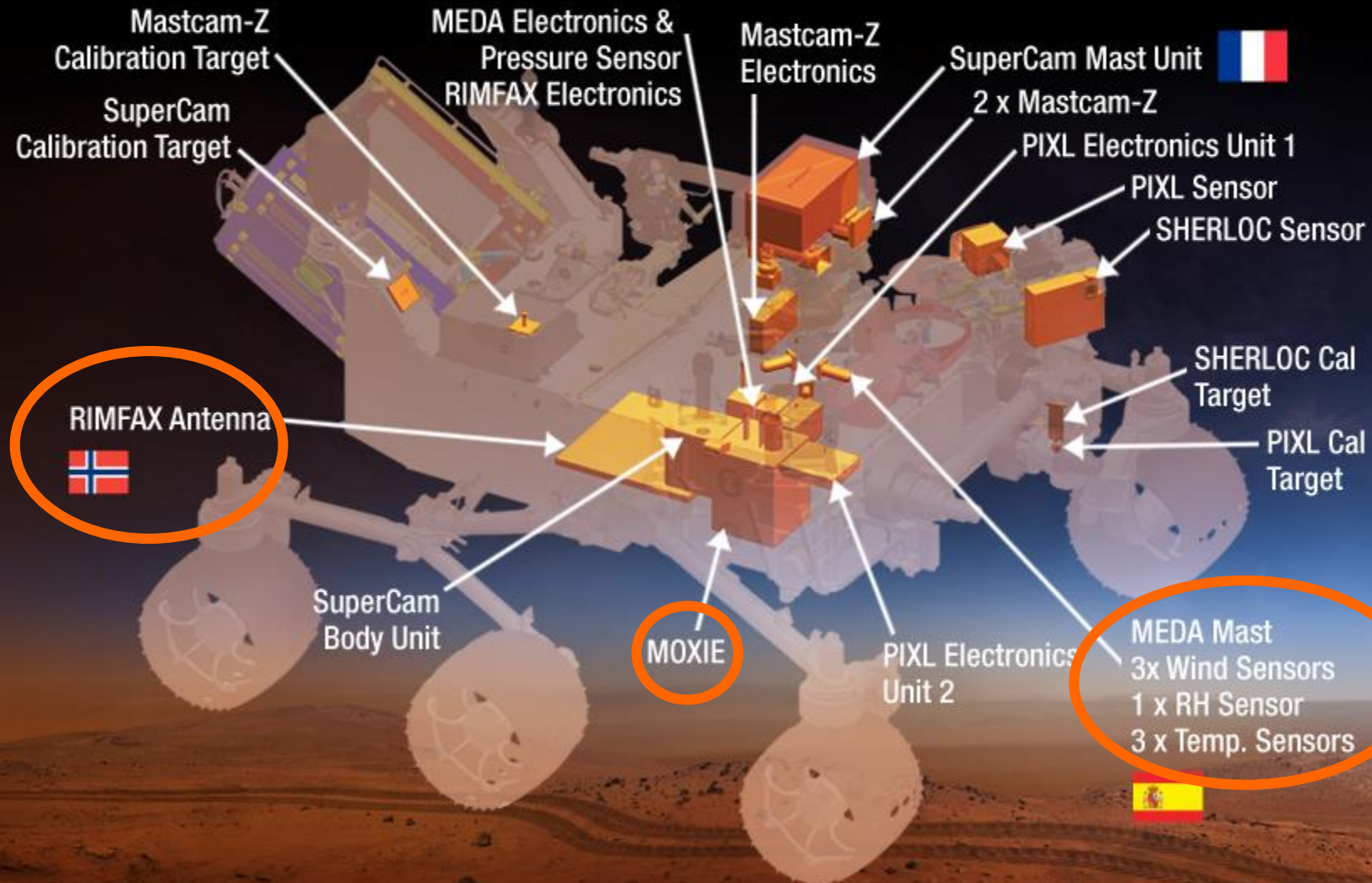
$H_2O + O_2 +$ combustible

¿Y EN MARTE?



Preparación futura exploración humana

Mars 2020 Rover

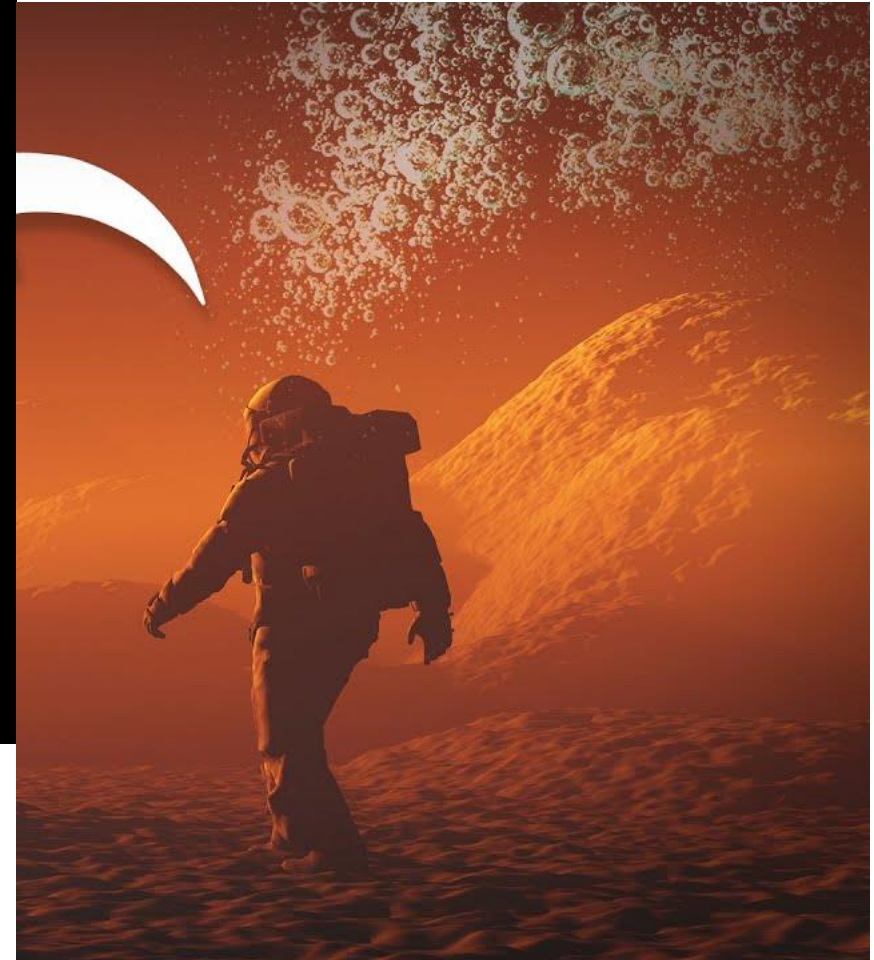
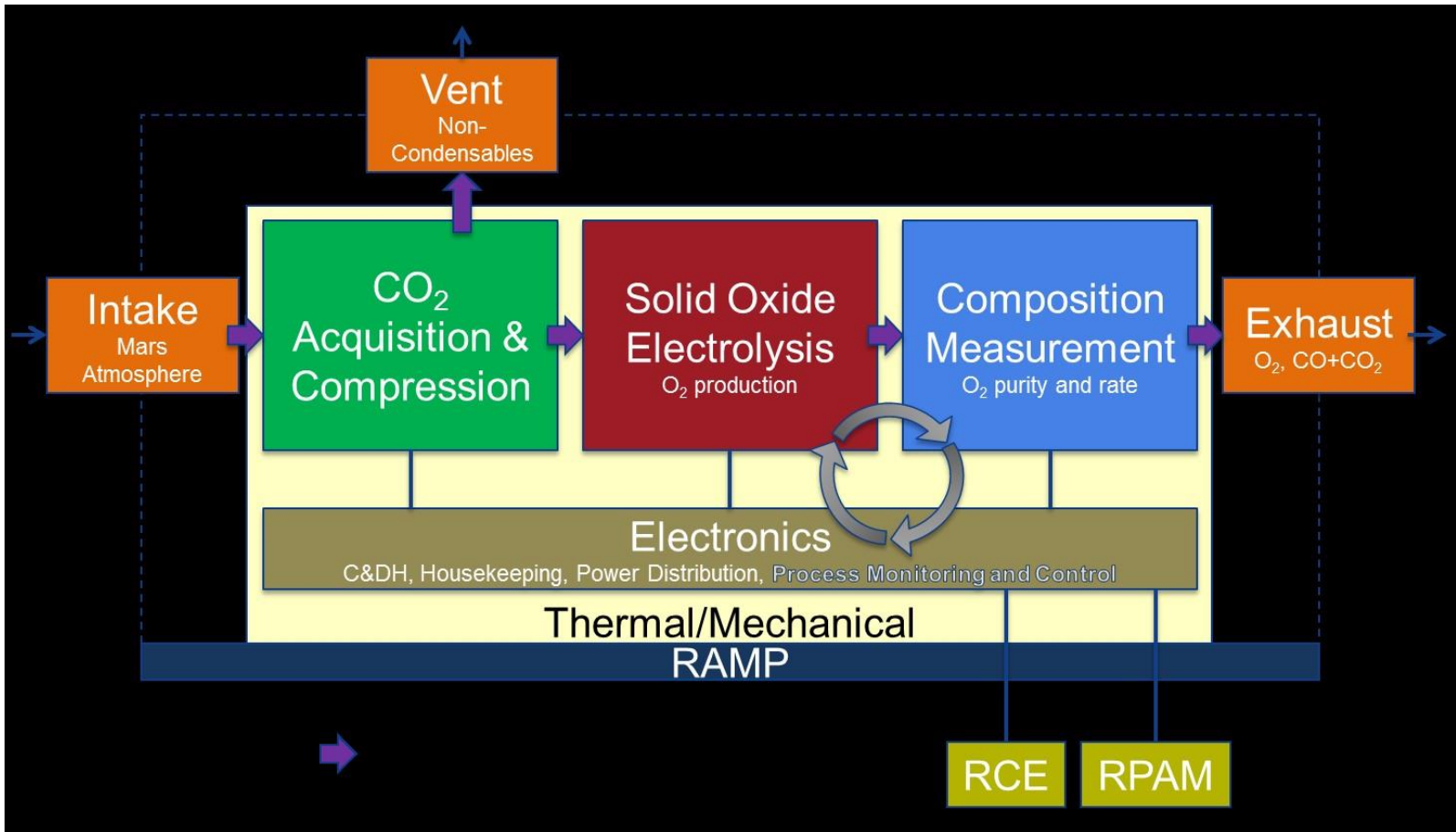


Preparación futura exploración humana
***RIMFAX*: radar para explorar el subsuelo. ¡Puede detectar hielo y agua hasta 10 metros de profundidad!**

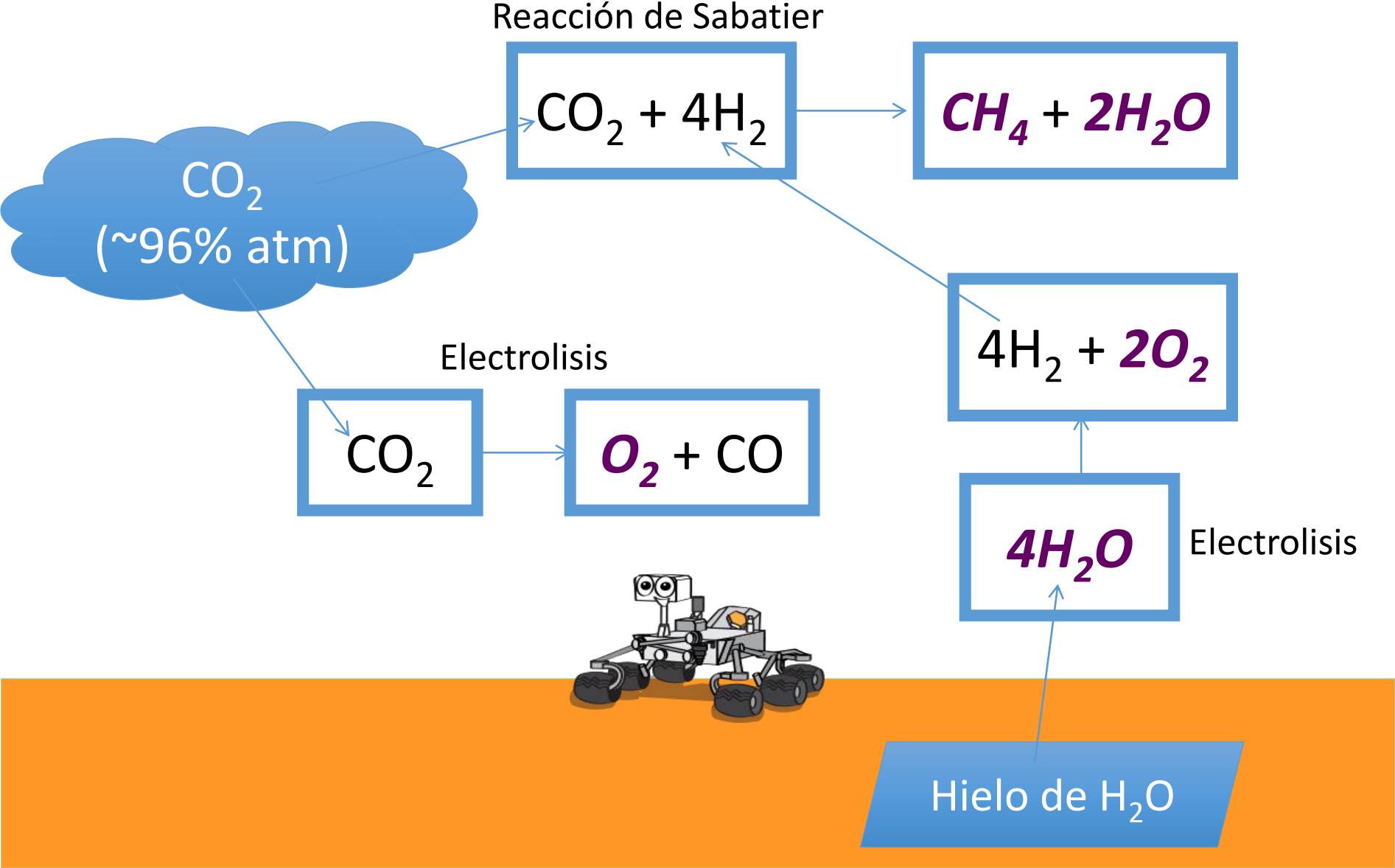


Preparación futura exploración humana

MOXIE: el generador de oxígeno



Generación de oxígeno y combustibles con recursos marcianos

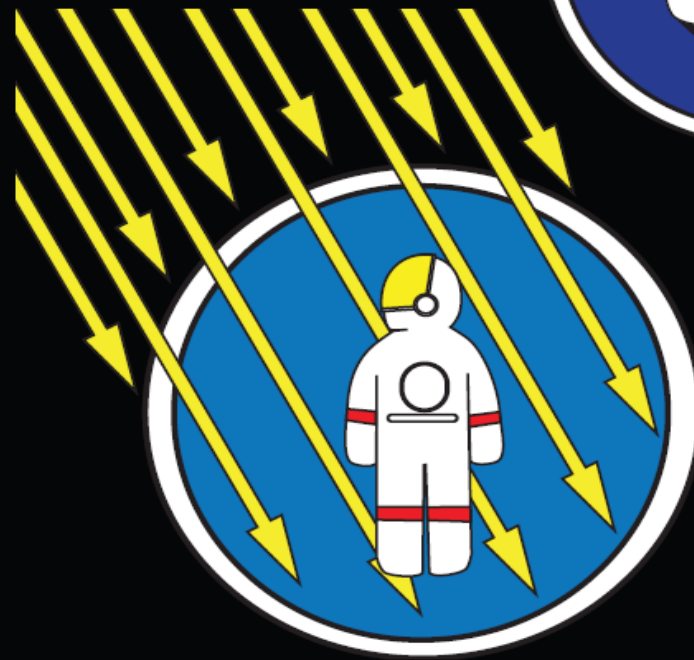


Condiciones ambientales adversas para la vida humana

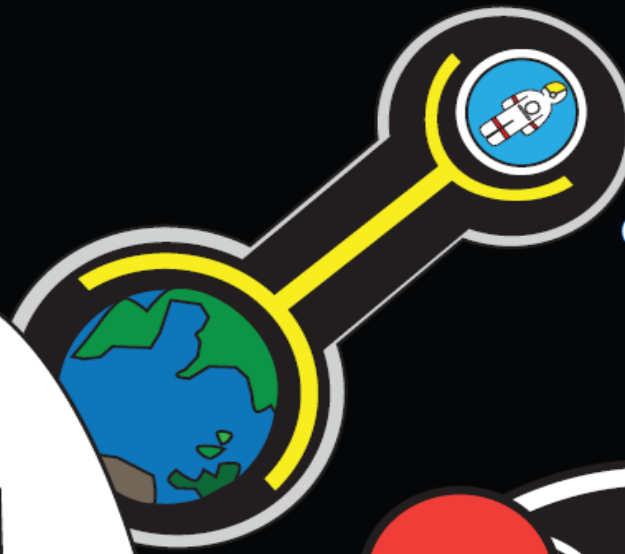
Aislamiento y confinamiento



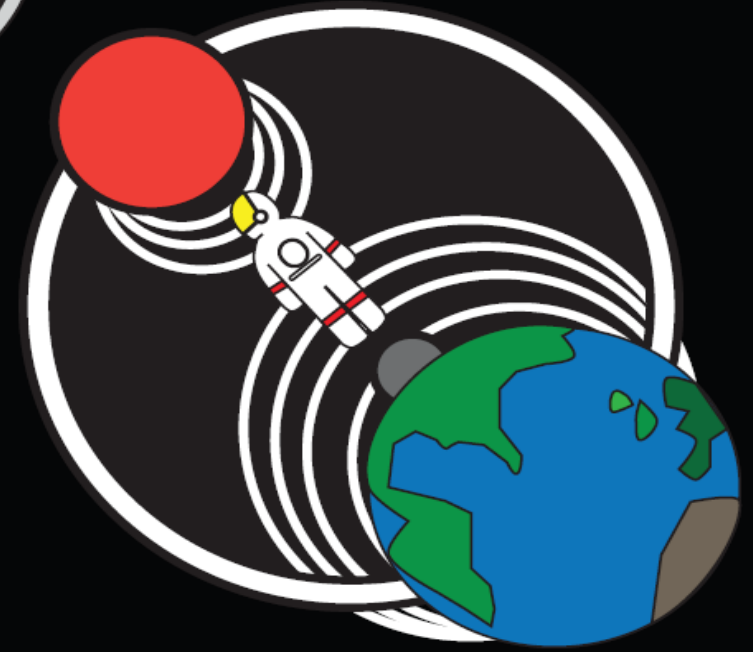
Radiación



Ambientes hostiles/cerrados



Distancia desde la Tierra



Gravedad

Riesgos principales (RIDGE)

1

Radiación espacial

La radiación, invisible para el ojo humano, aumenta el riesgo de padecer cáncer, daña el sistema nervioso central y puede alterar la función cognitiva, reducir la función motora y provocar cambios de comportamiento.

2

Aislamiento y confinamiento

La pérdida de sueño, la desincronización circadiana y la sobrecarga de trabajo pueden conducir a reducciones en el rendimiento, resultados adversos para la salud y compromiso de los objetivos de la misión.

3

Distancia desde la Tierra

La planificación y la autosuficiencia son claves esenciales para una misión exitosa. Los retrasos en las comunicaciones, la posibilidad de fallas en los equipos y las emergencias médicas son algunas situaciones que los astronautas deben ser capaces de enfrentar.

4

Gravedad (o falta de ella)

Los astronautas se encuentran con una variación de la gravedad durante las misiones. En Marte, los astronautas tendrían que vivir y trabajar en las tres octavas partes de la atracción gravitacional de la Tierra durante un máximo de dos años.

5

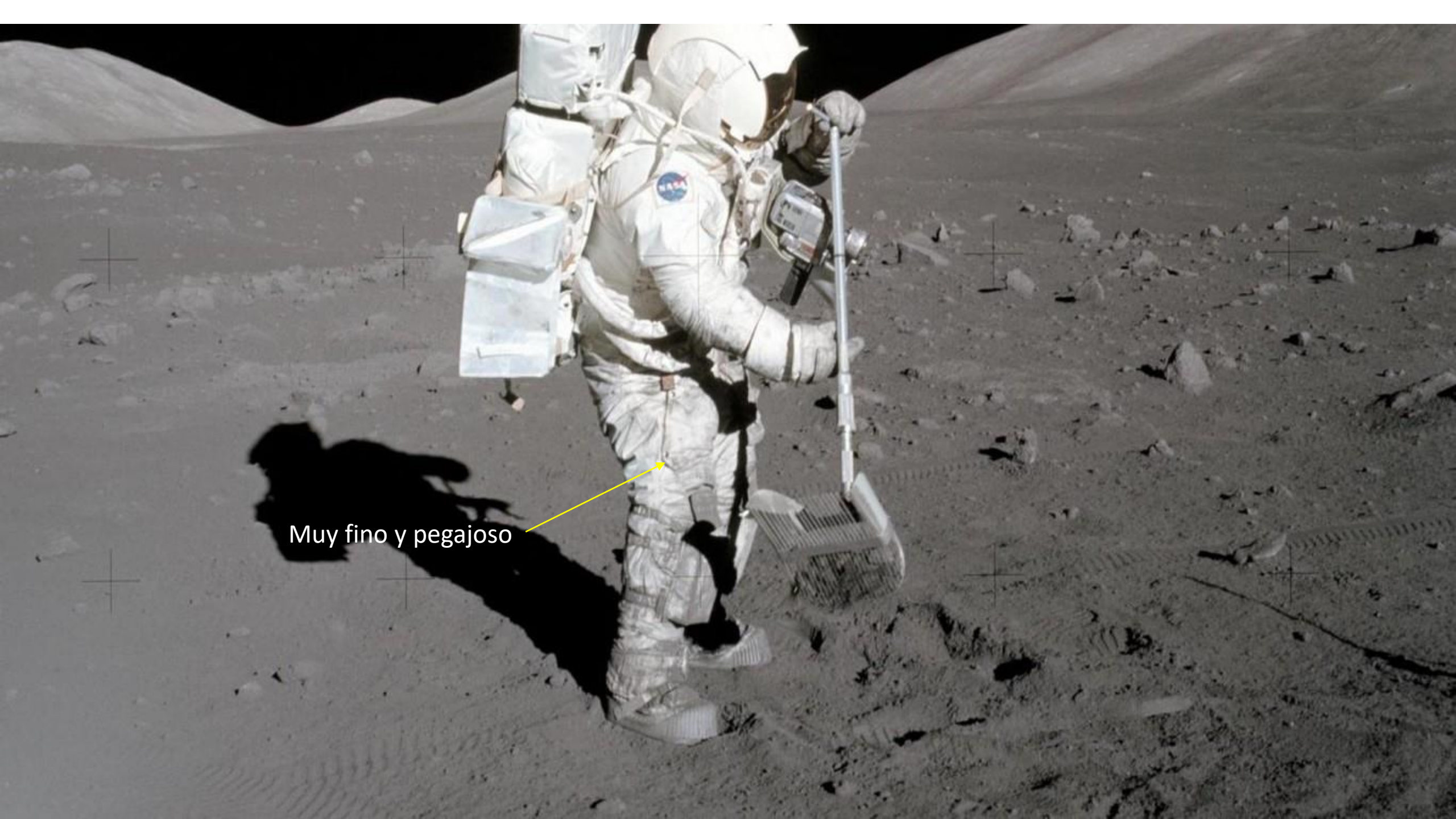
Ambientes hostiles/cerrados

El ecosistema dentro de un vehículo juega un papel importante en la vida cotidiana de los astronautas. Los factores de habitabilidad importantes incluyen la temperatura, la presión, la iluminación, el ruido y la cantidad de espacio. Es esencial que los astronautas se mantengan saludables y felices en ese ambiente.

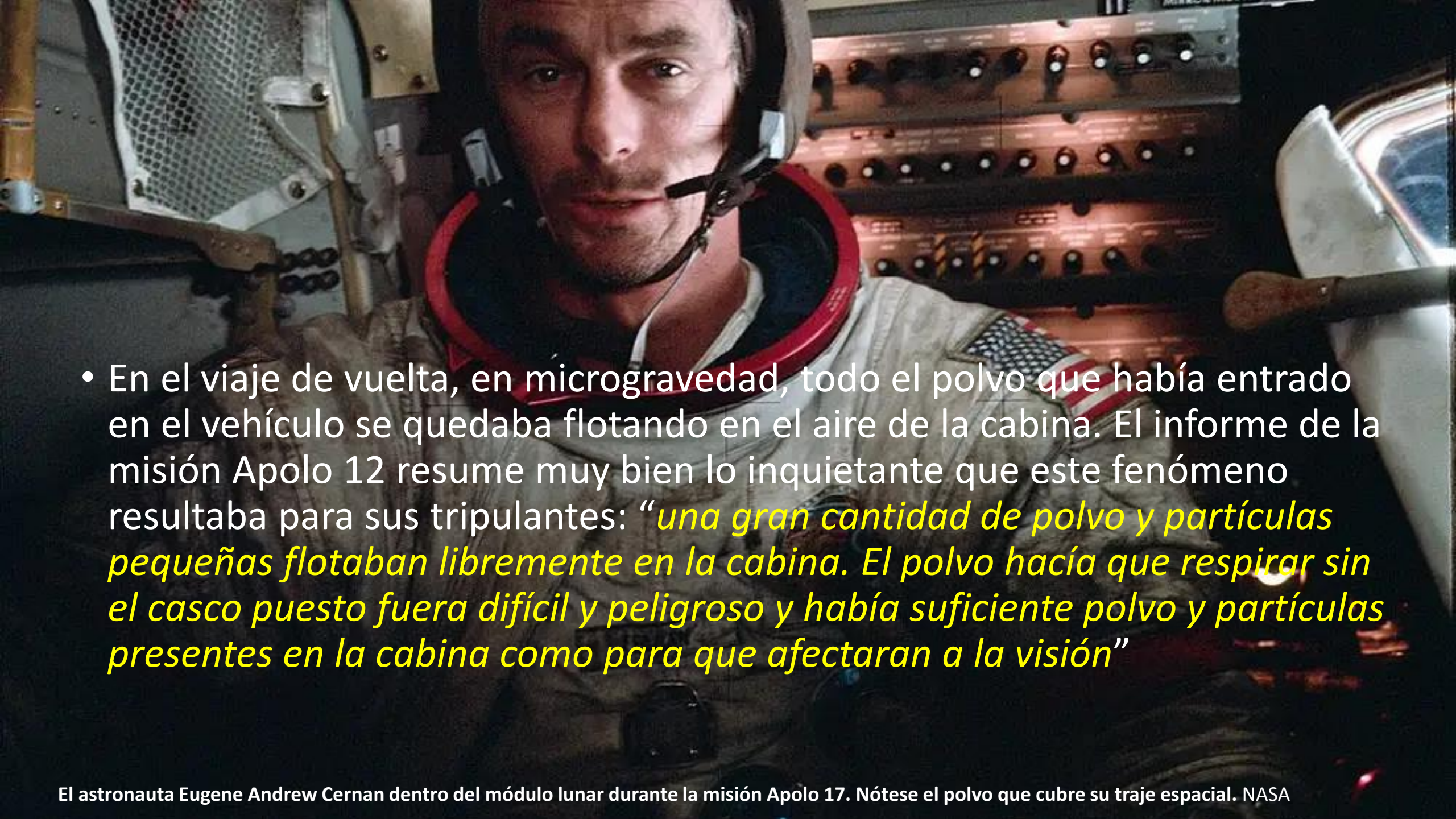
Polvo de regolito lunar/marciano y sus riesgos para la salud

- Alta **reactividad** y a su poder **abrasivo**, respirar partículas que tienen un diámetro inferior a 1 micrómetro puede producir edemas, inflamación, **fibrosis** o incluso **cáncer** en los casos de exposiciones prolongadas. **Irritaciones** en los ojos y la piel. Reportado por los astronautas del programa Apolo
- No problema en traje, pero sí en el módulo de habitabilidad. Mantener casco el mayor tiempo posible





Muy fino y pegajoso

- 
- En el viaje de vuelta, en microgravedad, todo el polvo que había entrado en el vehículo se quedaba flotando en el aire de la cabina. El informe de la misión Apolo 12 resume muy bien lo inquietante que este fenómeno resultaba para sus tripulantes: *“una gran cantidad de polvo y partículas pequeñas flotaban libremente en la cabina. El polvo hacía que respirar sin el casco puesto fuera difícil y peligroso y había suficiente polvo y partículas presentes en la cabina como para que afectaran a la visión”*

No obstante, el polvo es un recurso: Producción de ladrillos a partir del polvo lunar mediante impresión 3D usando hornos solares



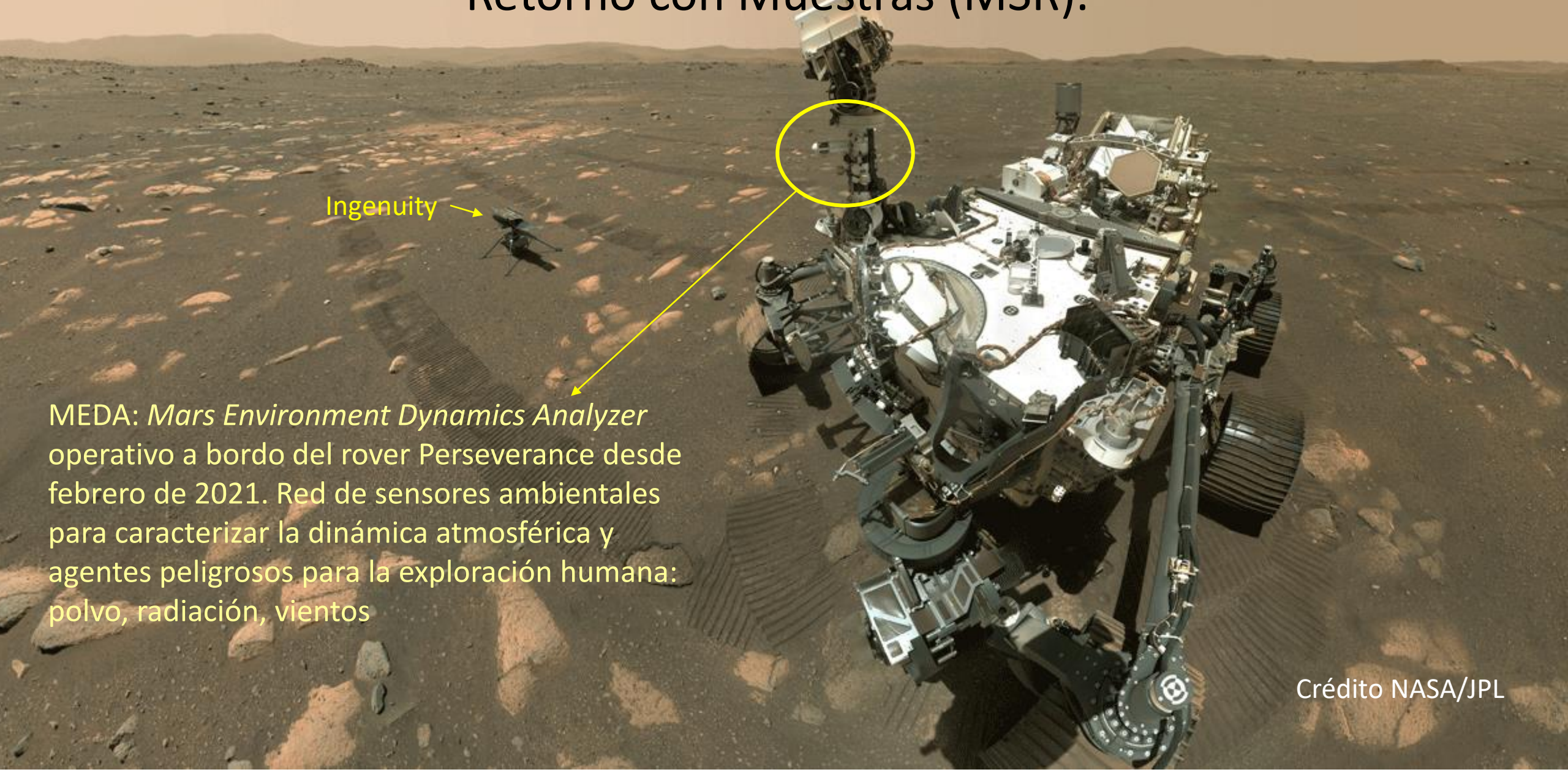
Polvo Marciano

- **Tóxico para la salud:** contiene minerales de silicato de grano fino. Si se inhala, el polvo de silicato reaccionaría con el agua en los pulmones para crear químicos dañinos: produce **peróxido de hidrógeno** al reaccionar con agua
- **Percloratos**, que se sabe que dañan la glándula tiroides, además de generar otros reactivos de cloro
- **El yeso** inhalado se acumula en los pulmones y provoca daños similares a lo que sufren los mineros, lo que supone fallos en capacidad pulmonar. Irrita los ojos, la piel y el sistema respiratorio.
- Peligroso para las máquinas.

Los trajes y las escafandras protegen, pero: el temor es que, dado que el polvo no se puede limpiar fácilmente de los trajes, llegue a las habitaciones de los astronautas, incluso si regresan a través de una esclusa de aire, un espacio intermedio entre sus habitaciones y el ambiente de baja presión y rico en CO₂ de Marte. Siempre se crean flujos y corrientes por donde escapa el polvo. Estos sistemas habría que perfeccionarlos.

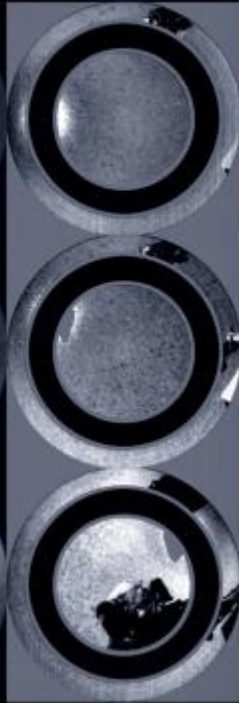
El instrumento MEDA, dirigido y operado por el CAB, a bordo de Perseverance tiene entre otros, el objetivo de medir el polvo marciano.

MARS2020: Preparando la exploración humana y la Misión de Retorno con Muestras (MSR).



Ingenuity →

MEDA: *Mars Environment Dynamics Analyzer* operativo a bordo del rover Perseverance desde febrero de 2021. Red de sensores ambientales para caracterizar la dinámica atmosférica y agentes peligrosos para la exploración humana: polvo, radiación, vientos



Article

<https://doi.org/10.1038/s41561-022-01084-0>


The diverse meteorology of Jezero crater over the first 250 sols of Perseverance on Mars

José Antonio Rodríguez Manfredi *et al.*

Received: 8 May 2022

Accepted: 21 October 2022

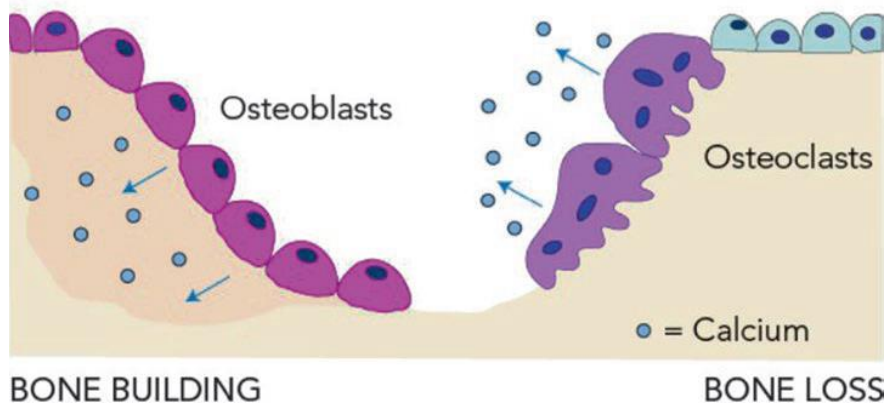
Published online: 09 January 2023

 Check for updates

A list of authors and their affiliations appears at the end of the paper

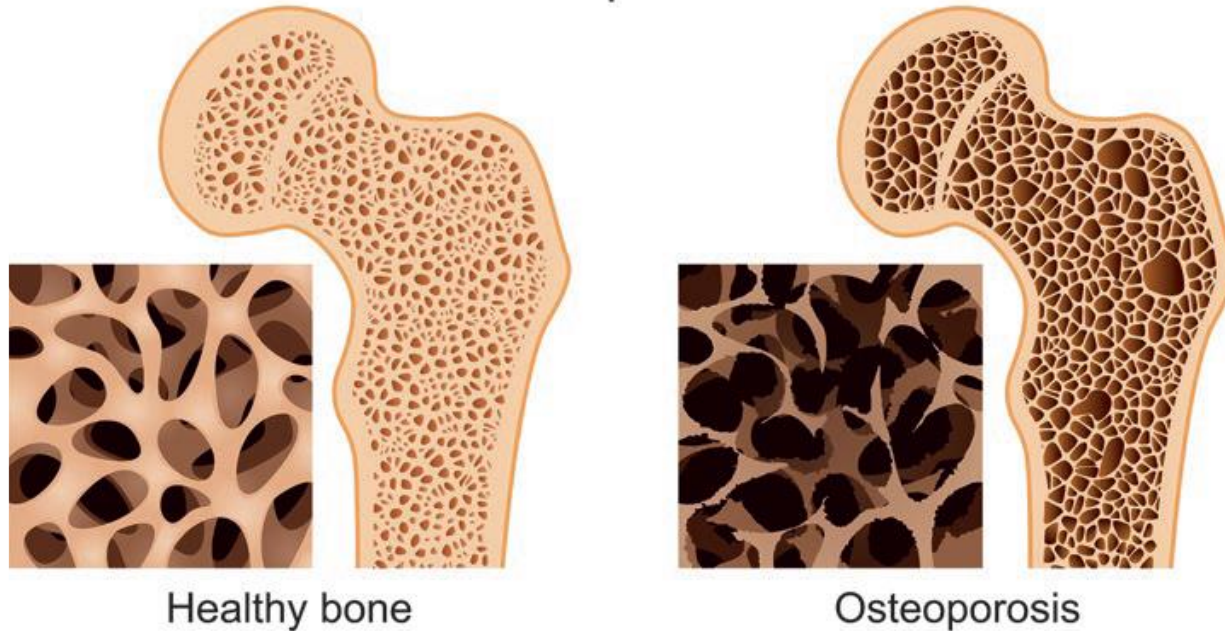
NASA's Perseverance rover's Mars Environmental Dynamics Analyzer is collecting data at Jezero crater, characterizing the physical processes in the lowest layer of the Martian atmosphere. Here we present measurements

Efecto de la ausencia de gravedad sobre el sistema locomotor



The action of the osteoblasts and osteoclasts.
Credit: NASA

Osteoporosis





Nick Hague, Russian cosmonaut Alexey Ovchinin, and United Arab Emirates astronaut Hazzaa Ali Almansoori relaxing after their increment on board the International Space Station (ISS). Credit: NASA

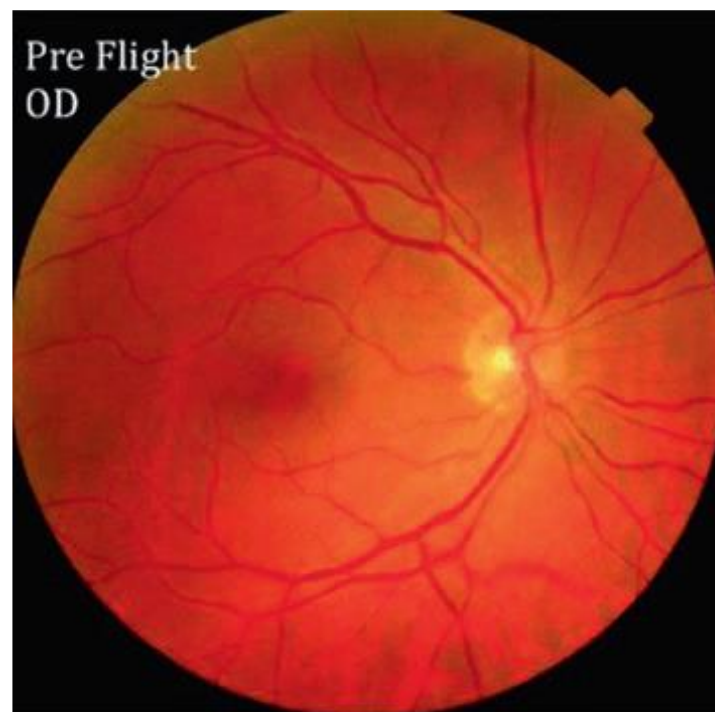
Sistema Neurovestibular. Proporciona información sobre el movimiento, la posición de la cabeza, y orientación espacial, y se encuentra en el oído interno.



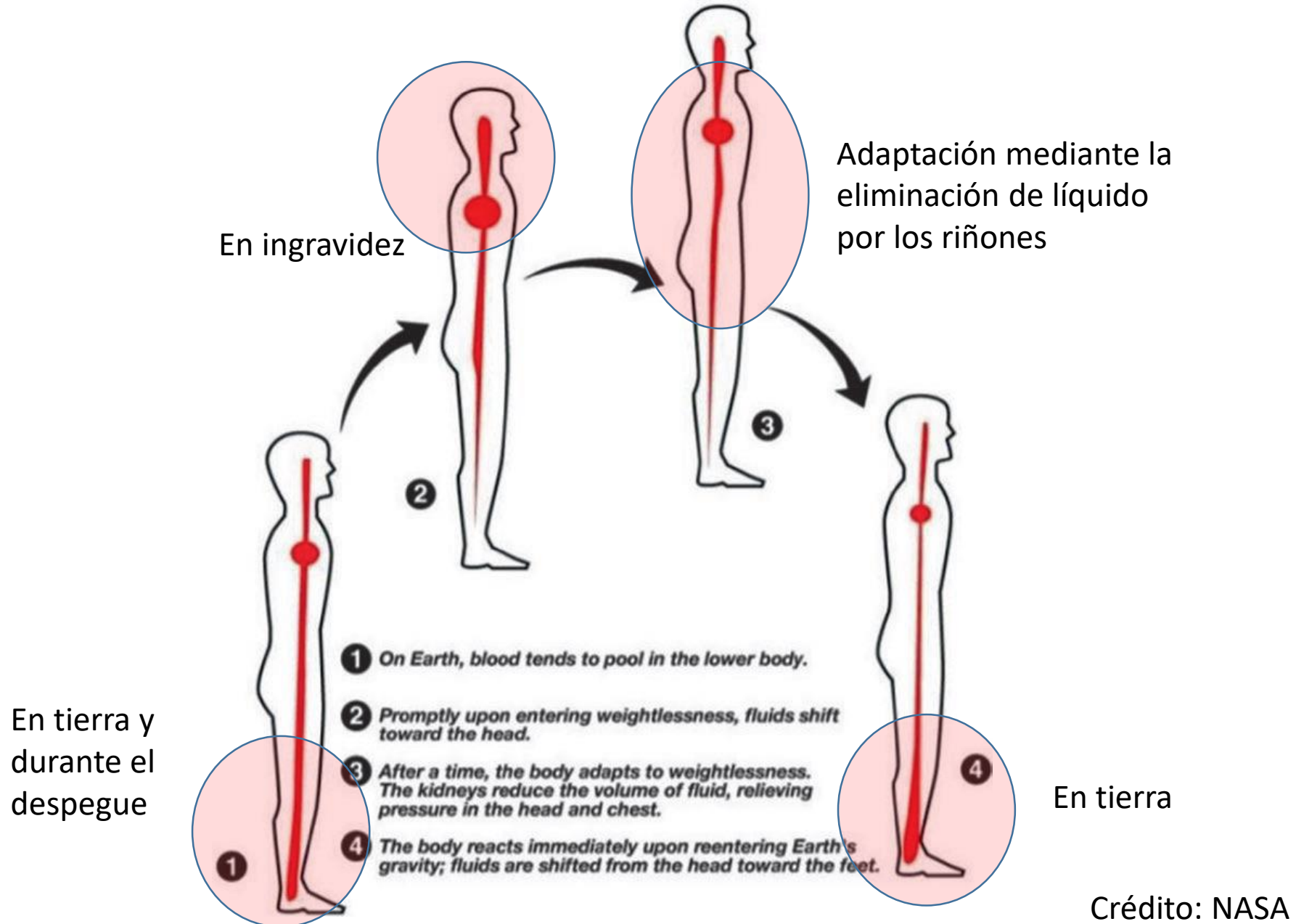
Ron Garan, Cady Coleman, ESA astronaut Paolo Nespoli, and Russian cosmonaut Alexander Samokutyaev of Expedition 27 posing in the Harmony node of the ISS. Credit: NASA

Alteraciones de la visión e incluso morfología del sistema óptico

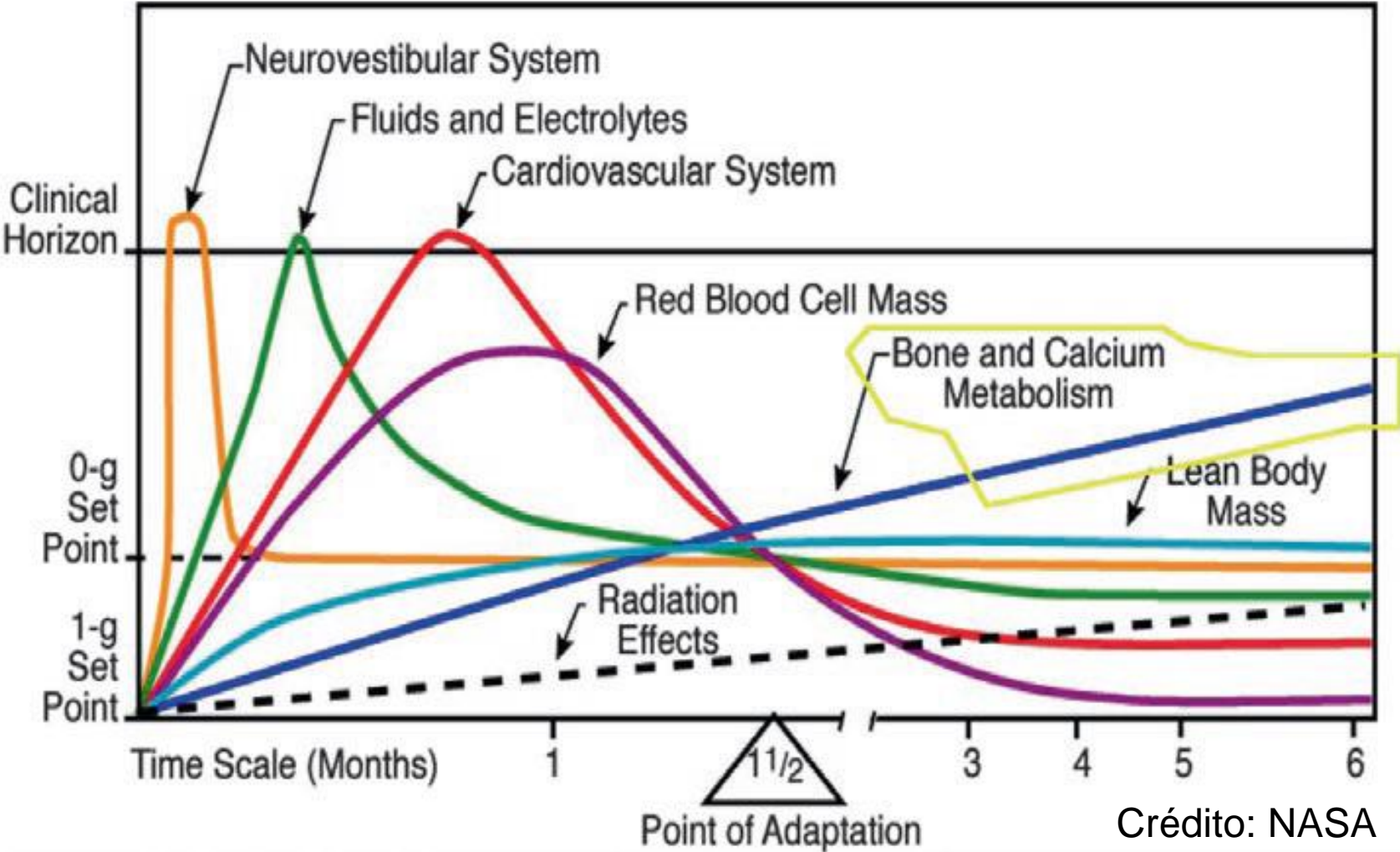
- Manchas en la retina
- Aumento del engrosamiento de la capa de fibras nerviosas de la retina del astronauta
- Pérdida de visión



Alteraciones de los fluidos corporales por efecto de la gravedad



El cuerpo humano es una máquina resultado de muchos millones de años de evolución y con cierta capacidad de adaptación: Cronología de la adaptación de los sistemas fisiológicos



La soledad y la convivencia

El proyecto Mars500 (2010)



¿Rover controlado con gestos como animal de compañía?

Proyecto MOOWALK: Simulación en Rio Tinto 2016



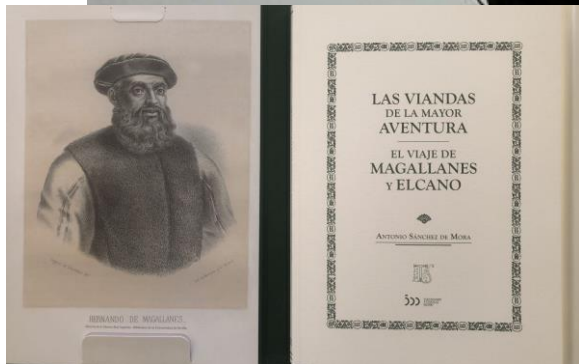
Y como "animal de carga"



Con la comida no se juega: Retos nutricionales



Nao Victoria. Primera vuelta al mundo 1519-1522

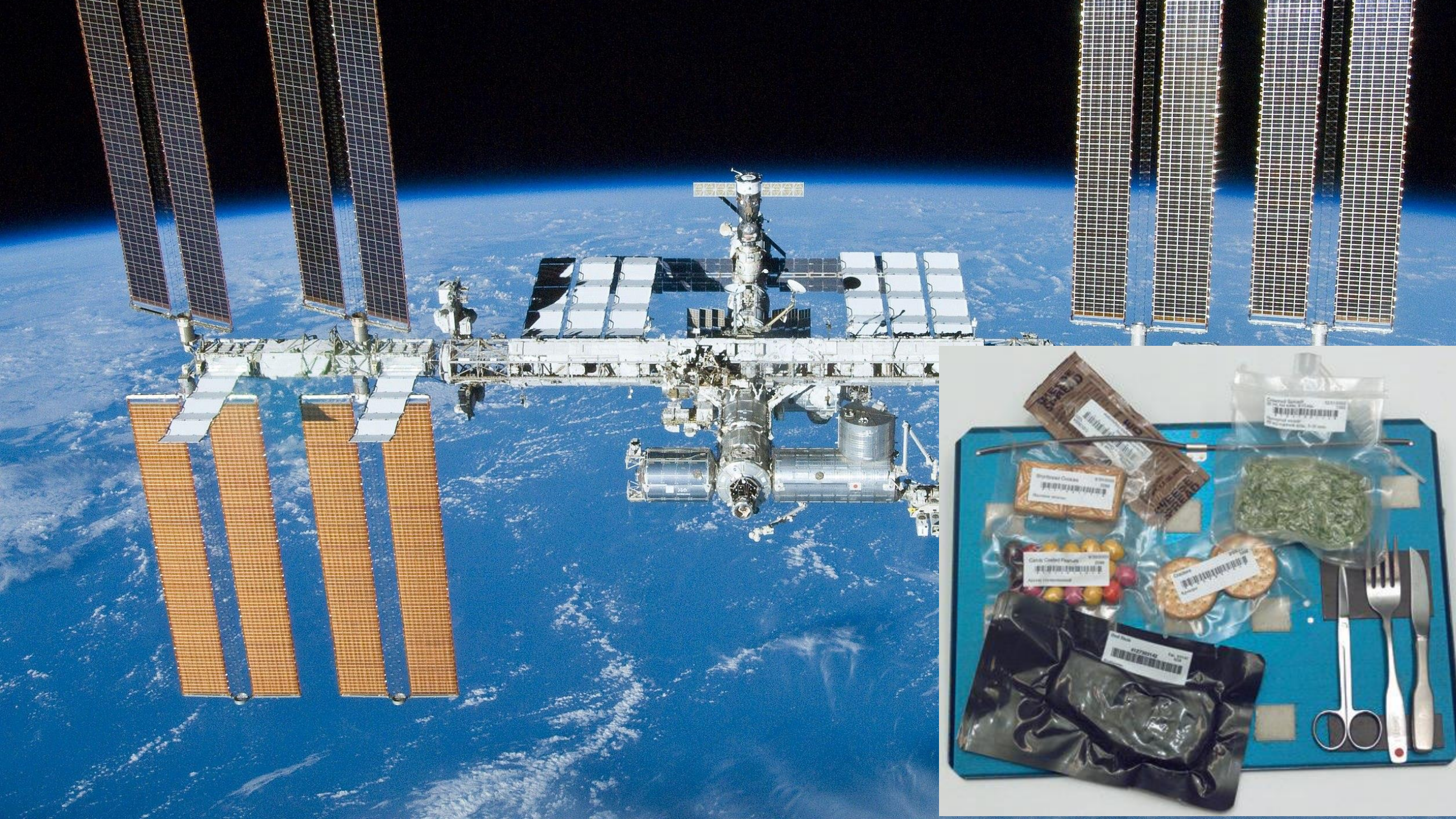


Antonio Sánchez Mora

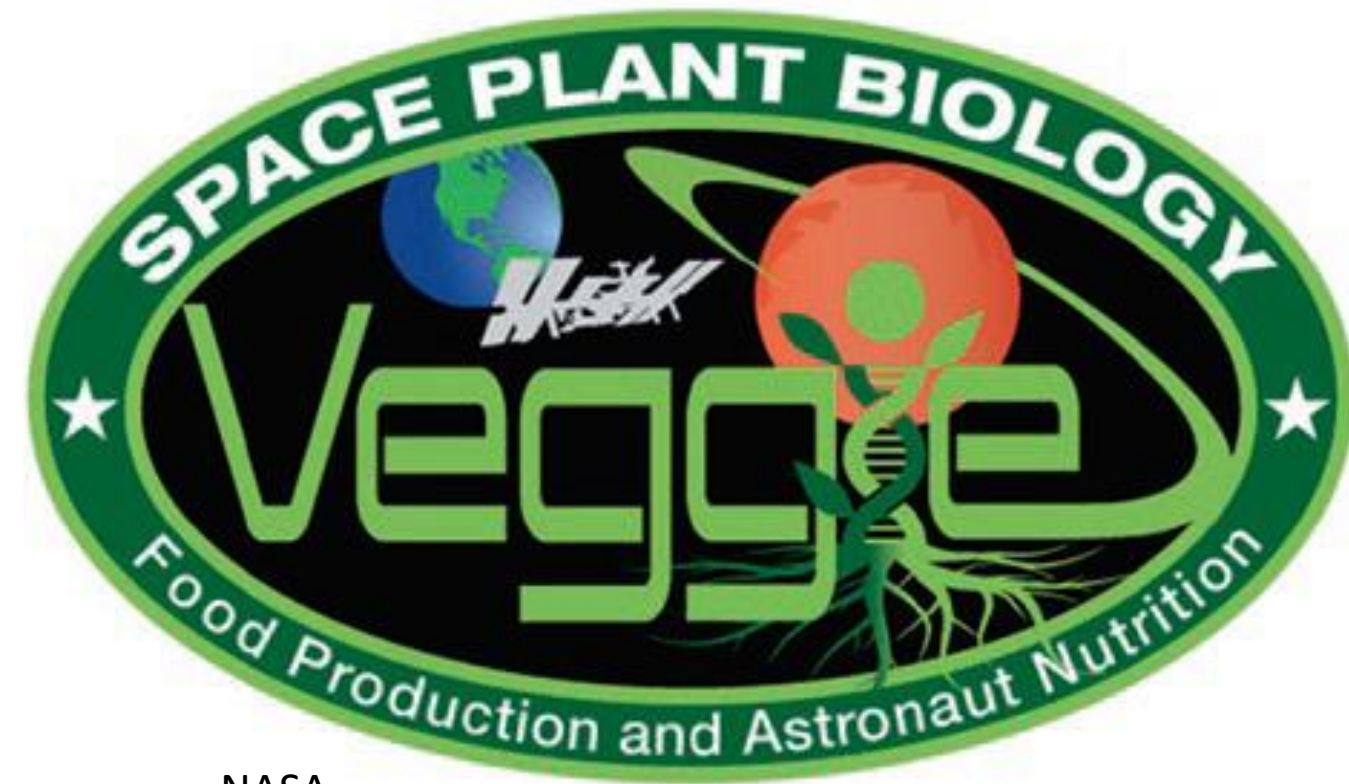


Expedición de Shackleton a la Antártida:
Galletas de cereales, alimentos deshidratados

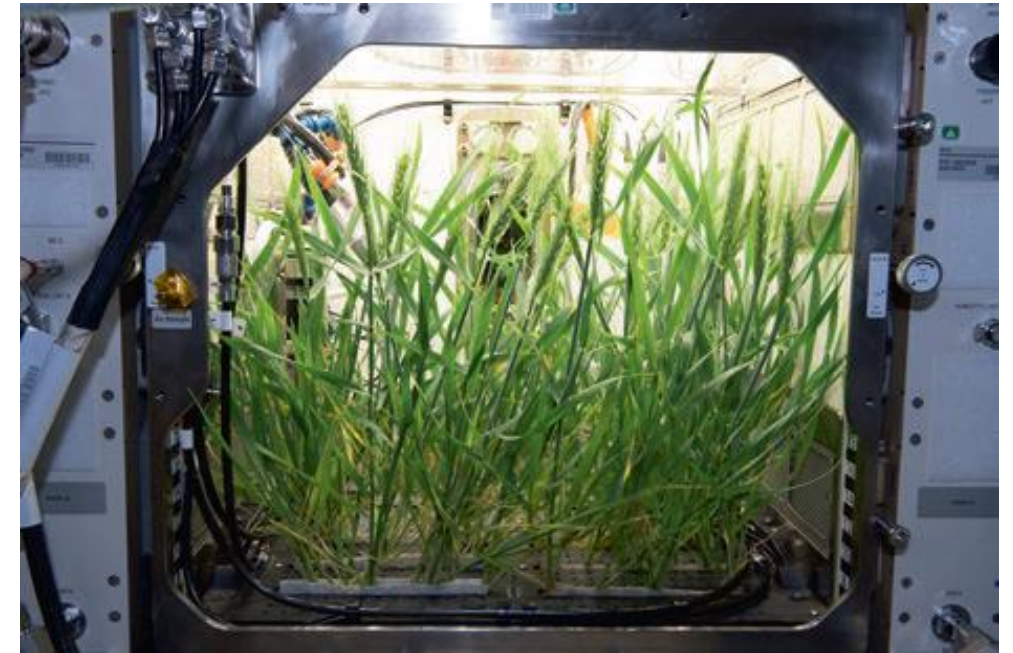
Pan, tocino y vino de Jerez fue el sustento principal de los marineros que se embarcaron con Magallanes y Elcano. **habas, garbanzos, arroz, azúcar, quesos, vino, pescado seco, tocino, pan, vinagre, sal, alcaparras, higos, almendras, lentejas y mostaza, estos tres ingredientes fueron los últimos en comprarse.**



Reto: conseguir comida fresca y de verdad



NASA



Incubadoras de plantas



Bioreactores

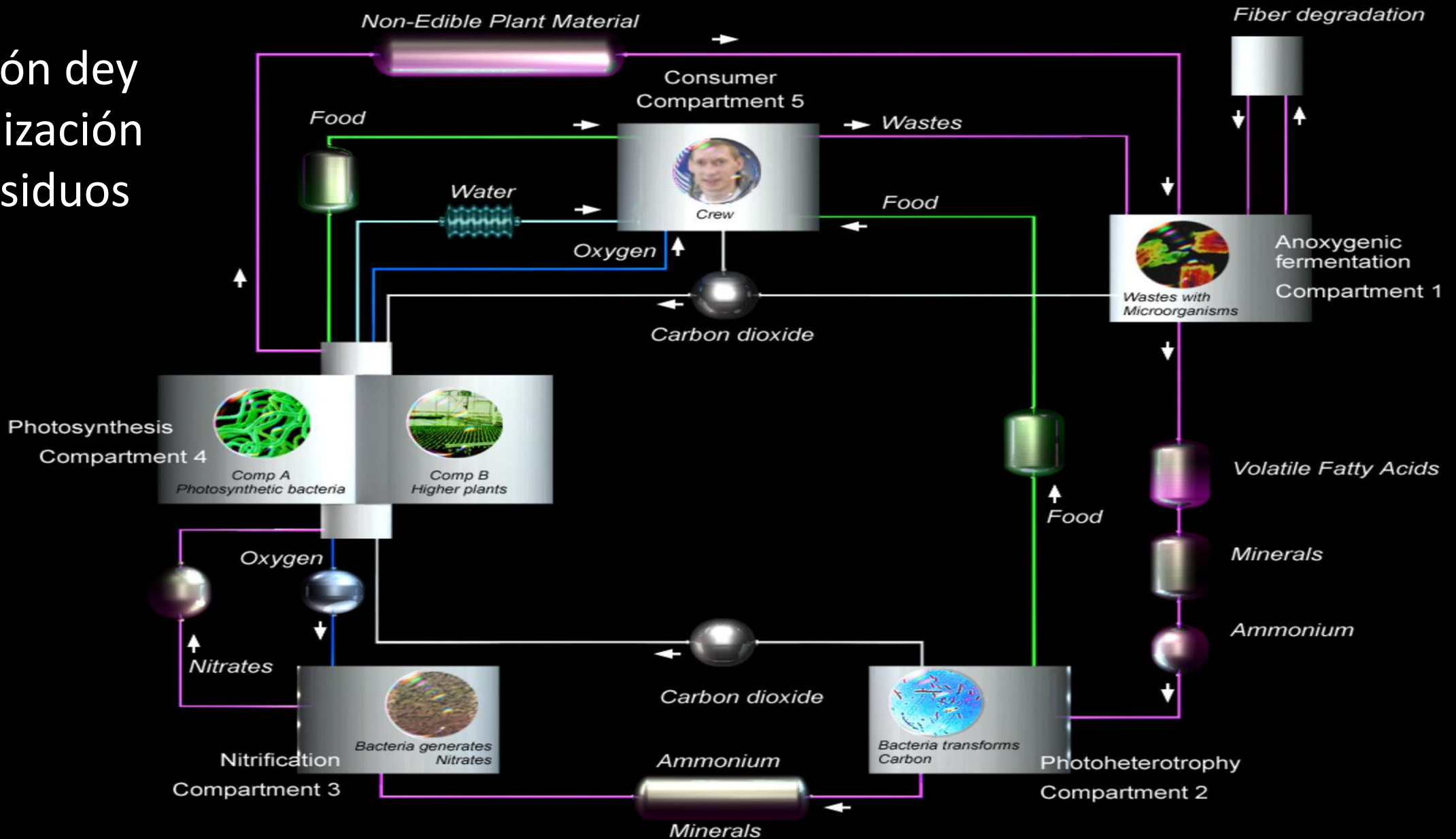


Los seres vivos tienen una mala costumbre: quieren comer. Y las plantas también



El experimento Veg-01
de NASA. Verduras
frescas en la ISS (2015)

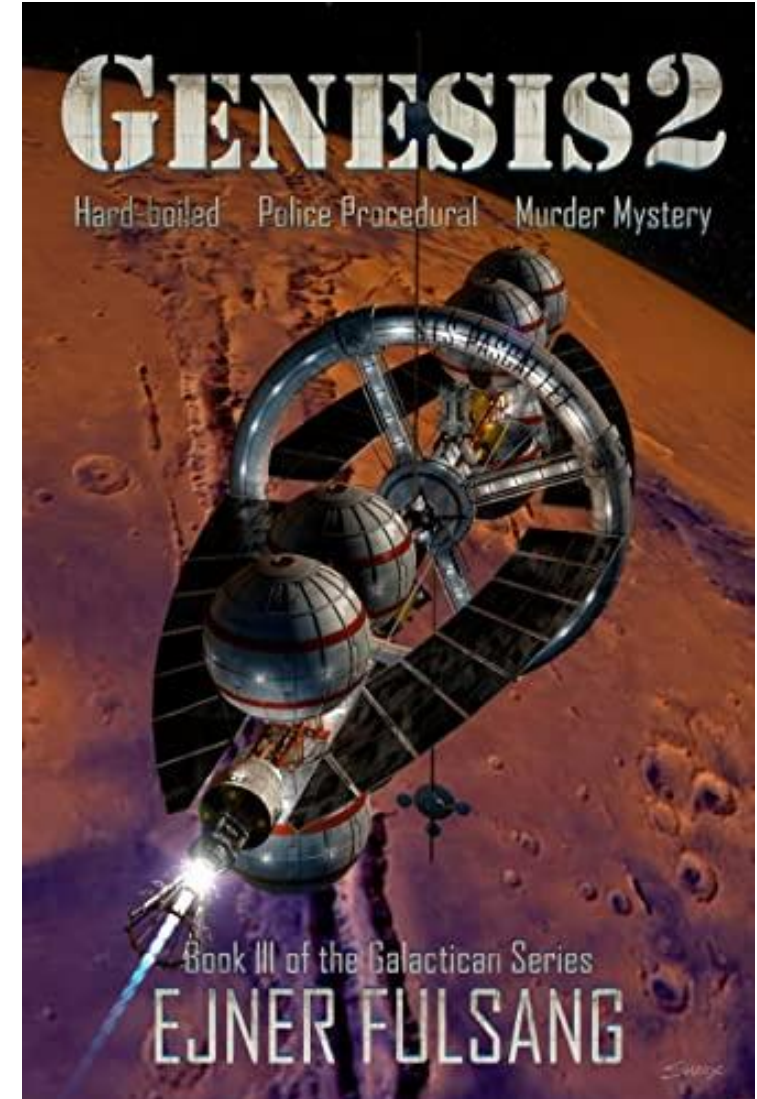
Gestión de reutilización de residuos



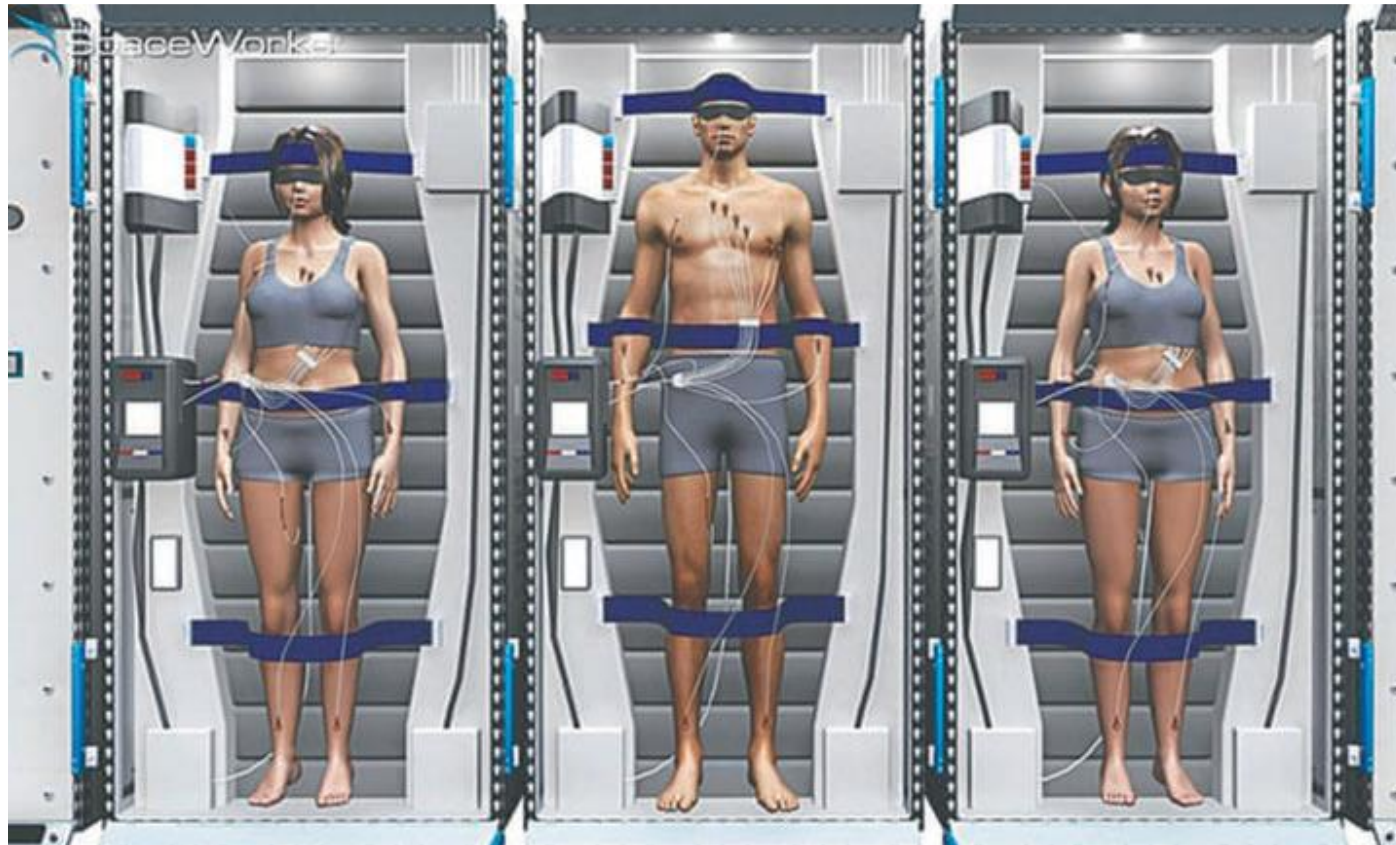
Cyanobacteria: Spirulina spp.



Diseños futuristas



¿Hibernación? El hábitat, diseñado por SpaceWorks Enterprises, Inc



- Puede albergar a seis miembros de la tripulación durante una duración de 180 días de ida, 500 días de permanencia en superficie y 180 días de entrada. Para prevenir el músculo atrofia, se utiliza estimulación eléctrica neuromuscular (esta es todavía una tecnología en desarrollo), y los nutrientes se administran a través de un catéter venoso central en el tórax (nota: ¡la hibernación no es para los aprensivos!). Crédito: Obras espaciales/NASA



ASTROLAND

EUROPEAN MOON MARS ANALOG
TRAINING AND SCIENTIFIC SPACE
LAB

SABER MÁS

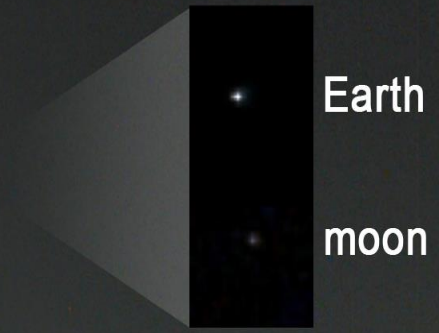
ARES STATION
01

ASTROLAND SATELLITES
02

Doc recomendado:

https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/peligros_para_los_astronautas_del_espacio_profundo_508.pdf





GRACIAS POR SU ATENCIÓN