UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ARQUITECTURA PLANETARIA:

ANÁLISIS DE POSIBLES HÁBITATS, NATURALES Y ARTIFICIALES, EN LOS ENTORNOS LUNAR Y MARCIANO, Y SU CONVENIENCIA

TESIS DOCTORAL:
YASMINA EID-MACHEH Y SÁNCHEZ

DIRECTORES:
JESÚS MARTÍNEZ FRÍAS
VICENTE BLANCA GIMÉNEZ

CONSULTOR:
ANTONIO TORRES FERRER

JULIO 2024

Fotografía de portada: AS17-152-23272 (7-19 de diciembre de 1972). La Tierra en cuarto creciente se eleva sobre el horizonte lunar, fotografía tomada desde la nave espacial Apolo 17, en órbita lunar, durante la última misión de aterrizaje lunar de la NASA, en el marco del programa Apolo. Mientras los astronautas Eugene A. Cernan, comandante, y Harrison H. Schmitt, piloto del módulo lunar, descendían en el LM "Challenger" con el fin de explorar la región Taurus-Littrow de la Luna, el astronauta Ronald E. Evans, piloto del módulo de mando, permaneció con el CSM "América" en órbita lunar. Créditos: NASA.

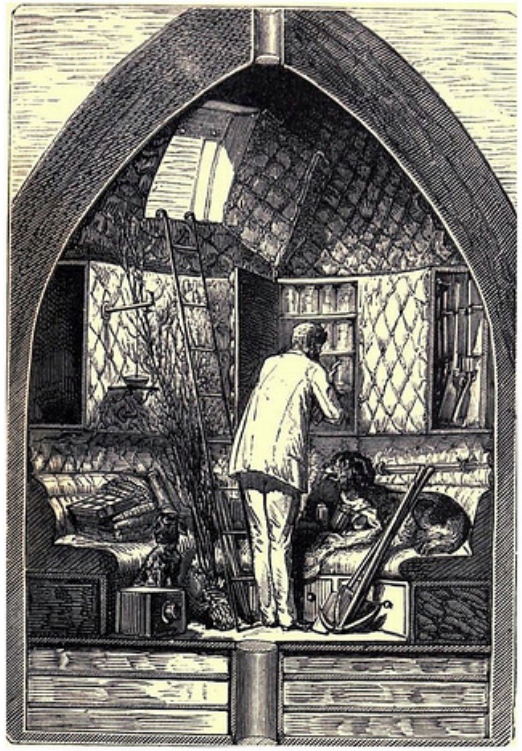
UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

TESIS DOCTORAL:

ARQUITECTURA PLANETARIA: ANÁLISIS DE POSIBLES HÁBITATS, NATURALES Y ARTIFICIALES, EN LOS ENTORNOS LUNAR Y MARCIANO, Y SU CONVENIENCIA

Yasmina Eid-Macheh y Sánchez. Arquitecta



Interior del proyectil, del libro: ***"De la Terre à la Lune",*** edic. francesa de Hetzel-Paris, 1867
Ilustración de Henry de Montaut

Directores: Dr. D. Jesús Martínez Frías
Dr. D. Vicente Blanca Giménez

Consultor: D. Antonio Torres Ferrer

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

PROGRAMA: ARQUITECTURA, EDIFICACIÓN, URBANÍSTICA Y PAISAJE
DEPARTAMENTO: CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

TESIS DOCTORAL:

ARQUITECTURA PLANETARIA: ANÁLISIS DE POSIBLES HÁBITATS, NATURALES Y ARTIFICIALES, EN LOS ENTORNOS LUNAR Y MARCIANO, Y SU CONVENIENCIA

Autora:
Yasmina Eid-Macheh y Sánchez. Arquitecta.

Directores: Dr. D. Jesús Martínez Frías. Doctor en Ciencias Geológicas. Investigador Científico del Instituto de Geociencias, IGEO (CSIC-UCM). Jefe del Grupo de Investigación de Meteoritos y Geociencias Planetarias del CSIC. Responsable del Laboratorio de Geociencias de Lanzarote. Director de la Red Española de Planetología y Astrobiología. "Profesor Honorífico" del Departamento de Bioingeniería e Ingeniería Aeroespacial de la Universidad Carlos III de Madrid. Académico Numerario de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de España. Académico Correspondiente de la Real Academia de Doctores de España. Académico Numerario de la Academia de Ciencias, Ingenierías y Humanidades de Lanzarote. Miembro de misiones NASA (rovers Curiosity y Perseverance) y ESA (proyecto BIOMEX – ISS). Colaborador Científico del Planetary Habitability Laboratory, Universidad de Puerto Rico, Arecibo.

Dr. D. Vicente Blanca Giménez. Doctor Arquitecto. Profesor Titular Departamento de Construcciones Arquitectónicas, Investigador Instituto COMAV. Universitat Politècnica de València, Valencia (España).

Consultor: **D.** Antonio Torres Ferrer. Ingeniero Aeronáutico. Pertenece al Cuerpo de Ingenieros Aeronáuticos, número 1 de la promoción del 73. Piloto Militar, con 980 horas de vuelo. Ha realizado los cursos de Ingeniero Navegante de Ensayos en Vuelo de Istres, Francia, y de Instructor de Astronautas de Houston, Texas, así como períodos de formación en la base de lanzamientos de Cabo Cañaveral, en la Ciudad de la Estrellas de Moscú, en la base de lanzamientos de Baikonur y en el Centro de Entrenamiento de Astronautas Canadiense de Montreal. Jefe de la Sección de Entrenamiento Básico y Avanzado del Centro Europeo de Astronautas (EAC/ESA); (1997-2010). Fue responsable del entrenamiento de astronautas de las misiones: Euromir 94, Euromir 95, Cervantes y Delta. Profesor de Mecánica Orbital en el Grado de Ingeniería Aeroespacial de la Universidad Politécnica de Valencia.

RESUMEN

Se pretende configurar un tipo de arquitectura planetaria cuya concepción se establezca en torno a la búsqueda de las necesidades del astronauta como ser humano. A la hora de planificar un recinto planetario, debe tenerse en cuenta cómo combinar la generación de estímulos positivos para acompañar a un astronauta durante una estancia prolongada en el espacio, siendo el propósito del recinto actuar como refugio, junto a otros factores relacionados con el desarrollo de la vida humana dentro de la estructura. Estas consideraciones nos llevan entonces a la humanización de la arquitectura espacial como uno de los objetivos propuestos en esta investigación. La idea es promover el desarrollo de la actividad humana en todas sus formas posibles, dentro de las expectativas que la comunidad científica tiene sobre el posible establecimiento de una colonia humana extraterrestre, y tratar de demostrar la capacidad de la arquitectura planetaria una vez que ha sido pensada al servicio de la condición humana. El objetivo es establecer criterios y pautas para la proyección y materialización de hábitats planetarios destinados, entre otras, a contribuir en mantener a los astronautas en el mejor estado físico y emocional posible durante su estancia durante largos periodos de tiempo al interior de dichos hábitats, en función de condiciones de confort ambiental como la iluminación, térmicas, acústicas, materiales, forma y composición, y relación con otros espacios necesarios para un desarrollo favorable, así como protección frente a agentes nocivos externos. De esta manera, se busca el confort y la respuesta positiva de la salud del astronauta, utilizando la arquitectura planetaria para ser considerada de acuerdo con aquellos aspectos relacionados con la funcionalidad, la construcción fuera del entorno terrestre e incluso la forma. Una vez registradas las necesidades arquitectónicas para su conformación, se consideran los aspectos formales relacionados con el hábitat, particularmente el estudio de los materiales autóctonos y el emplazamiento, destacando la importancia de la geología en la arquitectura planetaria, dadas las implicaciones del regolito lunar y marciano en los hábitats naturales a colonizar.

RESUM

Es pretén configurar un tipus d'arquitectura planetària la concepció de la qual s'establisca entorn de la cerca de les necessitats de l'astronauta com a ésser humà. A l'hora de planificar un recinte planetari, ha de tindre's en compte com combinar la generació d'estímuls positius per a acompanyar a un astronauta durant una estada prolongada en l'espai, sent el propòsit del recinte actuar com a refugi, al costat d'altres factors relacionats amb el desenvolupament de la vida humana dins de l'estructura. Estes consideracions ens porten llavors a la humanització de l'arquitectura espacial com un dels objectius proposats en esta investigació. La idea és promoure el desenvolupament de l'activitat humana en totes les seues formes possibles, dins de les expectatives que la comunitat científica té sobre el possible establiment d'una colònia humana extraterrestre, i tractar de demostrar la capacitat de l'arquitectura planetària una vegada que ha sigut pensada al servici de la condició humana. L'objectiu és establir criteris i pautes per a la projecció i materialització d'hàbitats planetaris destinats, entre altres, a contribuir a mantindre als astronautes en el millor estat físic i emocional possible durant la seua estada durant llargs períodes de temps a l'interior d'estos hàbitats, en funció de condicions de confort ambiental com la il·luminació, tèrmiques, acústiques, materials, forma i composició, i relació amb altres espais necessaris per a un desenvolupament favorable, així com protecció enfront d'agents nocius externs. D'esta manera, es busca el confort i la resposta positiva de la salut de l'astronauta, utilitzant l'arquitectura planetària per a ser considerada d'acord amb aquells aspectes relacionats amb la funcionalitat, la construcció fora de l'entorn terrestre i fins i tot la forma. Una vegada registrades les necessitats arquitectòniques per a la seua conformació, es consideren els aspectes formals relacionats amb l'hàbitat, particularment l'estudi dels materials autòctons i l'emplaçament, destacant la importància de la geologia en l'arquitectura planetària, donades les implicacions del *regolito lunar i marcià en els hàbitats naturals a colonitzar.

ABSTRACT

It is intended to configure a type of planetary architecture whose conception is established around the pursuit of the astronaut's needs as a human being. When planning a planetary enclosure, we must then take into consideration how to combine the generation of positive stimuli to accompany an astronaut during an extended stay, the purpose of the enclosure above all as a shelter, and other factors related to the ideal development of human life inside the structure. These considerations then lead us to the humanization of space architecture as one of the goals proposed in this research. The idea is to promote the development of human activity in all of its possible forms, within the expectations that the scientific community has about the possible establishment of an extra-terrestrial human colony, and try to demonstrate the capacity of planetary architecture once it has been thought out in service of the human condition. The aim is to establish criteria and guidelines for the projection and materialization of planetary habitats specifically intended for the purpose, among others, of contributing to keeping the astronauts in the best possible physical and emotional state during their stay for long periods of time inside those habitats, based on environmental comfort conditions such as lighting, thermal, acoustic, material, form and composition, and relationship with other spaces necessary for favourable development, as well as protection against external harmful agents. In this way, we seek the comfort and positive response of the astronaut's health, using planetary architecture to be considered in accordance with those aspects related to functionality, construction outside the terrestrial environment and even form. Once the architectural needs for the conformation of the habitat have been recorded, we consider the formal aspects related to the habitat, particularly the study of indigenous material and the location itself, highlighting the importance of geology in planetary architecture, given the implications of the lunar and Martian regolith in the natural habitats to be colonized.

اَلْمُلَخَّصُ

اَلْمُطَالَبَةُ هِيَ تَكْوِينُ نَوْعٍ مِنْ اَلْهَنْدَسَةِ اَلْكَوْكَبِيَّةِ اَلَّتِي يَتَمَحْوَرُ مَفْهُومُهَا حَوْلَ اَلسَّعْيِ وَرَاءَ تَلْبِيَةِ اِحْتِيَاجَاتِ رَائِدِ اَلْفَضَاءِ كَإِنْسَانٍ. عِنْدَ اَلتَّخْطِيطِ لِحَاوِيَةٍ كَوْكَبِيَّةٍ، يَجِبُ عَلَيْنَا أَنْ نَأْخُذَ فِي اَلْاِعْتِبَارِ كَيْفِيَّةَ اَلْجَمْعِ بَيْنَ تَوْلِيدِ اَلْمُحَفِّزَاتِ اَلْإِيجَابِيَّةِ لِمُرَافَقَةِ رَائِدِ اَلْفَضَاءِ أَثْنَاءَ إِقَامَةٍ طَوِيلَةٍ، وَاَلْغَرَضُ مِنْ اَلْحَاوِيَةِ قَبْلَ كُلِّ شَيْءٍ هُوَ مَأْوَى، وَعَوَامِلُ أُخْرَى تَتَعَلَّقُ بِالتَّطَوُّرِ اَلْمِثَالِيِّ لِلْحَيَاةِ اَلْبَشَرِيَّةِ دَاخِلَ اَلْهَيْكَلِ. تَقُودُنَا هَذِهِ اَلْاِعْتِبَارَاتُ بَعْدَ ذَلِكَ إِلَى إِضْفَاءِ اَلطَّابَعِ اَلْإِنْسَانِيِّ عَلَى هَنْدَسَةِ اَلْفَضَاءِ كَأَحَدِ اَلْأَهْدَافِ اَلْمُقْتَرَحَةِ فِي هَذَا اَلْبَحْثِ. اَلْفِكْرَةُ هِيَ تَعْزِيزُ تَنْمِيَةِ اَلنَّشَاطِ اَلْبَشَرِيِّ فِي جَمِيعِ أَشْكَالِهِ اَلْمُمْكِنَةِ، ضِمْنَ اَلتَّوَقُّعَاتِ اَلَّتِي لَدَى اَلْمُجْتَمَعِ اَلْعِلْمِيِّ حَوْلَ إِمْكَانِيَّةِ إِنْشَاءِ مُسْتَعْمَرَةٍ بَشَرِيَّةٍ فَضَائِيَّةٍ خَارِجَ كَوْكَبِ اَلْأَرْضِ، وَمُحَاوَلَةُ إِثْبَاتِ قُدْرَةِ اَلْهَنْدَسَةِ اَلْمِعْمَارِيَّةِ اَلْكَوْكَبِيَّةِ اَلَّتِي قَدْ فُكِرَ فِيهَا فِي خِدْمَةِ اَلْجِنْسِ اَلْبَشَرِيِّ. اَلْهَدَفُ هُوَ وَضْعُ مَعَايِيرَ وَمَبَادِئَ تَوْجِيهِيَّةً لِتَخْطِيطِ وَتَجْسِيدِ مَوَائِلِ اَلْكَوَاكِبِ اَلْمُخَصَّصَةِ تَحْدِيدًا، مِنْ بَيْنِ أُمُورٍ أُخْرَى، اَلْمُسَاهَمَةُ فِي اَلْحِفَاظِ عَلَى رُوَّادِ اَلْفَضَاءِ فِي أَفْضَلِ حَالَةٍ بَدَنِيَّةٍ وَعَاطِفِيَّةٍ مُمْكِنَةٍ أَثْنَاءَ إِقَامَتِهِمْ لِفَتَرَاتٍ طَوِيلَةٍ مِنْ اَلْوَقْتِ دَاخِلَ تِلْكَ اَلْمَوَائِلِ، بِنَاءً عَلَى ظُرُوفِ اَلرَّاحَةِ اَلْبِيئِيَّةِ مِنْ نَوْعِ اَلظُّرُوفِ اَلْإِضَائِيَّةِ وَاَلْحَرَارِيَّةِ وَاَلصَّوْتِيَّةِ وَاَلْمَادِّيَّةِ وَاَلشَّكْلِ وَاَلتَّرْكِيبِ، وَاَلْعَلَاقَةُ مَعَ اَلْمِسَاحَاتِ اَلْأُخْرَى اَللَّازِمَةِ لِلتَّنْمِيَةِ اَلْمُلَائِمَةِ، فَضْلاً عَنْ اَلْحِمَايَةِ مِنْ اَلْعَوَامِلِ اَلضَّارَّةِ اَلْخَارِجِيَّةِ. وَبِهَذِهِ اَلطَّرِيقَةِ، نَسْعَى لِلْحُصُولِ عَلَى اَلرَّاحَةِ وَاَلْاِسْتِجَابَةِ اَلْإِيجَابِيَّةِ لِصِحَّةِ رَائِدِ اَلْفَضَاءِ، مِنْ خِلَالِ اِسْتِخْدَامِ اَلْهَنْدَسَةِ اَلْمِعْمَارِيَّةِ اَلْكَوْكَبِيَّةِ اَلَّتِي سَتُطْرَحُ، تَمَاشِيًا مَعَ اَلْجَوَانِبِ اَلْمُتَّصِلَةِ بِالْأَدَاءِ اَلْوَظِيفِيِّ ، عَبْرَ مَبْنًى خَارِجَ اَلْبِيئَةِ اَلْأَرْضِيَّةِ وَحَتَّى مُخْتَلِفًا شَكْلِيًّا. وبِمُجَرَّدِ تَسْجِيلِ اَلْاِحْتِيَاجَاتِ اَلْمِعْمَارِيَّةِ لِتُشَكِّلَ اَلْمَوْطِنَ، فَإِنَّنَا نَضَعُ فِي اَلْاِعْتِبَارِ اَلْجَوَانِبَ اَلرَّسْمِيَّةَ اَلْمُتَعَلِّقَةَ بِهَذَا اَلْمَوْطِنِ، وَنَهْتَمُ بِشَكْلٍ خَاصٍ، بِدِرَاسَةِ اَلْمَوَادِّ اَلْأَصْلِيَّةِ (إِنْدِجِنُوسْ) وَاَلْمَوْقِعِ نَفْسِهِ، وَاَلتَّأْكِيدُ عَلَى اَلْأَهَمِّيَّةِ اَلَّتِي سَتَجِدُهَا اَلْهَنْدَسَةُ اَلْمِعْمَارِيَّةُ اَلْكَوَكَبِيَّةُ -اَلَّتِي سَتُطْرَحُ- فِي اَلْجِيُولُوجْيَا، نَظَرًا لِتَأْثِيرَاتِ اَلثَّرَى اَلْقَمَرِيِّ وَاَلْمِرِّيخِيِّ فِي اَلْمَوَائِلِ اَلطَّبِيعِيَّةِ اَلَّتِي سَيَتِمُّ اِسْتِغْمَارُهَا.

A mamá, María Victoria Sánchez Ferrandis

AGRADECIMIENTOS

Con cariño, y especial agradecimiento a mi equipo y directores por su implicación.

A Vicente Blanca, por su paciencia y apoyo ante mi entusiasmo en esta disciplina arquitectónica aeroespacial en que me he adentrado por medio de la investigación, y por darme su apoyo desde la UPV.

A mi mentor y maestro *Jedi* en estas "trayectorias espaciales", Jesús Martínez-Frías, como guía y sustento cual "roca basáltica" donde apoyarse en pos del visionado de nuevos horizontes, protector de las radiaciones nocivas, y siempre dispuesto a los nuevos retos. Recuerdo la curiosidad y emoción que sentí el día en que Jesús colocó la maqueta de Marte sobre mis manos, en su despacho de la Universidad Complutense de Madrid, "presentándome" de manera oficial el Planeta Rojo durante la primera entrevista, con enorme positividad e ilusión por el proyecto planteado. Por todos y cada uno de los ratos de análisis, investigación y hallazgos obtenidos. También a su mujer, Joaqui, por los diversos momentos de celebración en familia y aventuras culturales.

Agradecimiento especial también a Antonio Torres y a su familia, la cual fue un apoyo incondicional para el grupo de trabajo en ese primer proyecto. Primer consultor que tuve en materia aeroespacial. Entusiasta, gran conocedor y profesional experimentado en misiones espaciales –tanto en la parte técnica, como humana de estas– y sus agentes, como son los astronautas. Atendí su expresión facial cuando nos juntamos para hablar sobre la propuesta planteada (antes de terminar la charla ya habíamos comenzado el trabajo en firme), exprimiendo las múltiples noches casi en vela en las que junto a Juanjo García (apasionado y estudioso de la materia en el campo aeroespacial, metódico, preciso y cauto en el desarrollo del trabajo a la hora de desarrollarlo), discutíamos sobre cálculos y posibilidades técnicas…, incluso compartiendo en alguna ocasión su afición por el acordeón junto a una buena cena. Gracias por ponerme en contacto con personal de la ESA que ha podido participar de esta investigación, y por todas esas anécdotas que nos contaste en todas las visitas, con momentos de esparcimiento incluidos, los cuales tanto hemos disfrutado.

Con el mayor cariño y especial atención a Juan José García Valverde, más que compañero de viaje en el trayecto y materia. Sin su apoyo, arrojo, dedicación y comprensión no hubiera sido posible la elaboración de esta tesis. Compartiendo más que anécdotas y aficiones….

Agradezco también a los astronautas su participación en este estudio, brindándome su tiempo y compromiso, siendo estos: Michael López-Alegría, con cariño por su gran eficiencia, entusiasmo y simpatía, dada su disposición a prestar la ayuda que necesité para poder contactar con compañeros astronautas, así como a Paolo Angelo Nespoli, Luca Parmitano, David Carl Hilmers, Ellen Louise Shulman Baker, Claude Nicollier, Steven Roy Swanson, Franz Artur Viehböck, Michel Ange-Charles Tognini, Andy Thomas, Scott Edward Parazynski, Scott Douglas Altman, Charles Gemar, Dorothy Marie Metcalf-Lindenburger, Jay Clark Buckey, Jr., Gregory Carl Johnson, James Patrick Dutton, Jr., Duane Gene Carey, José Moreno Hernández, Christopher Altman, Thomas Henry Marshburn, Nicole Marie Passonno Stott, Christopher John Cassidy, Jean-Loup Jacques Marie Chrétien, Carl Joseph Meade, Robert Brent Thirsk, Kevin A. Ford y Peggy Annette Whitson, una mujer comprometida con su profesión, todo un ejemplo a seguir.

De igual modo, agradecer a los CMAH sus aportaciones y disposición, siendo estos: el Dr. Borja Pozo Larrocha, Space Technology Leader and Multidisciplinary Engineer Researcher en Tekniker, así como a Alejandro Guerra Mentruit, Evandros Theodosiou, Brian Murphy, Selene Cannelli, Benedetta Facini, Simon Joel Kälin, Agnieszka Elwertowska y Agata Maria Kołodziejczyk, entre otros, y a los CST, como es el caso del instructor de astronautas de la ESA/EAC, Carlo Vizzi, y del investigador del Centro de Astrobiología (associated to NASA Astrobiology Program), Dr. Jorge Pla-

García, gran persona y muy comprometido con todas las investigaciones en temas relacionados con el espacio (un “espacio-trastornado” de primer orden), al igual que el Oficial Médico (Ministerio de Defensa Español), Guillermo José Ternawski, con el que coincidí en un congreso de Ingeniería Aeroespacial surgiendo motivaciones comunes tras las que hemos podido compartir anécdotas y ratos de celebración en equipo, y el piloto primer oficial superior A320 en Aegean Airlines, Ioannis Lignos, además de la Dra. Mindy Howard.

A Pedro J. San José Solla, gran entusiasta de la divulgación de la ciencia del espacio, por su apoyo, disposición y ayuda prestada en contactar con algunos de los astronautas que han participado.

A mi padre, Ibrahim Yousef, médico neurocirujano. Por transmitirme la importancia del trabajo y el esfuerzo, además de la atención humanizada al paciente.

Por último y de manera especial a mi madre, María Victoria, quien fue una admirable e incansable profesora, con gran entrega y dedicación a sus alumnos. Fuerte, valiente, luchadora, alegre y gran conocedora de la historia de la humanidad y la cultura. Por transmitirme infinitud de valores que me han guiado a lo largo de la vida. Por su cariño, experiencia, ganas y sabiduría.

ÍNDICE:

1 INTRODUCCIÓN 1

1.1 OBJETIVOS 5

1.2 JUSTIFICACIÓN 9

1.3 METODOLOGÍA 9

1.4 ESTADO DE LA CUESTIÓN 10

2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS 15

2.1. PRIMEROS ARQUITECTAS/OS EN ARQUITECTURA PLANETARIA 26

2.2. PROYECTOS EN LOS QUE SE ESTÁ TRABAJANDO ACTUALMENTE 29

3 UTILIZACIÓN DE ESPACIOS NATURALES: "GEOLOGICAL ASTROIKOS" 50

4 ICHNÓS DEL HABITÁCULO LUNAR 60

4.1 SINOPSIS 64

4.2 LA PROYECCIÓN DE UN HÁBITAT LUNAR 64

4.3 PROYECTO FOCARIS, como hábitat lunar 66

4.4 EL HÁBITAT: IDEA Y COMPOSICIÓN 72

4.5 CONSIDERACIONES PARA LA CONFIGURACIÓN DEL HÁBITAT 79

1. La seguridad: elección de materiales y sistema constructivo . 83

2. El cuidado de la salud al interior de un HÁBITAT TERAPÉUTICO: ANALOGÍA CON EL CENTRO HOSPITALARIO PARA LA CURACIÓN 100

3. El confort: la ergonomía en el medio 134

4. La investigación y la transmisión de resultados o enseñanza 136

5 GEOÉTICA EN LA CONSTRUCCIÓN DE LOS HÁBITATS 140

5.1 INTRODUCCIÓN 144

5.2 MARCO NORMATIVO EXISTENTE 146

5.3 TEORIAS EN GEOÉTICA QUE AFECTAN A LA CONSTRUCCIÓN DE LOS HÁBITATS 148

5.4 APUNTE SOBRE ASPECTOS GENERALES A CONSIDERAR EN GEOÉTICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS HÁBITATS 152

6 ESTUDIO REALIZADO CON ASTRONAUTAS, QUE CONFIRMAN LAS TESIS PLANTEADAS EN EL PROGRAMA DE NECESIDADES 157

6.1 INTRODUCCIÓN 161

6.2 MATERIALES Y MÉTODOS EMPLEADOS 161

1. El diseño del estudio y el cálculo del tamaño de la muestra . 161

2. La Organización del Cuestionario 163

6.3 RESULTADOS 164

1. Datos demográficos, Bloque 1. Perfil del habitante 164

2. Bloque 2. Experiencias en el espacio 175

3. Bloque 3. Expectativas en una misión a la Luna o Marte 177
4. Discusión 178
5. Conclusiones de la investigación con astronautas 185

7 CONCLUSIONES 189
7.1 CONCLUSIONES FINALES 193
7.2 FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN 195

FUENTES DE INFORMACIÓN 202
Bibliografía 204
Notas 214
Websites 216
Testimonios en primera persona 220

RELACIÓN DE ACRÓNIMOS 229
Relación de acrónimos 231

ANEXOS. 236
Anexo 1. Relación de figuras 238
Anexo 2. Relación de tablas 247
Anexo 3. Participación en proyectos de Arquitectura Planetaria: 249
1. FALLAMARS. Hábitat en Marte (2015) 251
2. LYCHEN CITY. Ciudad en Marte (2020) 260
3. FOCARIS. Hábitat en la Luna (2021) 275
Anexo 4. Tabla de filiación y datos de todos los astronautas 293
Anexo 5. Encuesta a los participantes en la investigación 305
Anexo 6. Encuestas recibidas de los participantes en la investigación 311

1 INTRODUCCIÓN

"La arquitectura es el punto de partida del que quiera llevar a la humanidad hacia un porvenir mejor".

(Le Corbusier, *Vers une architecture*, 1923)

CONTENIDO

1.1 OBJETIVOS

1.2 JUSTIFICACIÓN

1.3 METODOLOGÍA

1.4 ESTADO DE LA CUESTIÓN

1 INTRODUCCIÓN

El ser humano siempre ha tenido el anhelo de explorar y habitar fuera de su entorno próximo. Dicho espíritu de superación, como especie, lo ha llevado a realizar avances en pos de dominar medios no idóneos *a priori*, para su propia existencia, como el líquido (ríos, lagos, mares y océanos), adentrándose posteriormente en la posibilidad de poder ocupar el medio aéreo, al igual que las aves voladoras ya lo hacían.

Mientras cada una de las especies del reino animal habitan diferentes medios, la humana anhela poder explorar todos ellos, y por qué no, habitar otros cuerpos celestes. La Arquitectura Planetaria, o Astro-Arquitectura, trata de estudiar y plantear las mejores opciones, con el fin de proporcionar la habitabilidad necesaria a la especie humana en estos entornos tan agresivos.

Contar con nuevos hábitats frente a la colonización de otros planetas surge de la motivación innata en los seres humanos de "traspasar fronteras", llevando implícita la persecución del avance científico, tecnológico y sociocultural por medio del estudio y puesta en marcha de nuestras capacidades junto a la búsqueda de desarrollo. Así, Stephen Hawking encontraba necesario "ir donde nadie ha ido nunca aún", con el fin de poder sobrevivir frente a "peligros y desastres" múltiples, por lo que proyectar y construir en base a las necesidades de máxima seguridad, confort, y mínimo consumo energético se hace necesario para cumplir, como decía Alvar Aalto (pionero en la arquitectura moderna), con "las plenas exigencias de una sociedad positiva", reflexiones que se presentan en este trabajo, y que plantea las premisas desde una visión sistémica de la Arquitectura Planetaria. Bajo estas claves se ha desarrollado el consiguiente trabajo:

1.1 OBJETIVOS

Para la realización de la investigación, se parte de la búsqueda de tecnología capaz de desarrollar misiones en la exploración de largo alcance por parte de diferentes agencias espaciales dados, entre otros, los objetivos recogidos tanto en la "Política Espacial Nacional de EEUU" como en la "Ley de Autorización de la NASA", ambas de 2010, sobre el inicio de "*misiones tripuladas más allá de la Luna, incluyendo el envío de humanos a un asteroide, para el 2025*" y el envío de "*humanos para orbitar Marte y devolverlos de forma segura a* la Tierra, a mediados de la década de 2030", además de las –entre otras– manifestaciones que la propia Agencia dejaba recogidas en diciembre del 2014, bajo el lema de "NASA´s Journey to Mars"[1], por medio de las que reconocían que *"Ingenieros y científicos de todo el país están trabajando arduamente para desarrollar las tecnologías que los astronautas utilizarán para vivir y trabajar algún día en Marte, y regresar de manera segura a casa desde el próximo salto gigante para la humanidad",* así como la existencia de diferentes programas espaciales –en vías de desarrollo– para el estudio de otros planetas, como es el caso del Programa Aurora –promovido por la Agencia Espacial Europea (ESA)– cuyo principal objetivo ha sido –desde su inicio, en noviembre de 2001– *elaborar, y posteriormente llevar a cabo, un plan europeo a largo plazo para la exploración robótica y humana del Sistema Solar*, tratándose de un *plan en el que Marte, la Luna y los asteroides constituirán los principales objetivos*"[2].

En relación con las misiones de exploración anteriormente indicadas y, en concreto, a la exposición firmada por William H. Gerstenmaier [1] –actual Administrador Asociado de Exploración Humana y Operaciones para la NASA–, el 28 de marzo de 2017, sobre los "Avances en la definición de la puerta de enlace al espacio profundo y el plan de transporte", la NASA ha trazado un programa –integrando varias fases de actuación– por medio

[1] Fuente: https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2017/11/journey-to-mars-next-steps-20151008_508.pdf

[2] Fuente: http://www.esa.int/esl/ESA_in_your_country/Spain/Mas_informacion_sobre_Aurora

del cual se persigue la construcción de una estación espacial (la Deep-space Gateway) próxima a la Luna, con la doble función de servir como lugar de pruebas para las operaciones y tecnología necesarias para el desarrollo de misiones relativas a Marte, y de poder ser utilizada como "puerto de lanzamiento" de la prevista futura misión tripulada de un año al planeta rojo. Entre los elementos básicos propuestos para la futura estación se encuentra –además de un módulo de propulsión y energía, un módulo logístico para hacer investigaciones científicas y una esclusa para acoplar otros vehículos espaciales–, un hábitat, como elemento a establecer en el espacio cislunar[3]. De este modo, la propia agencia ha planteado la posibilidad de poder contar con recintos habitables tanto en la superficie lunar como en la marciana por medio de llamamientos varios –concursos públicos, entre ellos– con el fin de calibrar las posibilidades de su construcción con las mayores garantías de seguridad para la tripulación, reducción de material a transportar en los vehículos espaciales, y menor impacto ambiental y gasto energético, entre otras.

Al hilo de lo expuesto sobre los hitos a alcanzar con anterioridad a la fase de asentamiento marciano, según el astrobiólogo Christopher P. McKay, científico planetario del Centro de Investigación Ames de la NASA, es *indispensable que primero tomemos experiencia en hacer bases espaciales* en la Luna, *antes de aventurarse a Marte*, habiendo expresado a su vez que, *una base lunar nos daría la oportunidad de probar sistemas de propulsión, hábitats, comunicaciones, y sistemas de soporte de vida*[4]. Sin embargo, y en paralelo a los descubrimientos en materia de asentamiento lunar, se sigue desarrollando la tecnología capaz de proporcionarnos conocimientos sobre Marte, enviando diferentes vehículos espaciales y robots de exploración, como el rover Curiosity del Mars Science Lavoratory, el cual ha podido facilitar mediciones en materia de radiación tanto durante su trayecto al planeta, como en su propia atmósfera, advirtiendo de este modo sobre la necesaria protección con la que deben contar tanto los astronautas que llegasen a aterrizar sobre la superficie marciana, como los posibles hábitats marcianos a plantear para su supervivencia durante su estancia en el mismo planeta.

En la misma línea de investigación sobre habitabilidad planetaria, la experiencia de la Estación Espacial Internacional (ISS) se ha revelado como esencial, de tal modo *que los astronautas en el laboratorio orbital nos están ayudando a probar muchas de las tecnologías y sistemas de comunicaciones necesarios para las misiones humanas al espacio profundo, incluido Marte. La estación espacial también avanza en nuestra comprensión de cómo el cuerpo cambia en el espacio y cómo proteger la salud de los astronautas*[5].

Por otro lado, la necesidad de contar con hábitats humanos, dada la perseguida búsqueda de la colonización de otros mundos –tanto en ámbito novelístico de ciencia ficción, como de manera real bajo la jurisdicción de aquellos organismos oficiales y entes de carácter político de diferentes países–, nace de la motivación innata en los seres humanos de "traspasar fronteras" o alcanzar metas elevadas, llevando implícito –aquel estado– la búsqueda de avance científico, tecnológico y socio cultural terrestre con todo lo que conlleva en materia aeroespacial y sanitaria, entre otras, por medio del estudio y de la "puesta en marcha" de nuestras capacidades, es decir, de nuestra búsqueda de avance y desarrollo. De este modo, pese a contar con la posibilidad de enviar exclusivamente robots e incluso humanoides a planetas lejanos –sin necesidad de idear habitáculos determinantes para la supervivencia humana–, el astrónomo Ian Crawford compara el trabajo entre el robot Opportunity y los tres astronautas que participaron en la misión Apolo 17 durante su estancia de tres días en la Luna, remarcando que estos últimos "*recorrieron más de 34 kilómetros en la superficie lunar* –a través del valle de Taurus-Littrow–*, lograron perforar un agujero de 2,54 metros (8,3 pies),*

[3] Fuente: https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/nss_chart_v23.pdf
[4] Fuente: https://www.nasa.gov/50th/50th_magazine/futureExploration.html
[5] Fuente: http://exploredeepspace.com/deep-space-mission/getting-to-deep-space/

dejaron funcionando un montón de instrumentos –muy avanzados y jamás desplegados– *y trajeron a la Tierra 110,5 kilos de rocas para ser estudiadas*". En cuanto a lo anteriormente indicado, Javier Ventura-Traveset (portavoz de la Agencia Espacial Europea (ESA)), respecto su consideración frente a la exploración espacial –y búsqueda de vida en Marte– por parte del ser humano, ha expresado que "si el ser humano no explora, se extermina", pese a haber aclarado que *el objetivo número uno de la Agencia es el cuidado de nuestro planeta por medio de su observación y, de manera prioritaria, el estudio del cambio climático y el Medio Ambiente*, no viéndolo como una consecuencia basada en la necesidad de abandono de la Tierra por los propios seres humanos por el deterioro de nuestro planeta. Sobre estos aspectos también pudo expresarse Stephen Hawking[6] (1942-2018), según quien, "*las misiones con robots son mucho más baratas…, pero no logran atrapar la imaginación de la gente del mismo modo, y tampoco son capaces de extender la especie humana hacia el espacio, algo que debería ser nuestra estrategia a largo plazo. Si queremos sobrevivir durante otro millón de años, tendremos que ir donde nadie ha ido nunca aún. La vida en la Tierra está cada vez más amenazada por peligros y desastres como el calentamiento global, las armas nucleares, virus modificados genéticamente… Creo que el único futuro del ser humano pasa por viajar al espacio*".

Así, si llega a hacerse realidad el asentamiento humano en otros mundos, o colonización, no deberíamos olvidar las lecciones aprendidas en materia de vivienda. A este respecto, Alvar Aalto[7] apuntaba en su texto sobre "*El problema de la vivienda*" que, "*Cada individuo representa una reserva de energía…. Lo que hoy investigamos se puede resumir en lo siguiente: ¿Qué requisitos mínimos hay que establecer en la vivienda, en su construcción y en su consumo interno, para que cumpla las plenas exigencias de una sociedad positiva?*" [8]. Quizás sea este el inicio…

De este modo, al igual que en un hospital es imprescindible perseguir el confort del usuario, como situación influyente tanto en la cura del paciente (en especial, el de larga estancia) como en la eliminación de posibles enfermedades nosocomiales vía la prevención –a través de la asepsis, junto a otras cualidades ambientales del tipo formas, colores, olores, sonidos, materiales, iluminación, temperatura, control de radiación, encuentros, recorridos, relación entre espacios específicos, accesos, señalizaciones, aperturas y niveles–, por medio de la investigación planteada, se pretende prestar especial atención a estos aspectos arquitectónicos a la hora de pensar en hábitats planetarios. En definitiva, estos hábitats, no solo constituirán una vivienda en otros mundos para los propios astronautas, sino también sus propios centros sanitarios. A este respecto, el mismo A. Aalto indicaba que, "*una vivienda contiene en sí un alto nivel de confort si los desplazamientos, traslados, movilidad, cambios de una actividad por otra, etc., ocurren orgánicamente –sin molestias ni esfuerzos–….*".

Por medio del presente trabajo, se configura un tipo de arquitectura planetaria cuya concepción se establece desde la premisa de la persecución de las necesidades del astronauta como ser humano en sí mismo, continuando –al tratarse de una tipología de proyecto arquitectónico cuya función va enfocada a usuarios también sensibles, y

[6] (Stephen William Hawking; Oxford, 1942 - Cambridge, 2018) Físico teórico británico. A pesar de sus discapacidades físicas y de las progresivas limitaciones impuestas por la enfermedad degenerativa que padecía, Stephen Hawking es probablemente el físico más conocido entre el gran público desde los tiempos de Einstein. Fuente: https://www.biografiasyvidas.com/biografia/h/hawking.htm

[7] (Kuortane, 1898 - Helsinki, 1976) Arquitecto finlandés, uno de los más importantes del siglo XX. Completó su formación en Finlandia realizando gran cantidad de viajes por otros países. Sus proyectos de la década correspondiente a 1920 denotan la influencia del gran maestro del funcionalismo y padre de la arquitectura moderna, Le Corbusier; ejerció además, Alvar Aalto, como pionero del mismo movimiento en Finlandia. Logró el reconocimiento internacional, y desde 1940 hasta 1949 fue profesor del Instituto de Tecnología de Massachussets en Cambridge (Estados Unidos). En 1955 ingresó en la Academia Finlandesa.
Fuente: https://www.biografiasyvidas.com/biografia/a/aalto.htm

[8] Alvar Aalto (El problema de la vivienda. Var bostad som problem. Domus nº 8-10, 1930).

necesitados del medio– con la reflexión referida por Le Corbusier frente al encargo del Hospital de Venecia, quien enfocó la figura del hombre como "la clave" ("*la clave es siempre el hombre*") de un proyecto que planteaba como un "casa de hombre" al igual que lo es una vivienda como tal. En este sentido, se persigue un tipo de hábitat planetario que "gire" en torno a las figuras de los propios tripulantes de la misión, pues si en la misma memoria del proyecto de 1964 exponía Le Corbusier –en base a práctica y estudios– que "*una estancia confortable para el paciente supone una mejor y más rápida curación…*", cabría trasladar esta realidad a aquella en la que un mejor espacio proyectado nos permitiría paliar los problemas cardiacos, de descalcificación, pérdida muscular, y estrés, que sufre el astronauta una vez en el espacio, además de la limitación frente a la exposición de radiación cósmica.

Del mismo modo que Berthold Lubetkind nos mostró –a través de otro Centro Médico (C. M. de Finsbury), construido en 1938–, una de sus máximas a la hora de abordar el proyecto arquitectónico encomendado, respecto a su manifestada creencia sobre que "*nada es demasiado bueno para la gente*" buscando, tanto que los pacientes se sintieran acogidos en el centro, como que el usuario se sintiera relajado en un ambiente que él llamaba amable, mediante esta tesis se persigue alcanzar las bases para poder generar un tipo de arquitectura en consonancia con el concepto de amabilidad o "cuidado por el recipiente" indicado. Se busca la serenidad para quienes por larga temporada deban permanecer "confinados" en un mismo recinto ubicado en un cuerpo con condiciones distintas a las del globo terráqueo. Esto último nos abre una reflexión frente al efecto de tranquilidad que sobre el astronauta puede ejercer el sentirse bajo buen cobijo, o lo que es similar, acogido de la mejor manera posible frente las inclemencias exteriores –en el caso que nos ocupa, serios agentes dañinos para el ser humano–, habiéndose demostrado tanto en el campo de la medicina como en el de la psicología, con estudios tipo el de Roger S. Ulrich en 1984, que "*la ansiedad puede afectar a diferentes indicadores de recuperación como: el dolor, la toma de analgésicos y sedantes, la adaptación psicológica, las náuseas, las complicaciones, la fiebre, la presión sanguínea…*", en esta línea, la revista The Lancet publicó un estudio donde se mostraba muy claramente la influencia negativa de la ansiedad sobre el sistema inmunitario (Kiecolt-Glaser, Marucha, Malarkey, Mercado y Glaser, 1996).

Partiendo de lo indicado con anterioridad, se plantea la presente tesis doctoral basada en la hipótesis del posible establecimiento de condiciones de vida más que favorables para los seres humanos en otros planetas, por medio del empleo de hábitats compatibles con las condiciones y recursos propios de los entornos específicos considerados –en este caso– para su posible continuidad en el tiempo. La tesis se orienta a servir de soporte frente al análisis y conveniencia de las formaciones naturales denominadas tubos de lava como refugio de los miembros de una tripulación espacial, en las superficies lunar y marciana, así como al análisis de la configuración arquitectónica de un posible recinto habitable en los mismos entornos, bien como apoyo a las formaciones indicadas, bien como hábitat independiente, en la búsqueda del medio propicio para el desarrollo de la vida y la protección del individuo ante la colonización del satélite, por un lado, y el planeta, por otro. Todo ello, sin dejar de lado las manifestaciones y experiencias del propio astronauta en ejercicio, haciéndoles partícipes –a aquellos posibles integrantes de una misión tripulada al espacio exterior– de la pretendida investigación, al intentar trasladar las palabras del propio A. Aalto en referencia a la otra tipología edificatoria también comentada, por medio de la cual el mismo arquitecto nos advertía sobre un tipo de usuario también sensible al medio, indicándonos que "*si tenéis que construir un sanatorio, o un hospital, recurrís a los pacientes –y en este caso los pacientes son vuestros clientes reales, no la persona de turno o el comité que os lo encarga– para estudiar la particular sensibilidad de la vida humana, demandando el conjunto una solución arquitectónica diferente*", pues tratamos aquí con seres humanos sensibles a las condiciones extraterrestres con las que deben lidiar una vez dejan nuestro –aún hoy– planeta Tierra, que no son

escasas.

Ello conlleva la siguiente serie de objetivos expuestos a continuación:

1. La identificación y el análisis de posibles espacios subterráneos potencialmente válidos para la ubicación de los hábitats, junto con el estudio de propuestas de intervención viables para su posible ocupación por parte de los astronautas escogidos para una futura misión en la Luna y/o Marte.

2. La proyección de hábitats artificiales, en entorno lunar y marciano, con la capacidad de adaptarse a los futuros y diversos avances de ámbito aeroespacial previsibles de acaecer en el tiempo; independientes, o complementarios de los posibles hábitats planetarios –naturales– a estudiar, y preparados para proteger a los astronautas del satélite y planeta a analizar, de manera que estos puedan establecerse sin complicación sobre el nuevo emplazamiento de exploración, contando con un hogar estable, propio y definido, el cual cubra sus necesidades habitacionales durante todo el período en el que se encuentren de misión, conteniendo el mismo a su vez, todo lo necesario para albergar cómodamente la vida humana, incluyendo las áreas de descanso, cocina/laboratorio, los dormitorios y los baños, además de aquellas tomadas como necesarias para el mejor rendimiento de sus futuros usuarios a la hora de recoger, evaluar y transmitir información del lugar encomendado con el fin de poder llevar a cabo el cometido científico confiado al grupo. Todo ello en busca de favorecer la salud de la tripulación en base, entre otras, a la ergonomía interior de la construcción a proyectar.

3. Por otro lado, por medio de la investigación en materia de habitabilidad, como búsqueda de la humanización de toda aquella arquitectura espacial a plantear con el fin de dar cobijo al desarrollo de la actividad humana en cualquiera de sus posibles formas, dentro de las expectativas que alberga la comunidad científica sobre el posible establecimiento de una colonia humana extraterrestre, se trata de demostrar la capacidad de la arquitectura planetaria una vez ha sido ésta pensada al servicio de la condición humana. Se pretende así, establecer criterios y pautas para la proyección y materialización de hábitats planetarios destinados específicamente al fin de, entre otras, contribuir a mantener al astronauta en el mejor estado físico y anímico posible durante su estancia por largos períodos de tiempo al interior de aquellos, en base a las condiciones de confort ambiental del tipo lumínicas, térmicas, acústicas, materiales, de forma y composición, y de relación con otros espacios necesarios para su desarrollo favorable, así como de protección frente a los agentes nocivos externos. De esta manera, la tesis pretende recorrer el camino en busca de la mayor respuesta positiva de la salud y estado anímico del astronauta, utilizando la arquitectura planetaria a plantear en consonancia con aquellos aspectos relativos a la funcionalidad, construcción fuera del entorno terrestre e incluso forma, que en conjunto conllevaría la misma bajo las mencionadas directrices a alcanzar.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Este trabajo persigue iniciar y proporcionar unas claves de inicio que sirvan como base a los profesionales de la arquitectura, así como a cualquier disciplina que pudiera intervenir en el proceso constructivo de los proyectos de hábitats en otros cuerpos celestes, permitiendo dar un sentido humano a estos espacios y proporcionando un análisis conceptual a dicho fin.

1.3 METODOLOGÍA

La metodología empleada en la elaboración de la tesis que aquí se expone sigue el método analítico de investigación, con el fin de analizar las

causas, naturaleza y efectos de los temas a tratar, junto al estudio de posibles hipótesis de partida planteadas mediante ejemplos de casos tanto teóricos, como prácticos –en materia de arquitectura espacial/planetaria–, existentes, y de aquellos a plantear de nuevas, por medio de la misma.

Con el fin de lograr los objetivos propuestos, se establecen en paralelo dos sistemas analíticos que tratan de ser coherentes, sin confundir los distintos planos, fijando la atención en la ARQUITECTURA PLANETARIA y en las NECESIDADES FÍSICAS Y PSÍQUICAS DE LOS ASTRONÁUTAS EN MISIÓN ESPACIAL.

Por otro lado, el método –basado en la constatación, deducción, análisis y síntesis, de toda aquella información recopilada, relevante para la tesis– se apoya en aspectos históricos de las relaciones consideradas fundamentales al objeto de estudio, hasta alcanzar los objetivos propuestos.

Entre las fuentes de información, se incluye la literatura de referencia junto a aquellas del tipo diccionarios, tratados, manuales y textos, así como monografías y obras colectivas.

Se ha hecho imprescindible la consulta de tesis y otros trabajos de investigación confeccionados de primera mano por sus autores –con inclusión de encuestas normalizadas, mediciones sobre casos reales y gráficos– para su lectura en congresos junto con sus respectivas actas, discusiones, opiniones de ingenieros, astrogeólogos, médicos, arquitectos y especialistas en la materia, artículos científicos y de revistas especializadas –originales– de actualidad.

Otras fuentes empleadas son las no impresas, y entre ellas los proyectos arquitectónicos –aún teóricos–, así como las aportaciones del campo aeroespacial, de la geología planetaria, astrobiología, astrofísica, medicina y la psicología, entre otras posibles; de esta manera, es fundamental la constatación de algunas de ellas por parte de profesionales de otras disciplinas, y así su colaboración.

1.4 ESTADO DE LA CUESTIÓN

Se plantea una visión global y rigurosa acerca de cuál es el estado-del-arte sobre la arquitectura que tiene como fin el diseño y la ejecución de hábitats en otros cuerpos celestes, incluyendo los aspectos de la habitabilidad humana en la experiencia relativamente actual de vivir fuera de nuestra Tierra, como es el caso de los módulos orbitadores, que aun no estando asentados sobre un cuerpo son espacios donde se vive, investiga, se hace deporte, etc.

Realizando un análisis de búsqueda, por medio del uso de la base de datos Web of Science (WoS), con grupos de palabras claves como arquitectura planetaria, arquitectura espacial, hábitat extraterrestres, hábitat lunar y hábitat marciano, y tras realizar un cribado exhaustivo de los resultados, seleccionando los artículos científicos que podrían centrar su atención con determinados aspectos de la arquitectura enfocada a desarrollar los retos de crear hábitats fuera de la Tierra, obtenemos los siguientes resultados:

Se han estudiado 296 registros, el primer artículo data de 1978, su título es “Space colonization - reaching into the 'high frontier'” en la revista AIA JOURNAL-AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS, dentro del área de investigación de arquitectura, y el último artículo de Octubre de 2021; “Thermal properties of lunar regolith simulant melting specimen”, realizado por Philipp-Marius Kost, Stefan Linke, Bastian Gundlach, Anthony Lethuillier, Julian Baasch, Enrico Stoll y Juergen Blum, publicado en la revista ACTA ASTRONAUTICA y encuadrado en el área de la ingeniería. La evolución en el tiempo de estos registros es ascendente, con un pico significativo en el 2010 como se muestra en la Figura 1.

El documento registrado de esta muestra es, en su gran mayoría, del tipo

artículo (179 unidades), seguido de actas de congresos (96 unidades); el resto se trata de libros, materiales editoriales y correcciones. Las áreas de investigación de los registros se detallan en la Figura 2.

Figura 1. Gráfico de líneas de la evolución en números de registros. Fuente: Elaboración propia en base a los datos Web of Science. Búsqueda realizada para el período 1978-2021.

Cabe destacar que el 62% se trata de ingeniería, y únicamente el 2% se encuadra dentro de la arquitectura. Los nombres de los espacios donde más se publican artículos sobre hábitats extraterrestres, respecto a los registros señalados, se recogen en la Figura 3, siendo ACTA ASTRONAUTICA –de la editorial PERGAMON-ELSEVIER SCIENCE LTD, de EEUU– la revista científica más utilizada por los investigadores donde exponer sus estudios, con una clasificación por factor de impacto Q1 (6/34) en el área de investigación de ingeniería / aeroespacial, percentil (JIF) 83,82 en el año 2020; según figura en el Journal Citation Report (JCR).

Figura 2. Diagrama de tarta con el reparto de las áreas de investigación del muestreo realizado. Fuente: Elaboración propia en base a los datos Web of Science. Búsqueda realizada para el período 1978-2021.

España, con 5 registros, se encuentra en la decimotercera posición, detrás de Rusia –según se puede apreciar en la Figura 4–, siendo Estados Unidos –con 168 registros–, el país que más contribuye a las investigaciones que aquí estamos analizando. De los 296 registros encontrados, 55 han sido investigaciones financiadas por entidades y, si las agrupamos por los países o regiones de donde son estas, obtenemos los resultados expuestos en la Figura 5.

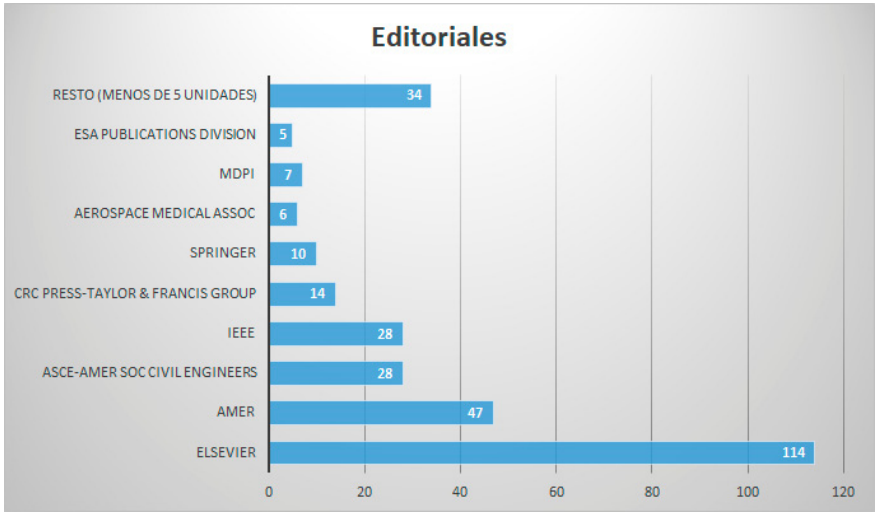


Figura 3. Diagrama de barras agrupadas en los títulos de fuentes de publicación. Fuente: Elaboración propia en base a los datos Web of Science. Búsqueda realizada para el período 1978-2021.

Tras el presente estudio publicado[9], puede afirmarse que el área de investigación involucrada y con más experiencia en la cuestión que estamos analizando es la ingeniería con todas y cada una de sus ramas, puesto que es esta la encargada de resolver las barreras iniciales a las que nos enfrentamos, siempre en constante relación interdisciplinar con otras no menos importantes como la astronomía, la astrofísica, la geología, la biología, la medicina, etc. Es por ello que se debería dar un incremento considerable del enfoque desde la arquitectura, que resuelva los retos propios de la habitabilidad en la relación con el entorno que se ha de construir fuera de nuestro planeta y alcanzar, así, la "Humanización de la Arquitectura Espacial", como ya se describió en el proyecto FALLAMARS: «Seres humanos capaces de contribuir al progreso de la vida y la ciencia, dispuestos a abandonar su entorno natural con el fin de abrir un nuevo horizonte que pueda ayudar a establecer un nuevo asentamiento con nuevos y avanzados parámetros de supervivencia, para futuras generaciones, y que además, deban pasar largas horas enclaustrados en un volumen edificado en ambiente "a priori" bastante hostil, merecen encontrar un hábitat el cual no solo les haga sentirse protegidos, con la correspondiente tranquilidad y comodidad que ello conlleva, sino que a su vez les aporte un espacio que irradie algo de esperanza, ilusión, luminosidad, alegría, sosiego,…en definitiva, un ambiente capaz de transmitir ganas de vivir y estar»[10].

[9] Fuente: Eid-Macheh-Sánchez, Y., Martínez-Frías, J., García-Valverde, J., Blanca-Giménez, V. (Geología y Arquitectura Planetaria: análisis bibliográfico y situación actual. TIERRA Y TECNOLOGÍA, nº 59, 2022). https://dx.doi.org/10.21028/yes.2022.02.23

[10] Fuente: Eid-Macheh-Sánchez, Y., Martínez-Frías, J., García-Valverde, J., Torres-Ferrer, A.,Aaron-Graves, J. (2015) Project "FALLAMARS",3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute. http://fallamars.com/projects.

Figura 4. Diagrama de barras agrupadas en los países que más contribuyen con sus investigaciones publicadas en el área de estudio que se está revisando. Fuente: Elaboración propia en base a los datos Web of Science. Búsqueda realizada para el período 1978-2021.

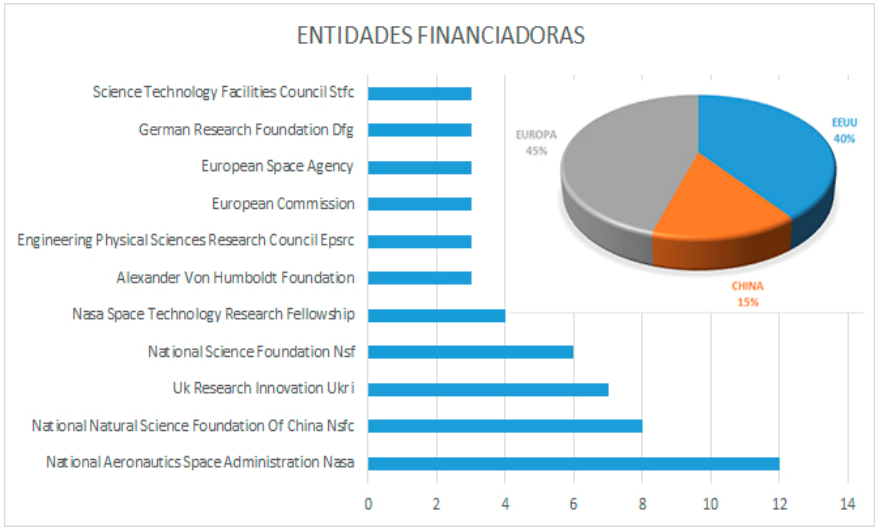


Figura 5. Diagrama de barras agrupadas de las entidades financiadoras y gráfico de tarta de las regiones de origen de estas. Fuente: Elaboración propia en base a los datos Web of Science. Búsqueda realizada para el período 1978-2021.

2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

"No existe un descubrimiento en la ciencia, por revolucionario que sea… que no se origine de lo que sucedió antes".

(Isaac Asimov, *The Naked Sun*, 1957)

CONTENIDO

2.1. PRIMEROS ARQUITECTOS/AS EN ARQUITECTURA PLANETARIA

2.2. PROYECTOS EN LOS QUE SE ESTÁ TRABAJANDO ACTUALMENTE

2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

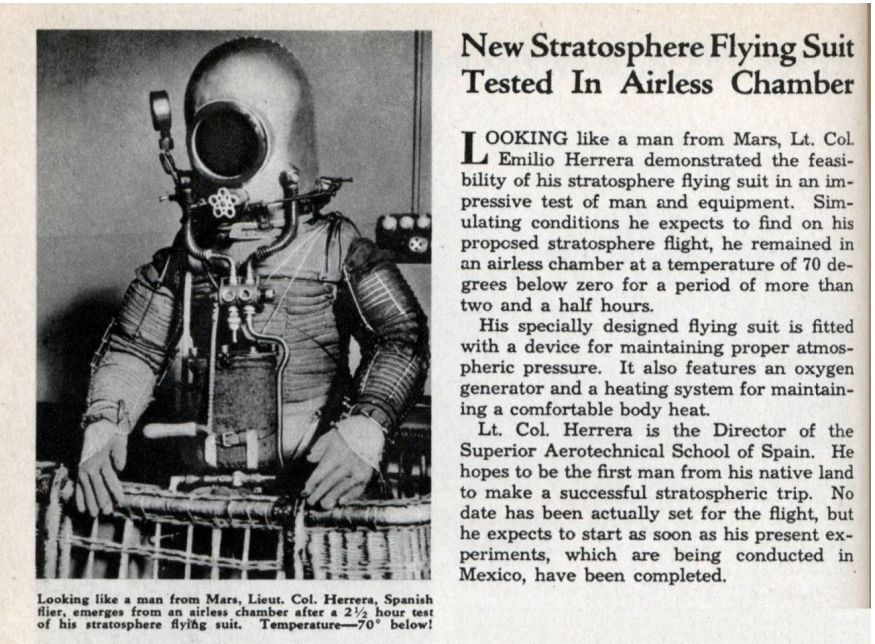
El anhelo de "conquistar" otros mundos, reflejado en novelas como *El hombre en la Luna* (1638), de Francis Godwin, *Los Estados e Imperios de la Luna* (1657), de Cyrano de Bergerac, o *De la Tierra a la Luna* (1865) de Julio Verne, se vio reflejado en proyectos del tipo nave por retropropulsión para viajes interplanetarios planteado por el físico y matemático soviético Tsiolkovski, considerado además el padre de la cosmonáutica, quien decía haberse inspirado justamente en la novelas de Julio Verne[11]. Sin embargo no fue hasta 1923, bajo la publicación Die Rakete zu den Planetenraumen (El cohete en el espacio planetario), que el científico alemán de origen austrohúngaro –pionero de la astronáutica– Hermann Oberth presentase la primera propuesta –considerada seria por sus "compatriotas"– de una estación espacial tripulada para aparecer en la literatura científica en lugar de ficción; en la publicación de Wege zur Raumschiffahrt presentó varios diseños específicos para estaciones espaciales orbitales, incluyendo viviendas esféricas para la tripulación[12].

Es de reseñar en el presente trabajo, al militar, aviador, ingeniero aeronáutico, académico y científico español, Emilio Herrera Linares (Figura 6), –un apasionado de las novelas del escritor francés, Julio Verne–, coetáneo de Torres Quevedo, con la idea de crear una compañía de transporte aéreo encargada de unir los continentes de Europa y América con dirigibles; con de la Cierva, diseñó y construyó el Laboratorio Aerodinámico de Cuatro Vientos –albergando en su momento el túnel más largo y moderno del mundo– germen del actual Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial, INTA. Fundador de la Escuela Superior de Aerotecnia (futuro embrión de la ingeniería aeroespacial española), y tras desempeñar las funciones de delegado español en las primeras convenciones aéreas internacionales (CINA, CIANA), fue nombrado miembro de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, representando a España en la Conferencia de Desarme de la Sociedad de Naciones[13]. Como investigador e inventor, diseñó un globo estratosférico y lo que podría ser la génesis del primer traje espacial, similar a los utilizados en las misiones "Apolo" de la NASA –con el fin de superar la barrera de los 20.000 metros de altitud–, todo listo para realizar dicha hazaña en 1936, aunque quedaría truncado por el comienzo de la Guerra Civil. La prensa internacional se hizo eco del desarrollo de la escafandra estratonáutica, como así se muestra en recortes de la época (Figura 7).

Figura 6. Portada del libro autobiográfico del científico granadino Emilio Herrera Linares: "Del aire al más allá".

[11] Fuente: https://www.biografiasyvidas.com/biografia/t/tsiolkovski.htm
[12] Traducción de Wege zur Raumschiffahrt, de Hermann Oberth, Verlag von R. Oldenbourg, Munich y Berlín, 1929.)

[13] Fuente: Herrera Linares, Emilio; Lázaro Ávila, Carlos; Ricol Félez, África, *Del aire al "más allá"*. Editorial Universidad de Granada, 2018.



New Stratosphere Flying Suit Tested In Airless Chamber

LOOKING like a man from Mars, Lt. Col. Emilio Herrera demonstrated the feasibility of his stratosphere flying suit in an impressive test of man and equipment. Simulating conditions he expects to find on his proposed stratosphere flight, he remained in an airless chamber at a temperature of 70 degrees below zero for a period of more than two and a half hours.

His specially designed flying suit is fitted with a device for maintaining proper atmospheric pressure. It also features an oxygen generator and a heating system for maintaining a comfortable body heat.

Lt. Col. Herrera is the Director of the Superior Aerotechnical School of Spain. He hopes to be the first man from his native land to make a successful stratospheric trip. No date has been actually set for the flight, but he expects to start as soon as his present experiments, which are being conducted in Mexico, have been completed.

Looking like a man from Mars, Lieut. Col. Herrera, Spanish flier, emerges from an airless chamber after a 2½ hour test of his stratosphere flying suit. Temperature—70° below!

Figura 7. La prensa internacional se hizo eco del desarrollo de la escafandra estratonáutica. Créditos: Instituto de Cultura e Historia Aeronáutica de España.

Por otro lado, fue en 1952 cuando el físico estadounidense de origen alemán Wernher von Braun (diseñador principal del cohete V-2), conseguía ser uno de los primeros en ofrecer un diseño de estación. En su artículo "Cruzando la última frontera", para un número especial de la revista estadounidense Colliers, expresaba la idea de avance en este sentido indicando que "*El desarrollo de la estación espacial es tan inevitable como el sol naciente*", convencido del futuro hito sobre el que –entonces– declaró que "*Dentro de los próximos 10 a 15 años la Tierra tendrá un nuevo compañero en los cielos*"; una "*luna artificial*", una base en órbita terrestre "*desde la cual un viaje a la Luna será solo un paso*", será "*llevada al espacio, pieza por pieza, en naves espaciales*". W. von Braun proyectó una estación espacial con forma de rueda (Figuras 8 y 9), cuyo diseño utilizó el cineasta Stanley Kubric para su incorporación en la película "2001: Una odisea del espacio", de 1986[14] (Figura 10).

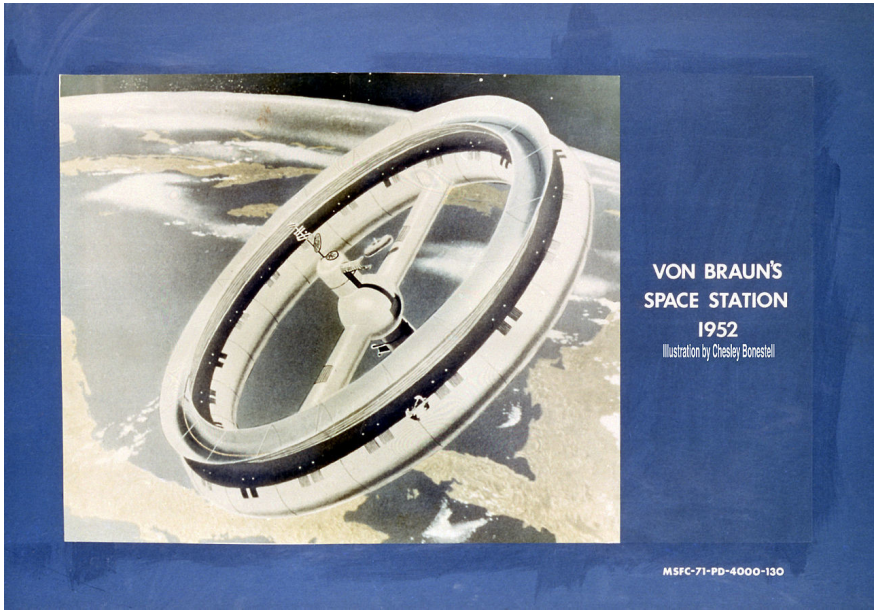


Figura 8. Concepto de estación espacial de Wernher Von Braun (1952). Créditos: Marshall Space Flight Center de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA).

[14] Fuente: https://history.nasa.gov/SP-4011/part1a.htm

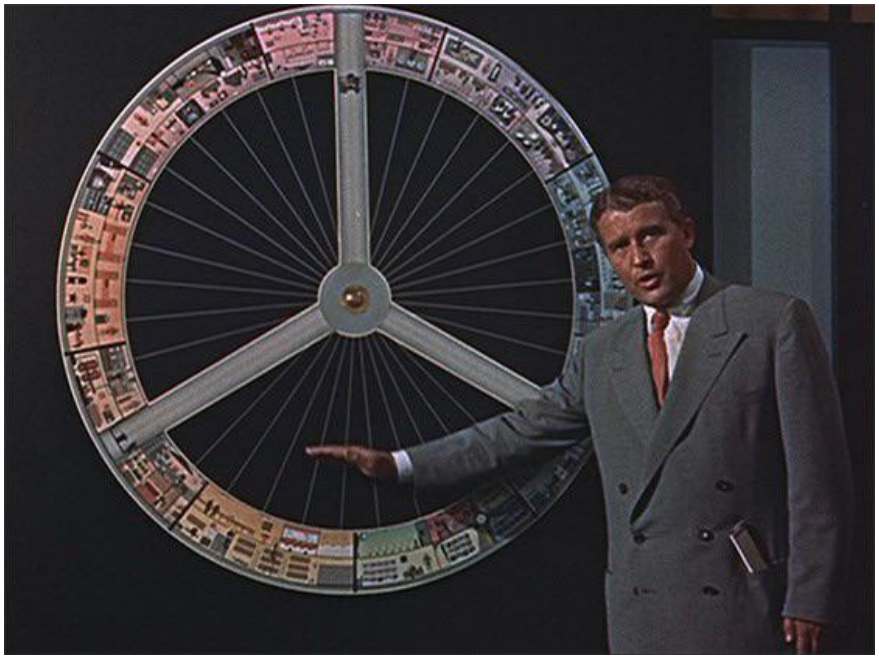


Figura 9. Wernher Von Braun explica un modelo de estación espacial en un programa de televisión de Disney (1956).

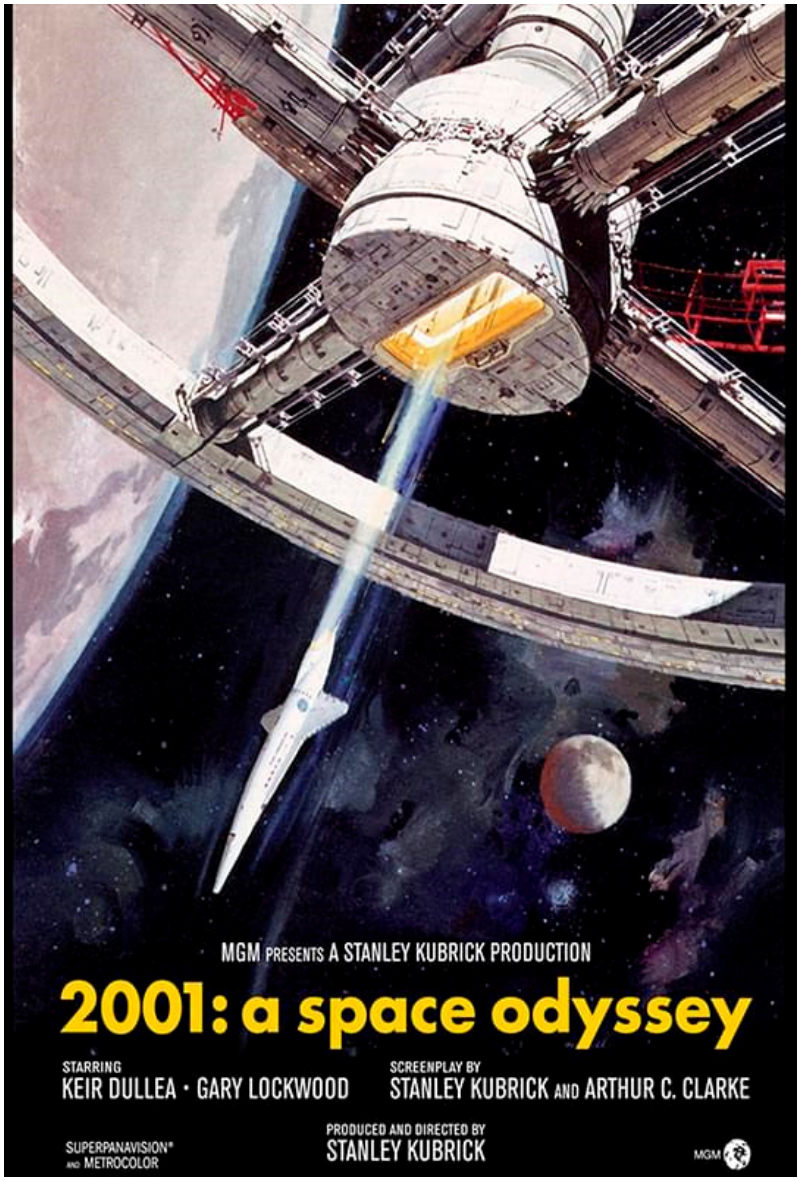


Figura 10. Cartel original de la película “2001: Una odisea del espacio” (1986).

En la primera reunión del Comité de Goett del 25 al 26 de mayo de 1959, el científico de la División de Información Científica y Técnica de la NASA, Laurence K. Loftin, Jr., durante su presentación para el que denominó Proyecto AMIS (Advanced Man in Space) recomendó que la NASA emprendiese *investigaciones dirigidas al siguiente tipo de sistema: una estación espacial permanente con un 'satélite de transporte' capaz de encontrarse con la estación espacial*[15]. Durante octubre del mismo año, expresó las intenciones previstas en relación con un posible laboratorio espacial tripulado –del Langley Research Center (LaRC)– donde se identificaban, entre otras: 1) "*estudiar las reacciones psicológicas y fisiológicas del hombre en un entorno espacial durante largos períodos de tiempo*", determinando así "*las capacidades y limitaciones del hombre en la realización de misiones espaciales largas*", y 2) "*proporcionar un medio para estudiar materiales, estructuras, sistemas de control y orientación, centrales eléctricas auxiliares, etc., en un verdadero entorno espacial*"[16]; estudios más que relevantes para la tesis propuesta, dada la necesidad de contar con los resultados de aquellos con el fin de definir los posibles hábitats más idóneos en base a dichas necesidades. Un año después, con motivo de la "Exposición Ideal Home 1960" del Daily Mail de Londres –durante la que se presentó el vehículo espacial– se recogía, en el catálogo de la misma, indicaciones referentes al espacio en el que una posible tripulación debería desarrollar la vida –junto a la actividad esperada en su interior– durante la misión, como por ejemplo que: a) el lugar de trabajo y vivienda se establecería en la columna central del vehículo, una vez se expulsase la cámara de combustible, b) la zona en la que debía quedar almacenado el equipo de la tripulación (área entre el morro y el depósito), y c) la referencia en relación a que, durante las veinticuatro horas cada miembro de la tripulación realiza aproximadamente ocho horas de servicio, tiene ocho horas para dormir y ocho horas libres para hacer ejercicio, comer y divertirse, permitiéndonos conocer las funciones que deben tener cabida al interior de un posible hábitat planetario. Continuando por este camino, el grupo investigador de la estación espacial de Langley, dependiente de la NASA, firmó un contrato con North American Aviation en 1961, con el fin de llevar a cabo un detallado estudio de viabilidad sobre un concepto avanzado de estación espacial [2], cuyo desarrollo estaría encabezado por el ingeniero A. Berglund (pinero en trabajos sobre diseños de estación en laboratorio), quien debía proyectar una estación espacial tripulada para la que tomó como requisito indispensable brindarle protección frente a los meteoritos, condición que de la misma manera deberemos considerar para la protección de un posible hábitat planetario[17] [18]. La propia agencia, empleó desde sus orígenes a arquitectos, diseñadores e ilustradores, con el fin de estudiar y dar publicidad a todos sus proyectos de futuro; sirva de ejemplo un dibujo de 1975, "Colonia cilíndrica" (Figura 11), del ilustrador Don Davis, quien trabajó para la rama de Estudios Astrogeológicos del Servicio Geológico de EEUU durante las expediciones Apolo de la NASA y participó además, en los efectos visuales de la serie COSMOS, de Carl Sagan, ilustrando muchos de sus libros, como la portada del premio Pulitzer de este, "Los dragones del Edén".

La hasta entonces teoría, e incluso relatos de ficción, sobre los vuelos tripulados al espacio, se hizo realidad el 12 de abril de 1961 con el primer lanzamiento en la historia de un ser humano al espacio, con todo lo que ello conllevaba; se trataba del primer teniente de la Fuerza Aérea de la URSS, Yuri Alxéyevich Gagarin[19], resultando un éxito de misión. Sin embargo, los inicios del desarrollo oficial de la Astroarquitectura o

[15] "Minutos, Comité Directivo de Investigación sobre Vuelo Espacial Tripulado", 25-26 de mayo de 1959, pp. 1-2, 6-9; Congreso de los Estados Unidos, Cámara de Representantes, Subcomité del Comité de Apropiaciones, Asignaciones de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio: Audiencias, 86. Cong., 1. ses., 1959, págs. 42-45.
[16] Memorando, Beverly Z. Henry, Jr., a Director Asociado, "Langley Manned Space Laboratory Effort", 5 de octubre de 1959.
[17] Fuente: https://history.nasa.gov/SP-4011/part1a.htm
[18] Carta, Trevor Smith, London Daily Mail, a Ivan D. Ertel, Compañía de Servicios y Consultores Históricos, 14 de octubre de 1974, con extracto del catálogo de 1960 Ideal Home Exhibition.
[19] Fuente: http://rusopedia.rt.com/ciencia_y_tecnica/espacio/issue_158.html

Arquitectura Planetaria, se remontan al cosmonauta Guerman Stepánovich Titov que, entre el 6 y el 7 de agosto de 1961, fue el primer humano en salir fuera de la tierra y permanecer en el espacio más de 24 horas, siendo necesario ocupar parte de ese tiempo en descansar/dormir al interior del vehículo espacial. El habitáculo de la Vostok 2 (ROSCOSMOS, 2022) ya no servía únicamente como medio de transporte, con requerimientos de seguridad y habitabilidad, sino que tuvo que ser capaz de proporcionar oxígeno, alimento y descanso a su habitante.

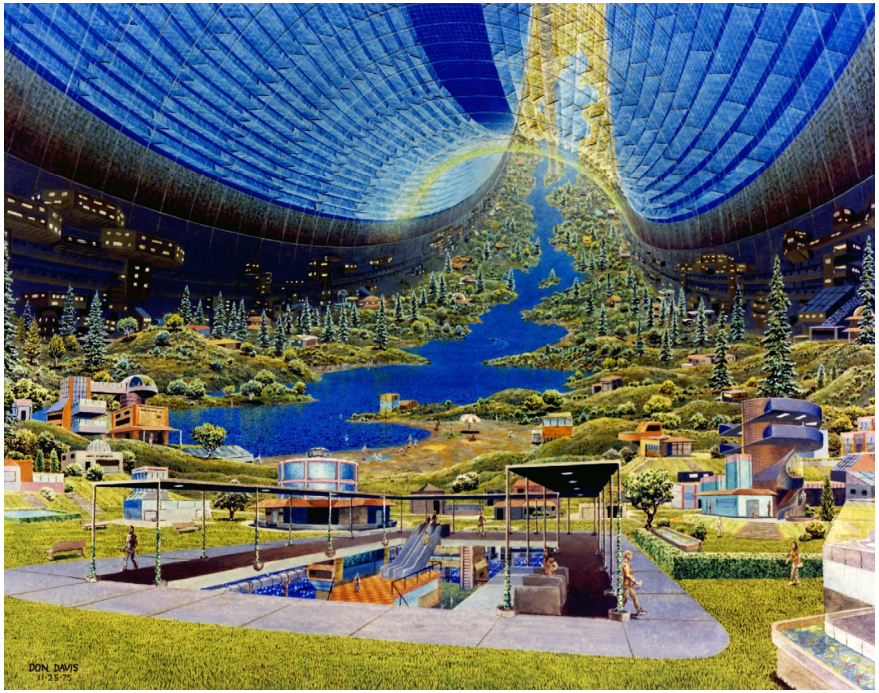


Figura 11. “Colonia cilíndrica” ilustrada por Don Davis en 1975. Créditos: NASA.

El siguiente hito conseguido en materia de exploración extraterrestre por parte de seres humanos fue el envío del hombre a la Luna planificado para la misión espacial tripulada “Apolo 11”, por medio de la cual se logró que los astronautas Neil A. Armstrong y Edwin E. Aldrin Jr. (Buzz) caminasen sobre su superficie –mientras Michael Collins se encargaba del módulo de mando–, el 21 de Julio de 1969, durante el que sería considerado “*un pequeño paso para el hombre, un gran paso para la humanidad*” en base a las palabras pronunciadas por el propio Armstrong, abriendo la puerta al resto de avances científicos y tecnológicos en diferentes ámbitos terrestres como el sanitario y el aeroespacial, entre otros. Podemos fijar como primer hábitat extraterrestre al módulo lunar “Eagle” del Apolo 11 (Figuras 12 y 13), donde permanecerían Neil A. Armstrong y Edwin E. Aldrin Jr. durante 21 horas y 36 minutos; es allí donde trabajaron, se alimentaron y conciliaron 7 horas de sueño, entre otras actividades (Loff, 2019).

Tres años después, se incrementó a 75 horas de permanencia en la superficie lunar con la última misión Apolo –A. 17 (1972)–; poco más de 3 días, donde el comandante de la misión Eugene A. Cernan y el piloto del módulo lunar y geólogo Harrison H. Schmitt (primer y único científico en pisar la Luna) (Figura 14), se convertían entonces en los humanos con mayor tiempo de permanencia en un hábitat emplazado en un cuerpo extraterrestre.

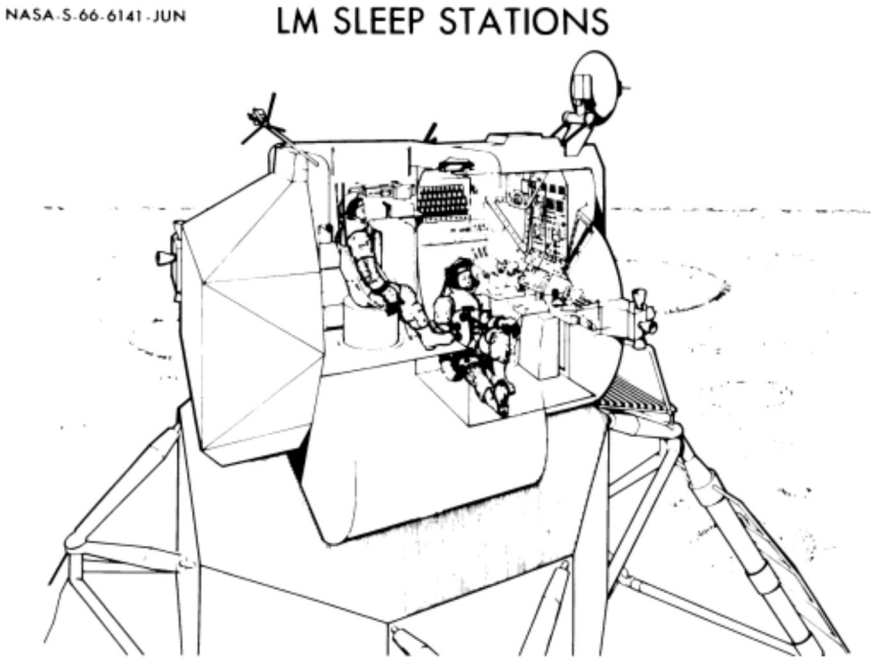


Figura 12. Posición de descanso de Armstrong y Aldrin en el LM (Eagle). Créditos: NASA.

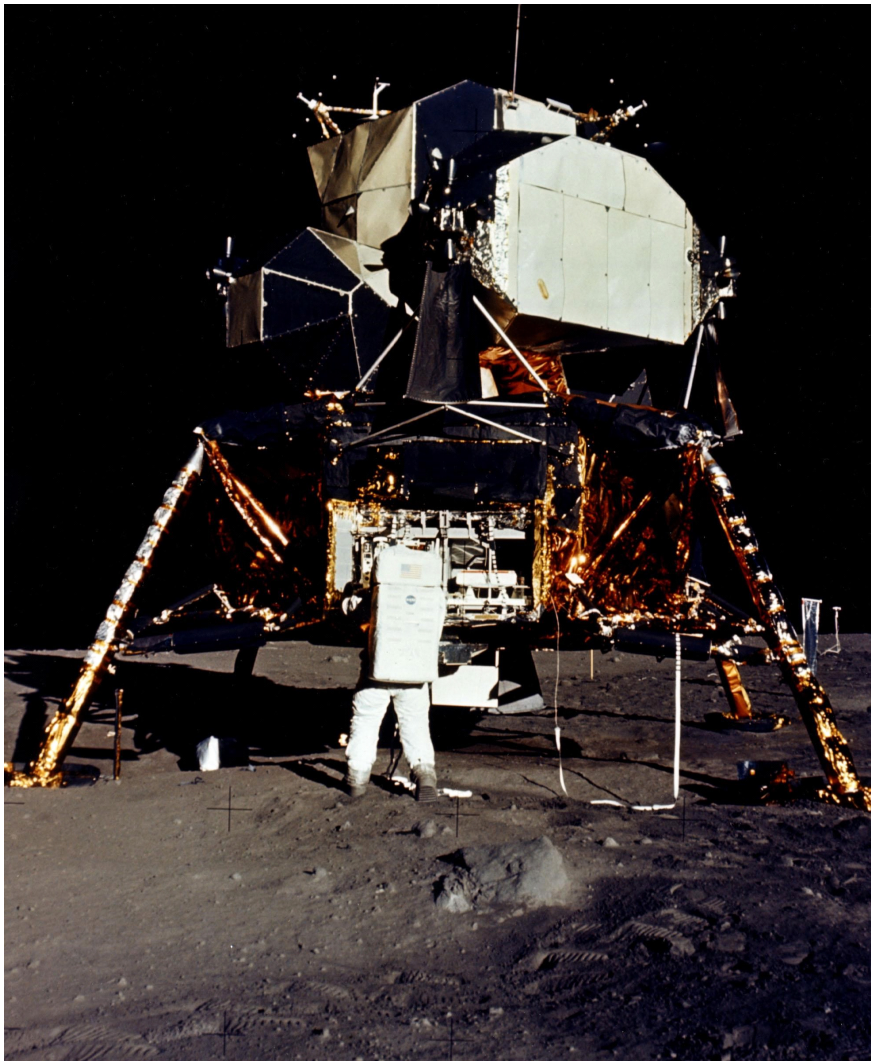


Figura 13. El Módulo Lunar “Eagle” en el Mar de la Tranquilidad, puede considerarse el primer hábitat estable en un cuerpo extraterrestre. Créditos: NASA.

Figura 14. El astronauta y geólogo Harrison Schmitt dentro del módulo lunar después de un EVA. Créditos: NASA.

2.1. PRIMEROS ARQUITECTAS/OS EN ARQUITECTURA PLANETARIA

Expuesto todo lo anterior, y en base a la información obtenida en cuanto al desarrollo de la industria aeroespacial –con fines en los que se incluyen como esenciales las misiones tripuladas–, cabe destacar la figura de la arquitecta rusa Galina Balashova (1931) (Figura 15), quien se encargó del diseño de los habitáculos de transbordadores del programa aeroespacial soviético –en la carrera espacial durante la Guerra Fría–, tomando como necesarios los aspectos psicológicos de la persona[20]. Diseñó el interior de la nave espacial Soyuz (Figura 16) y las estaciones espaciales Saliut y Mir (Figuras 17 y 18), y fue la asesora para el programa Buran. Su trabajo lo desempeñó desde 1957 a 1991 (Meuser, 2015), debiéndose considerar la precursora de la Arquitectura Planetaria (Cosmo Arquitectura, siguiendo la tradición rusa de anteponer con el término Cosmo a las acepciones relacionadas con el espacio)[21].

Figura 15. La arquitecta Galina Balashova en el prototipo de la cápsula espacial Soyuz 19 que diseñó en 1975. Fuente: Philipp Meuser, 2015.

Entre sus numerosos diseños de prototipos habitables, destaca la proyección del área habitable de la nave espacial *Soyuz* (aún en funcionamiento por diferentes agencias areoespaciales, y considerada como uno de los módulos orbitales –junto al cohete con el mismo nombre– más seguros), con el fin de subsanar las carencias de confort que mostraba el diseño propuesto por los ingenieros del equipo.

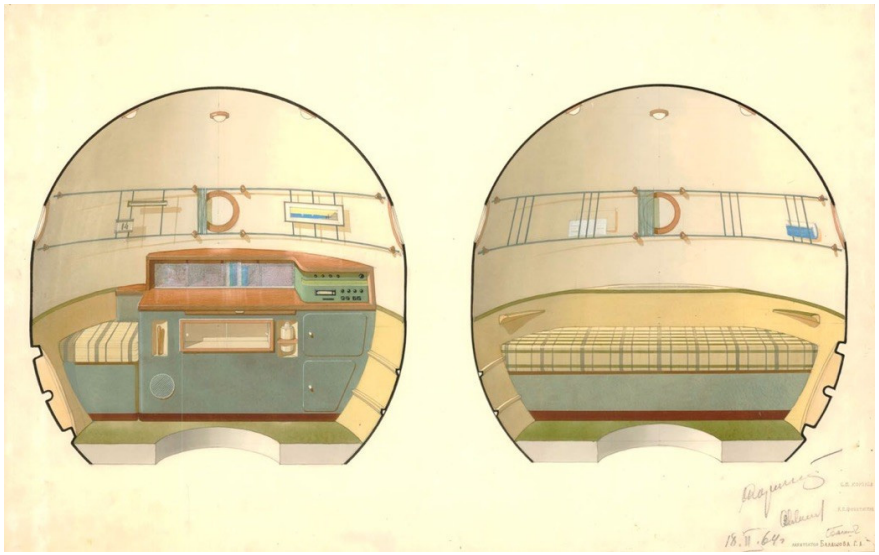


Figura 16. Tercera versión aprobada, de la Soyuz (Union) Spaceship Orbital Compartment. Fuente: Philipp Meuser, 2015.

En aras de esa búsqueda del confort físico y psicológico, Balashova expresó en una entrevista realizada por el arquitecto y editor Philipp Meuser que, "*Los cosmonautas se sienten como en casa si el diseño de la pequeña estancia a su alrededor es armonioso. Si es agradable,*

[20] Fuente: https://www.stylepark.com/en/news/only-the-watercolors-burned-to-nothing
[21] Fuente: Eid-Macheh-Sánchez, Y., Martínez-Frías, J., García-Valverde, J., Blanca-Giménez, V. (Geología y Arquitectura Planetaria: análisis bibliográfico y situación actual. TIERRA Y TECNOLOGÍA, nº 59, 2022). https://dx.doi.org/10.21028/yes.2022.02.23

funcional y fácil de usar…"; expresaba a su vez, que "*Los interiores de la nave espacial también son arquitectura, [como] la arquitectura es la organización del espacio….*"[22]; también se responsabilizó del diseño de iluminación y decoración, y de aquellos problemas relacionados con las proporciones espaciales, los efectos psicológicos de los colores o la distribución funcional del equipamiento técnico. De igual modo, llegó al punto de pintar escenas de parques nevados moscovitas, junto al uso de marcos metálicos ligeros, y colocarlas en las ventanas de los vehículos orbitales *Soyuz*, como una forma de recordar a los cosmonautas la vida en la Tierra[23] [3].

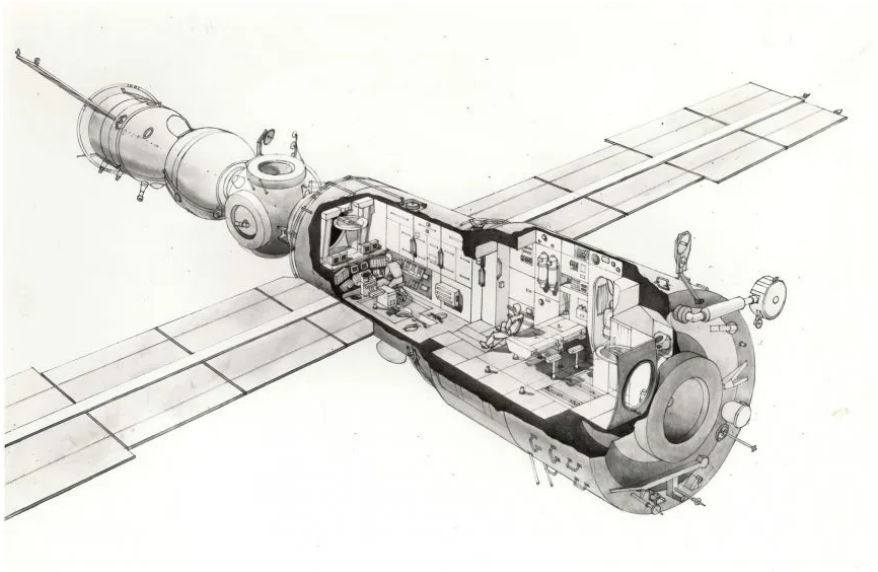


Figura 17. Diseño del interior de la estación espacial Mir, (1981). Fuente: Philipp Meuser, 2015.

Figura 18. Diseño para el espacio de trabajo de la estación espacial Mir; variante final del interiorismo (1980). Fuente: Philipp Meuser, 2015.

[22] Fuente: Meuser, P. (2015) "Galina Balashova. Architect of the Soviet Space Programme", Ed. DomPublishers. Cornelia Dörries. Berlin., 160p.

[23] Fuente: Meuser, P. (2015) "Galina Balashova. Architect of the Soviet Space Programme", Ed. DomPublishers. Cornelia Dörries. Berlin., 160p.

En España debemos reseñar al arquitecto visionario, adelantado a su época, Emilio Pérez Piñero (1935-1972). Nacido en Valencia, se trasladó con su madre a Calasparra de donde procedía, y estudio la carrera de arquitectura en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, siendo "medalla de Oro" en la XI Exposición Internacional de Patentes de Bruselas, y Premio Auguste Perret de la Unión Internacional de Arquitectos en 1972, cuya aportación con su obra fue diseñar elementos estructurales de montaje y desmontaje rápido y económico, cuestión esta que llamó la atención de la NASA en 1969; la agencia, proyectaba construir invernaderos en la Luna a partir de una estructura modular automática desplegable de Pérez Piñero[24].

En el 1972 sin llegar a cumplir los 37 años, sufre un fatídico accidente de tráfico que acaba con su vida, perdiendo así un genio en ciernes con gran proyección nacional e internacional, pero que servirá de inspiración a las generaciones siguientes en las grandes posibilidades que brindaban las estructuras complejas, pero fácilmente desplegables para realizar grandes cubriciones de espacios (Figuras 19 y 20).

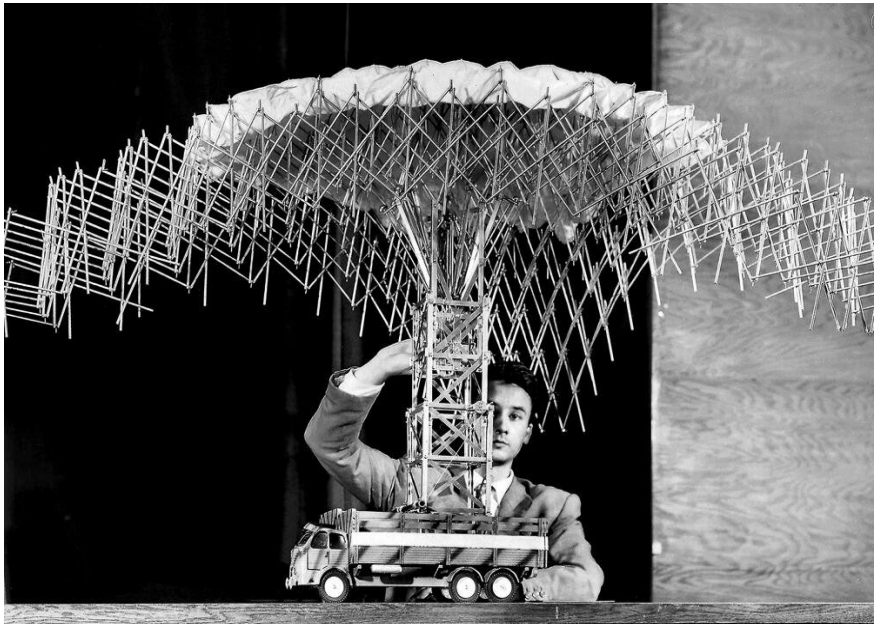


Figura 19. Fotografía de modelo a escala. Cúpula Desplegable Teatro, VI Congreso Unión Internacional de Arquitectos, 1961. Emilio Pérez Piñero.

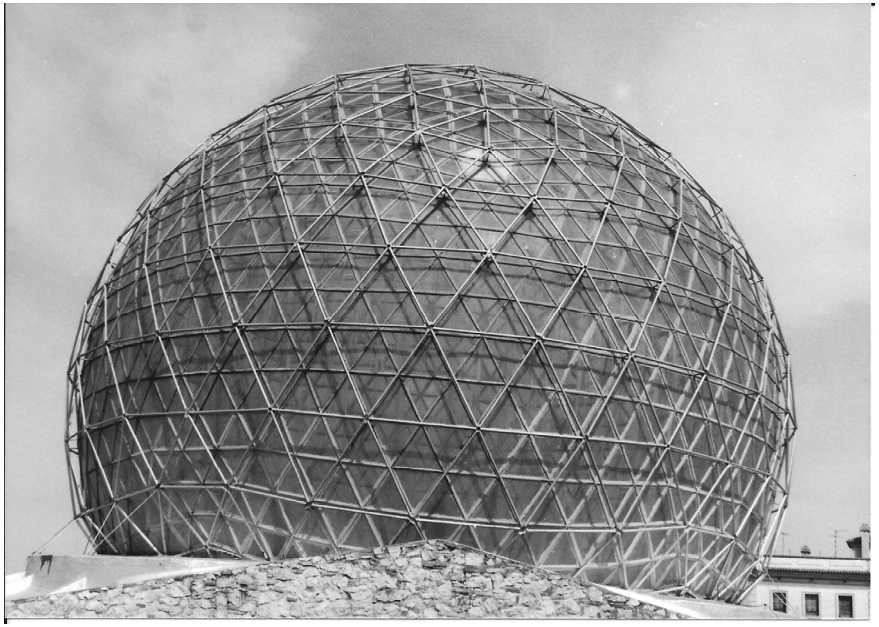


Figura 20. Cúpula reticular Poliédrica F-12 de Emilio Pérez Piñero, 1972. Teatro-Museo Dalí. CREDITOS: Archivo Fundación Emilio Pérez Piñero.

[24] Fuente: Fundación Emilio Pérez Piñero http://www.perezpinero.org/

2.2. PROYECTOS EN LOS QUE SE ESTÁ TRABAJANDO ACTUALMENTE

Desde finales del siglo XX, aparte de las agencias espaciales gubernamentales de los diferentes países, se han ido creando diversas organizaciones con el afán de impulsar la exploración extraterrestre, y que promueven la investigación dentro del ámbito de la construcción de hábitats en otros cuerpos celestes; entre ellas caben destacar varias que citamos a continuación:

THE PLANETARY SOCIETY:

En 1980, Carl Sagan[25], Louis Friedman[26] y Bruce Murray[27] fundaron The Planetary Society (Figura 21), con la intención de *conocer el cosmos y nuestro lugar dentro de él, junto a la misión de empoderar a los ciudadanos del mundo para avanzar en la ciencia y la exploración espacial*[28]. Esta organización surgió en EEUU dado el interés público en el espacio, sin verse reflejado en la inversión gubernamental en consonancia con los sucesivos recortes del presupuesto de la NASA, a este respecto. The Planetary Society "brinda un papel activo, en el avance de la exploración espacial, a cualquier persona, de cualquier parte del mundo".

Actualmente, su dirección corre a cargo de Bill Nye, tratándose de una organización sin ánimo de lucro y considerable influencia la cual, desde su implantación en España, en el año 1985, y durante más de quince años, contó con la coordinación del Dr. Jesús Martínez-Frías, codirector de la presente tesis doctoral.

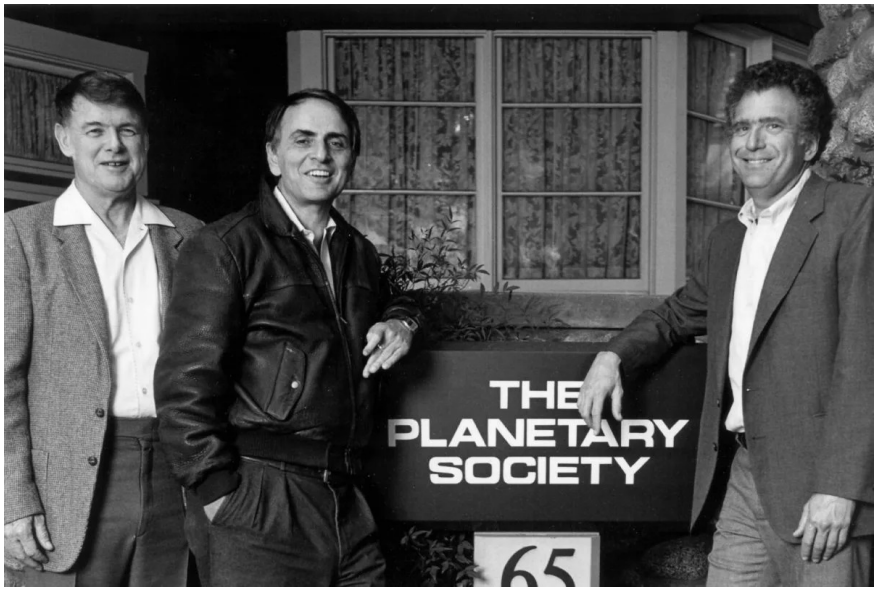


Figura 21. Cofundadores de The Planetary Society: Bruce Murray, Carl Sagan y Louis Friedman posan frente a la oficina de la sociedad en 1989. Fuente: The Planetary Society.

[25] Fuente: https://www.planetary.org/profiles/carl-sagan
[26] Fuente: https://www.planetary.org/profiles/lou-friedman
[27] Fuente: https://www.planetary.org/profiles/bruce-murray
[28] Fuente: https://www.planetary.org/about/our-story

THE MARS SOCIETY:

La Mars Society (Figura 22), se trata de una organización de carácter espacial, dedicada a la exploración humana y el asentamiento en el planeta Marte. Fundado por el Dr. Robert Zubrin[29] en 1998, con carácter interdisciplinar, su fin es "educar al público general, los medios de comunicación y los gobiernos, sobre los beneficios de explorar Marte y crear una presencia humana permanente en el mismo" [30]. Sus objetivos fundacionales son:

Figura 22. Logotipo de la Mars Society. Fuente: Mars Society.

1. Organizar actividades de divulgación pública con el objetivo de fomentar un profundo interés en Marte;

2. Promover un amplio apoyo internacional para la investigación y exploración de Marte, financiadas por el gobierno; y,

3. Abogar por el establecimiento de empresas espaciales comerciales que ayuden a lograr la exploración y el asentamiento en Marte.

Programas e iniciativas:

Las actividades de la sociedad incluyen simulaciones análogas de Marte, la Estación de Investigación del Desierto de Marte en el desierto de Utah[31] (Figura 23) y la Estación de Investigación Flashline Mars Arctic[32] en el Ártico canadiense, programas educativos y de divulgación pública como las simulaciones de realidad virtual MarsVR[33], la enciclopedia en línea Marspedia[34], el University Rover Challenge[35] anual y esfuerzos de promoción política, además de investigaciones con financiación privada, reuniones de actividades y proyectos en los EEUU y en todo el mundo, así como la Convención anual de la Sociedad Internacional de Marte.

Su fundador, Robert Zubrin, es un ingeniero aeroespacial y escritor estadounidense de varios libros incluyendo "The Case for Mars" y "Entering Space", conocido por su defensa de la exploración espacial y su trabajo en el diseño de misiones tripuladas a Marte quien "ideó un plan detallado llamado "Mars Direct", que proponía enviar misiones tripuladas a Marte utilizando tecnologías existentes y recursos disponibles en el planeta rojo".

[29] Fuente: https://www.planetary.org/profiles/robert-zubrin
[30] Fuente: https://www.marssociety.org
[31] Fuente: https://mdrs.marssociety.org/
[32] Fuente: https://fmars.marssociety.org/
[33] Fuente: https://marsvr.com/
[34] Fuente: https://marspedia.org/Home
[35] Fuente: https://urc.marssociety.org/

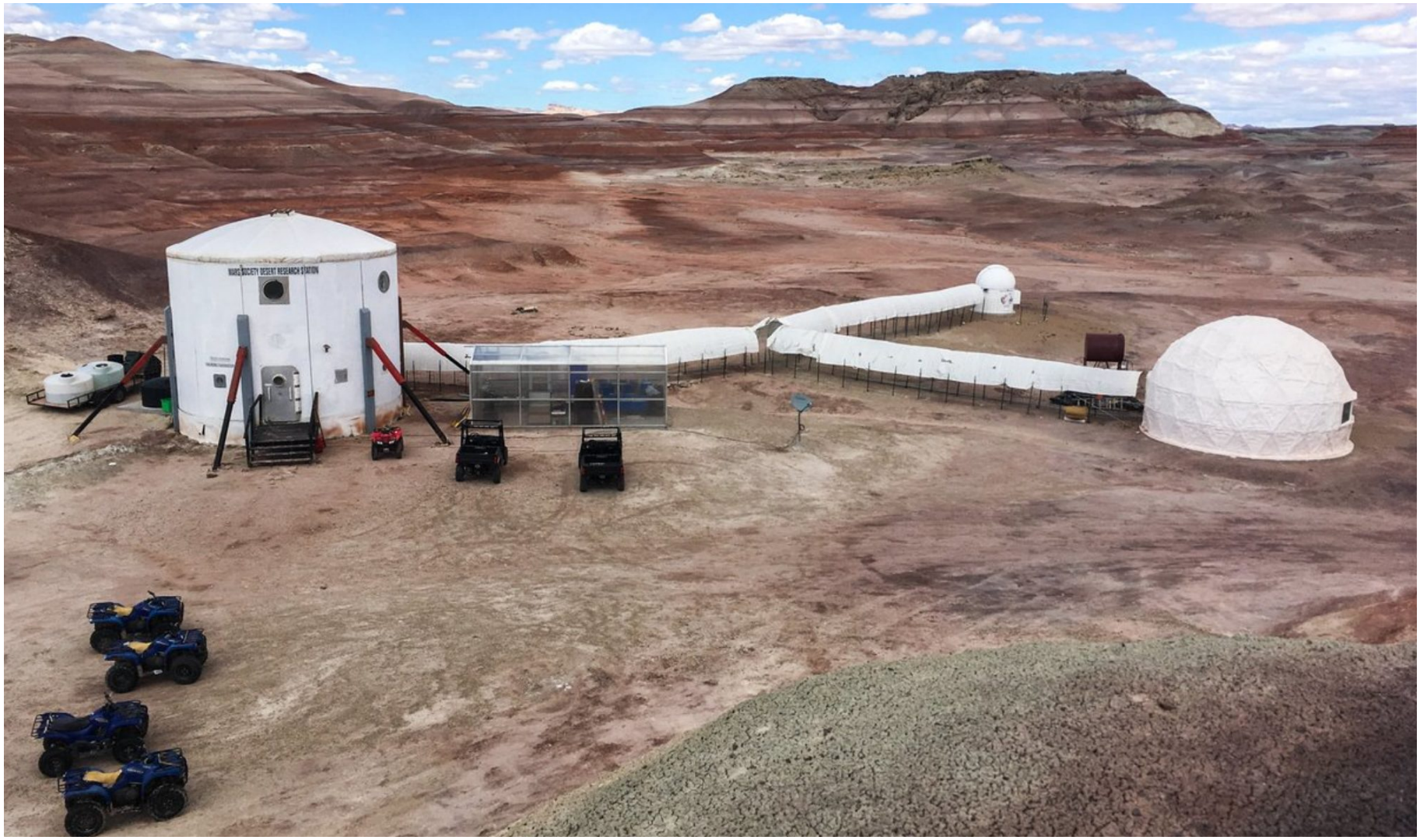


Figura 23. La Mars Desert Research Station (MDRS), propiedad de Mars Society y operada por ella, es una instalación espacial análoga en Utah que apoya la investigación basada en la Tierra en busca de la tecnología, las operaciones y la ciencia necesarias para la exploración espacial humana.
Fuente: Mars Society.

THE MOON SOCIETY:

La Moon Society (Figura 24) se creó en su conferencia fundacional del 22 al 23 de julio del año 2000, con el fin de convertirse en la organización de miembros de la Artemis Society, permitiendo a esta concentrarse en el avance del Proyecto Artemis. Desde entonces, la Moon Society se ha fijado como principal objetivo, el apoyar la misión de volver a llevar seres humanos a la Luna. Además, ha abogado por el asentamiento comercial permanente en la Luna de diversas maneras, fomentado la creación de varias publicaciones como la Outbound Newsletter[36] y el sello editorial de libros Luna City Press[37], y participando en actividades de divulgación pública a través de conferencias, eventos establecidos por materias y debates en línea[38].

La Moon Society, es una comunidad compuesta por individuos, organizaciones y empresas comprometidas con *el asentamiento permanente de la Luna y la construcción de una próspera economía cislunar*. Su interés principal se centra en proyectos comerciales de desarrollo lunar, con el intento de fomentar un entorno social y político donde dichos proyectos prosperen con éxito.

Visualizan *un futuro esperanzador y emocionante en el que múltiples asentamientos civiles permanentes en la Luna contribuyan a una economía cislunar sólida mediante el uso de recursos locales para mejorar la calidad de vida de toda la humanidad en la Tierra y más allá*.

Los objetivos que persiguen son los siguientes:

- Crear asociaciones y colaboraciones con organizaciones con ideas afines para eliminar obstáculos, identificar oportunidades y compartir recursos.
- Promover el interés y la participación del público y las empresas en la exploración, investigación, desarrollo y asentamiento en la Luna.
- Apoyar el desarrollo de tecnologías y técnicas de asentamiento Lunar.
- Ser la voz principal para el desarrollo y el asentamiento lunar.

Figura 24. Logotipo de la Moon Society. Fuente: Moon Society.

[36] Fuente: https://www.moonsociety.org/publications/outbound/
[37] Fuente: https://www.moonsociety.org/publications/luna-city-press/
[38] Fuente: https://www.moonsociety.org

THE MOON VILLAGE ASSOCIATION:

La Asociación Moon Village (MVA) (Figura 25), se creó en 2017 como una organización no gubernamental (ONG) con sede en Viena, Austria. Actúa como foro para gobiernos, industria, academia y el público general, interesado en el desarrollo del proyecto Moon Village (MV). Fomenta la cooperación entre programas de exploración lunar global –públicos o privados–, existentes o planificados, contando –sus actividades– con más de 600 participantes y 33 miembros institucionales de más de 65 países, que representan una amplia gama de campos técnicos, científicos, culturales e interdisciplinarios[39].

Persigue ser incluida en la agenda política de los máximos gobiernos nacionales y organizaciones del sector privado posibles, requiriendo del contacto con todos los sectores principales de la sociedad con el objetivo de involucrarlos en su desarrollo.

En consonancia con lo anterior, busca involucrar a un amplio espectro de partes interesadas más allá de la comunidad espacial habitual, incluidos los sectores industrial y financiero, la comunidad científica, los medios de comunicación, el sector del entretenimiento, las comunidades artísticas y literarias, los educadores…, y otros.

Por otro lado, promueve debates internacionales y la formulación de planes buscando fomentar la implementación del MV, y esclarecer sus beneficios, creando redes internacionales, nacionales y regionales en asociación con otras organizaciones, para involucrar a la totalidad de la sociedad civil, con argumentos concretos hacia esta y sus dirigentes. De este modo, proporciona una plataforma en apoyo a las comunicaciones y la cooperación entre los países con y sin capacidad espacial, ofreciéndoles la oportunidad de involucrarse en su actividad.

En definitiva, *establece relaciones con aquellos que son, o planean ser, participantes activos en la exploración, el desarrollo y el eventual asentamiento de la Luna*, gestando relaciones entre *actores espaciales, y no espaciales*, en busca de una mejor comunicación mutua. En esta línea, incluye agencias espaciales de cooperación en varios programas específicos para la exploración lunar tales como ISECG, ISEF, ILEWG, además de empresas privadas que invierten en tecnología lunar.

Figura 25. Logotipo de Moon Village Association. Fuente: Moon Village. Association.

[39] Fuente: https://moonvillageassociation.org/

Desde el año 2000, las diferentes agencias gubernamentales nacionales y supranacionales, están incrementado los recursos, con el fin de avanzar en las opciones de hábitats destinados a una primera base semipermanente en la Luna, que proporcione opciones claras de ser base de la consecución posterior de exploración humana en el planeta Marte.

NASA

En el 2015, la NASA formaliza un concurso[40] destinado a diseñadores (arquitectos), con el reto de construir un hábitat impreso en 3D para la exploración del espacio profundo, incluido el viaje de la agencia a Marte. Es, a raíz de este evento y en base a estudios previos, cuando varios miembros de un equipo vinculado a la materia presentamos una propuesta, denominada FALLAMARS[41], llegando a la clasificación de la fase final, siendo esta la única realizada desde España.

Quizás parezca una locura plantearse habitar en firme otro planeta, sin embargo se trataba de: instaurar una colonia marciana sobre superficie aún sin explorar por el hombre, partiendo de un primer prototipo de vivienda apto para abarcar las condiciones de habitabilidad y confort necesarias para ofrecer cobijo a aquellos destinados a instalarse en ella, bajo condiciones atmosféricas extremas –opuestas a las necesarias para la supervivencia humana– junto a elevadísimos niveles de radiación espacial capaces de atravesar, sin dificultad alguna dada su intensidad, la envolvente propia de las múltiples tipologías de vivienda terrestre tipificada como habitual, aún con las diferentes variaciones con las que esta es planteada como protección externa del volumen interior existente, en cuanto a dimensiones, materiales y disposición de los mismos se refiere.

El camino abierto por la NASA y la America Makes[42], como recorrido hacia una meta final no inminente en el tiempo, compuesta por la autoconstrucción de un módulo de vivienda en Marte por medio de la impresión 3D con materiales principalmente autóctonos (indígenas), marcianos, y en base a una propuesta de proyecto planteada por técnicos terrestres, fue uno de los puntos de partida de esta investigación (Figura 26).

Con este objetivo, la NASA tiene planteadas varias opciones, siendo la línea de trabajo actual el programa Artemisa (Figura 27); *"Después de 20 años de vivir continuamente en la órbita terrestre baja, ahora estamos listos para el próximo gran desafío de la exploración espacial: el desarrollo de una presencia sostenida en la Luna y alrededor de ella"*, expuso el administrador de la NASA, Jim Bridenstine[43]. *"En los años venideros, Artemisa servirá como nuestra Estrella Polar mientras continuamos trabajando hacia una exploración aún mayor de la Luna, donde demostraremos los elementos clave necesarios para la primera misión humana a Marte"*.

[40] Fuente:https://www.nasa.gov/news-release/nasa-challenges-designers-to-construct-habitat-for-deep-space-exploration/
[41] Fuente: https://fallamars.com/projects.html
[42] Fuente: https://www.americamakes.us/
[43] Fuente: https://www.nasa.gov/people/james-f-bridenstine/

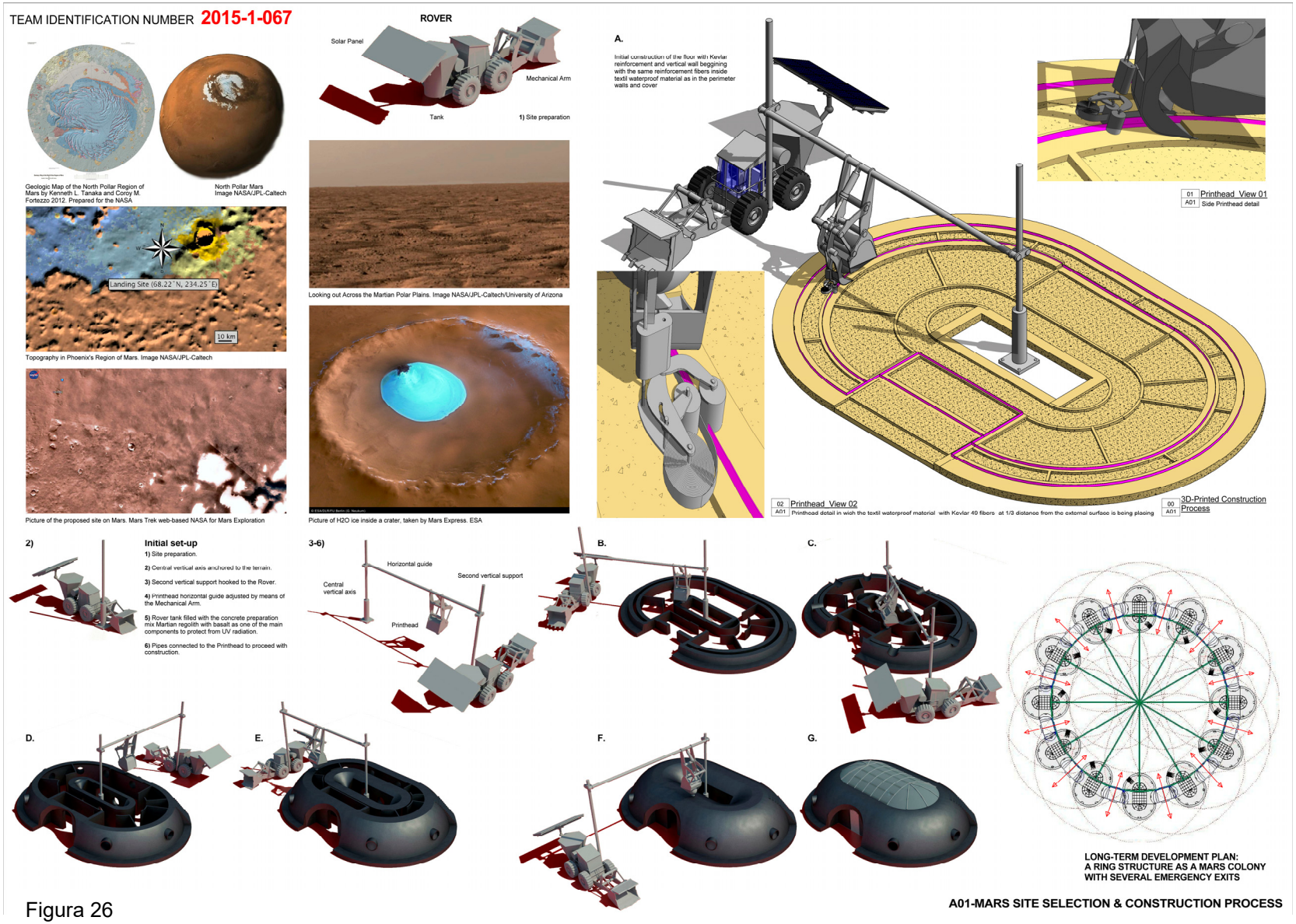

TEAM IDENTIFICATION NUMBER 2015-1-067
ROVER
Solar Panel
Mechanical Arm
Tank
1) Site preparation
Geologic Map of the North Pollar Region of Mars by Kenneth L. Tanaka and Corey M. Fortezzo 2012. Prepared for the NASA
North Polar Mars Image NASA/JPL-Caltech
Landing Site (68.22˚N, 234.25˚E)
10 km
Topography in Phoenix's Region of Mars. Image NASA/JPL-Caltech
Looking out Across the Martian Polar Plains. Image NASA/JPL-Caltech/University of Arizona
Picture of the proposed site on Mars. Mars Trek web-based NASA for Mars Exploration
Picture of H2O ice inside a crater, taken by Mars Express. ESA
A.
Initial construction of the floor with Kevlar reinforcement and vertical wall beggining with the same reinforcement fibers inside textil waterproof material as in the perimeter walls and cover
01 Printhead View 01
A01 Side Printhead detail
02 Printhead View 02
A01 Printhead detail in wich the textil waterproof material with Kevlar 49 fibers at 1/3 distance from the external surface is being placing
00 3D-Printed Construction Process
2)
Initial set-up
1) Site preparation.
2) Central vertical axis anchored to the terrain.
3) Second vertical support hooked to the Rover.
4) Printhead horizontal guide adjusted by means of the Mechanical Arm.
5) Rover tank filled with the concrete preparation mix Martian regolith with basalt as one of the main components to protect from UV radiation.
6) Pipes connected to the Printhead to proceed with construction.
3-6)
Horizontal guide
Second vertical support
Central vertical axis
Printhead
B.
C.
D.
E.
F.
G.
LONG-TERM DEVELOPMENT PLAN:
A RING STRUCTURE AS A MARS COLONY
WITH SEVERAL EMERGENCY EXITS
A01-MARS SITE SELECTION & CONSTRUCTION PROCESS

Figura 26

Figura 26. Infografía[44] mostrando la selección del emplazamiento elegido en Marte y el proceso de la construcción del hábitat FALLAMARS, presentada a concurso internacional promovido por NASA y la America Makes en el 2015. Propuesta planteada por el equipo interdisciplinar compuesto por: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez[45], Dr. Jesús Martínez-Frías[46], Juan José García Valverde[47], Antonio Torres Ferrer[48], Dr. John Aaron Graves[49]. Créditos: GAREID PROYECTOS[50].

[44] Fuente: https://fallamars.com/projects.html

[45] Líder de equipo FALLAMARS, arquitecta (Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia, ETSAV, España). Curso completo del Máster en Conservación del Patrimonio Arquitectónico. Miembro del Colegio Oficial de Arquitectos de la Comunidad Valenciana. Socia fundadora de GAREID PROYECTOS desde el 2003, ejerce como Directora de Proyectos. En 2012, obtención del Diploma de Estudios Avanzados en Arquitectura Sanitaria, en el programa de doctorado "Proyectar desde el territorio una mirada moderna", del departamento de Proyectos Arquitectónicos de la UPV.

[46] Dr. En Ciencias Geológicas (UCM/1986). Experto en Meteoritos, Geología Planetaria y Astrobiología. Investigador Científico del Instituto de Geociencias, IGEO (CSIC-UCM) donde es jefe del Grupo de Investigación de Meteoritos y Geociencias Planetarias del CSIC, responsable del Laboratorio de Geociencias de Lanzarote y Director de la Red Española de Planetología y Astrobiología. "Profesor Honorífico" del Departamento de Bioingeniería e Ingeniería Aeroespacial de la Universidad Carlos III de Madrid. Académico Numerario de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de España. Académico Correspondiente de la Real Academia de Doctores de España. Académico Numerario de la Academia de Ciencias, Ingenierías y Humanidades de Lanzarote. Colaborador Científico del Planetary Habitability Laboratory, Universidad de Puerto Rico, Arecibo. Miembro de los equipos de ciencia de las misiones a Marte: NASA-MSL (Curiosity), ESA-ExoMars y Mars2020 y colaborador del proyecto BIOMEX de la ESA (Estación Espacial Internacional).

[47] Arquitecto Técnico e Ingeniero de Edificación por la Universidad Politécnica de Valencia, España. Curso completo del Máster en Conservación del Patrimonio Arquitectónico. Socio fundador de GAREIDPROYECTOS. Competente en la dirección y ejecución de obras de construcción y Coordinador de Seguridad y Salud.

[48] Ingeniero Aeronáutico (Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial de Madrid). Piloto militar (Academia del Ejército del Aire en San Javier, Murcia). Ingeniero de Ensayos en Vuelo (Escuela Francesa de Pilotos de Pruebas, EPNER, en Istres, Francia). Experiencia laboral: Mando de Defensa del Ejército del Aire, mantenimiento del Mirage III en el Ala 11 del Ejército del Aire, Centro de Ensayos en Vuelo de España en la Base Aérea de Torrejón. Jefe de la Sección de Formación Básica y Avanzada del Centro Europeo de Astronautas (EAC/ESA) en Colonia (1997-2010). Profesor de Mecánica Orbital en la Universidad Politécnica de Valencia, España.

[49] M.S., Educational Psychology y Ph.D., Educational Psychology, por la Universidad Bloomington de Indiana Bloomington. Consultor Change Management. Más de 30 años de experiencia, con proyectos del tipo: Proyecto de Sistemas Financieros Básicos de la NASA y el Proyecto FINREF de la Agencia Espacial Europea, con el fin de lograr los beneficios esperados al centrarse en los aspectos de sus iniciativas relacionados con las personas. https://www.linkedin.com/in/dr-john-aaron-graves-85b1a0/

[50] Estudio de arquitectura fundado en 2003, con sede en Valencia capital, España, con un departamento de I+D+i especializado en Rehabilitación en Eficiencia Energética y Arquitectura Planetaria. https://gareidproyectos.com/ y https://fallamars.com/

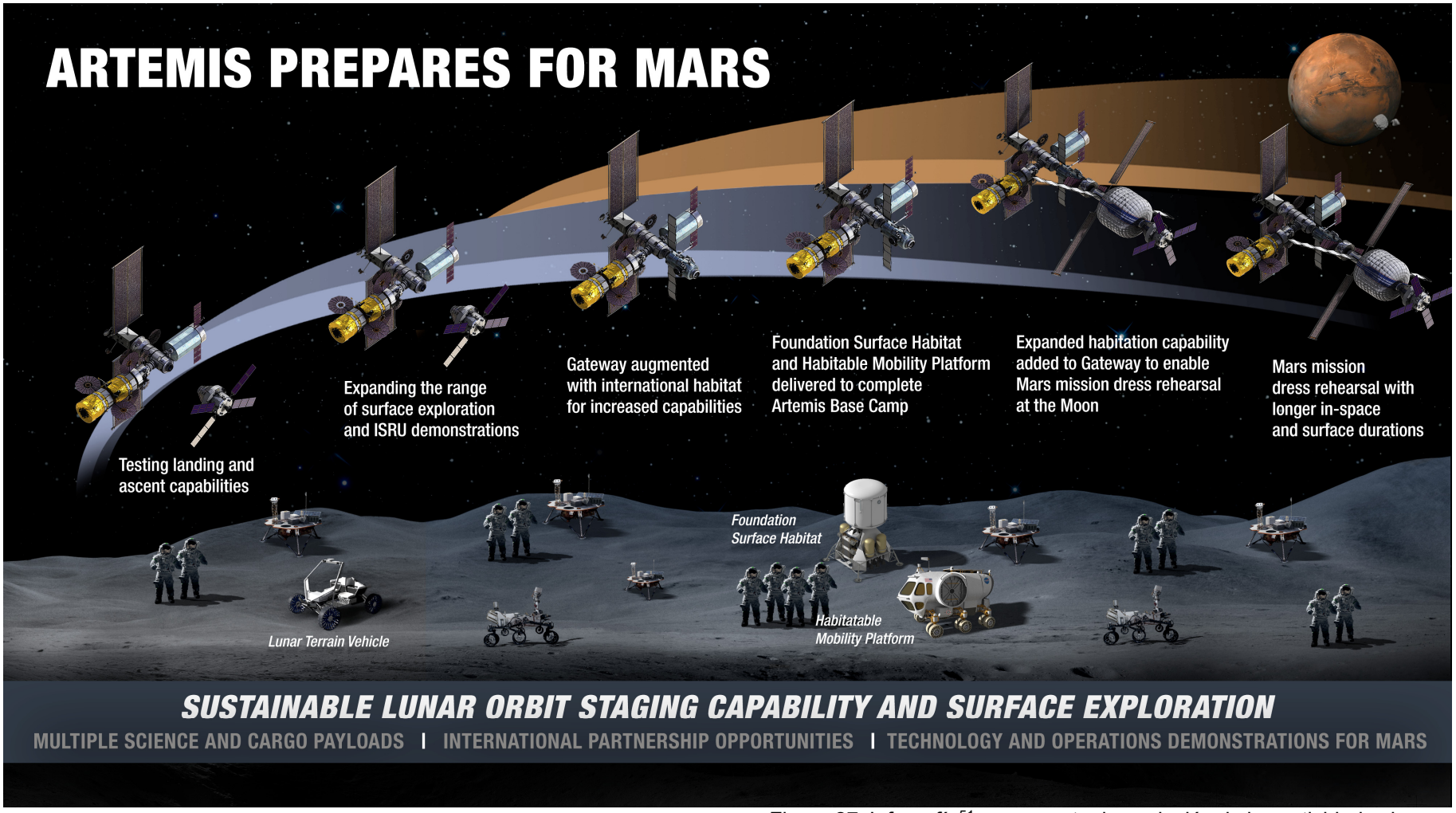


Figura 27. Infografía[51] que muestra la evolución de las actividades lunares en la superficie y en órbita, dentro del programa Artemisa. Créditos: NASA (2020).

[51] Fuente: https://www.nasa.gov/general/nasa-outlines-lunar-surface-sustainability-concept/

La misión del programa Artemisa conlleva disponer, en la superficie lunar, de los elementos principales para un asentamiento sostenible, los cuales deben incluir la movilidad para permitir a los astronautas explorar más superficie de la Luna y así poder realizar más experimentos científicos, siendo aquellos los siguientes:

- Un vehículo lunar o LTV, encargado del transporte de la tripulación por la zona de aterrizaje y asentamiento.
- Equipo de movilidad habitable: una plataforma que permita a las tripulaciones realizar viajes a través de la Luna, con misiones de hasta 45 días de duración.
- Un hábitat en la superficie de la base lunar, con capacidad de hasta cuatro miembros de la tripulación en estancias más cortas.

Se pretende que dichos elementos, en la superficie, sean comandados y controlados desde una base en la órbita lunar llamada Gateway, construida con socios comerciales e internacionales al estilo de la ISS, actualmente en funcionamiento en la órbita de la Tierra. Este puesto lunar, además de servir como módulo de comando y control para expediciones a la superficie, debe servir como oficina y hábitat para los astronautas. Así mismo, operando de forma autónoma cuando la tripulación no esté presente, también será una plataforma para nuevas demostraciones de ciencia y tecnología alrededor de la Luna.

ESA

En 2012, la ESA formalizó un encargo de colaboración de investigación con el estudio de arquitectura del arquitecto Norman Foster, Foster + Partners. Consiste en la posibilidad de construir una unidad habitacional para cuatro personas emplazada en la Luna, con el nombre de *Lunar Habitation*[52] (Figura 28). El propio arquitecto afirmó para la revista AD, "*Los sueños de ciencia ficción que tuve durante mi infancia han cobrado vida en proyectos reales"*[53]. Este proyecto está basado igualmente, en la tecnología de construcción 3D y la utilización de material del lugar que, en este caso y al idearse para su emplazamiento en la Luna, se trata de regolito lunar.

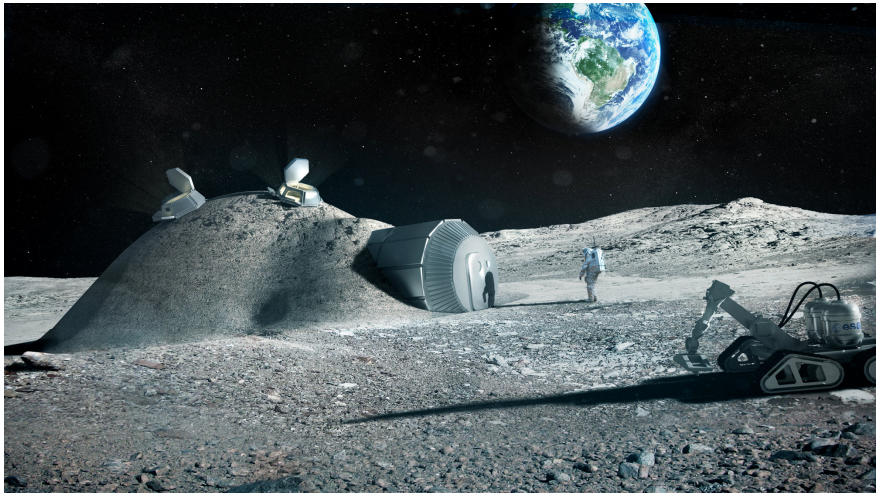


Figura 28. Infografía del módulo habitacional de Norman Foster en colaboración con la ESA. Créditos: ESA / Foster + Partners.

[52] Fuente: https://www.fosterandpartners.com/projects/lunar-habitation

[53] Fuente: https://www.revistaad.es/articulos/norman-foster-centro-pompidou-paris-exposiciones

Trabajos recientes de arquitectos contemporáneos dedicados a la Arquitectura Planetaria

Aun siendo la Arquitectura Planetaria un campo emergente, enfocado en diseñar estructuras sostenibles y habitables para entornos extraterrestres o planetas diferentes a la Tierra, cuenta con algunos arquitectos que actualmente se desenvuelven en este campo, como son los indicados a continuación:

Rachel Armstrong[54], es una arquitecta británica conocida por su trabajo pionero en el campo de la arquitectura biofísica y la arquitectura planetaria. Tiene un título de primera clase con honores, 2 premios académicos de la Universidad de Cambridge (Girton College), un título en medicina de la Universidad de Oxford (The Queen's College), y fue admitida como miembro del Royal College of New Zealand General Practitioners entre 2005 y 2015, además de ser doctora en arquitectura por la Universidad de Londres (Bartlett School of Architecture). Coordinó con éxito el célebre proyecto de *Living Architecture*[55] (2016-2019) (Figuras 30 a 33), que demuestra que las infraestructuras de construcción funcionales pueden compartir algunas de las propiedades de los sistemas vivos (peces, aves, el ser humano, protozoos). También fue coordinadora del premio del Fondo de Innovación "Infraestructura de Vida Activa: Entorno Controlado" (ALICE) (2019-2021), que estableció una plataforma de comunicaciones biodigitales entre microbios y personas. Además, es representante belga y líder del WP5 para PHOENIX Cost Action Network, que busca escalar y aplicar sistemas bioeléctricos (BES) en el entorno construido (2020-2025). Actualmente ejerce como profesora en el Departamento ZAP de Arquitectura Regenerativa de la universidad de KU Lovaina en Ghent, Flanders, Bélgica.

Armstrong es reconocida por su enfoque interdisciplinario que combina la arquitectura, la biología y la química para diseñar estructuras sostenibles y habitables en entornos extremos, como el espacio exterior o ambientes hostiles en la Tierra. Su investigación se centra en la creación de materiales vivos y sistemas autónomos que pueden adaptarse y evolucionar con el tiempo.

Además de su labor académica, Armstrong ha colaborado con diversas organizaciones internacionales, en proyectos relacionados con la exploración espacial y la colonización de otros planetas. Ha sido conferencista invitada en numerosas instituciones educativas y eventos internacionales, donde comparte su visión sobre el futuro de la arquitectura y el diseño en entornos extraterrestres.

Armstrong es autora de varios libros (Figura 29) y artículos científicos que exploran las posibilidades de la arquitectura biofísica y su impacto en la sostenibilidad ambiental. Su trabajo innovador y visionario ha contribuido significativamente al campo emergente de la arquitectura planetaria, estableciéndola como una figura destacada en esta área interdisciplinaria.

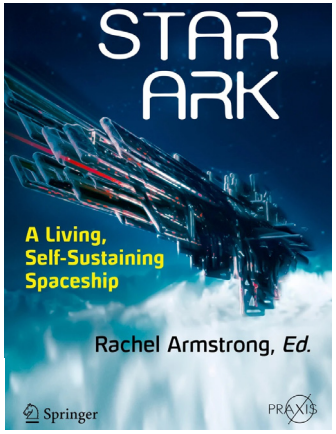


Figura 29. Portada de uno de los libros de Rachel Armstrong.

[54] Fuente: https://architectuur.kuleuven.be/regenerative-architecture-arts-design/rachel-armstrong/bio-rachel-armstrong

[55] Living Architecture: Un proyecto de 3,2 millones de euros que recibió financiación del Programa de Investigación e Innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea bajo el Acuerdo de Subvención nº 686585. Nació como una colaboración de expertos de las universidades de Newcastle en Reino Unido, Oeste de Inglaterra (UWE Bristol), Trento, Italia, el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas de España en Madrid, LIQUIFER Systems Group, Viena, Austria y EXPLORA, Venecia, Italia, que comenzó en abril de 2016 y se extendió hasta abril de 2019. Concebido como una investigación para la próxima generación. Biorreactor programable, de forma selectiva, capaz de extraer valiosos recursos de la luz solar, las aguas residuales y el aire, producción de oxígeno, proteínas y biomasa. Fuente: https://2017.tab.ee/article/living-architecture-rachel-armstrong/

Figura 30. Visualización de un ejemplo de *Living Architecture* por Dan Tassell. Créditos: DEZZEN.

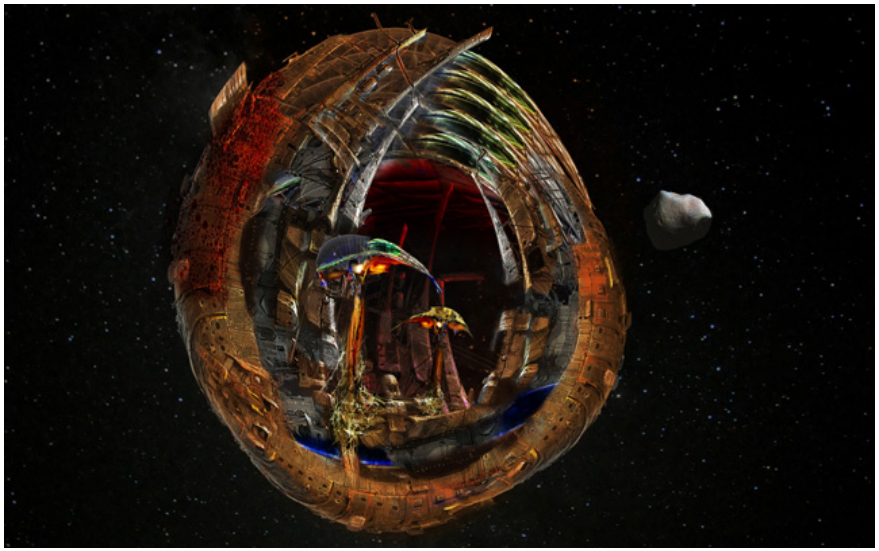


Figura 31. Ilustración de cómo se vería la nave espacial *Persephone* por Phil Watson & Jon Morris. Créditos: DEZZEN.

Figura 32. Visualización de suelo sintético en la nave espacial *Persephone*. Créditos: DEZZEN.

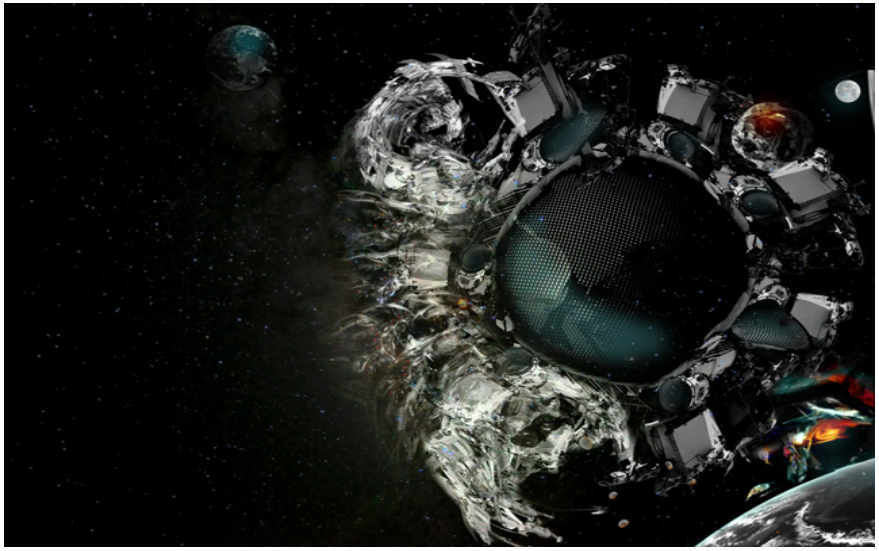


Figura 33. Ilustración de cómo se vería la nave espacial *Persephone*. Créditos: DEZZEN.

Neil Leach[56], es un arquitecto, teórico y académico británico conocido por su trabajo en el campo de la arquitectura digital y la teoría arquitectónica. Ha destacado por sus contribuciones a la exploración de las nuevas tecnologías en el diseño arquitectónico y su impacto en la práctica contemporánea.

Leach ha enseñado en varias universidades de renombre, incluyendo la Universidad de Columbia, la Universidad de Harvard y la Universidad de Southern California. Es autor de numerosos libros y artículos sobre temas como la arquitectura digital, la filosofía del diseño y la sostenibilidad.

Además de su labor académica, Neil Leach ha sido un defensor activo de la integración de la tecnología en el proceso de diseño arquitectónico, y ha participado en conferencias y eventos internacionales para promover el intercambio de ideas en el campo de la arquitectura contemporánea. Su trabajo ha influido en una generación de arquitectos y diseñadores que buscan explorar las posibilidades creativas que ofrecen las nuevas tecnologías (Figura 34).

El ejemplo de la imagen, se expone como el primer modelo a escala real de un diseño generado utilizando el programa eifForm; la estructura fue montada por estudiantes del Instituto de Arquitectura de Dessau, la Universidad de Bath y la Academia van Bouwkunst. El proyecto fue patrocinado por Rodeca Systems. Se publicaron artículos sobre la estructura en Archined (www.archined.nl) en julio de 2002; Diseño de Edificios , 23 de agosto de 2002 ARQ , vol 6, núm. 3, 2003; Neil Leach, *Swarm Tectonics* en Zaha Hadid y Patrik Schumacher (eds.), Latent Utopias , Viena, Nueva York: Springer, 2002, págs. 48-53; Neil Leach, David Turnbull, Chris Williams (eds.), Tectónica digital , Londres: *Wiley*, 2004, ISBN 0470857293; Neil Leach, *Morfogénesis digital* en Luigi Prestinenza Puglisi (ed.), *Theoretical Meltdown*, AD , vol. 79, núm. 1 de enero/febrero de 2009.

Figura 34. Instalación *Swarm Tectonics* (estructura diseñada por Neil Leach, Kristina Shea, Jeroen van Michelen y Spela Videcnik), Academie van Bouwkunst, Amsterdam, 20-29 de junio de 2002. Créditos: Neil Leach.

[56] Fuente: https://neilleach.wordpress.com/

Greg Lynn[57], es un arquitecto, diseñador y teórico de renombre internacional conocido por su enfoque innovador en el diseño arquitectónico y la exploración de las posibilidades de la tecnología digital en la arquitectura. Nacido en Ohio, Estados Unidos, Lynn es reconocido por su trabajo pionero en el campo del diseño paramétrico y la fabricación digital.

Lynn fundó Greg Lynn FORM en 1994, un estudio de arquitectura con sede en Los Ángeles que ha sido reconocido por sus diseños vanguardistas y experimentales. Su trabajo abarca una amplia gama de escalas, desde muebles y objetos hasta edificios y proyectos urbanos.

Además de su labor como arquitecto practico, Greg Lynn es un prolífico escritor y conferencista que ha contribuido significativamente al debate teórico en torno a la arquitectura contemporánea. Ha enseñado en varias instituciones académicas de prestigio, incluyendo la Universidad de California en Los Ángeles (UCLA) y la Universidad de Yale.

Greg Lynn ha recibido numerosos premios y reconocimientos a lo largo de su carrera, incluyendo el Premio Golden Lion en la Bienal de Venecia en 2008. Su trabajo continúa desafiando las convenciones tradicionales de la arquitectura y explorando nuevas formas de expresión a través del uso creativo de la tecnología digital.

Figura 35. El diseño de un entorno a escala planetaria para la película “Divide” de Jörg Tittel y Ethan Ryker. NOAH (New Outer Atmospheric Home) es una estación espacial multiorientada, porosa, a escala de ciudad y hecha por el hombre en la película, que alberga a millones de personas. El diseño de cuatro NOAH ocupa un lugar destacado en la película, y su diseño y tecnología es la base del thriller social y político de ciencia ficción que surge entre los habitantes de los NOAH y la Tierra. Créditos: Greg Lynn.

[57] Fuente: https://glform.com/bio-2/

Xavier De Kestelier[58], es un arquitecto belga con una amplia experiencia en el diseño de estructuras para la exploración espacial. Se graduó en arquitectura en la Universidad de Gante y posteriormente obtuvo un máster en Diseño Arquitectónico Avanzado en la Universidad de Columbia en Nueva York.

De Kestelier ha trabajado en proyectos innovadores para la NASA, la ESA y otras organizaciones espaciales. Ha sido parte del equipo de Foster + Partners, donde ha liderado proyectos relacionados con la arquitectura espacial.

Su trabajo se centra en diseñar estructuras sostenibles y habitables para entornos extraterrestres, como bases lunares o colonias en Marte. De Kestelier, es conocido por su enfoque visionario y su capacidad para combinar la tecnología avanzada con el diseño arquitectónico para crear soluciones innovadoras para el futuro de la humanidad en el espacio.

Además de su trabajo en el campo de la arquitectura planetaria, De Kestelier también ha participado en conferencias y eventos internacionales sobre la materia, compartiendo su experiencia y conocimientos con otros profesionales del sector. Su contribución al campo de la arquitectura espacial lo ha convertido en una figura destacada en esta área emergente y prometedora.

Estos son solo algunos ejemplos de arquitectos que están explorando el campo de la arquitectura planetaria y trabajando en proyectos innovadores para el futuro de la humanidad en el espacio.

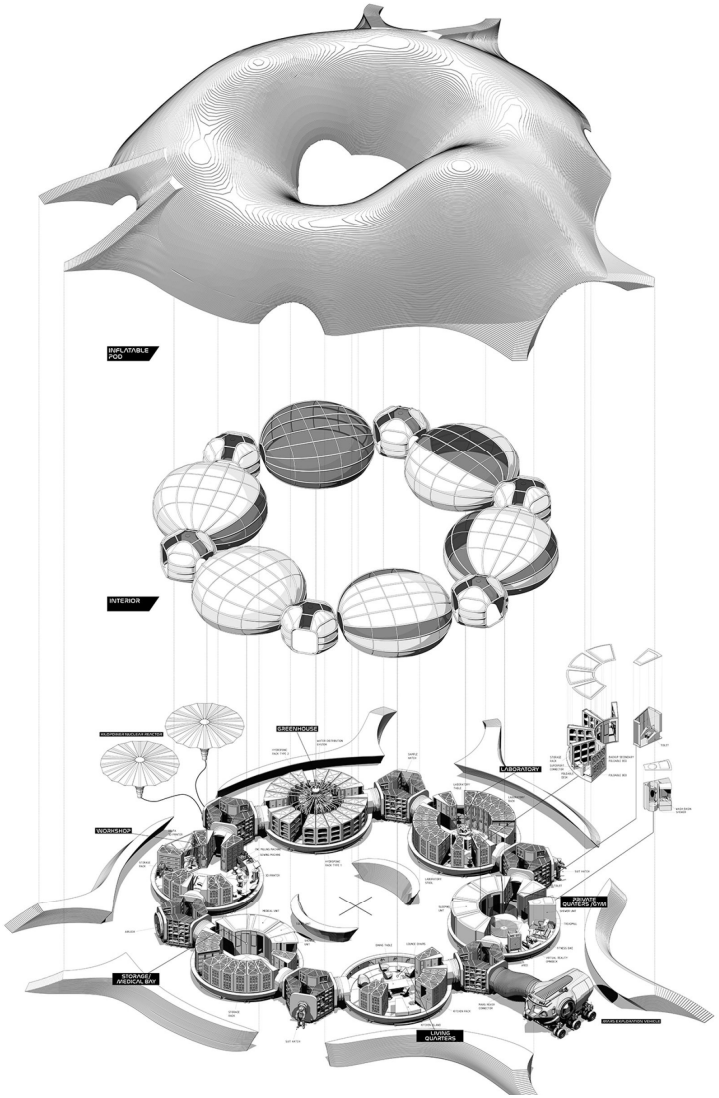


Figura 36. Hassell y Eckersley O'Callaghan (EOC) fueron preseleccionados en el desafío para un hábitat impreso en 3D de la NASA. Créditos: Hasell.

[58] Fuente: https://www.hassellstudio.com/

Por otro lado, se pueden encontrar propuestas teóricas sobre hábitats planetarios artificiales, sin embargo, con la tesis que por medio de la presente se expone, se pretende plantear prototipos artificiales válidos para su apoyo a las estructuras naturales planetarias –en base a sus análogos terrestres[59]–, investigando a través de proyectos en desarrollo del tipo "PANGAEA" (Planetary ANalogue Geological and Astrobiological Exercise for Astronauts) (Figuras 37 y 38) de la Agencia Espacial Europea (ESA), configurado para la dotación de los conocimientos prácticos en materia de geología planetaria –a los astronautas europeos adscritos–, como esenciales para las posibles misiones futuras de exploración a la hora de buscar posibles biovestigios en otros planetas. Se trata de la puesta en valor de formaciones naturales que bien –en este caso– pudieran servir de base firme para la consideración de las mismas como posibles hábitats planetarios, ahora bien, condicionados por las limitaciones que estas conllevan, y así, por las pautas a proponer mediante la pretendida investigación a realizar, para alcanzar su posible uso como morada humana en entorno extraterrestre.

La investigación y exploración del planeta Marte se fundamenta en tres pilares fundamentales:

- El estudio de sus meteoritos; fragmentos de Marte que, eyectados como resultado de gigantescos impactos, llegan a la superficie de la Tierra.
- Las misiones a Marte; la manera más directa y completa de obtener información acerca de sus ambientes pasados y presentes, así como de sus condiciones de habitabilidad.
- Los análogos de Marte; zonas de la Tierra que, por sus características geológicas, mineralógicas o geoquímicas nos pueden ayudar a probar prototipos de instrumentos, validar modelos científicos e incluso poder simular proyectos futuros de trabajos en el planeta rojo.

En relación con estos análogos, es sustancial precisar que no hay ninguna zona en nuestro planeta que sea exactamente como Marte, ni siquiera como lo sería en el pasado. Sin embargo, sí es viable definir determinados lugares en la Tierra que nos posibilitan, por sus particularidades, utilizarlos como análogos planetarios.

Este es el caso de Lanzarote, donde el Instituto de Geociencias (centro mixto de la UCM y el CSIC) colabora con el Cabildo para el desarrollo de esta singularidad de la isla. El propio emplazamiento, es un valioso museo geológico y un laboratorio natural en el que poder evaluar y analizar las interacciones entre volcanismo y agua, dos elementos cruciales que marcaron la dinámica geológica y planetaria de Marte.

Figura 37. Desde el risco Famara en Lanzarote, el Dr. Jesús Martínez-Frías explica a los astronautas el origen de la isla. Créditos: ESA-L.Ricci.

[59] Dr. Jesús Martínez-Frías. Actual instructor del Programa PANGAEA.

Figura 38. 2016-10-26_LavaTube-Traverse2-S.Sechi-GH3-012. El primer curso Pangea tuvo lugar en 2016 para capacitar a los astronautas en la identificación de características geológicas planetarias para futuras misiones a la Luna, Marte y asteroides. Créditos: ESA.

La ESA viene realizando campañas anuales de prospección de estas formaciones naturales. La investigación se realiza, concretamente, a lo largo del tubo del volcán de La Corona, *formado por un complejo de pasillos y galerías superpuestas con bóvedas de hasta 20×20 m y pequeñas lagunas interiores*, cuya superficie viene determinada por la *sucesión encadenada de jameos*[60] (desplomes de la bóveda del tubo volcánico que facilitan accesos naturales al interior), siendo el Tubo de La Atlántida –uno de los tres elementos geológicos de la formación volcánica mejor considerados, por su alto valor y representatividad dentro del conjunto, junto a la Cueva de Los Verdes (en ella destacan las estructuras morfológicas observables en el interior de la formación y las mineralizaciones), y los Jameos del agua, que alberga en sus instalaciones el museo geológico "Casa de los volcanes"–, que incluye los últimos 1,6 km de desarrollo del tubo por debajo del nivel del mar, en el océano Atlántico, como estructura subacuática en dicho tramo[60].

Los expertos en geología de la campaña PANGAEA-X[61] de la ESA cartografiaron la mayor parte del sistema de tubos de lava como parte de un proyecto apoyado por las autoridades locales Cabildo de Lanzarote y la Universidad de Padua, Italia. Los datos fueron adquiridos en noviembre de 2017 mediante equipos de Leica Geosystems.

La información virtual obtenida puede ser recorrida, con gran detalle, en 3D, ayudando a las instituciones a proteger el entorno subterráneo. El mapa también proporciona datos científicos con el fin de estudiar los orígenes del tubo y sus peculiares formaciones (Figuras 39 y 40).

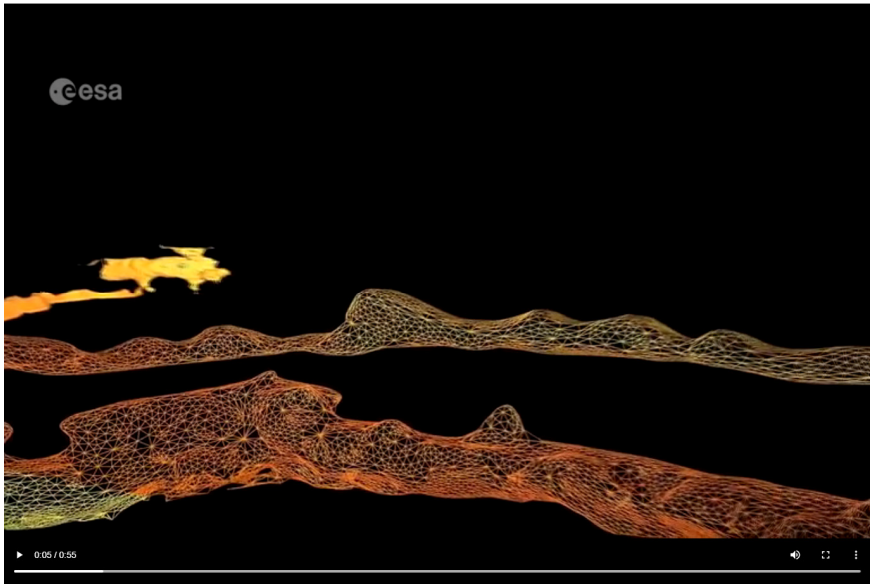


Figura 39. Mapeado de "La Cueva de los Verdes". Créditos: Virtual Geography Agency (VIGEA). ESA.

[60] Recuperado de: https://geoparquelanzarote.org/geositio/lz06-tubo-volcanico-de-la-corona-atlantida/

[61] PANGAEA-X es una campaña de prueba que reúne geología, equipos topográficos de alta tecnología y exploración espacial. http://blogs.esa.int/pangaea

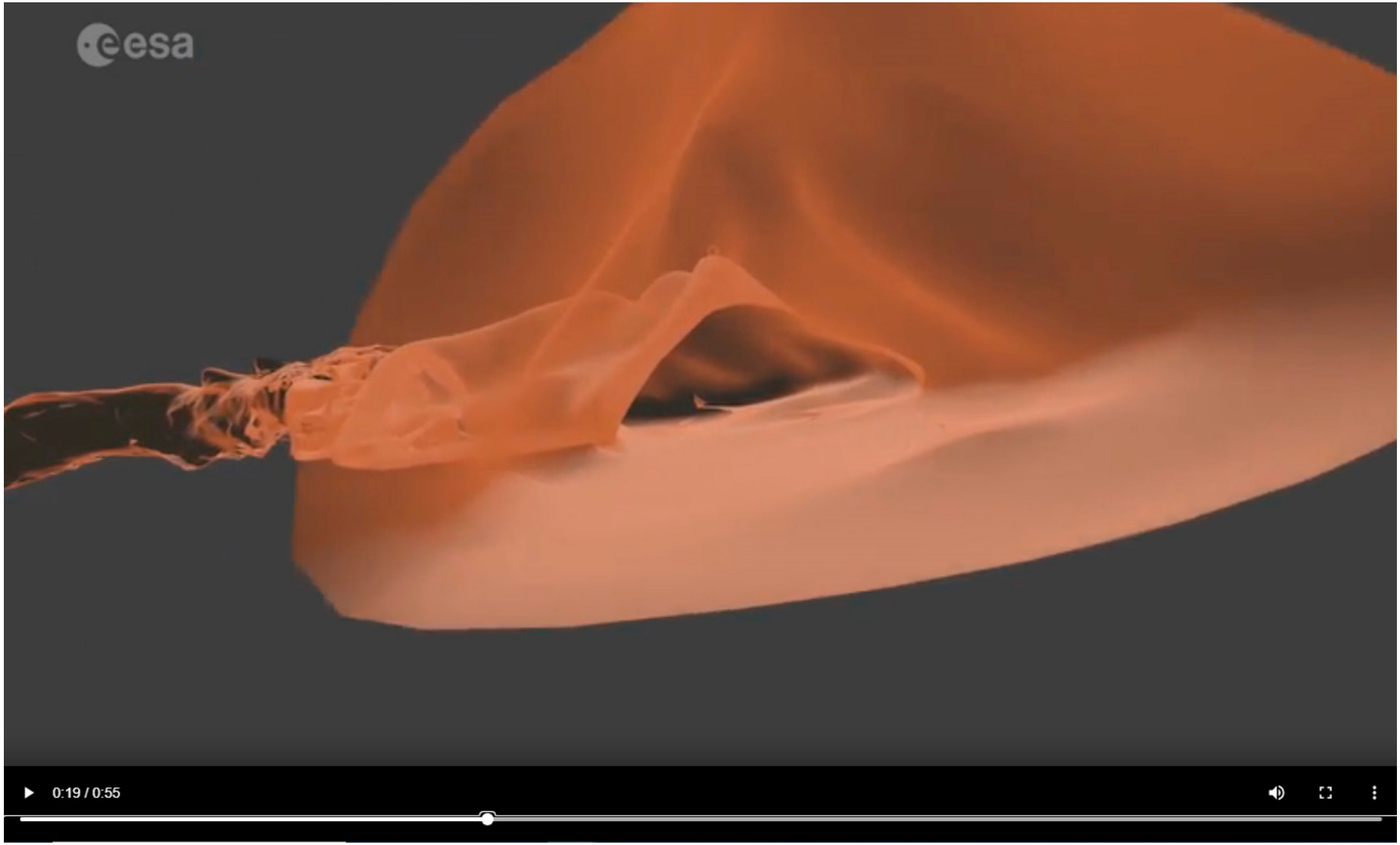


Figura 40. Recorrido virtual de “La Cueva de los Verdes”.
Créditos: Virtual Geography Agency (VIGEA). ESA.

3 UTILIZACIÓN DE ESPACIOS NATURALES: “GEOLOGICAL ASTROIKOS”

“El arquitecto del futuro se basará en la imitación de la naturaleza, porque es la forma más racional, duradera y económica de todos los métodos”.

(Antoni Gaudí)

3 UTILIZACIÓN DE ESPACIOS NATURALES: “GEOLOGICAL ASTROIKOS”

Los seres humanos que estén dispuestos a abandonar su entorno natural para abrir nuevos asentamientos extraterrestres para las generaciones presentes y futuras, tendrán que permanecer largas horas enclaustrados en unidades construidas en un entorno hostil. Deberán vivir dentro de un hábitat que no solo les haga sentir protegidos, con la tranquilidad y comodidad que ello conlleva, sino que también les proporcione un entorno capaz de transmitirles las ganas de vivir y de estar.

Astroikos, término cuyo sufijo Oikos (“casa”, en griego) define en la antigüedad clásica al conjunto de bienes y personas que constituían la unidad básica de la sociedad, permite conceptualizar un nuevo hábitat planetario como el posible refugio de un equipo multidisciplinar de astronautas con el objetivo de colonizar otros mundos. Este nuevo hábitat planetario se podrá asentar próximo a formaciones naturales previamente estudiadas, del tipo tubos de lava, como los que se pueden encontrar aquí en la Tierra (análogos planetarios) existentes en Lanzarote (Figura 38), y se sustentaría en cuatro pilares fundamentales:

- La humanización de la arquitectura espacial.
- La posibilidad del uso de materiales, recursos y estructuras geológicas naturales, autóctonos, así como el reciclaje de elementos de vehículos espaciales.
- Autoconstrucción.
- Seguridad.

Así pues, en continuidad con lo anteriormente indicado, deberemos hacer mención especial al material indígeno (propio del lugar), pues por medio de la presente, se plantea –para su implantación en otras formaciones planetarias– en consonancia a lo que la arquitectura vernácula (del latín, “vernaculus”, que significa “doméstico, nativo, indígena”) es capaz de aportar al entorno en el que se emplaza. De hecho, servirá como ejemplo base –dada la lógica ausencia de tradición constructiva correspondiente a la mencionada tipología arquitectónica, frente a la que nos encontramos en los entornos objeto de estudio– el tipo de arquitectura anónima –o vernácula– hallada en análogos terrestres de zonas como Lanzarote, la Antártida, Atacama, Riotinto, Hawai, El Jaroso, Canarias, Marruecos, Jordania, etc. Dicha arquitectura –tipo el *Iglú* propio del Ártico (Figuras 41 y 42), el *Trulli* italiano, o la propia arquitectura de tierra (Figuras 43 y 44), entre otras–, se caracteriza principalmente por: a) buscar el lugar idóneo para su localización conforme al clima y propiedades atmosféricas del lugar, b) el uso de materiales en base a los recursos naturales del lugar (locales) que, además, puedan quedar en el lugar de origen –una vez transcurrido su ciclo vital– sin riesgo a la contaminación del mismo, y c) ser construida por nativos del lugar, dándose –en este último sentido– la paradoja de poder ser, los propios humanos, los primeros en configurar sus propios hábitats en dichos destinos, aún con la ayuda de máquinas o robots enviados a tal fin.

Figura 41. Iglú. Créditos: Smitt / Getty Images.

Figura 42. Arquitectura Vernácula: Interior de un iglú inuit.
Créditos: lepaveblog.com.

Figura 43. Arquitectura Vernácula: Viviendas Musgum en Camerún.
Créditos: Patrick Lapierre.

Figura 44. Arquitectura Vernácula: Casas colmena de Harran, Turquía. Créditos: Usuario de Wikimedia Raki_Man bajo la licencia Creative Commons Attribution 3.0 Unported.

Figura 45. Proyecto FALLAMARS.

Figura 45. Infografía[62] mostrando los alzados, secciones y 3D, del hábitat FALLAMARS, presentada a concurso internacional promovido por NASA y la America Makes en el 2015. Propuesta planteada por el equipo interdisciplinar compuesto por: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez, Dr. Jesús Martínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, Dr. John Aaron Graves. Créditos: GAREID PROYECTOS.

Parte de las enseñanzas del arquitecto D. Joaquín Arnau Amo, en referencia a algunos de los conceptos aquí tratados a modo –en parte– de advertencia, sobre la importancia del material en materia arquitectónica, recogían la figura de Vitruvio según sus principios de economía y solidez en relación a los materiales, pero sin quedarse ahí, sino que nos apuntaba que *dicha economía se satisface cuando son idóneos y en la medida de lo posible, autóctonos*, prosiguiendo con que: *si el acarreo es mínimo, tanto mejor*, y con el convencimiento transmitido sobre que, *de dos materiales buenos, el que está a mano es mejor*. También, que *el uso de materiales autóctonos ha sido, desde tiempo inmemorial, la gloria de la arquitectura anónima que, porque emplea materiales propios, y no ajenos, se inserta en el paisaje con la naturalidad de lo que no acepta préstamos superfluos*, y que *una arquitectura que halla en su propio suelo la provisión de sus materiales, sólidos o consolidados, recrea su paisaje sin herirlo: pues es parte de él, cumpliendo con el mandamiento de Wright con sus prairie houses (está en, y es de, la pradera)*. Nos recordaba que economía es ley-de-la-casa, no solo de materiales, pero de ellos en primer lugar, la cual dependía de su buen rendimiento, de su corto acarreo y de su fácil aparejo y puesta en obra y que, de este modo es como *el Parthenón aprovecha el mármol pentélico de la roca sobre la cual se asienta*, *sin contribuir al despilfarro que supone el empleo de materiales acarreados desde yacimientos remotos*. Nos hablaba, a su vez, sobre el *retablo vertical de la arquitectura geológica*, y ya nos prevenía sobre la artificialidad indicándonos que, *una ciudad puramente artificial es inconcebible, dado que el hombre, no el robot, es hijo de la naturaleza.*

Cabe apuntar pues, como indica el profesor e investigador Dr. Jesús Martínez-Frías, que *una de las claves del desarrollo de la exploración espacial radica en un buen cocimiento y modelización de los recursos naturales terrestres y extraterrestres (incluyendo el agua, los minerales y rocas, y los recursos energéticos)*. De este modo, debemos contar –tanto en el ámbito lunar, como en el marciano– con los recursos geológicos que se nos brindan siendo estos, en el caso que nos ocupa, los principales recursos naturales a utilizar. Se seguirían así, las pautas de lo expuesto con anterioridad a la hora de considerar los mismos recursos –junto con las formaciones naturales que por la actividad geológica se han podido desarrollar– para la implementación de hábitats planetarios seguros para las posibles tripulaciones en misión espacial, y el *establecimiento de criterios de habitabilidad según las condiciones de estabilidad de las distintas asociaciones mineralógicas y texturas que presentan los mencionados materiales y recursos (minerales y rocas) existentes en el satélite y planeta considerados, como la jarosita, el yeso, la epsomita, el basalto, etc*[63].

Llegados a este punto, cabe destacar la importancia que en la geología va a hallar la arquitectura planetaria en relación con la tesis propuesta, dada la implicación del regolito lunar y marciano en los hábitats naturales

[62] Fuente: https://fallamars.com/projects.html

[63] Fuente: https://www.investigacionyciencia.es/blogs/astronomia/71/posts/recursos-naturales-exploracin-planetaria-y-habitabilidad-13573

a estudiar.

De igual modo –y en busca de un planteamiento acorde con la intención de apoyar la investigación propuesta con lo que a estructuras complementarias de hábitat artificial se refiere–, mediante el uso del reciclaje de determinadas partes del vehículo espacial como estrategia para disminuir su peso y así, contribuir a la eficiencia energética en términos de ahorro de combustible y disminución de contaminación atmosférica junto a la finalidad de ahorrar en viajes espaciales por esta causa, se contribuye a los principios de ahorro energético y económico en el ámbito aeroespacial. Encontramos sobre esto un apunte en el trabajo del arquitecto, escritor e inventor estadounidense, Richard Buckminster "Bucky" Fuller (1895-1983) quien, consciente de lo limitado de los recursos que nuestro actual planeta tiene para ofrecer, defendió un principio que él mismo denominó <<efemerización>>, el cual acuñó para referenciar <<hacer más con menos>>[64]; él mismo, *planteó el reciclaje de recursos y material de desecho con el fin de crear productos valiosos, incrementando la eficiencia del proceso completo*[65]. La experimentación de Fuller con las cúpulas geodésicas, cuya patente ostentó desde el 1954, le llevó a desarrollar proyectos con este tipo de estructuras, resultando la cúpula de la Exposición Universal de Montreal –de 76 m de diámetro y 41,5 m de altura–, de 1967, uno de sus proyectos más conocidos. Son, los proyectos de este tipo, una posible referencia para la obtención de datos objetivos frente a la estabilidad de estructuras ligeras y de fácil montaje fuera del ámbito terrestre.

[64] Brand, Stewart (1999). The Clock of the Long Now. Nueva York: Basic. ISBN 046504512X.
[65] Slabbert, N. J. (Feb. 2007). Richard Buckminster Fuller's Plea for Comprehensive Design. Washington DC: Urban Land magazine; Fuller, R. Buckminster (1969). Operating Manual for Spaceship Earth. Carbondale, IL: Southern Illinois University Press. ISBN 080932461X; Fuller, R. Buckminster; Applewhite, E. J. (1975). Synergetics. Nueva York: Macmillan. ISBN 002541870X; Fuller, R. Buckminster; Applewhite, E. J. (1975). Synergetics. Nueva York: Macmillan. ISBN 002541870X.

4 ICHNÓS DEL HABITÁCULO LUNAR

"Es preciso adaptar los edificios a las necesidades y a las diferentes condiciones de las personas que han de habitarlos".

(Marco Vitruvio, *Los diez libros de la Arquitectura*)

CONTENIDO

4.1 SINOPSIS

4.2 LA PROYECCIÓN DE UN HÁBITAT LUNAR

4.3 PROYECTO FOCARIS, como hábitat lunar

4.4 EL HÁBITAT: IDEA Y COMPOSICIÓN

4.5 CONSIDERACIONES PARA LA CONFIGURACIÓN DEL HÁBITAT

1. **La seguridad: elección de materiales y sistema constructivo**
   a. **Materiales**
   b. **Instalaciones**
   c. **Sistema constructivo**
2. **El cuidado de la salud al interior de un HÁBITAT TERAPÉUTICO: ANALOGÍA CON EL CENTRO HOSPITALARIO PARA LA CURACIÓN**
   a. **La higiene por medio de la ventilación forzada**
   b. **La luz**
   c. **El color**
   d. **La vegetación como jardín terapéutico y cultivo de alimentos frescos**
   e. **El espacio visualmente abierto: espacios comunes y vistas al exterior**
   f. **La práctica del deporte**
   g. **La habitación: El descanso y la intimidad**
   h. **El conjunto: sensación de hogar**
3. **El confort: la ergonomía en el medio**
4. **La investigación y la transmisión de resultados o enseñanza**

4.1 SINOPSIS

En palabras de Le Corbusier[66], "*la vida moderna exige, y espera, un nuevo tipo de proyecto, tanto para la vivienda como para la ciudad*" (*Vers une Architecture*). Atendiendo a esta máxima, es igualmente necesario –en estos tiempos– abarcar los cimientos arquitectónicos de una nueva era espacial que sobrepasa la vida conocida como moderna, en la que asentar las bases de aquellas estructuras capaces de albergar vida, tanto en lo referente a la envolvente o "caparazón" de las mismas, como en aquello que las determina interiormente. Dadas las necesidades de sus principales protagonistas –los astronautas, y todos aquellos seres humanos que puedan beneficiarse de sus hallazgos y actividad–, debemos contar con recintos habitables que faciliten su supervivencia en otros cuerpos celestes, con la mayor eficiencia posible en cuanto a los aspectos relacionados con el desarrollo de la vida en condiciones extremas se refiere.

4.2 LA PROYECCIÓN DE UN HÁBITAT LUNAR

En esta era de viajes espaciales en busca de nuevos asentamientos, vamos tras una nueva huella arquitectónica, planetaria, que no es más que la implantación de un hábitat en un entorno hostil testigo de la huella humana fuera de su propio planeta, como aquella primera pisada de Neil Amstrong[67] sobre la superficie lunar, el 20 de julio de 1969.

La cuestión a abarcar por medio de la investigación es, justamente, el tipo de huella –más o menos nítida y profunda, más o menos localizable, más o menos abarcable y más o menos definida o perdurable, entre otras– que debemos implementar en un planeta, o cuerpo celeste aún no habitado, diferente al nuestro. De aquí, pensar en un replanteo inicial del concepto de hábitat buscado, como inicio a su construcción.

A este respecto, la palabra griega "*ichnos*" nos lleva –etimológicamente hablando– al término "icnografía", por medio del que se define la huella del edificio en el suelo, comúnmente denominada "replanteo", indicando la disposición de unas piezas junto con otras. Y de aquí se parte.

Para la consecución de un proyecto arquitectónico planetario debemos basarnos, principalmente, en la condición del ser humano, con el fin de disponer no solo de un plano de planta –junto a su recinto interior– distribuida en base a las necesidades del propio ser en un entorno cuyas condiciones, *a priori*, no son válidas para el desarrollo de la vida humana, sino también al rostro del edificio, denominado por Alberti[68] como *frons aedis*.

No debe proyectarse pues, en base a una escenografía que introduce un valor subjetivo, sino a las representaciones objetivas del recinto construible, como son la mencionada icnografía además de la grafía –o representación– exterior, encontrando la idónea "máquina de habitar" de Le Corbusier donde hombre, naturaleza –en este caso, extrema y diferente– y máquina, coexistan en un estado de equilibrio (Libro de "Le Corbusier", por Elizabeth Darling).

Considerando lo anterior, llegamos al punto donde se visualiza la necesidad de establecer un orden –interior y exterior– relativo al recinto planteado acorde, en este caso, a las exigencias de la vida humana en

[66] (Charles-Édouard Jeanneret; La Chaux-de-Fonds, 1887 - Cap Martin, 1965) Arquitecto francés de origen suizo que fue, junto a Walter Gropius, el principal protagonista del renacimiento arquitectónico internacional del siglo XX y considerado uno de los padres de la arquitectura moderna. Fuente: https://www.biografiasyvidas.com/biografia/c/corbusier.htm

[67] Neil Alden Armstrong (Wapakoneta, Ohio; 5 de agosto de 1930 - Cincinnati, Ohio; 25 de agosto de 2012), astronauta estadounidense y el primer ser humano en pisar la superficie lunar. Ingeniero aeroespacial, piloto de combate y de pruebas y profesor universitario.

[68] (Génova, 1404 - Roma, 1472) Arquitecto, teórico del arte y escritor italiano. Alberti fue, junto con Leonardo da Vinci, una de las figuras más representativas del ideal del hombre del Renacimiento, al reunir en el todos los conocimientos y habilidades de la época: erudito, humanista, escritor, arquitecto, escultor, pintor, cortesano y hombre de mundo. Fuente: https://www.biografiasyvidas.com/biografia/a/alberti_leon.htm

nuestro satélite natural. Para ello, debe contarse con todos los mecanismos e instalaciones capaces de salvaguardar la seguridad del astronauta, de manera compatible con su desarrollo vital, el cual lleva implícita la satisfacción a nivel físico y emocional. De esta manera, además, puede aumentar su satisfacción dentro de una determinada misión y así, su rendimiento profesional, junto a la posible disminución de patologías clínicas de cara a su posterior reintegración en la Tierra.

Por medio de la distribución del espacio interior o disposición del espacio, en base al programa preestablecido, se contribuye al desarrollo de los hábitos de sus moradores y es, en este punto, donde por medio de la arquitectura pueden favorecerse las labores llevadas a cabo por los astronautas y un mayor confort de estos, al interior del hábitat proyectado, con el fin de facilitar su estancia extraplanetaria.

A este respecto, en el libro V de la Metafísica, Aristóteles definía la disposición como "*la colocación –según el lugar, o la potencia, o la forma– de aquello que tiene partes. Estas han de tener, efectivamente, alguna «posición», como pone de manifiesto la palabra misma «dis-posición»*" (Aristóteles, trad. 2000b 236)[69].

Por otro lado, y a propósito del hábito, la palabra fuente proviene del latín *habitus*, incluyendo según la RAE, entre otras acepciones, la de "modo especial de proceder o conducirse adquirido por repetición de actos iguales o semejantes, u originado por tendencias instintivas", y la de "vestido o traje que cada persona usa según su estado, ministerio o nación, y especialmente la que usan los religiosos o religiosas".

De hecho, en el mismo libro V de la Metafísica, el "filósofo griego define el *habitus* en dos sentidos, como un modo de actuar y como una disposición. En palabras de Aristóteles, el habitus sería "*ese a modo de acto que es peculiar del que posee algo y de lo poseído por él, y que es a manera de una acción o movimiento*" (Aristóteles, trad. 2000b 237). En el otro sentido, lo define como *la disposición por la cual lo dispuesto se halla bien o mal dispuesto, ya en sí mismo ya en relación con algo: así, la salud es un cierto «estado», ya que es una disposición de este tipo. Y se llama estado, incluso, a lo que es solamente una parte de tal tipo de disposición, y de ahí que la virtud propia de las partes constituya un estado (o hábito) del todo* (Aristóteles, trad. 2000b 237)[70].

Desde la propia definición del término, cabe preguntarse el tipo de actos que los astronautas llevan a cabo –además de los habituales del propio ser humano–, según su labor como especialistas en cada área relativa a sus funciones por medio de las cuales, a su vez, desafían límites naturales. E incluso, aquellas actividades o costumbres terrestres que les gustaría poner en práctica si no fuera por las limitaciones que ese "vestido" o "traje" –esta vez arquitectónico–, les impone, en base al entorno hostil del que forman parte durante las misiones espaciales, en pro de su seguridad.

En función de sus modos de proceder y, justo, a raíz de esos hábitos o modo de habitar, junto a sus necesidades, debe generarse el espacio propicio para su estancia y convivencia. De ahí, las estancias o diferentes habitaciones generadas al interior del hábitat que, visten o arropan de igual modo, a cada uno de esos ámbitos de estancia, y sus "telas" o envolventes, que se constituyen en función de la temperatura, la luz, la presión, el grado de intimidad requerido, tipo de actividad –individual o colectiva–, y un largo etcétera de valores que, por medio del estudio realizado, se analizan.

A este último respecto, cabe acordarse del discurso sostenido por Platón en cuanto a que "*toda disposición de carácter procede de la costumbre*"

[69] AGUILAR, OMAR, El habitus y la producción de disposiciones. Miríada: Investigación en Ciencias Sociales, ISSN 1851-9431, ISSN-e 2250-4621, Vol. 9, Nº. 13, 2017, págs. 273.

[70] AGUILAR, OMAR, El habitus y la producción de disposiciones. Miríada: Investigación en Ciencias Sociales, ISSN 1851-9431, ISSN-e 2250-4621, Vol. 9, Nº. 13, 2017, págs. 273.

(Platón, Leyes VII 792e, citado en Aristóteles, trad. 2000a 52.)[71], afirmación que, con visión arquitectónica, ayuda a comprender ese carácter o forma del espacio generado, en base a su uso habitual en una determinada ubicación, y entorno.

Sin embargo, pese a otorgar la sensación de contar con una disposición, o espacios limitantes, que obligan a su uso por medio del hábito ya mencionado (en este caso, aquel con el que cuentan los astronautas), el hábitat idóneo (aquel que reúne las condiciones necesarias u óptimas para una función o fin determinados) es altamente eficiente en cuanto a su uso puesto que, economiza tiempos contribuyendo, además, al menor deterioro físico y mental del usuario.

Un hábitat pensado para y por el astronauta puede contribuir pues, a inducir a este a hábitos –junto con una mejor manera de ejercitarlos– que, al interior de un vehículo espacial, no practicaría del mismo modo. En concreto, aquellos en relación al cuidado de la salud, la práctica del deporte, el estudio, la investigación, la transmisión del conocimiento, la relación social, el ocio, el avituallamiento y el descanso, entre otros.

4.3 PROYECTO FOCARIS, como hábitat lunar

El proyecto de hábitat planetario planteado con el nombre de FOCARIS[72], pretende encaminarse hacia la búsqueda de una arquitectura espacial no solo constituyente de hogar para los propios astronautas, sino también como recinto preventivo de la enfermedad propia de los mismos.

En cuanto a esto último, un equipo de la Escuela de Medicina Icahn del Hospital Monte Sinai (EE.UU), publicó en Nature Communications Biology un estudio realizado con muestras de sangre de astronautas de la NASA que volaron en misiones del programa de transbordadores espaciales entre 1998 y 2001 (Figura 46). A este respecto, el doctor David Goukassian[73], del mismo hospital, señala en sus investigaciones: "*Los astronautas trabajan en un entorno extremo en el que muchos factores pueden dar lugar a mutaciones somáticas, sobre todo la radiación espacial, lo que significa que existe el riesgo de que estas mutaciones se conviertan en hematopoyesis clonal (la cual, aunque no es necesariamente un indicador de enfermedad, se asocia a un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular y cáncer hematológico o de sangre)*" [74].

[71] AGUILAR, OMAR, El habitus y la producción de disposiciones. Miríada: Investigación en Ciencias Sociales, ISSN 1851-9431, ISSN-e 2250-4621, Vol. 9, Nº. 13, 2017, págs. 273.

[72] Eid-Macheh-Sánchez, Y., García-Valverde, J., Martínez-Frías, J. (2021). Proyecto finalista "FOCARIS" en Moon Society's First Moon Base Design Contest. Recuperado de http://strabo.moonsociety.org/2020-MoonBaseDesignContest/Finalist-FOCARIS/FOCARIS_THE%20MOON%20SOCIETY%20-%20Yasmina%20Eid.pdf.

[73] MD, Yerevan Medical University. PhD, Central Advanced Training Institute for Physicians. Post-Doctoral Fellow, Boston University School of Medicine. Post-Doctoral, Tufts University School of Medicine. Su investigación más reciente se centra en el campo de la radiobiología espacial cardiovascular, estudiando los riesgos cardiovasculares para el desarrollo de contramedidas durante y después de misiones de larga duración en el espacio profundo. Estos estudios se centran en el uso de enfoques fisiológicos integrados junto con metodologías genómicas, proteómicas y epigenéticas para comprender los mecanismos moleculares de los riesgos degenerativos cardiovasculares a largo plazo inducidos por la radiación espacial, el desarrollo de modelos de ratón para la evaluación de los riesgos relativos excesivos (ERR) inducidos por la radiación espacial, desarrollo de biomarcadores predictivos para la estimación de ERR, desarrollo de contramedidas para futuras misiones espaciales de larga duración de la NASA a la Luna, asteroides cercanos a la Tierra y Marte. Estos estudios tienen implicaciones significativas para los esfuerzos de la NASA por desarrollar estimaciones de riesgo de enfermedades cardíacas para los astronautas, así como para la prevención de enfermedades cardiovasculares inducidas por la radiación en pacientes con cáncer que reciben radioterapia convencional y de partículas. Fuente: https://profiles.mountsinai.org/david-goukassian

[74]Fuente: https://www.dw.com/es/cient%C3%ADficos-hallan-mutaciones-gen%C3%A9ticas-en-la-sangre-de-todos-los-astronautas-estudiados/a-63048987#:~:text=%22Los%20astronautas%20trabajan%20en%20un,Goukassian%2C%20del%20Icahn%20Mount%20Sinai. Revisado 09-06-2024.

De igual modo, y en relación a los posibles factores de riesgo, no solo deberían considerarse aquellos relacionados con la existencia de una elevada radiación, la pérdida ósea y muscular, junto a la descalcificación, y los problemas de presión arterial, entre otros, sino también elevado estrés que puede conllevar la misión con todo lo que le rodea, junto al hecho de no contar con ventilación natural, ni iluminación natural, suficiente.

Figura 46. STS095-E-5251 (4 de noviembre de 1998). El astronauta y senador estadounidense John H. Glenn Jr. (D.-Ohio), especialista en carga útil STS-95, hace ejercicio en el dispositivo ergómetro a bordo del Discovery. Créditos: NASA.

Figura 47. ISS043E086114 (04/04/2015). Fotografía en la que el astronauta de la NASA Scott Kelly se prepara para tomar algunas lecturas de instrumentos a bordo de la ISS el 4 de abril de 2015. Kelly, permaneció durante un año trabajando en la estación espacial, como miembro de una tripulación. Mientras, la NASA continúa preparándose para el eventual viaje a Marte, con los datos que van recopilándose. Créditos: NASA.

Al tratarse de un recinto hermético y presurizado con respecto al exterior, bajo condiciones espaciales, no solo se atiende por medio del tratamiento del hábitat a la alteración del sistema inmunitario y la mayor susceptibilidad a las alergias y otras enfermedades, sino también a la existencia de los microorganismos que de manera natural viven en el cuerpo humano. En palabras del biólogo Crystal Jaing, del Laboratorio Nacional Lawrence Livermore, LNLL, en Livermore, California, e investigador principal del estudio Microbial Tracking-2: "*Existe una interacción entre la comunidad microbiana de la Estación Espacial y su tripulación, y comprender los detalles es importante para prevenir complicaciones para la salud o para las naves espaciales en misiones espaciales humanas a largo plazo*"[75], tal y como se visualiza en misiones del tipo de un año de duración como la realizada por el astronauta estadounidense Scott Kelly (TMA-16M / Soyuz TMA-18M (Expedición 43/44/45/46 ISS) (Figura 47), la cuarta misión del astronauta español/norteamericano Michael López-Alegría de 215 días (Soyuz TMA-9 Expedición 14 ISS) (Figura 48 y 49), o las tres misiones realizadas por la astronauta Peggy Whitson de 184 (STS-111 / STS-113 Expedición 5 ISS), 192 (Soyuz TMA-11 Expedición 16 ISS) y 289 días (Soyuz MS-03 / MS-04 Expedición 50/51/52 ISS) (Figura 50 y 51), habiendo colaborado los dos últimos astronautas citados, en la presente investigación.

[75] Los Astronautas Dejan "Huella Digital Microbiana" en la Estación Espacial. Fuente: https://www.lanasa.net/iss/los-astronautas-dejan-huella-digital-microbiana-en-la-estacion-espacial#:~:text=%22Existe%20una%20interacci%C3%B3n%20entre%20la,bi%C3%B3logo%20del%20Laboratorio%20Nacional%20Lawrence. NASANET. Revisado 09-06-2024.

Figura 48. El comandante de la Expedición 14, López-Alegría cierra la escotilla interior del A/L. S116-E-05863 (12 de diciembre de 2006). El astronauta de la NASA, Michael E. López-Alegría, comandante de la Expedición 14 y oficial científico de la ISS, cierra la escotilla interior de la esclusa *Quest* de la ISS. El astronauta Robert L. Curbeam, Jr. y el astronauta de la Agencia Espacial Europea (ESA) Christer Fuglesang, ambos especialistas de la misión STS-116, estaban a punto de salir de la esclusa para la primera sesión de EVA de la misión. Créditos: NASA.

Figura 49. Los tripulantes de la Expedición 14/STS-116 disfrutan de una comida en el SM durante las Operaciones Conjuntas. S116-E-06068 (13 de diciembre de 2006). Los miembros de la tripulación STS-116 y la Expedición 14 comparten una comida en el Módulo de Servicio Zvezda de la Estación Espacial Internacional. En primer plano aparecen los astronautas Nicholas JM Patrick (izquierda), especialista de la misión STS-116; Michael E. López-Alegría (arriba en el centro), comandante de la Expedición 14 y oficial científico de la estación espacial de la NASA; y el astronauta de la Agencia Espacial Europea (ESA) Thomas Reiter (derecha), especialista de la misión STS-116. Al fondo aparecen el cosmonauta Mikhail Tyurin (izquierda), ingeniero de vuelo de la Expedición 14 en representación de la Agencia Espacial Federal de Rusia; el astronauta de la Agencia Espacial Europea (ESA) Christer Fuglesang, especialista de la misión STS-116; Sunita L. Williams, ingeniera de vuelo de la Expedición 14; Joan E. Higginbotham, Robert L. Curbeam, Jr., ambos especialistas de la misión STS-116; y William A. (Bill) Oefelein, piloto de STS-116. El astronauta Mark L. Polansky, comandante de la STS-116, está fuera de cuadro. Créditos: NASA.

Figura 50. ISS051E020883 (23 de abril de 2017). Los miembros de la tripulación de la Expedición 51 comparten una comida dentro del módulo Unity. De izquierda a derecha están los ingenieros de vuelo Oleg Novitskiy, Fyodor Yurchikhin y Jack Fischer y la comandante Peggy Whitson. Créditos: NASA.

Figura 51. Prueba de programación autónoma de la tripulación (CAST). ISS052E016190 (18 de julio de 2017). La astronauta de la NASA, Peggy Whitson es fotografiada sentada frente a las ventanas de la cúpula durante la sesión final de la Prueba de programación autónoma de la tripulación (CAST). La investigación CAST analiza si los equipos pueden desarrollar planes en un período de tiempo razonable con información adecuada, si la proximidad de los planificadores a las operaciones previstas aumenta la eficiencia y si estos están más satisfechos cuando se les asigna un papel en el desarrollo del plan. Créditos: NASA.

Atendiendo a tales consideraciones, deben llevarse a cabo la práctica de soluciones arquitectónicas cuya finalidad no sea únicamente crear un hogar habitable y confortable, lo más alejado posible de las previsibles situaciones de riesgo.

Se ha considerado por esta vía, un recinto del tipo aquellos cuya finalidad es contribuir eficientemente a la salud y bienestar de sus usuarios, persiguiendo la calidad de vida de los mismos, como es un centro sanitario u hospital.

Se ha atendido pues al uso de determinados materiales y técnicas constructivas, eficaces contra las posibles patologías adquiridas en este tipo de misiones debido a una larga estancia alejado de las condiciones terrestres, incluyendo una estancia equipada para poder llevar a cabo tanto una posible intervención quirúrgica –aun pudiendo ser básica–, como la extracción de sangre, la cual también debe realizarse en la ISS como mecanismo de control (Figura 52).

Figura 52. Extracción de muestra de sangre inmune. ISS030-E-257690 (26 de abril de 2012). El astronauta de la ESA, Andre Kuipers, ingeniero de vuelo de la Expedición 30, se prepara para la extracción de muestras de sangre venosa INMUNE en el laboratorio Columbus de la ISS. Después de las extracciones de sangre, las muestras se guardaron temporalmente en el congelador del laboratorio Minus Eighty para la ISS 1 (MELFI-1) y luego se empaquetaron junto con muestras de saliva en la Soyuz TMA-22 con el fin de retornarlas a la Tierra para su análisis. Créditos: NASA.

4.4 EL HÁBITAT: IDEA Y COMPOSICIÓN

Partiendo de la cara exterior del hábitat, existe una envolvente a modo de cápsula, que sirve como protección al mismo.

En base a la definición de cápsula del lat. *capsüla*, dim. de capsa "caja" y que, según la RAE, se refiere a la "envoltura soluble en la que se suministran ciertos medicamentos" e incluso, el "conjunto de la cápsula y el medicamento en ella incluido", entre otras acepciones[76], es este concepto del que partimos para llevar a cabo el último proyecto de hábitat lunar al que denominamos FOCARIS. Se trata de un recinto para la protección de los astronautas en un medio diferente al terrestre, con una envolvente que, además de resistente frente a los impactos exteriores asumibles y a la presión interior, se plantea como fácilmente construible; ligera en comparación con otras soluciones, e integrada en el entorno extraterrestre. Cuenta, a su vez, con la posibilidad de ser eliminada de una manera sencilla con el fin de generar soluciones de hábitats inmersas en el grupo de las construcciones itinerantes (fácilmente reutilizables, con menor trabajo de desmontaje y casi nula carga de residuos), que las constituidas como pesadas o fijas casi a perpetuidad. Se plantea como la envoltura soluble del medicamento que, una vez cumplida su misión como oniscídeos (Oniscidea) –protegiendo aquello que alberga en su interior–, se disipa sin mayor daño o rastro. De este modo, se busca respetar lo máximo posible el cuerpo celeste por explorar, sin alterarlo de forma abrupta.

En este caso, se trata de un cuerpo exterior arquitectónico que cuenta con cinco elementos fundamentales:

1º Semicúpulas. Con apertura del tipo acordeón, se encuentran compuestas por una estructura funcionalmente equiparable a los alambres que conforman ciertos elementos decorativos tales como los farolillos de papel, actuando como costillas sobre las que se acopla la envolvente a modo de manta o capa plegable protectora (Figura 53). Una vez desplegadas, se inyecta en su interior el "regolito" basáltico, que le dará las funciones de aislamiento frente a la radiación, y consistencia frente a microimpactos, como se detallará más adelante. Estos elementos hacen función de caparazones a modo de exoesqueletos plegables sobre sí mismos con el movimiento propio de un acordeón, facilitando dicho plegado, similares a los presentes en los crustáceos isópodos terrestres conocidos como oniscídeos (Oniscidea) o, vulgarmente denominados, bichos bola (Figura 54).

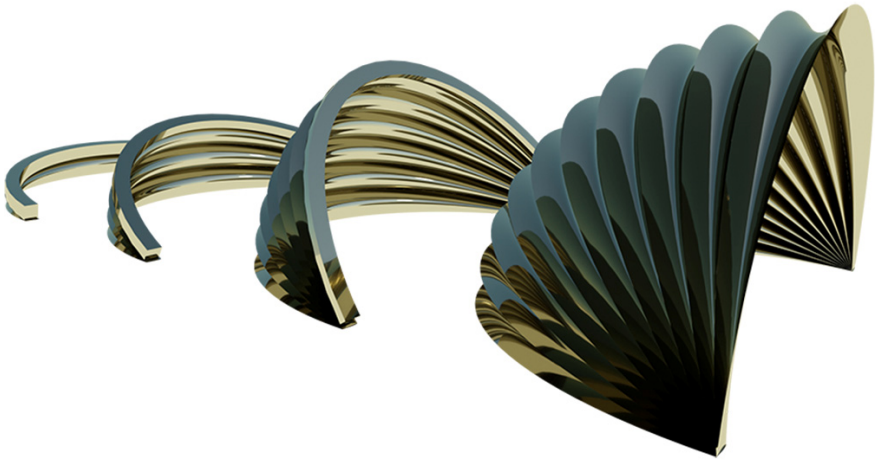


Figura 53. Envolvente exterior correspondiente a módulo de hábitat, a modo de semicúpula prefabricada; transformable, resistente y ligera[77].

[76] Real Academia Española. 2001. Diccionario de la lengua española (22.a ed.). Recuperado de https://dle.rae.es/c%-C3%A1psula

[77] Eid-Macheh-Sánchez, Y., García-Valverde, J., Martínez-Frías, J. (2021). Proyecto finalista "FOCARIS" en Moon Society's First Moon Base Design Contest. Recuperado de

Figura 54. Crustáceo (Oniscidea), o bicho bola[78], y farolillo.

Estas semicúpulas denominadas “domos plisados” (Figuras 53 y 54) con el funcionamiento del tipo farolillos de papel plegables –contando con varios anclajes periféricos para efectuar un cierre hermético–, ocuparían el espacio mínimo dentro del cohete, abriéndose una vez en el exterior. A lo anteriormente apuntado, se añade la ventaja de un menor peso a soportar por el vehículo dada la composición del material con lámina plástica multicapa de películas de “poliimida” del tipo, manta térmica reflectante aluminizada con partículas de oro, plata, aluminio, germanio, óxido de indio, y estaño, utilizada tanto en la construcción (aislamientos reflexivos), como en las situaciones de emergencia frente a accidentes.

Del mismo modo, dichos materiales se encuentran en uso –incluso desde los inicios de las misiones espaciales–, por la industria aeroespacial y, a su vez, alguno de ellos –como las partículas de oro–, son utilizados en algunos EPI (equipo de protección individual) destinados a determinados profesionales, tales como los bomberos, a fin de combatir determinadas condiciones ambientales adversas, durante diferentes incidentes de proximidad. Respecto a esto último, se disponen cascos preparados –por medio de una envoltura aluminizada multicapa, y un visor o pantalla facial cubierta de oro– para combatir los altos niveles de calor radiante, conductivo y convectivo, emitidos durante los incendios. De igual modo, dependiendo de los requisitos técnicos necesarios y, en función de la disposición de dichos acabados –hacia el interior o exterior del hábitat–, sirven como aislantes frente a las bajas temperaturas hacia uno de sus lados, y como reflector de radiación térmica, hacia el otro[79] [80].

Al mismo tiempo, deben mantener estables las tensiones estructurales creadas por la atmósfera de presión que habría que alcanzar al interior del hábitat, en consonancia con la terrestre. Además, reducirían el tiempo de construcción, aumentarían la durabilidad, y mitigarán los efectos de los ciclos de hielo/deshielo, la abrasión, y los impactos de choque en el hábitat, dada su función de cubiertas retráctiles con costillas metálicas resistentes y sustentantes, para dicha estructura.

Contarán pues, las mismas estructuras mencionadas, con alta resistencia a cambios de temperatura, como los ya soportados en el Programa Apolo, los cuales oscilaban entre los -204 °C –aproximados–, y los 121 °C –aproximados–, además de crearse un mecanismo eficaz contra la radiación térmica[81]. De este modo, se logra la protección del espacio

http://strabo.moonsociety.org/2020-MoonBaseDesignContest/Finalist-FOCARIS/FOCARIS_THE%20MOON%20SOCIETY%20-%20Yasmina%20Eid.pdf

[78] Boeraeve P., Arijs G., Segers, S., De Smedt, P. (2021). Habitat and seasonal activity patterns of the terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea) of Belgium. Belgian Journal of Entomology, vol. 116 (pp. 1–95, Figura 2).

[79] Bryan, W. (Editor). Last Updated: Aug 7, 2017. Radiant Barrier. NASA Spinoff. Recuperado de https://www.nasa.gov/offices/oct/40-years-of-nasa-spinoff/radiant-barrier

[80] Bryan, W. (Editor). Last Updated: 2018. Space-Grade Insulation Keeps Beer Colder on Earth. NASA Spinoff. Recuperado de https://spinoff.nasa.gov/Spinoff2018/cg_6.html

[81] NASA (2004). Technology Transfer. Heating and cooling efficiency for homes. NASA. Recuperado de https://spinoff.nasa.gov/Spinoff2004/ch_6.html

cubierto y así, de quienes lo alberguen, frente a las fuentes naturales de radiación existentes en el espacio y sus efectos nocivos siendo esta, una de las cuestiones fundamentales a tratar en referencia a la supervivencia del ser humano en otros cuerpos celestes, e incluso en órbita.

2º Estructura principal. El hábitat se genera desde un hexágono regular de ocho metros de lado –donde se ubican los seis arcos torales existentes–, dando apoyo a las cinco semicúpulas esféricas y al arranque del conducto de acceso y salida del hábitat; cierra el espacio central con la configuración de una bóveda de arista sexpartita donde su clave, a la vez, descansa y es arriostrada por un pilar central (Figura 55). Este refuerzo central es necesario, al tener que someter al sistema estructural a las acciones propias de la gravedad (peso propio del sistema, junto a cargas permanentes tanto del "regolito" –del casco exterior–, como del agua de la membrana térmica interior, y sobrecargas de uso y mantenimiento, junto a las acciones contrarias producidas por la gran diferencia de presión entre el interior y el exterior del hábitat). Esta última consideración, apenas relevante en las construcciones sobre la Tierra, –salvo en instalaciones especializadas, sometidas a sobrepresión– ha sido contemplada en este proyecto en función de su posible ubicación, según se tratase de la Luna –con una presión atmosférica prácticamente inexistente, o tenue–, o de Marte –con una media de presión de 600 Pa, existente en dicho planeta, frente a la presión de 101300 Pa necesarios al interior del hábitat, simulando la presión terrestre– (Figuras 56 y 67).

En la zona donde se cruzan los cañones, se vacía su plementería formando un óculo –con función de lucernario–, igualmente poligonal, de seis trapecios isósceles curvos.

3º Lucernario central. Gran óculo con dimensiones de rosetón, de tracería recta, que se proyecta como lucernario hexagonal de 3 metros de lado, apoyado y arriostrado en su centro, al pilar central, y *quasi* plano en vez de semiesférico, el cual no solo disminuye considerablemente los esfuerzos transmitidos a la base del hábitat, sino que es capaz de generar una sensación de mayor amplitud espacial hacia el exterior siendo capaz igualmente, de dotar, al interior del conjunto proyectado, protección frente a la radiación e iluminación artificial a falta de luz exterior, y de reproducir, a su vez, los ciclos circadianos como apoyo a la actividad humana que, al interior del hábitat, podría establecerse en consonancia con los parámetros y horarios terrestres. De esta manera, conseguimos obtener un recinto diáfano, iluminado y conectado visualmente al espacio circundante, por medio de un gran óculo de vidrio de cuarzo (resistente a la radiación), multicapa, al igual que el ya instalado en el mirador llamado *Cupola*, del módulo *Tranquility* de la ISS[82]. Se contempla, igualmente, la posibilidad de sustituir o intercalar capas de plástico acrílico, más resistente incluso, que el vidrio, y menos pesado que este; sustitución ya experimentada, en las ventanas del módulo de la misión Orión desde el 2014[83], a través del que se consigue compartir vistas estelares, aportando condición de ligereza a la ya existente. Dicha búsqueda de continuidad entre exterior e interior, genera mayor integración en el entorno y así, un menor impacto ambiental (Figura 78).

4º Malla exterior. Como protección de la envolvente superior del hábitat, frente a posibles impactos de micrometeoritos y pequeños cuerpos celestes en suspensión, así como para facilitar la generación de una jaula de Faraday, originando un microcampo magnético artificial que pueda proteger a los habitantes del recinto frente a las radiaciones electromagnéticas ionizantes, como la radiación cósmica galáctica, entre

[82] Marín, D. (16-05-2016). No, la cúpula de la ISS no estuvo a punto de ser perforada por un trozo de basura especial. Recuperado de https://danielmarin.naukas.com/2016/05/13/no-la-cupula-de-la-iss-no-estuvo-a-punto-de-ser-perforada-por-un-trozo-de-basura-espacial/#:~:text=Cada%20una%20de%20las%20siete,puedan%20chocar%20contra%20la%20ISS

[83] Roberts, J. (Editor). Last Updated: Aug 7, 2017. Orion Windows Provide New Outlook for Spacecraft's Future. Recuperado de https://www.nasa.gov/feature/orion-windows-provide-new-outlook-for-spacecraft-s-future

otras. Dicha malla, se compone de estructuras tubulares unidas entre sí a modo de capa horadada (Figura 57), construidas con fibras de carbono de alta resistencia, gran conductividad eléctrica y baja conductividad térmica; se generan por medio de la tecnología de impresión 3D, rellenándose, una vez ubicadas en el lugar correspondiente, de destino, de "regolito" basáltico. De esta manera, se consigue aligerar peso y a su vez, introducir plasticidad en este elemento constructivo, de modo que pueda amoldarse al diseño exterior del propio hábitat.

Se trata del enlace de estructuras hexagonales similares a aquellas que, por medio de sus átomos de carbono, conforman la estructura química del grafito –como el utilizado para la confección de la mina de los lápices–, confiriendo una similitud entre los esquemas internos de este, y el aspecto de la malla exterior diseñada para el hábitat lunar.

En cuanto a la similitud con el esquema interno del grafito, investigadores del laboratorio de Geofísica de la Institución Carnegie (EEUU), detectaron carbono en su forma de grafito –siendo esta una de las formas alotrópicas en las que puede presentarse el primero–, en el satélite, que parece se encuentra en el mismo desde el "cataclismo lunar", o período de considerable bombardeo de asteroides y otros entes, sobre aquel, que tuvo lugar hace entre 4,1 y 3,8 millones de años aproximadamente. De hecho, se ha encontrado grafito en una forma de "largas y delgadas estructuras enrolladas, conocidas como "bigotes de grafito", que se forma en reacciones a muy altas temperaturas (entre 1000 y 3600 °C), que se inician tras un impacto"[84]. De esta forma, se genera un esquema a base de la unión plástica de formas ya integradas en el mismo entorno lunar que, aún no visibles, se encuentran –de igual modo– siguiendo formas curvas en algunos constituyentes geológicos del satélite, de modo que se susciten sinergias, en busca de un escenario armónico que, aún en grado subyacente, integre y reconozca al hábitat.

De igual modo, se basa en la geometría del *Paleodictyon*[85], con el fin de reproducir una estructura en sintonía con la estructura compuesta por malla de hexágonos registrada geológicamente durante las primeras etapas del desarrollo de la Tierra, entre el Precámbrico y el Cámbrico inferior hasta el Eoceno, como guiño a un posible inicio de colonización y así, comienzo de una nueva vida en otro cuerpo celeste (Figura 58).

5º Base estructural. Plataforma sobre la que descansa el resto del hábitat, que sirve como apoyo y así, cimentación sobre la que recaen las cargas, y a su vez, como zona de almacenaje de víveres e instrumental, además de ser zona de paso de instalaciones.

[84] Steele A., McCubbin FM., Fries M., Glamoclija M., Kater L., Nekvasil H. (2010). Graphite in an Apollo 17 impact melt breccia. Science (New York, N.Y.). 329(5987), 51. https://doi.org/10.1126/science.1190541

[85] Ehrlich, Hermann. (2010). Paleodictyon Honeycomb Structure in Biological Materials of Marine Origin (pp. 137-141). Netherlands: Springer. ISSN 2211-0593

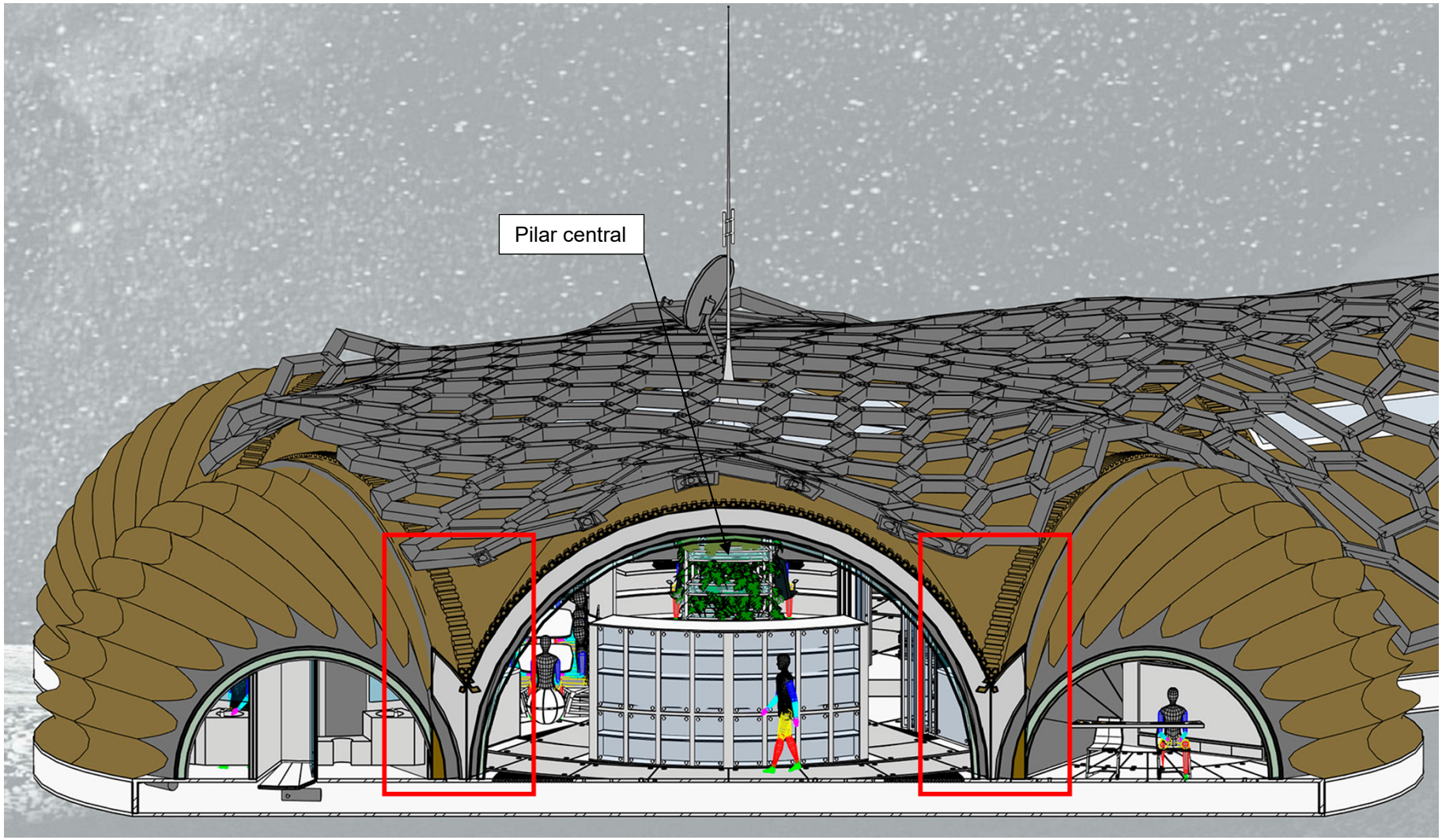


Figura 55. Unión entre módulos exteriores y cuerpo de estructura principal superior.

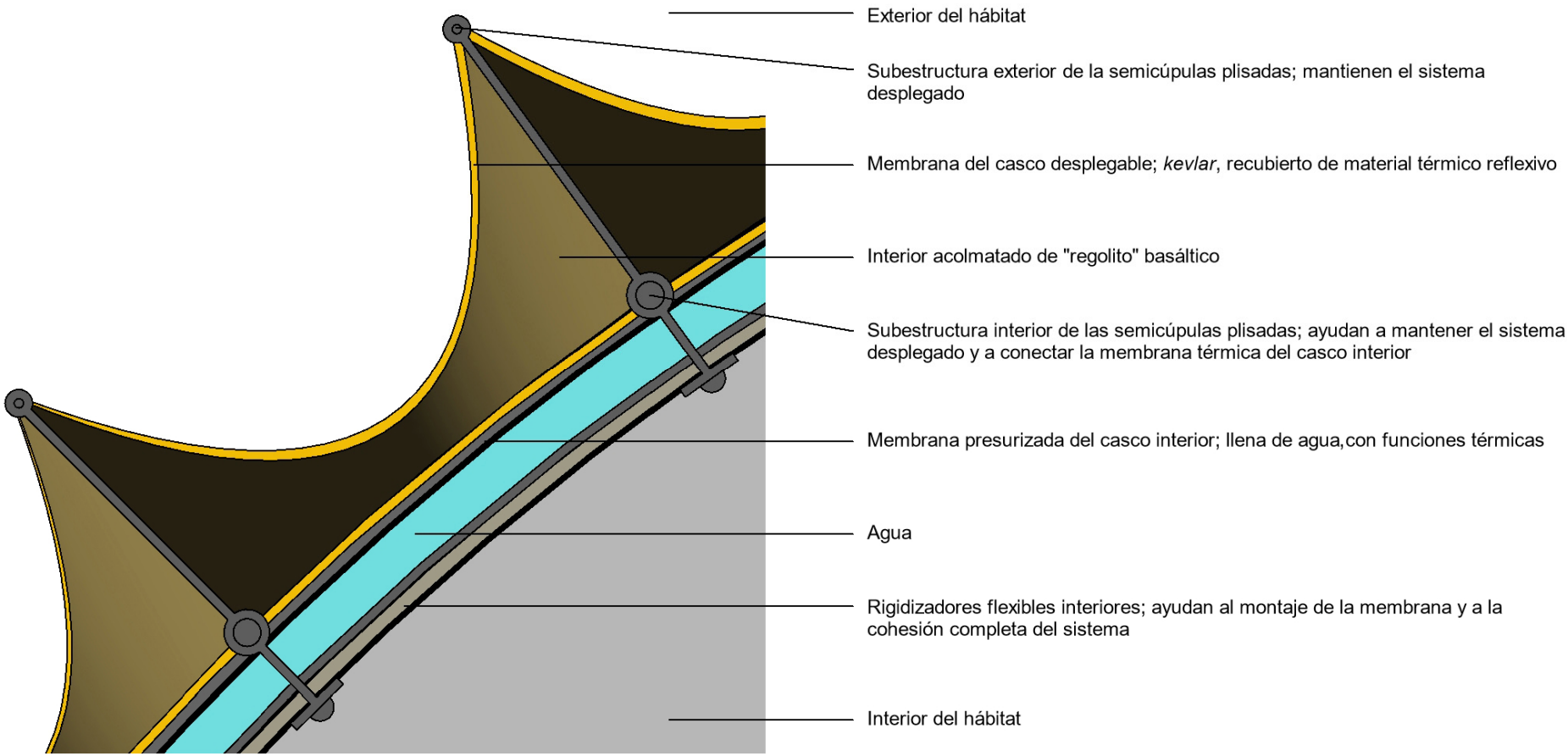


Figura 56. Detalle de la sección ampliada de la semicúpula.

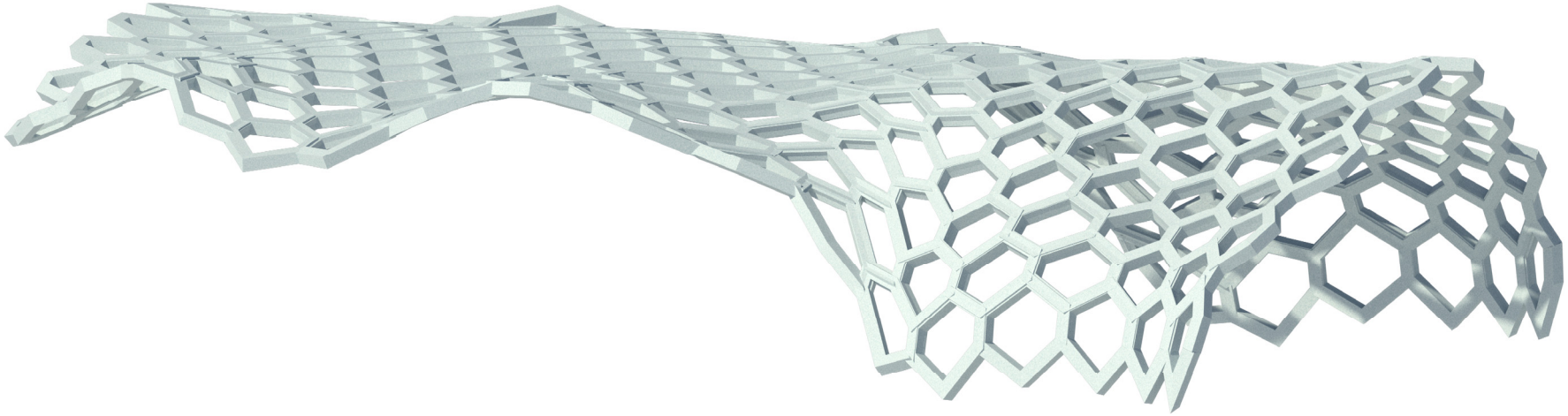


Figura 57. Estructura de malla que conforma el revestimiento superior del hábitat proyectado.

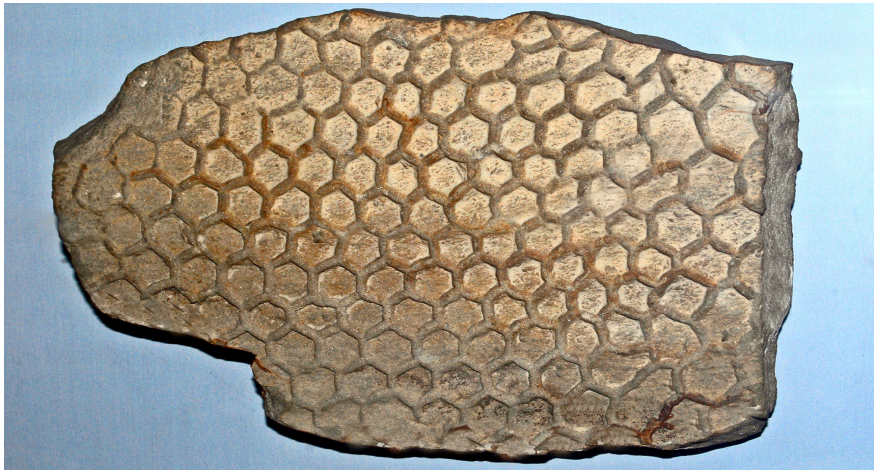


Figura 58. *Paleodictyon* del Mioceno[86].

[86] Hectonichus. (2016). Paleodictyon from Miocene of Fiume Savio, Italy - on display at Museo Geologico G. Cappellini, Bologna.

4.5 CONSIDERACIONES PARA LA CONFIGURACIÓN DEL HÁBITAT

Por medio de este tipo de arquitectura planetaria, se persigue plantear una tipología habitacional para la que se ha indagado en las posibles mejoras en cuanto a su humanización, además de hacer frente a los retos constructivos en base al entorno lunar como son, principalmente, el aislamiento frente a la radiación, la falta de oxígeno, electricidad y agua corriente, falta de presión atmosférica y gravedad, posibles impactos de cuerpos celestes, ausencia de gran parte de material constructivo requerido, proceso de ejecución en entorno hostil, la falta de la suficiente iluminación natural, y el aislamiento térmico, junto con la necesidad de movimiento, seguridad de uso, y confort. Se ha planteado con la intención de satisfacer al máximo las necesidades de los astronautas y con la meta de intervenir directa y positivamente sobre su salud, mediante la misma.

En definitiva, se ha perseguido la óptima configuración de la envolvente o caparazón del hábitat, junto a su espacio interior integrado a su vez por espacios capaces de acoger, y proporcionar, el suficiente confort al usuario de este (Figuras 59, 60 y 61) (Tabla 1)[87].

Se persigue ayudar eficazmente, junto con el progreso de la técnica y el alcance de los métodos arquitectónicos preventivos contra el desarrollo de enfermedades causadas por la larga estancia en el entorno espacial.

El tratamiento del hábitat como si de un centro de salud humanizado de tipo hospitalario se tratase, únicamente en cuanto a su configuración sobre un entorno con condiciones planetarias abruptas se refiere, facilita la búsqueda y posterior hallazgo de las condiciones propicias para su uso como hogar seguro, y confortable.

CUADRO DE SUPERFICES Y VOLÚMENES FOCARIS			
Número	Espacio	Superficie	Volumen
1	Airlock A	23'67 m²	70'65 m³
2	Airlock B	23'59 m²	70'65 m³
3	Puesto Control	8'16 m²	21'42 m³
4	Cocina - Lounge	25'07 m²	68'00 m³
5	Puesto Telecomunicaciones	8'16 m²	21'42 m³
6	Laboratorio - Dispensorio	25'07 m²	67'99 m³
7	Cultivos Hidropónicos	11'10 m²	33'29 m³
8	Habitación 1	9'05 m²	21'14 m³
9	Habitación 2	9'05 m²	21'14 m³
10	Habitación 3	9'05 m²	21'13 m³
11	Habitación 4	9'05 m²	21'14 m³
12	Habitación 5	9'05 m²	21'14 m³
13	Habitación 6	9'05 m²	21'13 m³
14	Habitación 7	9'05 m²	21'06 m³
15	Habitación 8	9'05 m²	21'03 m³
16	Servicios Higiénicos	18'46 m²	43'18 m³
17	Pista caminar / correr	78'62 m²	207'25 m³
	Totales:	**294'31 m²**	**772'77 m³**

Tabla 1. Cuadro de superficies y volúmenes de los espacios proyectados en FOCARIS.

[87] Eid-Macheh-Sánchez, Y., García-Valverde, J., Martínez-Frías, J. (2021). Proyecto finalista "FOCARIS" en Moon Society's First Moon Base Design Contest. Recuperado de http://strabo.moonsociety.org/2020-MoonBaseDesignContest/Finalist-FOCARIS/FOCARIS_THE%20MOON%20SOCIETY%20-%20Yasmina%20Eid.pdf .

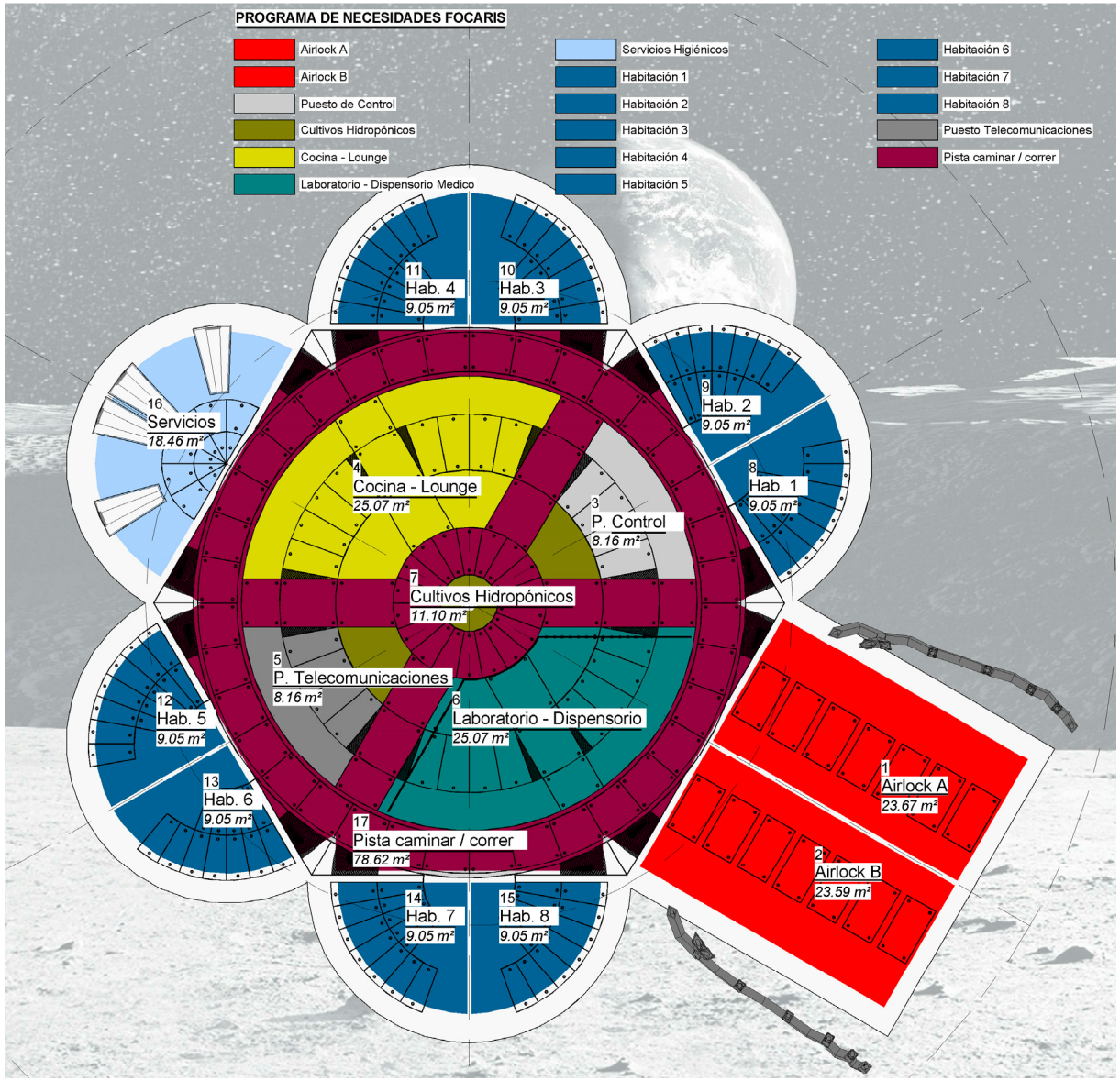


Figura 59. Programa de necesidades en FOCARIS.

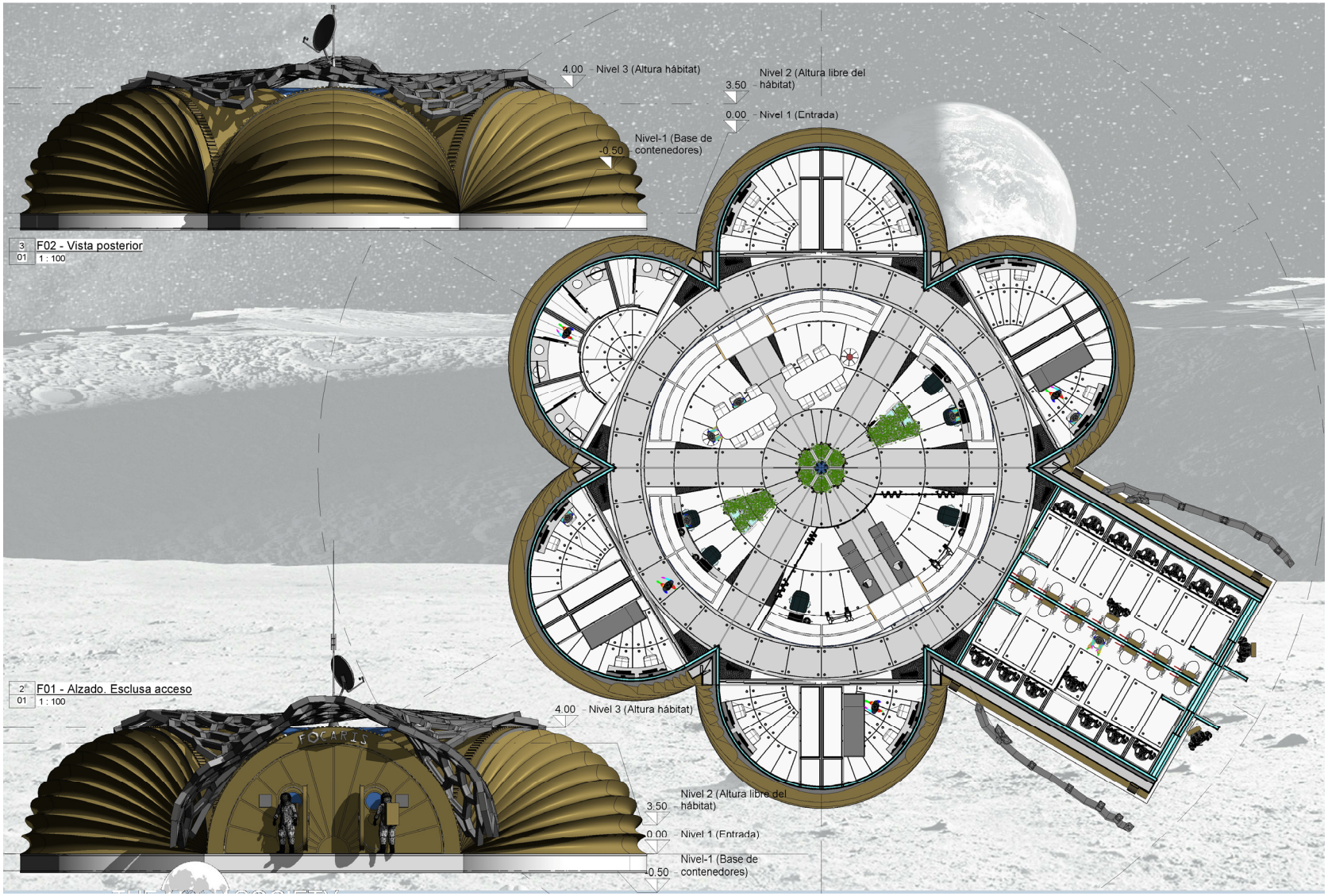


Figura 60. Infografía de planta y perspectivas del hábitat proyectado.

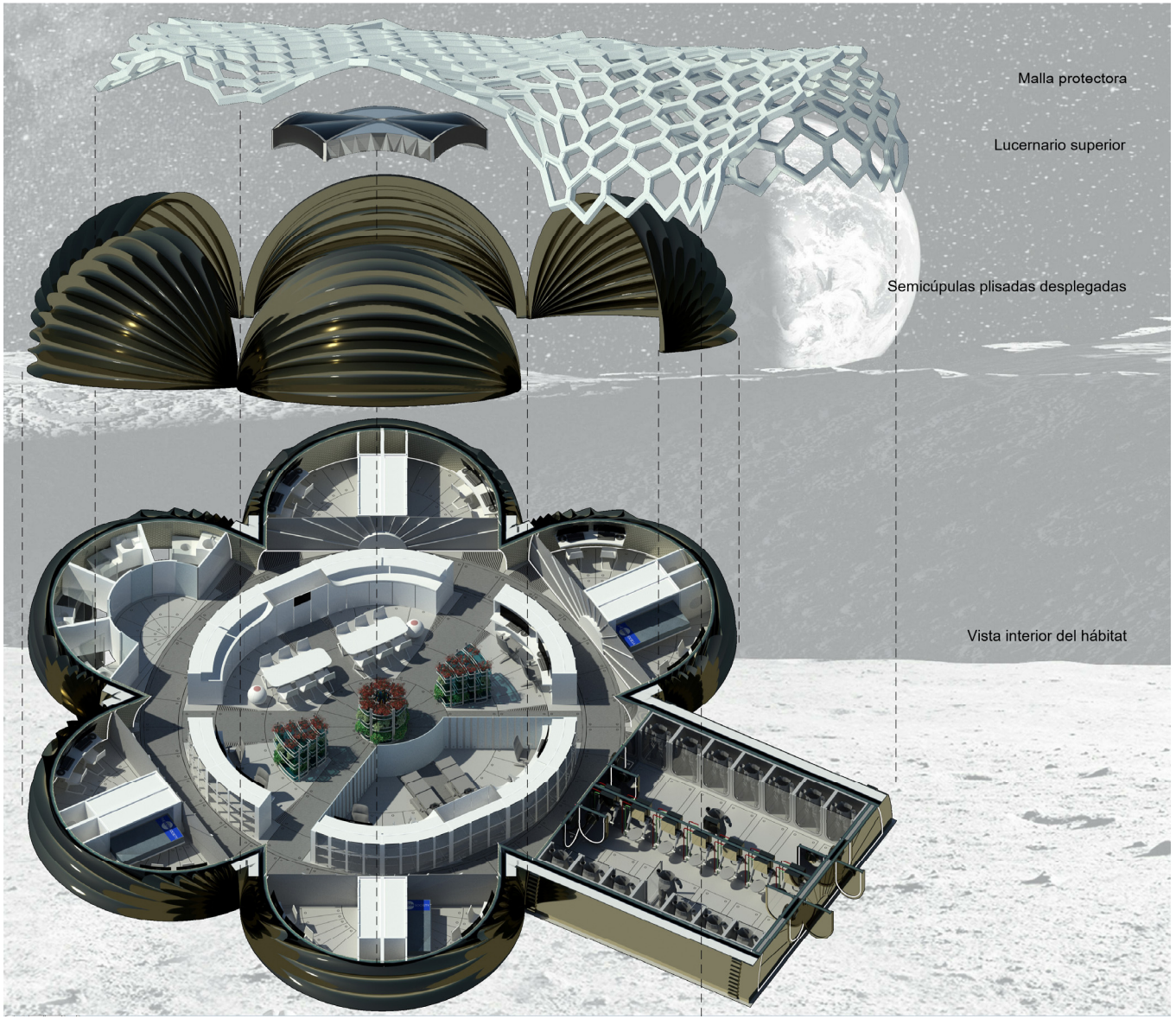


Figura 61. Imagen conceptual de la distribución y de los elementos constructivos del hábitat proyectado.

De este modo, se han tenido en cuenta el tratamiento de los siguientes aspectos:

1. La seguridad: elección de materiales y sistema constructivo

a. Materiales

Los materiales empleados en la construcción del hábitat se pueden dividir por su procedencia en dos grandes grupos:

- Los transportados desde la Tierra, incluyendo en este grupo las partes o secciones del propio vehículo espacial.
- Los extraídos del propio lugar donde se va a emplazar.

En el diseño del proyecto se ha utilizado la modelización paramétrica mediante la metodología BIM (Building Information Modeling), lo que permite simulaciones digitales, pudiéndose facilitar datos fidedignos de las cantidades de recursos necesarios para la construcción del hábitat aquí descrito. De cada uno de los elementos que conforman el proyecto, se obtienen sus características dimensionales (longitudes, superficies y volúmenes) y, según los materiales empleados, se presentan las masas de cada uno de ellos. De este modo, se obtiene la masa total de los elementos transportados desde la Tierra (Tabla 2), los elementos que son secciones del propio vehículo espacial (Tabla 3) y los elementos de relleno que mejorarán la resistencia y protección ante la radiación cósmica (galáctica y solar), así como el acondicionamiento térmico del hábitat.

El grupo de estos materiales añadidos al interior de los componentes manufacturados en la Tierra se divide en: el "regolito", de procedencia basáltica indígena –a extraer de la Luna o Marte (Tabla 4)– y el agua líquida utilizada como acondicionador térmico del hábitat (Tabla 5) y empleada, a su vez, como reservorio, dada la previsión para su consumo.

Entre las diversas cualidades de este "regolito" con contenido en basalto, se halla la de que por medio de 300 µm de polvo basáltico –en el caso de Marte, dadas sus características atmosféricas y falta de magnetosfera global[88]–, se logra la protección del espacio cubierto y así, de quienes lo alberguen, frente a las fuentes naturales de radiación ultravioleta –como escudo antirradiación UV– existentes en el espacio, y sus efectos nocivos, siendo esta una de las cuestiones fundamentales a tratar en referencia a la supervivencia del ser humano en otros cuerpos celestes, e incluso en órbita. Respecto a esto, la realización de un ensayo del modelo simulado de sección de la envolvente del hábitat, en una cámara de simulación planetaria capaz de reproducir las condiciones del cuerpo celeste determinado en el que ubicarlo, permitiría determinar la cantidad de regolito a utilizar para la protección contra la radiación cósmica tanto solar, como galáctica, existente en este.

Las densidades que se toman para calcular la masa de cada uno de los elementos se plantean como hipótesis de partida, puesto que se trata de un proyecto en fase experimental. Las variables utilizadas serán: fibra de carbono (ρ = 1'75 g cm^{-3}), kevlar (ρ = 1'44 g cm^{-3}), aleación de titanio Ti-6Al-4V (Grado 5) (ρ = 4'43 g cm^{-3}), vidrio de cuarzo (ρ = 2'20 g cm^{-3}), vidrio "borosilicatado" (ρ = 2'23 g cm^{-3}) y plástico acrílico (ρ = 1'19 g cm^{-3}). Teniendo en cuenta una densidad media de "regolito" basáltico de 0,82 g cm^{-3} [88], a emplear como relleno de los compartimentos de los cascos

[88] Muñoz-Caro, G.M., Mateo-Martí, E., and Martínez-Frías, J. (27-jun-2006). Near-UV Transmittance of Basalt Dust as an Analog of the Martian Regolith: Implications for Sensor Calibration and Astrobiology. Multidisciplinary Digital Publishing Institute. 6(6), 688-696. https://www.mdpi.com/1424-8220/6/6/688

exteriores del hábitat, puede obtenerse una estimación fiable de su masa, y pesos, en los diferentes cuerpos celestes. En una segunda fase, sería conveniente la experimentación práctica de estos materiales prescritos, en modelos a escala, que pudieran ser testeados bajo las supuestas acciones de partida[89].

La densidad empleada en el cálculo de cantidades de la carga útil del almacenaje de los contenedores, a utilizar como base del hábitat, se desprende de los datos calculados previamente como programa de necesidades en la preparación de una misión espacial para 16 personas durante 365 días (Tabla 6). Para estos cálculos, se han utilizado las fórmulas y los requerimientos diseñados para misiones de la NASA, extraídos de la bibliografía existente[90], y se ha extrapolado del proyecto FALLAMARS, bajo la hipótesis de 4 personas durante 365 días[91].

En cuanto a muchos de los elementos esenciales del hábitat, son secciones del propio vehículo espacial que, una vez terminada la vida útil del hábitat –o se decida su traslado a otra ubicación–, únicamente se debe extraer el "regolito" y el agua del interior de los cascos y las membranas; de este modo, podrían devolverse al lugar de donde se extrajeron.

A su vez, la base del hábitat se diseña a base de cajas, o contenedores, donde guardar los suministros o víveres, las cuales están compuestas por una aleación ligera de aluminio-titanio-vanadio, Ti-6Al-4V (Grado 5), frecuentemente utilizada en la industria aeroespacial. Dichos receptáculos están pensados como suelo de nivel, el cual ha sido previamente incorporado, a su vez, al interior de la nave de la tripulación, dado que, se han proyectado con radios similares a los interiores del vehículo espacial actualmente más avanzado.

Los contenedores proyectados serían pues, reciclados, utilizándose tanto como paredes exteriores, como de suelo suspendido en el hábitat, logrando, entre otras:

a) contribuir al reciclaje (Figura 62) de los materiales procedentes de la Tierra;

b) disminuir el peso de despegue de la nave espacial cuando, una vez llegado el momento, deba regresar a la Tierra;

c) reducir la energía necesaria para la vuelta del vehículo una vez concluida la misión, con la perceptiva reducción de combustible necesario para ello;

d) aprovechar al máximo la superficie del hábitat;

e) facilitar la instalación del cableado eléctrico y las tuberías;

f) mejorar el aislamiento del hábitat (temperatura y radiación);

g) Proporcionar, ordenadamente, espacio para el almacenamiento de provisiones, utensilios y equipos, que la tripulación necesita para su supervivencia y comodidad al interior del hábitat (Figura 63).

[89] Eid-Macheh-Sánchez, Y., Martínez-Frías, J., García-Valverde, J., Blanca-Giménez, V., Proyecto FOCARIS, habitar la Luna. Informes de la Construcción, Vol. 75. 569, e487, enero-marzo 2023. ISSN-L: 0020-0883. https://doi.org/10.3989/ic.93103

[90] Larson, W.J. and Pranke, L.K. (2000). Human Spaceflight: Mission Analysis and Design. Space technology series, McGraw-Hill. ISBN: 007236811X, 9780072368116.

[91] Eid-Macheh-Sánchez, Y., Martínez-Frías, J., García-Valverde, J., Torres-Ferrer, A., Aaron-Graves, J. (2015) Project "FALLAMARS",3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machin-ing/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute. http://fallamars.com/projects.html.

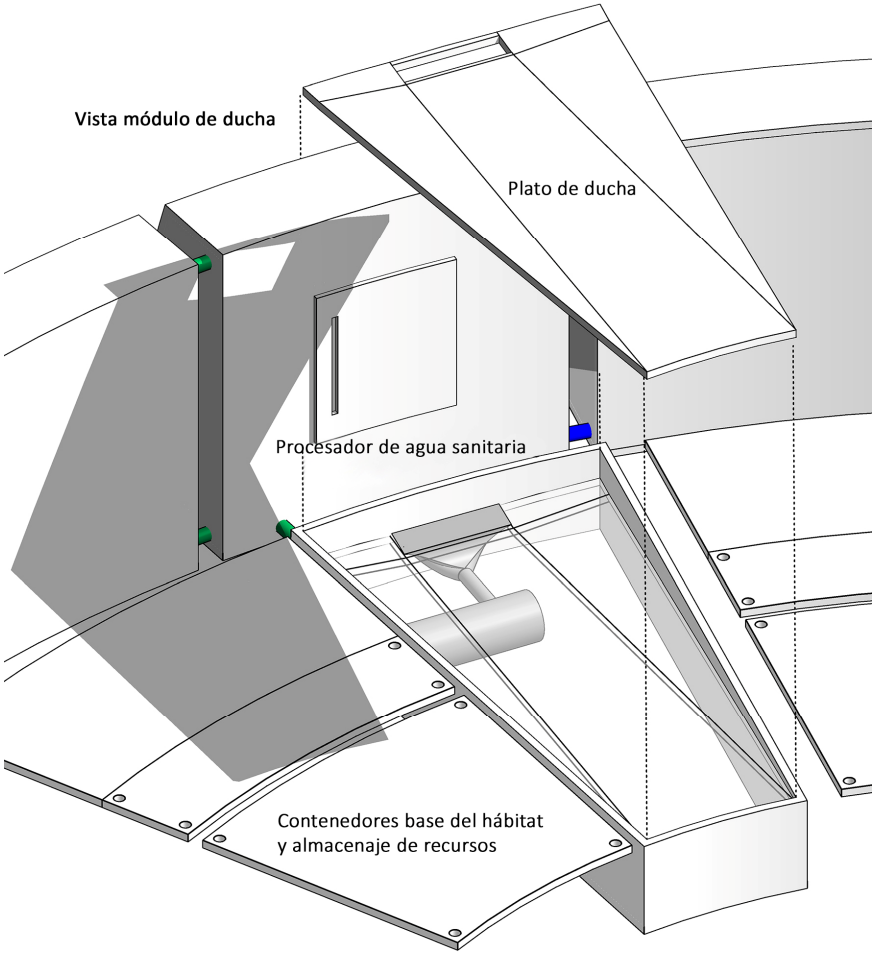


Figura 62. Instalación de ducha en el módulo para aseos.

Se ha potenciado, de esta manera, el fenómeno de la estandarización, siguiendo patrones ya establecidos y probados con anterioridad. En este sentido:

"*Hemos de recordar aquí un fenómeno más, el método más viejo y al tiempo más nuevo: la estandarización, que ha existido desde siempre, pero que se ha transformado ahora en una de las mayores contribuciones para procurar un acercamiento metódico a la arquitectura. Las piezas y materiales correctamente estandarizados tienen la propiedad intrínseca de facilitar un número óptimo de combinaciones. Una vez afirmé que el mejor comité de estandarización es la misma naturaleza. Pero en ella este fenómeno ocurre, más que nada, o casi exclusivamente, en unidades mínimas, en las células, dando lugar a millones de conexiones flexibles sin ningún tipo de esquematismo, una enorme riqueza y una perpetua variación de formas de crecimiento orgánico. Ese mismo camino es el que tiene que elegir la estandarización en arquitectura*". (Alvar Aalto, "Jornadas Nórdicas de la Construcción").

Los contenedores proyectados serían pues, reciclados, utilizándose tanto como paredes exteriores, como de suelo suspendido en el hábitat, logrando los siguientes beneficios:

- contribuir al reciclaje de los materiales provenientes de la Tierra;
- disminuir el peso de despegue de la nave espacial cuando, llegado el momento, regrese a la Tierra;
- aprovechar al máximo la superficie del hábitat;
- facilitar el cableado y las tuberías; e) mejorar el aislamiento del hábitat (temperatura y radiación);
- proporcionar, de manera ordenada, espacio para el almacenamiento de alimentos y equipos que la tripulación necesite para su estancia en el hábitat.

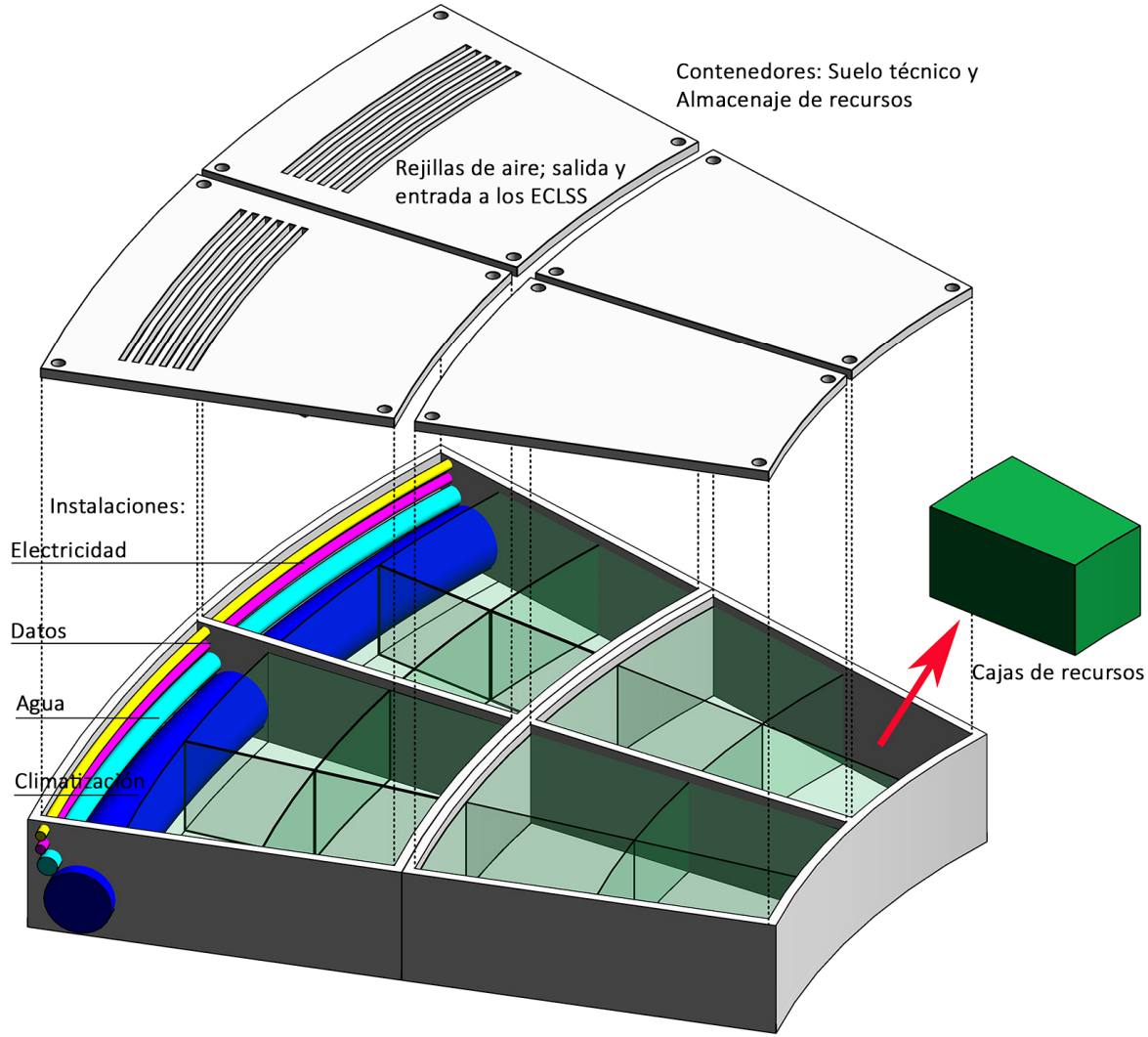


Figura 63. Estructura de suelo; almacenaje de víveres, y utensilios, para su uso normalizado, o de emergencia.

ELEMENTOS TRANSPORTADOS CARGA ÚTIL	Número de piezas	Volumen de material por pieza (m^3)	Total (m^3)	ρ Densidad (gcm^{-3})	Masa (t)	Peso en la Tierra (kN)	Peso en Marte (kN)	Peso en Luna (kN)
Fibra de carbono malla exterior	252	0'018	4'437	1'75	7'765	76'179	28'948	12'95
Semicúpulas plisadas	5	0'483	2'416	1'44	3'479	34'128	12'969	5'802
Membranas interiores semicúpulas	5	0'396	1'98	1'44	2'851	27'97	10'629	4'755
Bóvedas centrales membrana interior	6	0'245	1'472	1'44	2'12	20'796	7'903	3'535
Contenedores base del hábitat	340	0'06	20'296	4'43	89'91	882'016	335'166	149'943
Carga útil de los contenedores	340	0'393	133'597	0'222	29'674	291'099	110'618	49'487
Muebles y Equipamiento	1	193'158	193'158	0'071	13'797	135'348	51'432	23'009
TOTAL A TRANSPORTAR			**357'355**		**149'596**	**1467'536**	**557'664**	**249'481**

Tabla 2. Masa y pesos de los elementos transportados desde la Tierra.

ELEMENTOS REUTILIZADOS DEL PROPIO VEHÍCULO ESPACIAL	Número de piezas	Volumen de material por pieza (m^3)	Total (m^3)	ρ Densidad (gcm^{-3})	Masa (t)	Peso en la Tierra (kN)	Peso en Marte (kN)	Peso en Luna (kN)
Sección módulo de acceso	1	6'65	6'65	4'43	29'46	289'003	109'821	49'131
Paneles cierre y separación acceso	1	3'48	3'48	4'43	15'415	151'222	57'464	25'708
Carpinterías ventanas módulo acceso	2	0'251	0'501	4'43	2'219	21'773	8'274	3'701
Vidrios cuarzo ventanas m. acceso	2	0'256	0'512	2'2	1'126	11'043	4'196	1'877
Vidrios borosilicatado módulo acceso	2	0'035	0'069	2'23	0'154	1'511	0'574	0'257
Plástico acrílico ventanas m. acceso	2	0'227	0'454	1'19	0'54	5'297	2'013	0'9
Bóvedas centrales casco exterior	6	1'051	6'303	4'43	27'924	273'93	104'094	46'568
Estructura/carpintería del óculo	6	0'128	0'771	4'43	3'414	33'496	12'728	5'694
Vidrio cuarzo del óculo	6	0'256	1'535	2'2	3'377	33'131	12'59	5'632
Vidrio borosilicatado del óculo	6	0'035	0'207	2'23	0'462	4'532	1'722	0'77
Plástico acrílico del óculo	6	0'227	1'361	1'19	1'62	15'891	6'039	2'702
TOTAL A TRANSPORTAR			**21'843**		**85'711**	**840'829**	**319'515**	**142'941**

Tabla 3. Masa y pesos de las secciones reutilizadas del vehículo espacial.

ELEMENTOS A RELLENAR	Número de piezas	Volumen de "regolito" por pieza (m^3)	Total (m^3)	ρ Densidad (gcm^{-3})	Masa (t)	Peso en la Tierra (kN)	Peso en Marte (kN)	Peso en Luna (kN)
Relleno malla exterior	252	0'17	42'881	0'82	35'163	344'945	131'079	58'641
Semicúpulas plisadas	5	8'604	43'019	0'82	35'275	346'052	131'5	58'829
Casco exterior módulo de acceso	1	30'029	30'029	0'82	24'624	241'56	91'793	41'065
Panel cierre módulo de acceso	1	2'036	2'036	0'82	1'669	16'376	6'223	2'784
Bóvedas centrales casco exterior	6	10'505	63'033	0'82	51'687	507'049	192'679	86'198
TOTAL REGOLITO BASÁLTICO			**180'998**		**148'418**	**1455'983**	**553'273**	**247'517**

Tabla 4. Cantidad de regolito necesario para llenar las cámaras interiores de las carcasas exteriores.

ELEMENTOS A RELLENAR	Número de piezas	Volumen de agua por pieza (m^3)	Total (m^3)	ρ Densidad (gcm^{-3})	Masa (t)	Peso en la Tierra (kN)	Peso en Marte (kN)	Peso en Luna (kN)
Membrana interior semicúpula	5	3'959	19'797	1	19'797	194'211	73'8	33'016
Sección módulo de acceso	1	7'013	7'013	1	7'013	68'801	26'144	11'696
Paneles cierre y separación acceso	1	3'998	3'998	1	3'998	39'221	14'904	6'668
Bóvedas centrales membrana interior	6	2'454	14'722	1	14'722	144'418	54'879	24'551
Cámara interior contenedores base	340	0'049	16'7	1	16'7	163'823	62'253	27'85
TOTAL AGUA			**62'23**		**62'23**	**610'475**	**231'98**	**103'781**

Tabla 5. Cantidad de agua en el interior de las secciones del hábitat.

PRODUCTOS DE PRIMERA NECESIDAD	4 Personas-365 días	16 Personas-365 días	ρ	Masa	Peso en la Tierra	Peso en Marte	Peso en Luna
	Volumen (m^3)	Volumen (m^3)	Densidad (gcm^{-3})	(t)	(kN)	(kN)	(kN)
Agua potable (consumo personal)	3,431	13,724	1	13,724	134,632	51,16	22,888
Agua higiene	36,938	147,752	1	147,752	1449,447	550,79	246,406
TOTAL AGUA	**40,369**	**161,476**	**1'00**	**161,476**	**1584,08**	**601,95**	**269,294**
Comida	11,68	46,72	0,288	13,432	131,768	50,072	22,401
Productos de higiene personal	2,19	8,76	0,05	0,438	4,297	1,633	0,73
Ropa	2,88	11,52	0,297	3,424	33,589	12,764	5,71
Equipo personal	3	12	0,067	0,8	7,848	2,982	1,334
Limpieza hábitat	1,46	5,84	0,05	0,292	2,865	1,089	0,487
Suministros en investigación	0,008	0,032	10	0,32	3,139	1,193	0,534
Reservas anterior	0,54	2,16	0,185	0,4	3,924	1,491	0,667
Material médico	4	16	0,25	4	39,24	14,911	6,671
Consumible médico	2,5	10	0,2	2	19,62	7,456	3,335
TOTAL PRODUCTOS	**28,258**	**113,032**	**0,222**	**25,106**	**246,29**	**93,59**	**41,869**

Tabla 6. Cantidad de productos de primera necesidad, en la programación de una misión.

b. Instalaciones

Se proyecta la disposición de las instalaciones principales por piezas de unión, las cuales permitirían la correcta puesta en marcha, y uso, del hábitat, aprovechando la totalidad de la envolvente arquitectónica para su acoplamiento. Se evita, de esta manera, la visualización de cableado y conductos para el traslado de elementos primarios y energía, itinerantes, en zonas de paso, facilitándose –a su vez– de este modo, el repuesto, arreglo o intervención sobre las mismas, dada la consonancia planteada entre ellas –junto a su acoplamiento–, con la modulación de las piezas constructivas utilizadas (Figura 63).

c. Sistema constructivo

En consonancia con la construcción del hábitat, por medio de partes de la propia nave y material prefabricado ligero, fácil de montar, se proyecta una envolvente de protección para la totalidad del volumen.

Todos los contenedores flexibles, y las piezas metálicas de la envolvente del hábitat, están diseñados con diámetros y curvas de radio similares a los posibles cohetes utilizados para la misión, como el BFR Starship/super heavy, de SpaceX, u otros similares, al igual que ocurre con las cajas del tipo contenedor descritas en el apartado anterior. Esto permite reutilizar materiales fácilmente, y reducir costos, estandarizando las formas (Figuras 64 y 65).

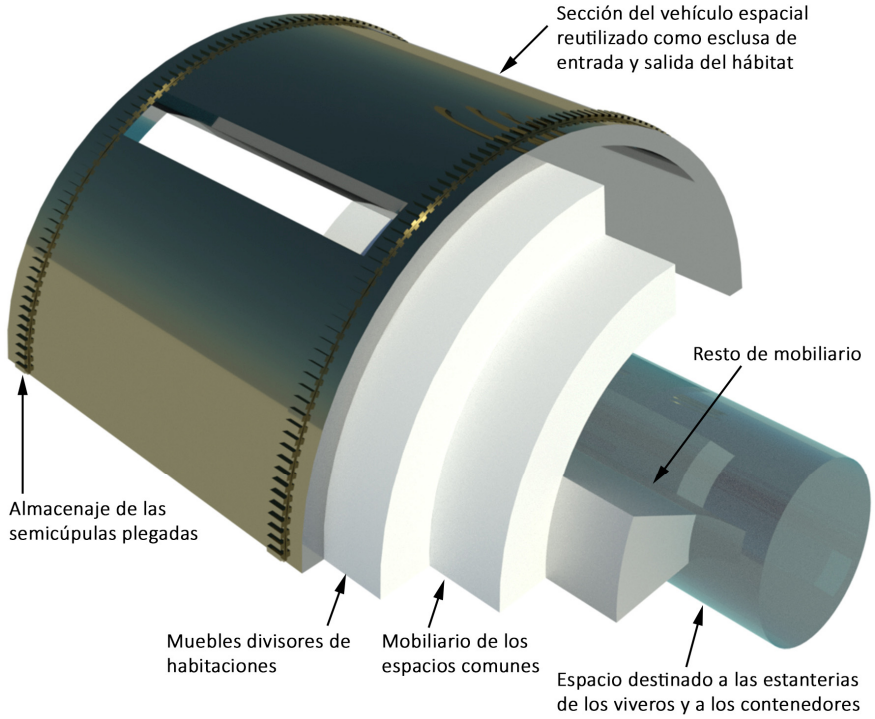


Figura 64. Imagen conceptual del volumen cilíndrico previsto para el transporte de los elementos del hábitat de FOCARIS[92], de 8 metros de diámetro por 8 metros de altura[93]. Representa una sección del vehículo espacial utilizado para viajar a la Luna.

[92] Eid-Macheh-Sánchez, Y., García-Valverde, J., Martínez-Frías, J. (2021). Proyecto finalista "FOCARIS" en Moon Society's First Moon Base Design Contest. Recuperado de http://strabo.moonsociety.org/2020-MoonBaseDesignContest/Finalist-FOCARIS/FOCARIS_THE%20MOON%20SOCIETY%20-%20Yasmina%20Eid.pdf

[93] SpaceX's Starship spacecraft and Super Heavy rocket (Consultado el 28 de noviembre de 2021). Web Spacex. Recuperado de https://www.spacex.com/vehicles/starship/

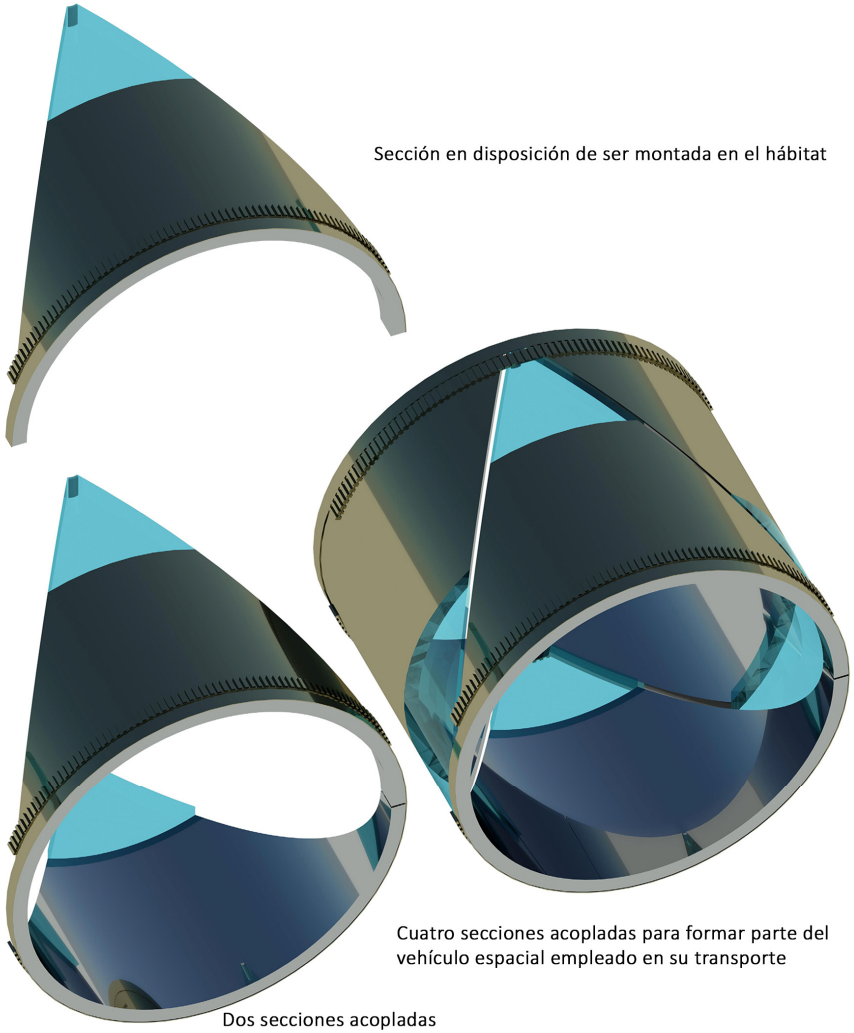


Figura 65. Imagen conceptual del acoplamiento de cuatro secciones de cañones, que conforman la bóveda central sexpartita; este conjunto, cumple igualmente con los 8 metros de diámetro de la sección del vehículo espacial utilizado para su transporte.

Por otro lado, la cubierta estructural superior del edificio, con su forma hexagonal de luz, proporciona un refugio y protege a sus inquilinos de posibles contingencias e inclemencias externas. Además, sirve como punto de referencia para los astronautas que deben alejarse del hábitat durante las horas de exploración.

Las nuevas tecnologías, junto con un diseño más desarrollado, se han integrado de acuerdo con una nueva era en un entorno donde todavía hay mucho más por explorar.

A continuación, se realiza una descripción de las fases constructivas (Figura 66), donde se indican los elementos esenciales del proyecto de hábitat.

Tras el replanteo de la ocupación en planta de los contenedores, y el acondicionamiento del terreno –corte, extracción y explanación, teniendo en cuenta, previamente, los estudios geotécnicos–, se realizan los anclajes del tipo tirantes (Figura 67); estos últimos transmiten los esfuerzos de tracción al terreno y arriostran el hábitat, soportando, sobre todo, las acciones de la presión interna del mismo, que producen la separación con el terreno. Una vez realizados estos trabajos previos, se puede dar comienzo al montaje del resto de elementos esenciales del hábitat:

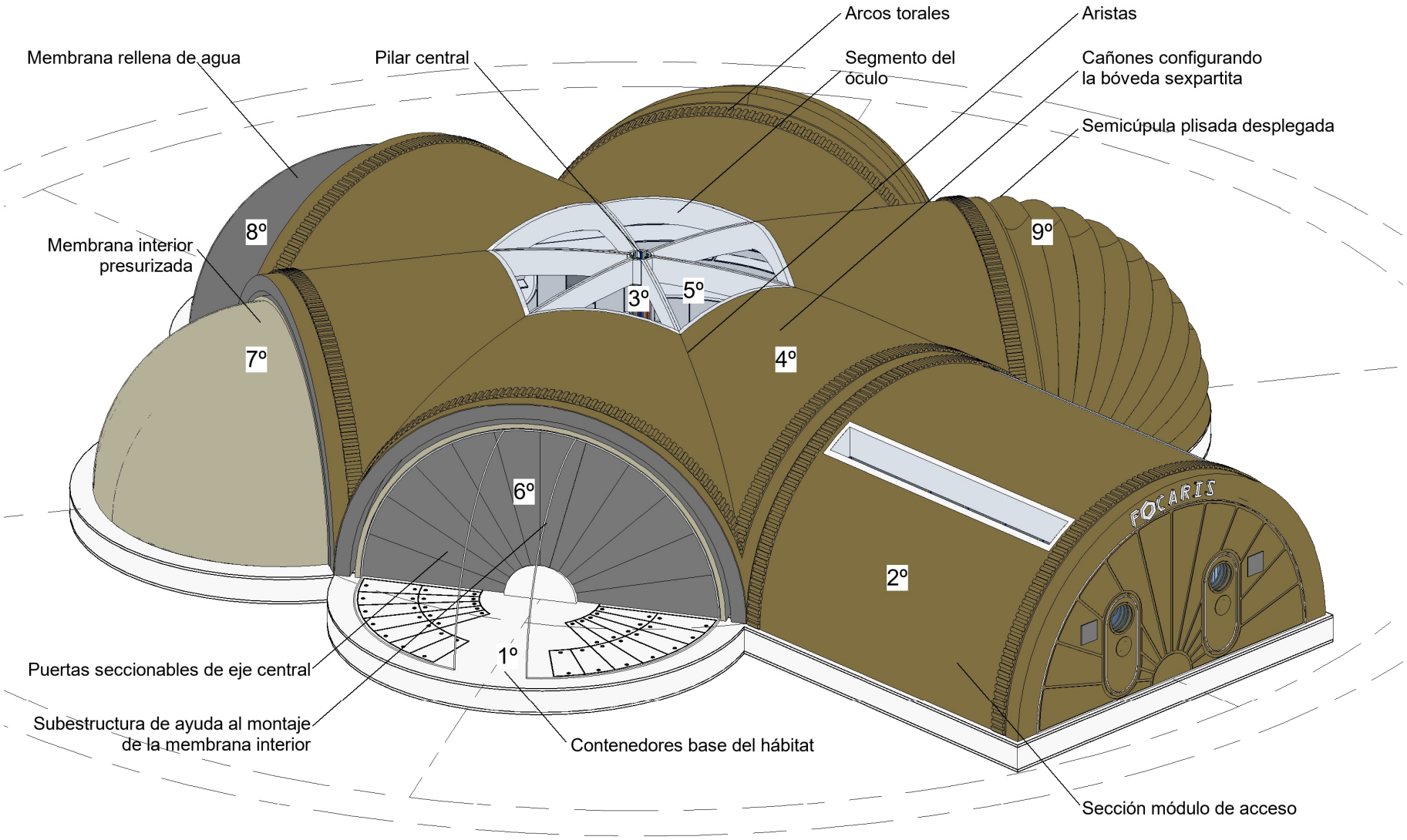


Figura 66. Imagen del proceso de montaje de los principales componentes del hábitat FOCARIS.

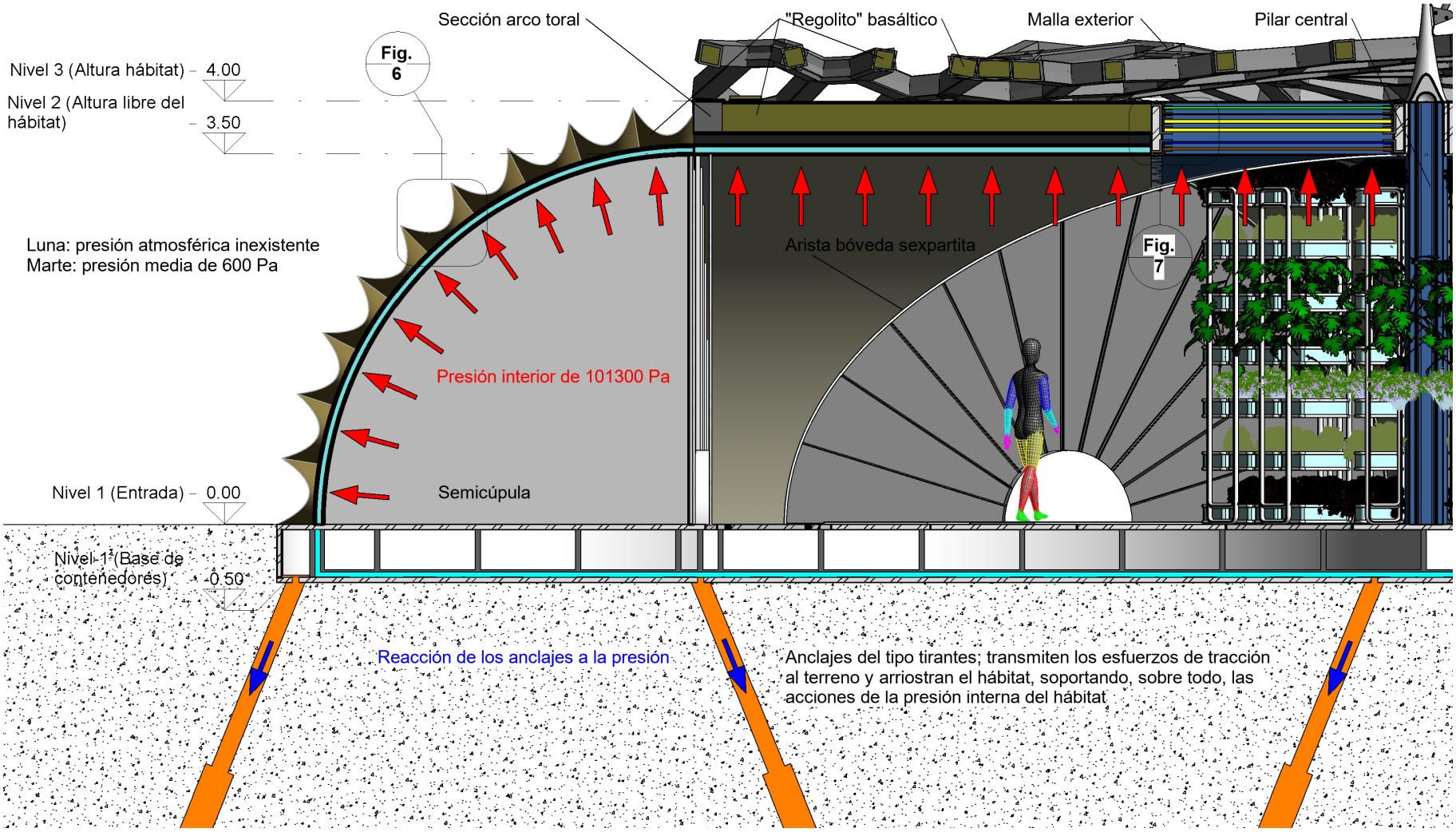


Figura 67. Sección ampliada de la semicúpula, el cañón de la bóveda central y el óculo.

1º. Distribución y acoplamiento de los contenedores, mediante uniones mecánicas entre ellos. Los contenedores que se sitúen sobre los anclajes de sustentación del hábitat serán los encargados de la cohesión del conjunto, manteniendo su colaboración con el terreno.

2º. Se instala la sección del módulo de acceso con las escotillas *"Airlock"* (Figuras 68 y 69), junto con los paneles de compartimentación y sectorización de los dos recintos de entrada y salida, poniendo la esclusa en funcionamiento. Seguidamente, se inicia el relleno del casco exterior con el "regolito" basáltico –previamente procesado–, extraído del cuerpo celeste donde se halle. Igualmente, se introduce el circuito de agua del casco interior, y se ajustan las presiones y temperaturas del soporte vital, obteniendo, desde este momento el primer volumen con una atmosfera respirable, idóneo para la vida. Esta sección del conjunto dispone la capacidad de generar la presión necesaria en la totalidad del hábitat.

3º. Se coloca el soporte central anclado mecánicamente al contenedor de la base central, sirviendo este de arriostramiento del conjunto.

4º. Se monta la bóveda sexpartita, comenzando desde la sección que conecta la esclusa, que se apoya y arriostra en el pilar central. El montaje con la esclusa se realiza mediante uniones directas mecánicas del tipo cubrejuntas doble, con juntas elásticas que sellan y permiten la estanquidad del sistema. Estos ensamblajes son considerados "uniones críticas de seguridad" en ingeniería aeroespacial y, como tales, se procede a su instalación mediante la utilización de llaves dinamométricas que permiten apretar tornillos, tuercas y todas las piezas roscadas hasta llegar a su par de apriete o apriete óptimo. La unión entre cada una de las seis secciones de los cañones, se hace a través de las costillas primarias, formando lo que en arquitectura histórica serían las aristas de una bóveda aristada. Una vez unido el casco exterior, y testeada su estanqueidad, se procede a unir el siguiente casco, que quedaría al interior, procediendo igualmente a su montaje y mismo testeo que el producido para el anterior. A continuación, se rellena el casco exterior con el "regolito" basáltico, y el casco interior con el agua del circuito térmico.

5º. Se eliminan las protecciones de transporte de los vidrios que conforman el óculo central y se instalan las dos capas –superior e inferior– de protección exterior de plástico acrílico transparente –de alta resistencia al impacto de pequeñas partículas–, además de la lámina interior con capacidad electro-crómica[94].

6º. Instalación de las barreras seccionables de eje central (Figura 70), las cuales funcionan como puertas de acceso a las semicúpulas, que permiten mantener la presión necesaria en el hábitat. De esta manera, se consigue sellar el recinto central –hexágono abovedado–, y comprobar la completa estanqueidad del sistema hasta dicha fase de montaje.

7º. Se instalan las membranas interiores de las semicúpulas, mediante uniones directas a los contenedores –en su semicírculo horizontal inferior–, y a los arcos torales de los cañones del espacio central –en su semicírculo vertical–.

8º. Las uniones de las membranas, igualmente estancas, se ponen en carga hasta conseguir la presión interior necesaria para

[94] Bein, T. (2021). New material: Rapid color change. LMU, München. Recuperado de https://www.lmu.de/en/newsroom/news-overview/news/new-material-rapid-color-change.html

ser habitadas y, una vez comprobada su estanqueidad, se procede a su llenado con el aguan que, una vez tratada por el equipo generador, funcionara como fluido de acondicionamiento térmico.

9º. Unión y sellado de las semicúpulas plisadas, y despliegue completo de las mismas. Se procede a su presurización –interna–, junto con la comprobación de estanqueidad, requerida; tras esto, se inicia su relleno con “regolito” basáltico.

Paralelamente a lo anterior, y una vez terminado el uso en el emplazamiento seleccionado, por requerimiento de una nueva ubicación o retirada completa del mismo, se contempla el posible plegado de las semicúpulas y el desmontaje de las secciones de las bóvedas centrales, acoplándose, nuevamente, como sección de la nave de carga y pudiéndose, así, volver a transportar las piezas constituyentes del propio hábitat, al lugar deseado.

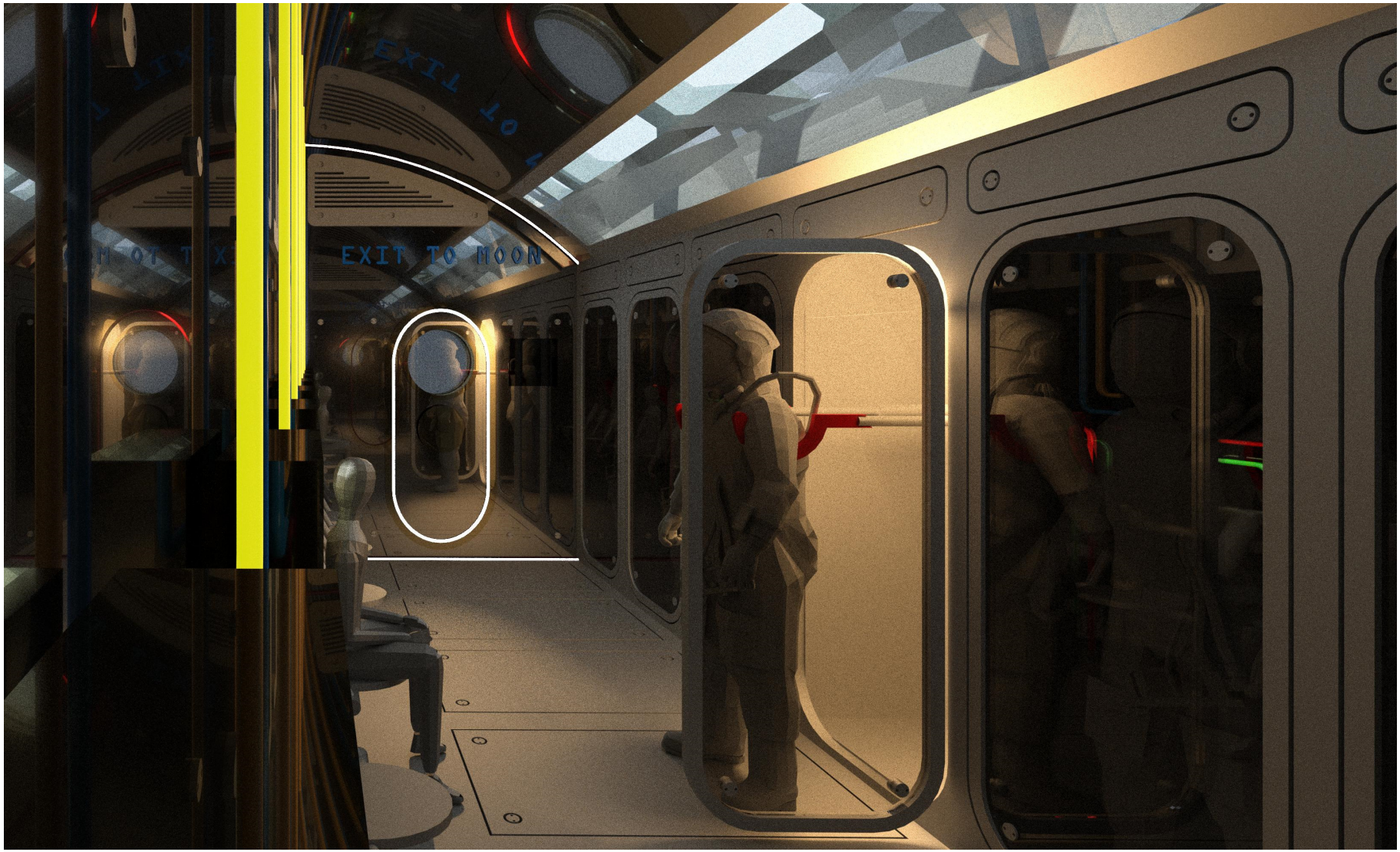


Figura 68. Vista del *"Airlock"*; puestos (1 a 7) intercambio de trajes EVA.

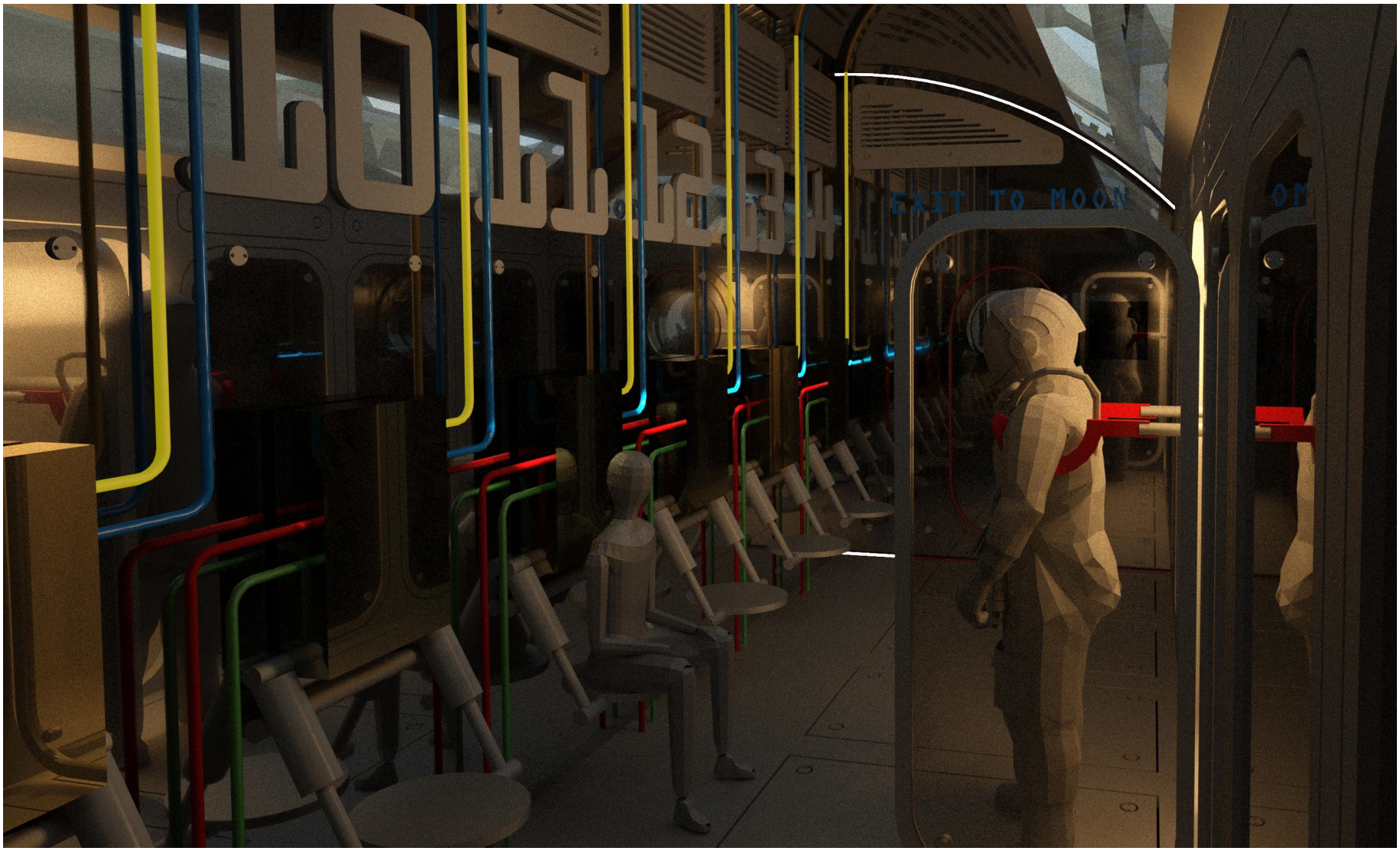


Figura 69. Vista del *"Airlock"*; puestos (8 a 14) intercambio de trajes EVA.

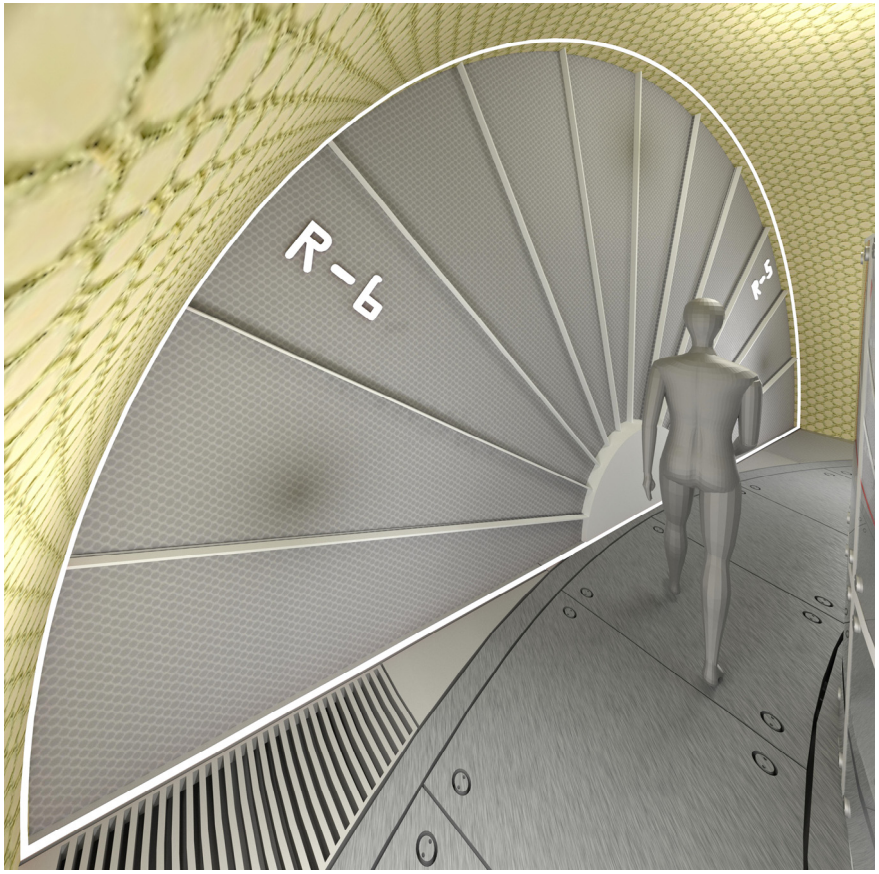


Figura 70. Barreras seccionables de eje central; puertas de acceso a las semicúpulas.

2. El cuidado de la salud al interior de un HÁBITAT TERAPÉUTICO: ANALOGÍA CON EL CENTRO HOSPITALARIO PARA LA CURACIÓN

Se trata de la proyección de un recinto que no cumpla únicamente una función habitacional, en la que se convive con el trabajo y la investigación, sino que, FOCARIS, recoge el tratamiento específico destinado a influir en el cuerpo humano, de igual forma que persigue el edificio que trata a las personas debilitadas por causas diversas, como el hospital, pese a las notables y necesarias diferencias existentes en su envergadura edificatoria, su tratamiento y la ausencia del concepto de vivienda o casa, como tal, en dicho centro sanitario –cuestiones adicionales aplicadas de igual modo, en el hábitat–.

Según Michel Foucault (filósofo, psicólogo, escritor, y periodista)[95], el hospital como instrumento terapéutico es un concepto relativamente moderno que data de finales del siglo XVIII. El profesor Foucalt, mantiene que alrededor de 1760, se crea una conciencia de que el hospital puede y debe ser un instrumento destinado a curar al enfermo.

En definitiva, se trata de un establecimiento destinado al diagnóstico y tratamiento de enfermos (en nuestro caso, personas con elevada vulnerabilidad al medio que los rodea, además de los trastornos acaecidos durante el viaje espacial), donde se practican también la investigación y la enseñanza que, a su vez, es capaz de actuar sobre las enfermedades pudiendo agravarlas, multiplicarlas o atenuarlas[96] como así concluyó en sus investigaciones Jacques Tenon[97].

Así pues, dada la convivencia de diferentes astronautas –con cada una de sus floras bacterianas y así, la flora del ambiente–, junto al riesgo de que, con el tiempo, se les pudiesen desarrollar múltiples enfermedades relacionadas con la exposición continua y prolongada al entorno extremo del espacio profundo, e incluso pudieran desarrollar síntomas o dolencias de muchas otras enfermedades comunes al ser humano, se ha proyectado un reciento contando con la finalidad de poder aportar tratamiento –médico– a su usuario (Figura 71).

De este modo, y en palabras del Dr. Ramón Carrillo[98], *"…. El punto de partida es muy simple, elemental diría. Porque la arquitectura, como la medicina, tiende a un fin: el bienestar y la protección del hombre. Con la vivienda se protege al ser; con el hospital se protege la salud del ser*".

[95] Foucault, M., Incorporación del Hospital a la tecnología Moderna. Segundas Jornadas de Atención Primaria de la Salud, 1988, 30/04 al 7/05, Buenos Aires, pp. 519-529.
[96] Por ejemplo, Tenon investigaba en qué condiciones especiales se curaban mejor los casos hospitalizados por heridas y cuáles eran las circunstancias más peligrosas para ellos. Así, establecía una correlación entre la tasa creciente de mortalidad entre los heridos y la proximidad a enfermos de fiebre maligna, como se le llamaba en aquella época; correlación que era nociva para los primeros.
[97] (Sépeaux, 1724-París, 1816) Cirujano francés. Profesor del Colegio de Cirugía de París y cirujano en la Salpêtrière; llevó a cabo un importante proyecto de reforma de los servicios hospitalarios.
[98] (Santiago del Estero (Argentina), 7 de marzo de 1906 - Belem do Pará (Brasil), 20 de diciembre de 1956) neurocirujano, neurobiólogo y médico sanitarista argentino. Fue la primera persona que ejerció el cargo de ministro de salud de Argentina, durante la presidencia de Juan Domingo Perón. Integró la tradición científica conocida como Escuela Neurobiológica Argentino-Germana y realizó trabajos de antropología filosófica, dejando esbozada una "Teoría general del hombre".

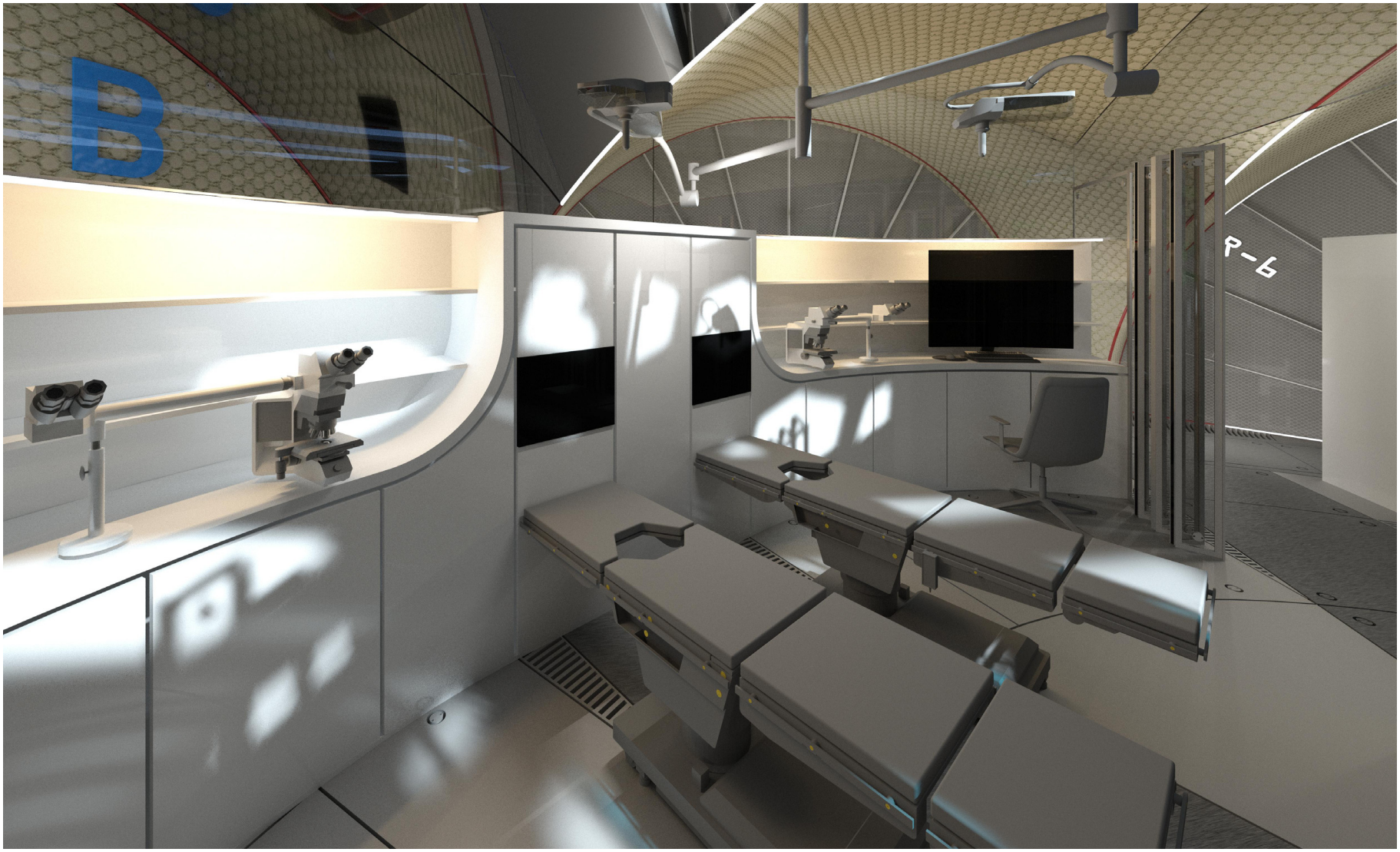


Figura 71. Laboratorio – Dispensario (sala de curas y cirugías) con puertas abiertas.

Cuidado del astronauta y funcionalidad al interior del hábitat proyectado

El concepto de centro para el cuidado, en este caso, del astronauta a modo de usuario susceptible de desarrollar patologías relacionadas con órganos, tejidos y fluidos corporales (sangre y orina), e incluso psicológicas, dado el entorno, trabajos y convivencia a la que son sometidos, nos conduce –de modo especial, en este caso– a reflexionar sobre la funcionalidad del recinto.

En este sentido, la preocupación de Aalto por la verdadera falta de funcionalidad en la arquitectura de su tiempo, le llevó a dejarlo patente tras su publicación "The Humanizing of Architecture", en noviembre de 1940: "*Tomando como punto de partida el funcionalismo técnico, descubriremos que una gran cantidad de cosas de nuestra arquitectura actual no son funcionales desde el punto de vista de la psicología, o desde la combinación de psicología y fisiología.*"

Aalto puso en práctica, en el "Sanatorio de Paimio", su idea de que el funcionalismo debe tener en cuenta el punto de vista humano para lograr una eficacia completa. A la hora de proyectar las habitaciones tuvo presente en todo momento, según también manifestó en "The Humanizing of Architecture", que la relación entre el individuo y su alojamiento abarcaba cuestiones como las de la forma de las habitaciones, los colores, la luz natural y artificial, el sistema de calefacción, el ruido, etc., encargándose pues, él mismo, de diseñar cada uno de los detalles de las habitaciones, desde las escupideras hasta los lavabos, haciendo constar así su siguiente máxima: "*Hacer arquitectura más humana significa mejor arquitectura, y esto quiere decir un funcionalismo mucho más amplio que el meramente técnico. Esta meta solo puede alcanzarse con métodos arquitectónicos, con la creación y combinación de diferentes elementos técnicos, de tal modo que faciliten la armoniosa vida al ser humano*"[99].

De este modo, y de manera prioritaria, se han considerado los diferentes factores a tener en cuenta durante la proyección del hábitat, siguientes:

a. <u>La higiene por medio de la ventilación forzada</u>

En 1874, Lord Kelvin[100] expresó que no podría haber higiene, propiamente dicha, en el interior de las casas, hasta que "*la arquitectura se convirtiera en una rama de la ingeniería científica*"[101].

Así, en busca de reducir y controlar las infecciones nosocomiales en los hospitales, se han llevado a cabo investigaciones como las realizadas por el ingeniero y profesor de la Universidad de Valladolid, Julio San José Alonso que, por medio del estudio sobre la evaluación de las habitaciones de hospitalización para el paciente aislado inmunodeprimido en base a las directrices para el diseño y construcción de estas, que la Dirección General de Infraestructura de la Sanidad de Castilla y León ha publicado, todos los hospitales de la región se provisionaron de habitaciones de hospitalización para pacientes aislados realizándose, posteriormente, un seguimiento para comprobar el cumplimiento de los criterios de calidad de las mismas.

[99] Alvar Aalto, "The Humanizing of Architecture"; The Technology Review, Noviembre de 1944.

[100] William Thomson [Lord Kelvin], (Belfast, 1824 - Netherhall, 1907) Físico y matemático británico, conocido como Lord Kelvin, título nobiliario que le fue otorgado en reconocimiento a sus estudios e invenciones. Aunque fueron numerosas y notables sus contribuciones a la física (y en particular a la termodinámica), es especialmente recordado como el creador de la escala termométrica que lleva su nombre (Escala de Kelvin).

[101] L. Turnes, Antonio. Historia y evolución de los hospitales en las diferentes culturas. Publicación, 14 de Septiembre, 2009, p. 54.

El estudio comenzó con una serie de medidas rutinarias, como son las comprobaciones referentes a los caudales de aire de ventilación, la presión de la habitación respecto al resto del hospital y el nivel sonoro, que permitieron evaluar aspectos básicos en las habitaciones. A continuación, se estudió el patrón de flujo de aire; para ello se utilizó un anemómetro de ultrasonido en 3D y técnicas de gases trazadores. Por último, para el estudio de la dispersión de contaminantes, se colocó una fuente de contaminación en la cama del paciente, sobre la almohada, y se midió la evolución de la contaminación en el tiempo.

Este estudio demostró la utilidad de las directrices establecidas para reducir y controlar las infecciones nosocomiales en los hospitales; su objetivo era comprobar que el sistema de ventilación de las habitaciones de hospitalización de pacientes aislados cumple con las especificaciones de su diseño con dicho fin último.

De este modo, y trasladando esta búsqueda de soluciones frente al posible problema de falta de asepsia al interior de la totalidad del espacio proyectado, o entorno de convivencia, se trata de la implantación de un sistema efectivo tipo al que planteamos en FOCARIS, permitiendo –frente al desarrollo de nuevas patologías– tres cuestiones fundamentales:

• Diluir las partículas contaminantes mediante el aporte de aire forzado a los diferentes recintos y extracción de aire viciado de los mismos, sin contaminar el ambiente exterior.

• Mantener una diferencia de presiones entre recintos que controle el sentido de las infiltraciones de aire.

• Establecer un patrón de flujo o movimiento del aire en función de las diferentes zonas del hábitat.

Sirva de ejemplo la Figura 80, exponiendo esta la instalación de las rejillas de salida y extracción de aire proyectada para las habitaciones de los ocupantes del hábitat; una por la parte superior y otra por la inferior, respectivamente, de tal forma que se asegure la realización de una correcta renovación completa de la atmosfera interior de estos espacios, consiguiendo evitar tanto la acumulación de gases nocivos más densos que el aire, como es el caso del CO2 (como deshecho de la exhalación de los humanos), que se pueden acumular en las zonas bajas, como la de aquellos menos densos, que se puedan acumular en las partes altas de los compartimentos. Del mismo modo, se aprovechan las formas esféricas de las superficies de todos los espacios, con el fin de mejorar estas recirculaciones de los flujos de ventilación.

b. La luz

La buena iluminación natural es de gran importancia por tres razones: visión apropiada, efecto psicológico y protección frente a la infección.

1. En cuanto a la visión, es fundamentalmente importante para la percepción de los objetos.

2. Igual de importantes son los factores psicológicos.

   Un paciente muy grave puede ocasionalmente preferir un nivel de iluminación bajo; una luz abundante puede fácilmente reducirse hasta el nivel deseado utilizado cortinas o persianas. El paciente ordinario, sin embargo, y particularmente el paciente a largo plazo que debe pasar cansado muchos días, semanas, o aún meses en un hospital, anhela el jubiloso juego de la luz natural y una vista del cielo. A este respecto, Aalto también manifestó en su obra la importancia que le concedía a la luz en estrecha relación con el hombre: "*La luz es algo que el ser humano necesita*

constantemente. La correcta calidad tiene, en este caso, más importancia que en otros objetos cuya relación con aquel sea más esporádica" [102], sobre todo para esta tipología edificatoria, en la que la mostraba como especialmente importante.

En el caso de los futuros proyectos de hábitats extraterrestres, esta cuestión debe ser planteada en los condicionantes de partida, pudiéndose haberse constatado en la investigación realizada con astronautas, que aquí se expone.

3. Protección frente a la infección.

Maxwell Finland[103], uno de los más destacados profesores, investigadores y médicos de las infecciones por enfermedades transmisibles del s. XX, informó que él "*recobró neumococos del polvo de las salas nosocomiales*", declarando que "*se ha demostrado que el aire, el polvo y las gotas tienen un papel importante en la propagación…*".

Por otro lado, el Dr. Leon Buchbinder (destacado microbiólogo de principios del s. XX, y miembro fundador de la Internacional Union of Microbiological Societies (IUMS)), tras una serie de experimentos sobre la efectividad germicida de la luz diurna interior, realizados por él, concluyó que "*la luz diurna difusa constituía un potente agente letal. El efecto letal de la luz diurna dependía de factores tanto cuantitativos como cualitativos. La letalidad total, aún bajo cielos brumosos, sin embargo, no era insignificante. La luz solar directa a través del vidrio en condiciones similares era unas diez veces tan potente como la luz diurna difusa. Se puede concluir entonces que si la ruta de aerotransportación para las infecciones es importante (1) la concentración en nuestro medio ambiente de organismos de los tipos que causan estas infecciones es reducida por la iluminación natural y la isolación, y (2) esto sugiere la planeación de un máximo espacio para ventanas en los nuevos hospitales, escuelas y casas*"[104].

Así pues, mientras menor sea la filtración a la cual la luz natural quede sometida al ingresar en un local, es mejor, pero la luz proveniente de cielos grises, aunque se le filtre a través de dos capas de vidrio ordinario, todavía es germicida y esto, en nuestro caso, sugiere la planeación de un máximo espacio posible para ventanas por medio del cual, no solo se contribuya a restablecer el sosiego del astronauta, sino también la posibilidad de captar la mayor cantidad de luz natural posible, pese a las limitaciones con las que cuenta, en cuanto a esto, dada la relación solar con el satélite, y en especial, la ubicación y disposición del hábitat. En este sentido, el sitio propuesto para la construcción del hábitat se encuentra en el Polo Sur de la Luna y, más concretamente, próximo a los 89,54 grados de latitud sur y los 0 grados de longitud este; un área cercana al cráter Shackleton (Figuras 72 y 73). Las dos razones principales para la elección de esta ubicación son: a) la exposición a la luz solar, de una manera casi continua, de las zonas de máxima elevación al borde del cráter y, b) la proximidad a la posible acumulación de hielo al interior del mismo cráter, hecho de agua en vez de CO2, al encontrarse con una temperatura inferior a los -173 °C[105].

[102] "Rationalismen och människan". Jornadas Anuales de la Asociación Sueca de Artesanos: Estocolmo, 9 de mayo de 1935.
[103] Maxwell Finland (15 de marzo de 1902 Zhashkiv (Ucrania) - 25 de octubre de 1987 EEUU) científico, investigador médico y experto en enfermedades infecciosas estadounidense. Lideró investigaciones sobre el tratamiento con antibióticos de la neumonía.
[104] ROSENFIELD, ISADORE, Hospitales. Diseño Integral. Compañía Editorial Continental, S.A., Diciembre de 1965.
[105] Haruyama, J., Ohtake, M., Matsunaga, T., Morota, T., Honda, C., Yokota, Y., Pieters, C.M., Hara, S., et al. (2008). Lack of exposed ice inside Lunar South Pole Shackleton crater. Science, 322(5903), 938-939. https://www.science.org/ .

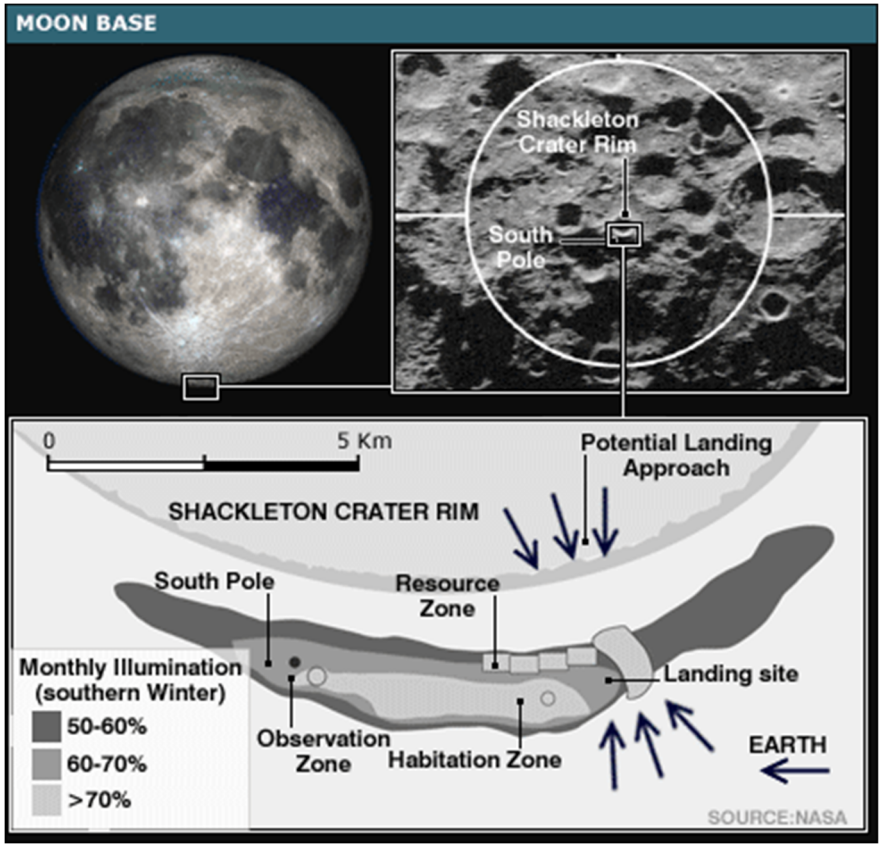


Figura 72. Infografía perteneciente a la ubicación de la futura misión al Polo Sur de la Luna, en el cráter Shackleton. Planificación de la NASA (2006). Créditos: NASA.

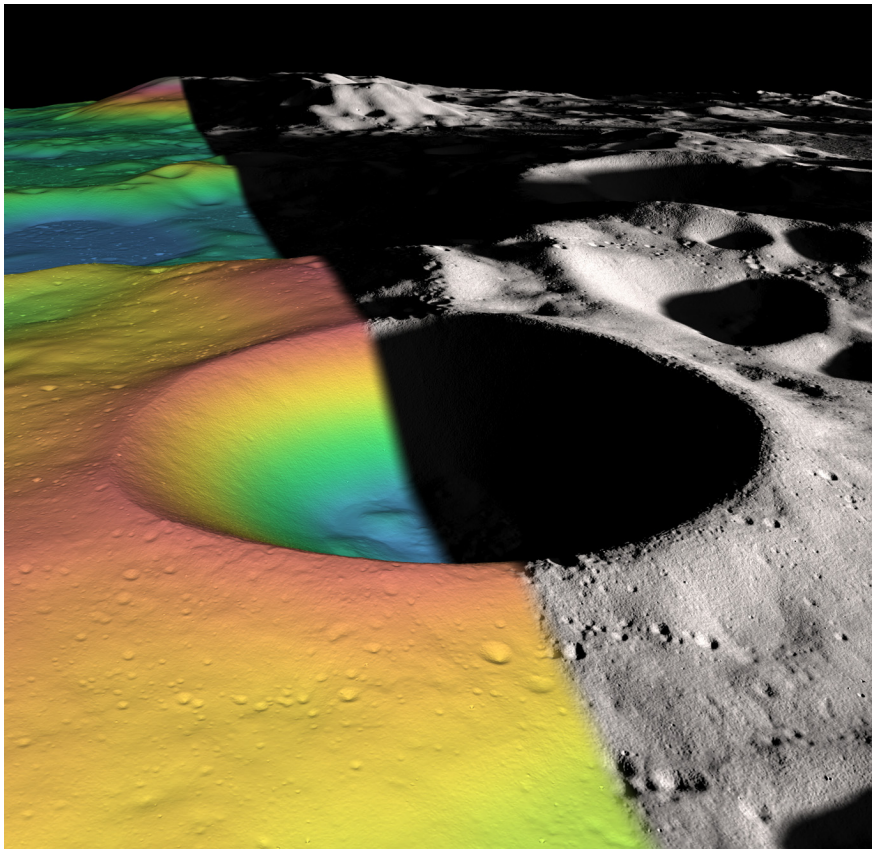


Figura 73. Una visualización del cráter Shackleton. El lado cercano (que mira hacia la Tierra) de la Luna está a la derecha. En la fotografía, color-falso, el rojo indica mayor altitud y, el azul, menor. Visualizaciones de Ernie Wright. Publicado el 21 de junio de 2012. Créditos: NASA.

c. El color

La influencia que, tanto en el estado de ánimo, como en el metabolismo, presión sanguínea y pulsaciones, puede generar un color determinado u otro sobre el ser humano, es un factor lo suficientemente importante como para ser considerado a la hora de proyectar un hábitat. No solo influirá en la salud del ser, sino también en su rendimiento diario, dado el impacto positivo, negativo o pasivo que pudiera transmitirle a través de las sensaciones capaces de generar, no solo por sus longitudes de onda determinadas y fuerza o falta de ella, sino por los recuerdos a los que estamos ligados en base a nuestras experiencias pasadas. Aspectos relacionados también con el orden y el desorden, en el entorno.

El propio especialista en colores, con sede en Alemania, el Prof. Dr. Axel Buether, indica que "*la psicología del color se basa en la comprensión de los efectos de los colores en la experiencia y el comportamiento de las personas. Las consecuencias para el proceso de diseño y comunicación pueden derivarse de la comprensión del significado del color y los efectos del color. La psicología del color aplicada promueve la funcionalidad del diseño y la eficacia de la comunicación*"[106].

Al igual que, "una psicología del color exitosa puede ayudarnos a lograr objetivos concretos:

a. Mediación de mensajes fijos.
b. Observación de los cambios de comportamiento deseados.
c. Observación de las acciones deseadas.
d. Percepción de emociones y sentimientos positivos.
e. Aceptación y satisfacción de objetivos y grupos destinatarios".

En lo que a esto respecta, la arquitecta Galina Balashova, está considerada la primera profesional de esta rama en formar parte de aquellos equipos interdisciplinares compuestos, principalmente, por profesionales en el campo de la ingeniería aeroespacial, ingeniería de telecomunicaciones, geología planetaria y astrofísica. Fue la responsable del diseño en el inicio del programa espacial soviético por medio de la distribución de los espacios destinados a los cosmonautas, teniendo en cuenta las formas, los materiales e incluso los colores a emplear para hacer más humanos estos espacios. Diseñó el interior del módulo orbital de la Soyuz, las estaciones espaciales Saliut 6 y Mir, y la MOS Moon Orbital Spaceship (Nave Lunar Orbital), siendo también la asesora para el programa Buran.

Fue, la propia G. Balashova, quien ideó, para los viajes espaciales, un código de colores como sistema de referencia, diferenciando suelo (verde), de paredes (amarillo o azul en las secciones de trabajo) y techo (gris), en los diseños no indiferenciados. La falta de emplazamiento fijo de las mismas, dados sus movimientos rotacionales en órbita y fuera de ella, visualizó la necesidad de proporcionar una posible referencia de orientación, dentro de los mismos vehículos espaciales, a los usuarios de las mismas.

En este sentido, ya durante el primer tercio del siglo XX, Aalto también tuvo sus propias ideas acerca de los techos de las habitaciones de los pacientes. En la práctica, el techo fue elegido de un color seleccionado específicamente por ser la única vista que tiene el paciente, postrado durante semanas y semanas: "*El techo de la habitación debe ser del color del cielo*"[107]. En contraste

[106] Conferencia del Dr. Axel Buether: "The language of color — the effects of color on our experience and behaviour", TEDxKielUniversity, November 2017.

[107] Alvar Aalto, "Rationalismen och människan". Jornadas Anuales de la Asociación Sueca de Artesanos: Estocolmo, 9 de Mayo de 1935.

con las áreas públicas, con colores claros y llamativos, la gama de color de las habitaciones de los pacientes, con colores relajantes, era más íntima y tradicional, con una escala de colores muy ligada a la Tierra –azules y verdes agrisados–.

En el caso de FOCARIS, se trata de un hábitat fijo que lleva innato un sistema de referencia de suelo, paredes y techos inmóviles, además de haberse proyectado para personas que, a diferencia de un paciente hospitalizado, cuentan con el movimiento propio de la actividad que les caracteriza. Sin embargo, y dada la influencia que el color tiene sobre el ser humano –más sobre aquellos que durante una larga estancia, permanecerán largas horas dentro del mismo recinto, y cuya salud, incluyendo estado de ánimo o psicológico, puede encontrarse debilitado–, debe cuidarse el empleo de aquellos colores “estruendosos” –psicológicamente hablando–, con el fin de evitar alteraciones negativas sobre el estado del ser, potenciando el bienestar de los propios astronautas dentro de recinto habitacional, tal y como se ha contabilizado para la configuración del espacio, en este proyecto.

d. La vegetación como jardín terapéutico y cultivo de alimentos frescos

Con motivo del XXVIII Seminario de Ingeniería Hospitalaria en el ámbito del Congreso Nacional celebrado en Málaga (España) los días 13, 14 y 15 de octubre del año 2010, se presentó una ponencia en la que se destacó la importancia de utilizar los jardines no solo como áreas de rehabilitación, contemplación y otras actividades (juegos de mesa, arte, lectura, ajedrez, conversación, etc.), sino también como áreas de apoyo psicológico en unión a un contexto rico en variedad de plantas y árboles. Se destacó la incorporación del espacio verde al interior del propio recinto hospitalario con el fin de que resultase confortable, mejorando y restableciendo, a su vez, el estado de bienestar del usuario del centro.

De hecho, en una de las encuestas aplicadas a los pacientes sobre los beneficios y actividades que podrían experimentar en los jardines, un 90% externalizó su deseo de distracción, de estar al aire libre y sentirse anímicamente bien. También involucraron en esta encuesta al personal médico y paramédico, donde una de las preguntas formuladas fue: ¿Podría considerarse al Jardín Terapéutico como parte del tratamiento de los pacientes? Un 90% contesto que sí para beneficio del paciente, para que disminuya su estrés y como elemento de distracción. Otra pregunta fue: ¿Cómo podríamos confirmar los beneficios del jardín terapéutico en los pacientes? El 33% del personal médico y paramédico respondió que en el comportamiento y disposición en los pacientes (actitud positiva), mientras que un 25% respondió que se puede confirmar el beneficio en la manera que el paciente recupera su salud. Otros respondieron que se confirma observando a los pacientes relajados y como espacio terapéutico.

No en vano, Jay Buckey (Figura 74), profesor de medicina del Dartmouth College de New Hampshire, astronauta especialista en carga útil de la NASA y participante en el estudio que aquí se muestra, cuenta con numerosas investigaciones en relación con los problemas de visión en las misiones espaciales producidos por los cambios de gravedad[108]. Concretamente, tras experimentar en 2014 con astronautas el uso de la realidad virtual (VR)[109] durante una misión de simulación en Hawái, en un intento de contrarrestar los retos psicológicos de estar aislado, pudo confirmar que las escenas de naturaleza de alta definición fueron las preferidas de los mismos. A este respecto, la VR incorporada al hábitat planetario, cuenta con la capacidad de combatir la añoranza generada en el astronauta frente a la imposibilidad de ver la Tierra desde el espacio, gracias a una ventana virtual que simularía esta visión. Como afirma Jay Buckey: "*El aspecto psicológico es muy importante, porque si se hace bien, las misiones pueden ser maravillosas. Pero, si sale mal, puede acabar con la misión*".

[108] New Hampshire NASA EPSCoR. Research & Infrastructure Development: Ocular Changes in Space. https://www.nasaepscor.unh.edu/eyes.shtml

[109] Investigadores de Dartmouth utilizan la VR al tratamiento de salud mental de los astronautas. https://home.dartmouth.edu/news/2014/10/houston-we-have-problembut-no-worries-our-virtual-therapist-it

Figura 74. Misión STS090-E-5085 (21 de abril de 1998). El especialista en carga útil Jay C. Buckey, Jr. (derecha) ayuda al astronauta Richard M. Linnehan con un casco de dormir. El equipo monitorea y mide los impulsos eléctricos del cerebro, los músculos, los ojos y el corazón como parte de un estudio de los patrones de sueño de los astronautas en el espacio. Créditos: NASA.

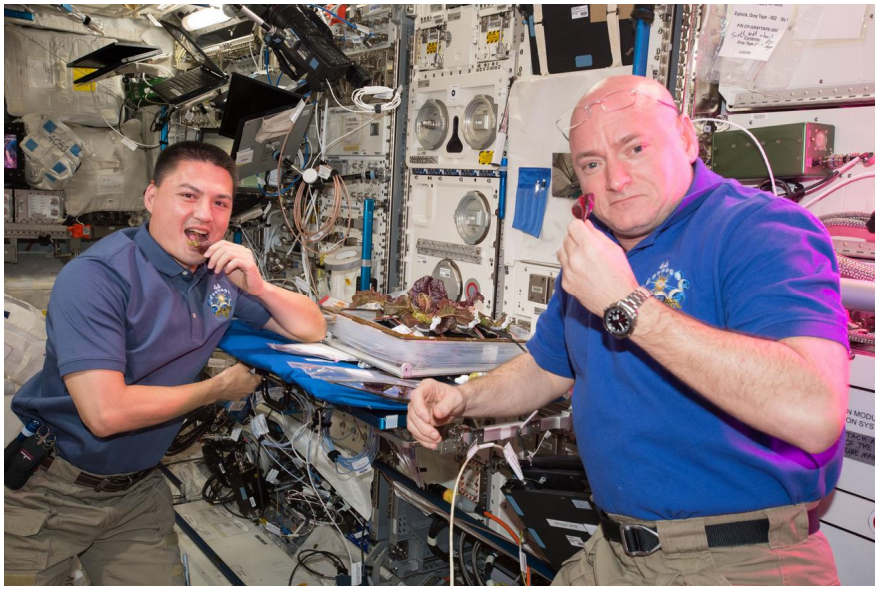


Figura 75. Cosecha de plantas Veg-01. ISS044E045825 (11/08/2015). Los astronautas de la NASA Scott Kelly y Kjell Lindgren, en la ISS, prueban por primera vez alimentos cultivados, cosechados y consumidos en el espacio; un paso importante en el camino a Marte. La tripulación dio sus primeros bocados el 10 de agosto de 2015. Créditos: NASA.

Las agencias espaciales llevan tiempo investigando y probando en la propia ISS, las posibilidades de realizar cultivos hidropónicos con fines de generar alimentos y como apoyo psicológico a las tripulaciones. En la expedición 44 de la ISS, en agosto de 2015, el propio Scott Kelly y Kjell Lindgren pudieron incluso probar por primera vez alimentos cultivados por ellos mismos en el espacio, tal y como se puede apreciar en la Figura 75.

Respecto a los cultivos, nos transmite el propio Scott Kelly por medio de su libro “Resistencia. Un año en el espacio”, cómo apreciaba en gran medida desde la ISS, la tripulación, el suministro de alimentos frescos de los que solo podían disfrutar “*unos pocos días, hasta que se acaban o se estropean*”, una vez

transportadas desde –en este caso– la Dragon de SpaceX, como astronave de reabastecimiento[110].

Según Gro Sandal, profesora de psicología de la Universidad de Bergen (Noruega), como investigadora principal en Mars500 –misión de 520 días dirigida por Rusia, en colaboración con China y la Agencia Espacial Europea (ESA)–, "*Las preferencias en términos de alimentación son muy importantes cuando estás confinado*", cuestión ésta que, en términos generales, ha podido experimentar la población mundial en el período de pandemia vivido en el año 2020. En concordancia con lo anterior, llegó a indicar Bryan Caldwell, director de proyecto en la misión Exploración Espacial Análoga y Simulada de Hawái (HI-Seas), que "*las preferencias culinarias de los astronautas suelen cambiar cuando están en el espacio*"[111].

En el caso de FOCARIS, la incorporación de cultivos verticales en su área interior central (Figura 76) no solo contribuye a generar los beneficios descritos sobre los miembros de la tripulación, sino que aumentaría, además, el estado de bienestar –tanto individual como de grupo– al ofrecer la posibilidad de cultivar sus propios alimentos, frescos y bajo su dirección, con el aporte de beneficios que, tanto a nivel de estudio biológico, como psicológico y nutricional, conlleva.

[110] Página 91 del libro de Kelly, Scott; Lazarus Dean, Margaret, “Resistencia”. Penguin Random House Grupo Editorial, S.A.U., 2018.

[111] https://www.bbc.com/future/article/20170117-how-living-like-an-astronaut-could-push-you-over-the-edge

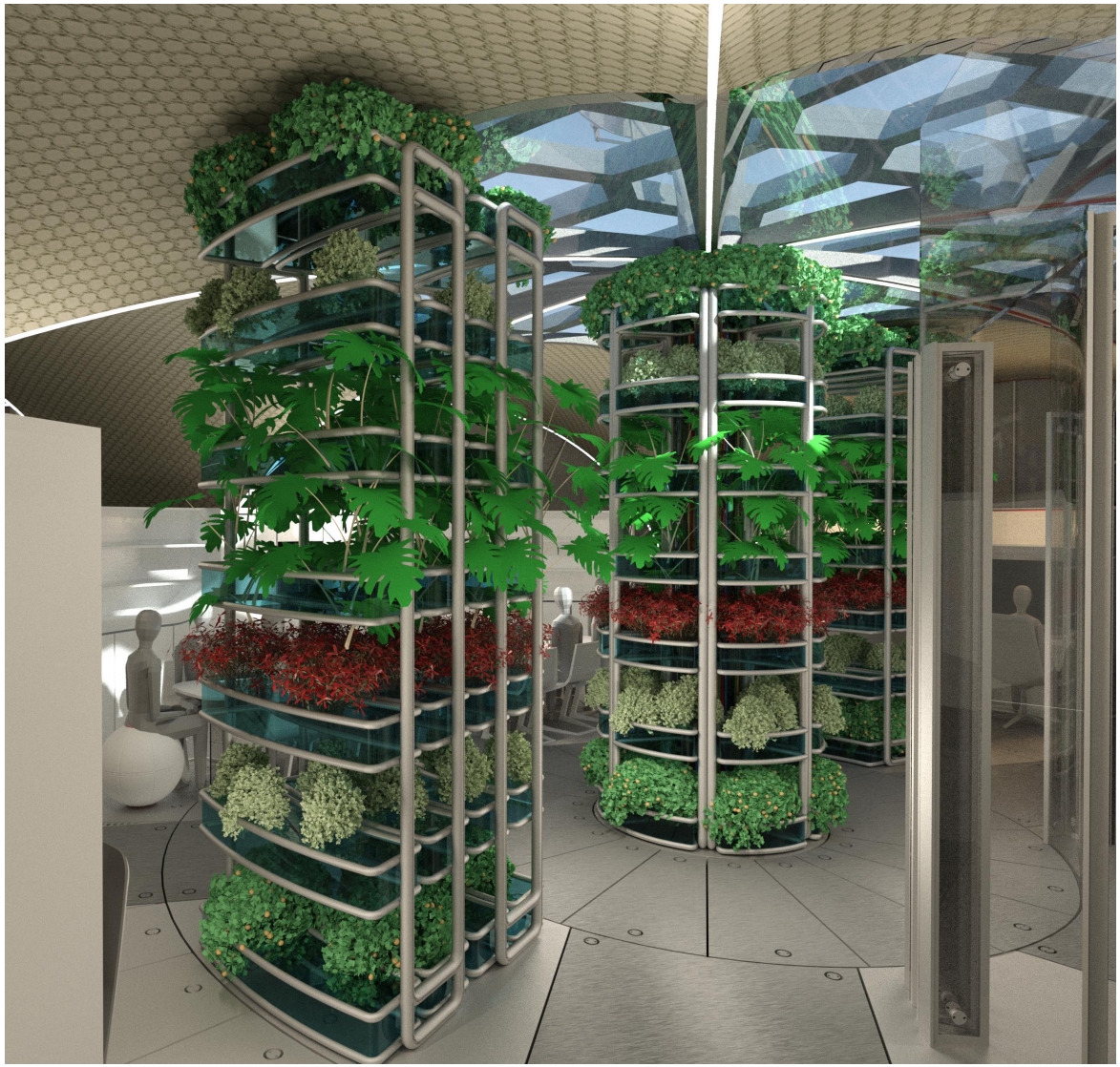


Figura 76. Plantación hidropónica interior.

e. El espacio visualmente abierto: espacios comunes y vistas al exterior

A modo de continuación del apartado anterior, en palabras del arquitecto Heriberto Zazueta durante su ponencia titulada "Jardines terapéuticos del Hospital Civil de Culiacan"[112], del congreso anual de la Federación Internacional de Ingeniería Sanitaria (IFHE) de 2009: "*La rehabilitación de los pacientes en los hospitales regularmente está delimitada por espacios cerrados y sumamente controlados, imposibilitando la interacción natural del ser humano. Esto trae consigo que al paciente le resulte muy larga y monótona su estancia en estos espacios. Los jardines son espacios abiertos que fomentan la interacción con la naturaleza; si éstos logran ser espacios armoniosos, provocarán sensaciones de confort y tranquilidad en el paciente por lo que contribuirá a hacer las rehabilitaciones más llevaderas. Mediante el uso de espacios abiertos, buscamos un espacio que funcione como una extensión del área de recuperación, así el paciente puede salir de los dormitorios y aprovechar para salir a caminar, tomar el sol o simplemente disfrutar de la vista del paisaje.*"

En este caso, de igual modo, podemos asemejar al astronauta con aquella persona que requiere –necesariamente– una larga estancia dentro de un centro cerrado, pese a poder contar *a priori* el primero, con una excelente salud, monitorizada a diario.

En el caso de un hábitat lunar, y dada la actual condición del ser humano junto al entorno lunar e infraestructura de la que disponemos, no es posible, actualmente, crear un jardín abierto al exterior. Sin embargo, la incorporación de una zona verde –aún de limitadas dimensiones– en una zona central –altamente visible– del hábitat, favorece esa interacción entre usuario y espacio natural.

En palabras de Scott Kelly, por medio de sus escritos durante su larga estadía en el espacio a bordo de la estación espacial, "*cuesta explicar a quienes no han vivido aquí hasta qué punto se echa de menos la naturaleza. En el futuro existirá una palabra para nombrar la clase particular de nostalgia que sentimos por los seres vivos. A todos nos gusta escuchar grabaciones de la naturaleza: selvas tropicales, cantos de pájaros, el ulular del viento en los árboles. (Misha –Mikhail "Misha" Kornienko– tiene incluso una grabación de mosquitos, lo que me parece un poco exagerado)…*"[113]

Así mismo, el lucernario proyectado en la zona central del hábitat es capaz de dotar, al interior del conjunto, protección frente a la radiación e iluminación artificial a falta de luz exterior. De esta manera, conseguimos obtener un recinto diáfano, iluminado y conectado visualmente al espacio circundante, por medio de un gran óculo de vidrio de cuarzo (resistente a la radiación), multicapa (Figura 77), al igual que el ya instalado en el mirador llamado Cupola, del módulo Tranquility de la Estación Espacial Internacional[114]. Se contempla, igualmente, la posibilidad de sustituir o intercalar capas de plástico acrílico, más resistente incluso que el vidrio, y menos pesado que este; sustitución ya experimentada en las ventanas del módulo de la misión Orión

[112] https://www.ifhe.info/library/jardines-terap-uticos-del-hospital-de-culiacan-pdf
[113] Página 90 del libro de Kelly, Scott; Lazarus Dean, Margaret, "Resistencia". Penguin Random House Grupo Editorial, S.A.U., 2018.
[114] Marín, D. (16-05-2016). No, la cúpula de la ISS no estuvo a punto de ser perforada por un trozo de basura especial. https://danielmarin.naukas.com/2016/05/13/no-la-cupula-de-la-iss-no-estuvo-a-punto-de-ser-perforada-por-un-trozo-de-basura-espacial/#:~:text=Cada%20una%20de%20las%20siete,puedan%20chocar%20contra%20la%20ISS

desde el 2014[115], a través del que se consigue compartir vistas estelares, aportando condición de ligereza a la ya existente. Dicha búsqueda de continuidad entre exterior e interior genera mayor integración en el entorno y así, un menor impacto ambiental[116].

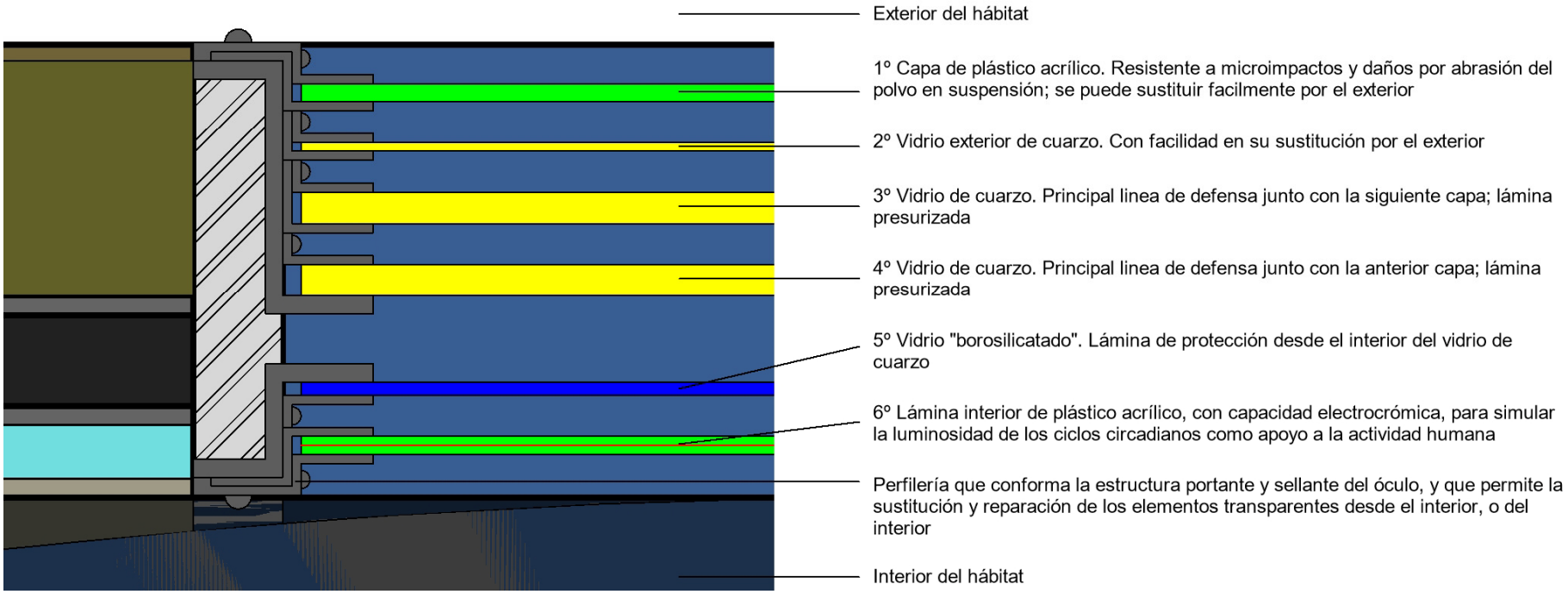


Figura 77. Sección ampliada de la composición laminada del óculo central.

[115] Roberts, J. (Editor). Last Updated: Aug 7, 2017. Orion Windows Provide New Outlook for Spacecraft's Future. https://www.nasa.gov/feature/orion-windows-provide-new-outlook-for-spacecraft-s-future.

[116] Eid-Macheh-Sánchez, Y., Martínez-Frías, J., García-Valverde, J., Blanca-Giménez, V., Proyecto FOCARIS, habitar la Luna. Informes de la Construcción, Vol. 75. 569, e487, enero-marzo 2023. ISSN-L: 0020-0883. https://doi.org/10.3989/ic.93103

Aseguran los astronautas, por medio de diversas fuentes, que ver nuestro planeta desde el espacio es una de las mejores cosas de los viajes. Sobre este aspecto, y pese a contar con vistas diferentes a aquellas que pueden alcanzar los tripulantes de la estación espacial, nos transmite también Scott Kelly la importancia de poder contar con una apertura al exterior. En sus propias palabras, "*Aunque aquí arriba todo es estéril e inerte, sí tenemos ventanas que nos ofrecen vistas fantásticas de la Tierra. Es difícil describir la experiencia de mirar al planeta desde arriba…. Cada vez que llegan nuevos compañeros a la estación por primera vez, procuro llevarlos a la Cúpula (un módulo formado enteramente por ventanas con vistas a la Tierra) para que vean las Bahamas. Este espectáculo siempre me obliga a detenerme y apreciar la vista desde la Tierra que tengo el privilegio de contemplar.*"[117]

Y aún nos dice más al respecto, en base a dicha experiencia por parte otro compañero de misión, indicando que: "*al llegar al espacio abierto del módulo de servicio, Terry –Terry Virts (astronauta de la NASA)– se detiene a mirar por las ventanas en el suelo que dan hacia la Tierra y hacen que el módulo parezca uno de esos barcos con suelo de cristal….*".

A su vez, compartió su experiencia en este sentido, el astronauta comandante de la misión Apolo 11, Neil Armstrong, por medio de sus declaraciones a "*The Washington post*" tras convertirse en el primer humano en pisar la Luna, manifestando que: "*Las vistas eran simplemente majestuosas, más allá de cualquier experiencia visual que haya tenido*".

De igual modo, según el astronauta y médico estadounidense Kjell Lindgren, quien en 2015 pasó 141 días en la ISS, participando de dos EVAs, expresó que "*Ver la Tierra desde esa perspectiva es una experiencia que cambia la vida*". De hecho, la imposibilidad de observar la Tierra ocasiona en los astronautas lo que, según algunos investigadores, se denomina el "fenómeno de perder de vista la Tierra", aumentando la sensación de aislamiento. En algunos casos, se ha relacionado también, este fenómeno observado con el aumento en la hostilidad y los arrebatos emocionales denominándolo "fenómeno del tercer trimestre", al igual que el fenómeno denominado "disociación" en algunos tripulantes que se separan de su entorno y entran en su mundo interno siendo esta –según dice Gro Sandal[118]–, "*una forma de protegerse a sí mismos*".

Con la incorporación del lucernario al hábitat, se les facilita a los astronautas la posibilidad de contemplar el espacio abierto exterior, atravesando la opacidad del caparazón que lo cubre en el resto del conjunto. En palabras del astronauta Joseph "Joe" Acaba, "*aprovechar la oportunidad para mirar por la ventana y disfrutar del lugar donde estás*"[119]. De este modo, pese a no poder contar con aquellas vistas a la Tierra que tanto anhelan, se contribuye a generar el optimismo característico de la persona que puede sentir cierta libertad entre tantos "barrotes psicológicos" o hermetismo.

[117] Página 91 del libro de Kelly, Scott; Lazarus Dean, Margaret, "Resistencia". Penguin Random House Grupo Editorial, S.A.U., 2018.
[118] Profesora de psicología de la Universidad de Bergen (Noruega), quien fue la investigadora principal en Mars500, una misión de 520 días dirigida por Rusia, en colaboración con China y la Agencia Espacial Europea (ESA).
[119] La NASA y la importancia de dormir lo suficiente. https://ciencia.nasa.gov/sistema-solar/la-nasa-y-la-importancia-de-dormir-lo-suficiente/

El mismo lucernario, al igual que el resto del conjunto proyectado, cuenta con la protección de una malla como defensa de la envolvente superior del hábitat (Figura 78) frente a posibles impactos de micrometeoritos y pequeños cuerpos celestes en suspensión, así como para facilitar la protección a los habitantes del recinto frente a las radiaciones electromagnéticas ionizantes, como la radiación cósmica galáctica, entre otras, tal y como se ha detallado en el apartado sobre la idea y composición del hábitat lunar, con anterioridad.

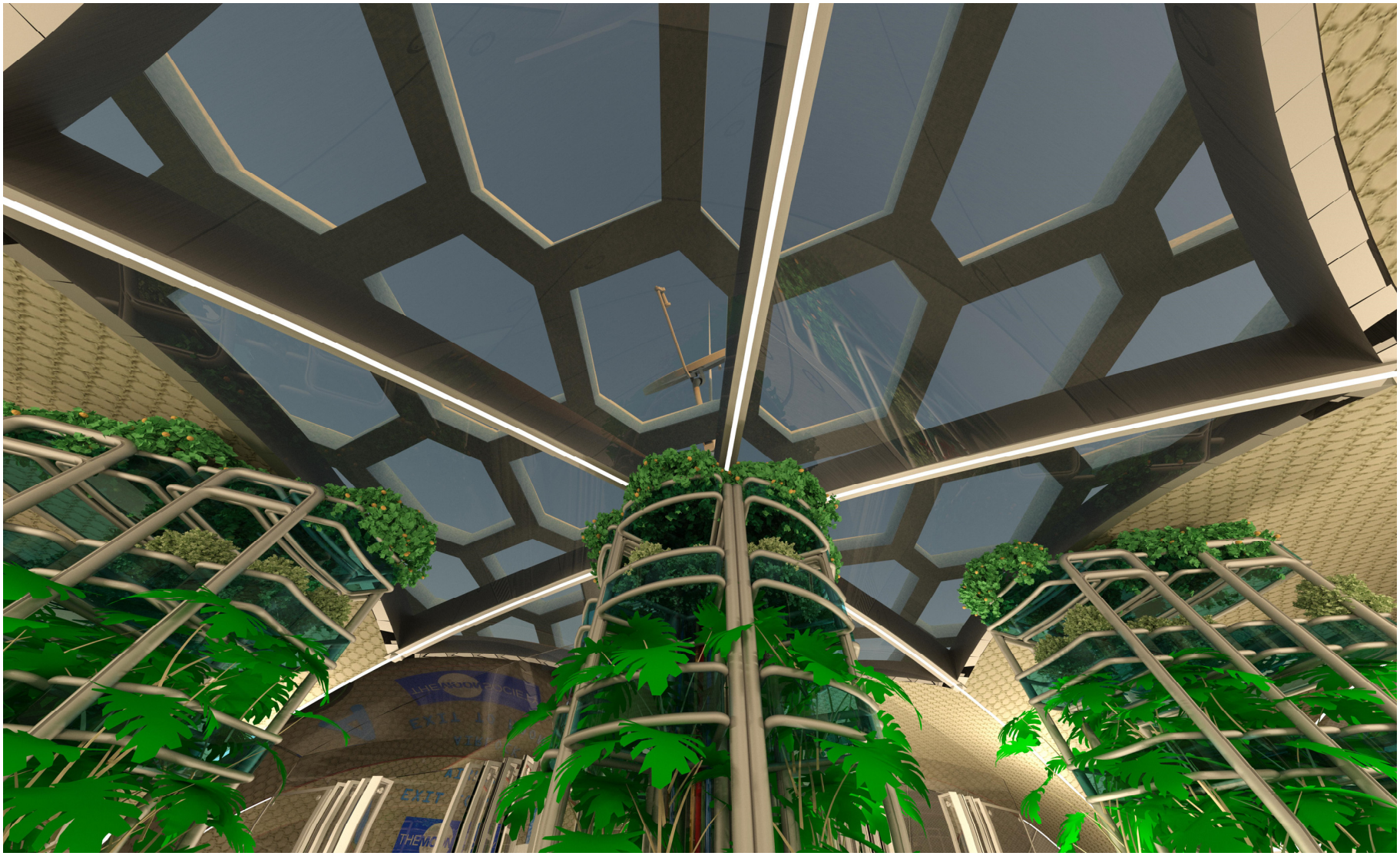


Figura 78. Lucernario central con la protección de la malla exterior.

f. La práctica del deporte

Por medio de estudios de investigación en el campo de la medicina espacial, podemos conocer los efectos nocivos a los que están sometidos los astronautas durante una misión, dada la microgravedad con la que deben convivir.

Debido al menor esfuerzo muscular, disminuye la fuerza muscular, de un 20% a un 40%, en las primeras semanas de su permanencia en el espacio, pudiendo llegar hasta un 50% una vez alcanzados los seis meses de misión –según datos obtenidos de la ESA–, si no se toman medidas para contrarrestar dichos efectos.

De igual modo, y según el estudio "Medicina humana espacial: performance fisiológico y contramedidas para mejorar la salud del astronauta"[120]:

- Los músculos antigravitatorios (músculos de la cadera, espalda, cuádriceps, gastrocnemio y los músculos del cuello) son mayormente afectados con atrofia a diferencia de los músculos flexores[121];
- A nivel óseo, al dejar de estar sometido a las fuerzas de gravedad se genera disminución del grado de tensión dentro del hueso, y la baja iluminación presente en el espacio origina deficiencia de síntesis de la vitamina D3. A partir de estos cambios, se produce una acelerada descalcificación, ocasionando pérdida en la densidad ósea, aproximadamente de 1 a 2 % por mes, específicamente en el cuello del fémur, vértebras, pelvis, tibia y calcáneo, aumentando el riesgo de fracturas por fragilidad[121] [122] y,
- En la electrocardiografía (ECG) se suelen presentar alteraciones electrofisiológicas inducidas por cambios moleculares y celulares que originan canalopatías y, posteriormente, miocardiopatías[123], así como la presencia de extrasístoles ventriculares aisladas, arritmias malignas, riesgo de inestabilidad en la repolarización, contracción auricular prematura, incremento del complejo QRS y del intervalo PR e, inclusive, muerte cardiaca súbita[121] [124] [125].

Sugieren, frente a los cambios fisiológicos anotados por los autores de dicho estudio que, "*Las contramedidas para evitar el desacondicionamiento cardiovascular requiere de participación activa del sujeto, con ejercicios físicos pasivos/activos, aeróbicos, trajes con presión negativa en la parte inferior del cuerpo de tipos (Penguin, Braslet, Chibis y Kentavr), plataformas de vibración*[126]

[120]Rivera, M. V., Cornejo, J., Huallpayunca, K., Diaz, A. B., Ortiz-Benique, Z. N., Reina, A. D., Lino, G. J., & Ticllacuri, V. (2020). Medicina humana espacial: Performance fisiológico y contramedidas para mejorar la salud del astronauta. Revista de la Facultad de Medicina Humana, 20(2), 303-314. https://doi.org/10.25176/rfmh.v20i2.2920

[121] Carrillo Esper R, Díaz Ponce Medrano JA, Peña Pérez CA, Flores Rivera OI, Ortiz Trujillo A, Cortés Antonio O, et al. Efectos fisiológicos en un ambiente de microgravedad. Revista de la Facultad de Medicina (México). 2015; 58(3): p. 13-24.

[122] Carrillo-Esper R. Medicina Espacial. Cirugía y Cirujanos. 2014 Octubre 10; 82(591-593): p. 591-593.

[123] Hatzistergos E, Jiang Z, Valasaki K, Takeuchi LM, Balkan W, Atluri P, et al. Simulated Microgravity Impairs Cardiac Autonomic Neurogenesis from Neural Crest Cells. Stem Cells and Development. 2018 January 16; 27: p. 819-830.

[124] Martin J, Nikolett M. Urgencias Medicas en los vuelos espaciales. In Intersistemas SA, editor. Medicina Espacial. Mexico: Conacyt; 2014-2016. p. 291-297.

[125] Palacios S, Caiani EG, Landreani F, Martínez JP, Pueyo E. Long-Term Microgravity Exposure Increases ECG Repolarization Instability Manifested by Low-Frequency Oscillations of T-Wave Vector. Frontiers in Physiology. 2019 December; 10: p. 1510.

[126] Gunga HC, Ahlefeld VWv, Appell Coriolano HJ, Werner A, Hoffmann U. Countermeasures. In Gunga HC, Ahlefeld VW, Appell Coriolano HJ, Werner A, Hoffmann U, editors.

[127] [128], *protección contra la radiación, antioxidantes, nutracéuticos, medicamentos que ayuden a disminuir procesos inflamatorios y gravedad artificial a través de las centrifugaciones intravehiculares para la correcta redistribución de fluidos en el cuerpo*."[129]

En el caso del establecimiento de una base habitacional sobre la superficie lunar, quizás no se cuente con los mismos efectos que a largo plazo pueden encontrarse los miembros de la tripulación bajo el sometimiento de la microgravedad o gravedad –casi– cero durante largo períodos de estadía en el espacio, sin embargo, una vez instalada la tripulación en nuestro satélite, sus cuerpos únicamente deberán hacer frente a –aproximadamente– 1,62 m/s de gravedad lunar, frente a los 9,8 m/s –aproximados– de gravedad terrestre, tratándose de una sexta parte de lo que dichos cuerpos están acostumbrados. Deberán así, seguir prestando una especial atención a la práctica del deporte; cuestión que también se ha tenido en cuenta al interior del hábitat proyectado.

Así, en cuanto al carácter deportivo, para el desarrollo del diseño interior se recreó en planta una trayectoria circular que reprodujera un trayecto deportivo, promoviendo el movimiento natural del astronauta y el deporte como tal, de manera que el corredor de acceso a cada una de las estancias del hábitat, libre de esquinas como cortes bruscos en el volumen a ocupar, se adapta de manera suave al giro y así, al movimiento natural del cuerpo al recorrer dicha superficie. Se integra como superficie activa, al interior del volumen, posibilitándose su recorrido tanto al andar como en momentos en los que se pretenda practicar una posible marcha rápida. Se favorece el principio de "economía de movimiento", posibilitando el desarrollo de una mayor fortaleza muscular en menor rango de movimiento al facilitar la adaptabilidad al medio y la ergonomía de superficies y volumen (Figura 79).

Se trata a su vez, de la superficie por medio de la cual se accede a cualquier ámbito del hábitat favoreciendo en todo momento, la movilidad del cuerpo. Mediante un uso deportivo del mismo, en períodos establecidos durante cada uno de sus días, contribuiría a aumentar la masa muscular y densidad ósea, fortalecer el sistema inmunológico, disminuir el riesgo cardiaco y presión arterial, aumentar la potencia cerebral y disminuir la depresión; beneficios intrínsecos al deporte.

Cardiovascular System, Red Blood Cells, and Oxygen Transport in Microgravity.: Springer International Publishing; 2016. p. 67-74.

[127] Norsk P, Shelhamer M. Bringing Gravity to Space. NASA technical Reports Server (NTRS). 2016 April 24.

[128] Quiñenao CD. El ejercicio físico,una contramedida en condiciones de microgravedad. instname:Universidad FASTA. 2015 Mayo.

[129] Hughson RL, Helm A, Durante M. Heart in space: effect of the extraterrestrial environment on the cardiovascular system. Nature Reviews Cardiology. 2018 March; 15(3): p. 167-180.

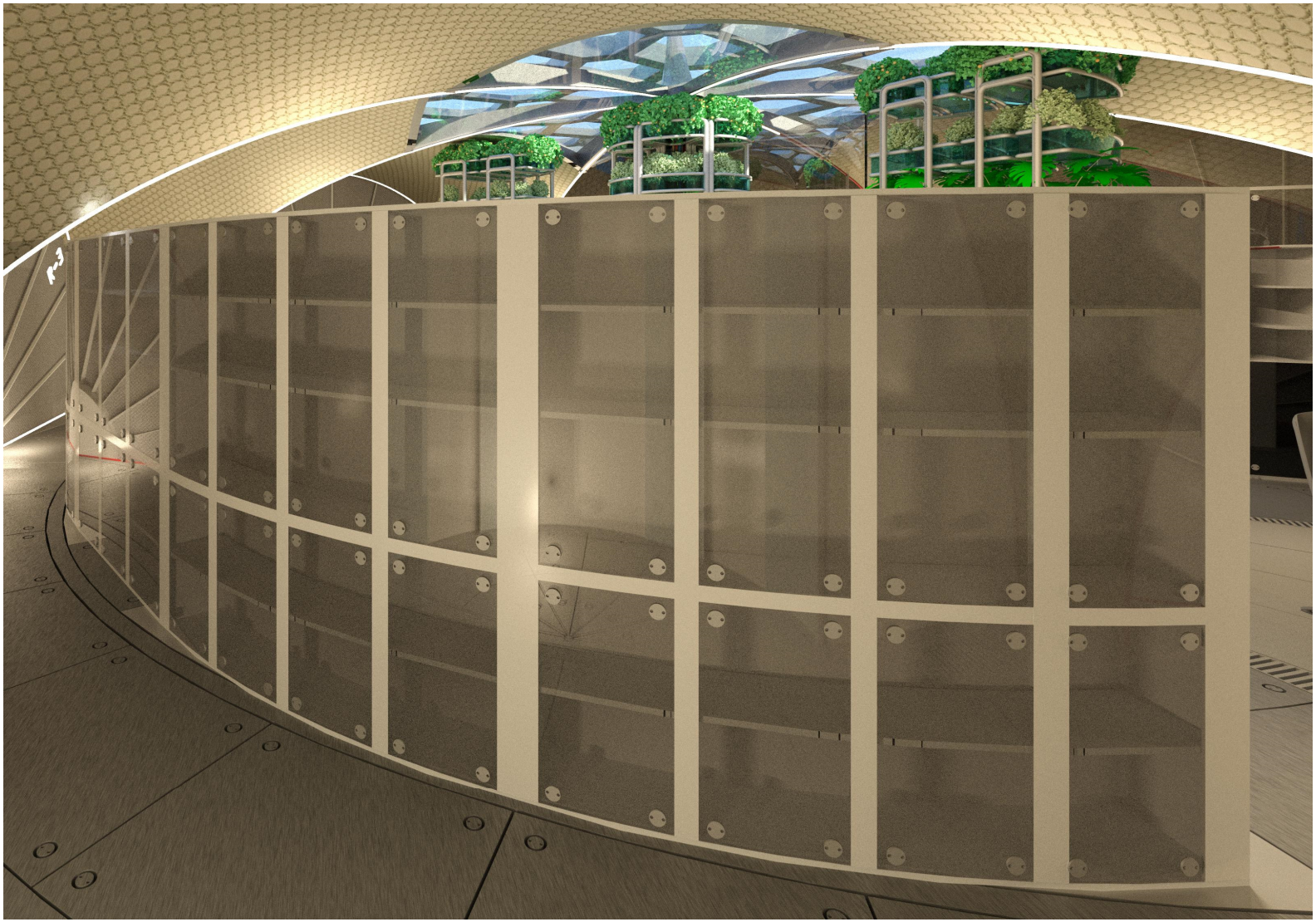


Figura 79. Corredor circular central.

g. La habitación: El descanso y la intimidad

De igual modo que a un paciente de un hospital –debilitado, en mayor o menor medida, por su estado de salud– debe facilitársele el descanso para una mejor y más rápida recuperación, es indispensable incidir en la cuestión del descanso para aquellos cuerpos humanos que deben experimentar las diferentes fases de una misión espacial, con el estrés y debilitamiento no solo físico, sino también psíquico y psicológico, que ello conlleva.

En palabras de A. Aalto, "*Hay que fijarse en un problema muy notorio, en las posibilidades de construir una instalación humana y una iluminación que realmente responda a las necesidades psicológicas del hombre*[130]….

De hecho, además de los factores ambientales, el ruido, la temperatura, la falta de gravedad e incluso, el exceso de dióxido de carbono en sangre o hipercapnia, se atiende –por parte de científicos de la NASA– a la alineación del ritmo circadiano en los astronautas, con el fin de alcanzar un mayor tiempo de sueño, y de mejor calidad[131].

Ante esto, hacía hincapié Joanne Bower, investigadora del sueño de la Universidad "De Montfort" en Leicester (Reino Unido), por medio de su investigación centrada en cómo interactúan el sueño y nuestras emociones en la Tierra, indicando que, "*Si las personas duermen mejor, también tienden a reaccionar mejor*" así como, "*Proteger el bienestar del sueño es fundamental para ser feliz y estar saludable, tanto en la vida como en el espacio*". De igual modo, ha manifestado su preocupación por el ciclo de sueño-vigilia dada su regulación tanto por el cansancio del ser como por la luz del día, y el uso de dicha señal luminosa para sincronizar los propios patrones sueño-vigilia de los astronautas, una vez en misión. Todo ello en paralelo a los trabajos de investigación y avances que, en relación a la desalineación de los ciclos circadianos de los astronautas, se han llevado y siguen llevándose a cabo, con el fin de paliar sus efectos, hasta tal punto que incluya la disminución de medicación o incluso, el poder evitarla.

Por otro lado, la doctora Erin Flynn-Evans, psicóloga investigadora que lidera el Laboratorio de Contramedidas a la Fatiga en el Centro de Investigación Ames de la NASA en Mountain View, California, y que colabora con la Oficina de Respuesta de Fatiga del Centro Espacial Johnson, en Houston, Texas, para implementar medidas que ayuden a los astronautas a hacer su trabajo de manera segura, indicaba en el año 2021 que, "*En la estación espacial queremos asegurarnos de que las tripulaciones estén en su mejor momento para que puedan rendir al máximo y para que tengan un riesgo mínimo de cometer errores*". En este sentido, y por medio uno de los estudios del equipo de Flynn-Evans, tras el que publicaron los resultados de la monitorización de varios astronautas tras regresar a la tierra, pudieron comprobar que estos podían alcanzar mayores horas de sueño una vez ya finalizada la misión[131].

Incluso el astronauta de la NASA, hidrogeólogo y profesor, Joseph Michael Joe Acaba, que regresó a la estación por segunda vez en 2018, aun habiendo podido experimentar cómo de rápidamente puede adaptarse el cuerpo humano a un entorno diferente, compartía cómo "*A veces pasas 14 días sin descanso, y te das cuenta cuando estás cansado. Por eso, nos lo tomamos en serio*", añadiendo, "*como miembro de la tripulación, si sientes que estás sobrecargado de trabajo debes expresarlo porque no quieres*

[130] "Rationalismen och människan". Jornadas Anuales de la Asociación Sueca de Artesanos: Estocolmo, 9 de Mayo de 1935.

[131] La NASA y la importancia de dormir lo suficiente. https://ciencia.nasa.gov/sistema-solar/la-nasa-y-la-importancia-de-dormir-lo-suficiente/

estar cansado cuando realizas operaciones importantes". Con sus manifestaciones, ha podido transmitirnos la importancia de contar con un buen horario de sueño y así, descanso –en este caso– dentro del ámbito espacial, a la hora de mejorar la calidad de vida en el día a día, indicando a su vez que, "*La fatiga es algo real y tiene que ser evaluada*".

En relación con lo anterior, el lucernario ubicado en la zona central del hábitat se ha proyectado de manera que cuenta, también, con la capacidad de reproducir los ciclos circadianos como apoyo a la actividad humana que, al interior del hábitat, podría establecerse en consonancia con los parámetros y horarios terrestres, además de establecer la posibilidad de sincronizar los patrones de sueño-vigilia de sus usuarios.

Respecto a este ámbito habitacional y la búsqueda de sosiego, el día 21 de junio de 2015 anotaba S. Kelly, en su "cuaderno de bitácora", consideraciones sobre la capacidad espacial de un solo camarote de la ISS. Por otro lado, otra de las cuestiones que también agradeció durante su estancia en el espacio fue la tranquilidad, a lo que añadía a modo de descripción: "*un lujo raro aquí arriba*". De hecho, él mismo describía su camarote a bordo de la ISS como "*un lugar para dormir, pero también mi espacio privado y personal. Mi casa en nuestra casa lejos de casa durante un año*". E incluso "materializando" esa idea contraria a la calma, serenidad, quietud…, que pudo llegar a sentir por medio de su subconsciente, junto con una posible "solución" a la misma, el 14 de septiembre de 2015; durante uno de sus momentos de descanso, describió su sueño sobre cómo se abarrotaba su camarote, teniendo que trasladarse a dormir al respirador compartiendo, además, habitación con un compañero al que, debido a diferentes vicisitudes, termina S. Kelly llevándolo hacia la esclusa, cerrando la escotilla y expulsándolo al espacio (siempre en su propio sueño)[132].

Robert Brent Thirsk, ingeniero, doctor en medicina y astronauta de la Agencia Espacial Canadiense (CSA), ha sido claro en sus aportaciones realizadas para esta tesis, al respecto: *"El entorno de la ISS es ruidoso…Es importante prestar atención al ruido de fondo de la estación, ya que puede ser una pista de si un sistema está funcionando correctamente o no. Sin embargo, también sería bueno escuchar algunos sonidos de la Tierra (por ejemplo, el canto de los pájaros temprano en la mañana)"*.

A su vez, el día 31 de marzo del 2023, Charles D. Gemar, ingeniero, astronauta (NASA) y rango de teniente coronel del ejército de los Estados Unidos, se interesó en hacerme partícipe de una meditada, e interiorizada, aportación para el desarrollo de esta investigación, transmitiéndome su percepción –en base a sus experiencias vividas– en cuanto a la sensación de hogar y a la intimidad, en el espacio, y el estado psíquico del astronauta tras sufrir, entre otras, el denominado "efecto perspectiva", a través de su significativo testimonio, expresando: *"En general, los vuelos espaciales son un asunto serio y los astronautas entienden que conlleva dificultades. La Luna puede requerir una estadía de un año para optimizar la ciencia y controlar los costos. Marte, por otro lado, probablemente implica una misión de tres años en un entorno más hostil y de mucho mayor riesgo. Los factores humanos serán diferentes. La psique humana será desafiada. En la Luna, podemos mirar por la ventana y ver la tierra, el hogar, por así decirlo. En Marte, no habrá nada que les resulte familiar y no habrá escapatoria fácil. Entonces, ¿cómo acomodamos a las*

[132] Kelly, Scott; Lazarus Dean, Margaret, "Resistencia". Penguin Random House Grupo Editorial, S.A.U., 2018.

diferencias? Incluso una llamada a casa no será lo mismo, ya que los retrasos en la señal harán que una conversación bidireccional fluida sea imposible. Mi experiencia es que la tierra se convirtió en un lugar más distante reemplazado por la civilización de nuestra nave espacial. El transbordador se convirtió en nuestra nueva civilización y, aunque reconocimos la tierra como nuestro hogar, se convirtió más en un destino futuro. Nuestro mundo estaba limitado a los cinco tripulantes y las voces al otro lado de nuestra radio. En Shuttle no tienes privacidad. La estación ofrece oportunidades limitadas para la privacidad. Hace unos años, uno de los Cosmonautas comentó, sobre sus módulos habitacionales MIR, que las puertas rara vez estaban cerradas. Creo que hay un paralelismo con la vida en la tierra. En nuestros hogares, tenemos un dormitorio donde podemos retirarnos para tener privacidad y, a veces, una oficina privada en el hogar. La mayoría de las veces estas puertas permanecen abiertas. Cuando está cerrado, respetamos la privacidad de quienes están detrás de la puerta cerrada. Pero el hecho de que permanezcan abiertas la mayor parte del día, e incluso, de la noche, me dice que la percepción de la privacidad puede ser más importante que la realidad de la privacidad. Solo una observación".

Se considera el "efecto perspectiva", según el testimonio de algunos astronautas y cosmonautas, al *cambio cognitivo de la conciencia durante los vuelos espaciales*, *cuando observan la Tierra, estando en órbita, o desde la perspectiva lunar*[133]; hace referencia a *la experiencia de observar en primera persona la realidad de la Tierra desde el espacio, la cual se percibe inmediatamente como una débil y frágil bola de vida, "flotando en el vacío", protegida y sustentada por una atmósfera del grosor de un papel de fumar.* Ante dicho efecto, o impresión, *los astronautas afirman*[134] *que las fronteras desaparecen, los conflictos que dividen a las personas ya no parecen importantes y la necesidad de crear una sociedad planetaria con un objetivo común de proteger este punto azul pálido, se convierte en algo obvio y acuciante.* Ahora bien, dicho objetivo debe poder llevarse a cabo de la mejor manera posible, considerando los factores que brindan al astronauta la posibilidad de mantener un estado acorde con la salud tanto física, como mental, del mismo.

Dada pues, esa importancia que debe concedérsele al descanso –y a su percepción– y, particularmente, a las zonas más estrechamente ligadas a dicho concepto, se dota al hábitat de espacios privados del tipo habitaciones proyectadas para dar cabida a dos miembros de la tripulación simultáneamente en cada una de ellas, las cuales podrían incluso utilizarse de manera individual por medio de turnos rotacionales de trabajo en momentos o días necesarios para un mayor descanso de aquellos astronautas que lo necesiten. Habitáculos que, además de volcar al espacio corredor común con el fin de facilitar la actividad de grupo, cuentan con tabiques laterales, fijos, y paneles frontales de acceso plegables, a modo radial para graduar el grado de intimidad/visibilidad, ruido y hasta índice de iluminación, al que va a exponerse su ambiente interior. Esto, en consonancia con aquella iluminación que, de manera independiente, se dispondría al interior de cada habitáculo privado destinado al descanso, con el fin de poder practicar aficiones individuales, como por ejemplo la lectura, sin perjudicar al compañero de unidad de descanso.

[133] Douglas A. Vakoch, "Psychology of Space Exploration: Contemporary Research in Historical Perspective". National Aeronautics and Space Administration, Government Printing Office, 6 de julio de 2011. ISBN 978-0-16-088358-3.

[134] O'neill, Ian, "The Human Brain in Space: Euphoria and the "Overview Effect" Experienced by Astronauts", Universe Today, 2008-05-22, https://www.universetoday.com/14455/the-human-brain-in-space-euphoria-and-the-overview-effect-experienced-by-astronauts/

Los compartimentos –habitaciones con la posibilidad de mantenerse cerradas– (Figura 80), al igual que el poder contar con más de un pequeño aseo, contribuyen, en definitiva, al estado de bienestar, garantizando la intimidad y dignidad de los miembros de la tripulación.

Así mismo, y contribuyendo con el mismo factor de apacibilidad, se proyecta un suelo que, además de servir como espacio de almacenamiento y protección frente a la radiación procedente del contacto con el ambiente exterior, acoge en su interior diversas instalaciones para el funcionamiento del hábitat, al igual que ocurre con la envolvente exterior, para mitigar esos ruidos intensos del tipo los generados por los ventiladores, bombas, compresores, motores, así como otros equipos –que funcionan 24 horas del día durante los siete días de la semana, necesarias para la subsistencia al interior de un módulo espacial en ambiente adverso, generando dificultades auditivas entre los miembros de la tripulación–, al mismo tiempo que se aprovecha todo el espacio proyectado. Elementos tales como el sistema hídrico, el eléctrico, los procesadores de orina, los ECLSS[135] (Figura 81), e incluso, los CDRA[136] (Figura 83), también contribuyen a generar un ambiente acústico molesto, el cual se pretende paliar. De igual modo, cuenta el hábitat con dos Airlocks independientes, cuyo interior está pensado para poder soportar, además de su actividad propiamente dicha, parte de los mecanismos y dispositivos vitales, descritos, generadores de ruido.

A todo lo anterior, se le suma la disposición de diversos tabiques (delimitadores del perímetro del núcleo principal, o zona central, del hábitat) de almacenamiento de enseres personales y material –específico y general, privativo y común– tanto de uso diario, como puntual, además de ropa, víveres, material administrativo, y un largo etc. Estas pantallas que, a modo de tabiques a media altura, contribuyen a separar las zonas reservadas para los dormitorios y aseos con la zona central de desarrollo de actividad grupal; ejercen también de parapetos visuales e incluso, acústicos, propiciando el orden de actividad a la hora de contar, a su vez, con el corredor como pista de atletismo para la práctica del *running*.

[135] ECLSS: Sistema creado por la NASA que incluye un mecanismo para recuperar agua potable reciclando el sudor, aliento y orina de los mismos astronautas; esquema de su funcionamiento en Figura 82)

[136] CDRA: Aparato denominado <<conjunto de eliminación de dióxido de carbono>>, que recoge un conjunto de cajas electrónicas, sensores, calentadores, válvulas, ventiladores y capas absorbentes.

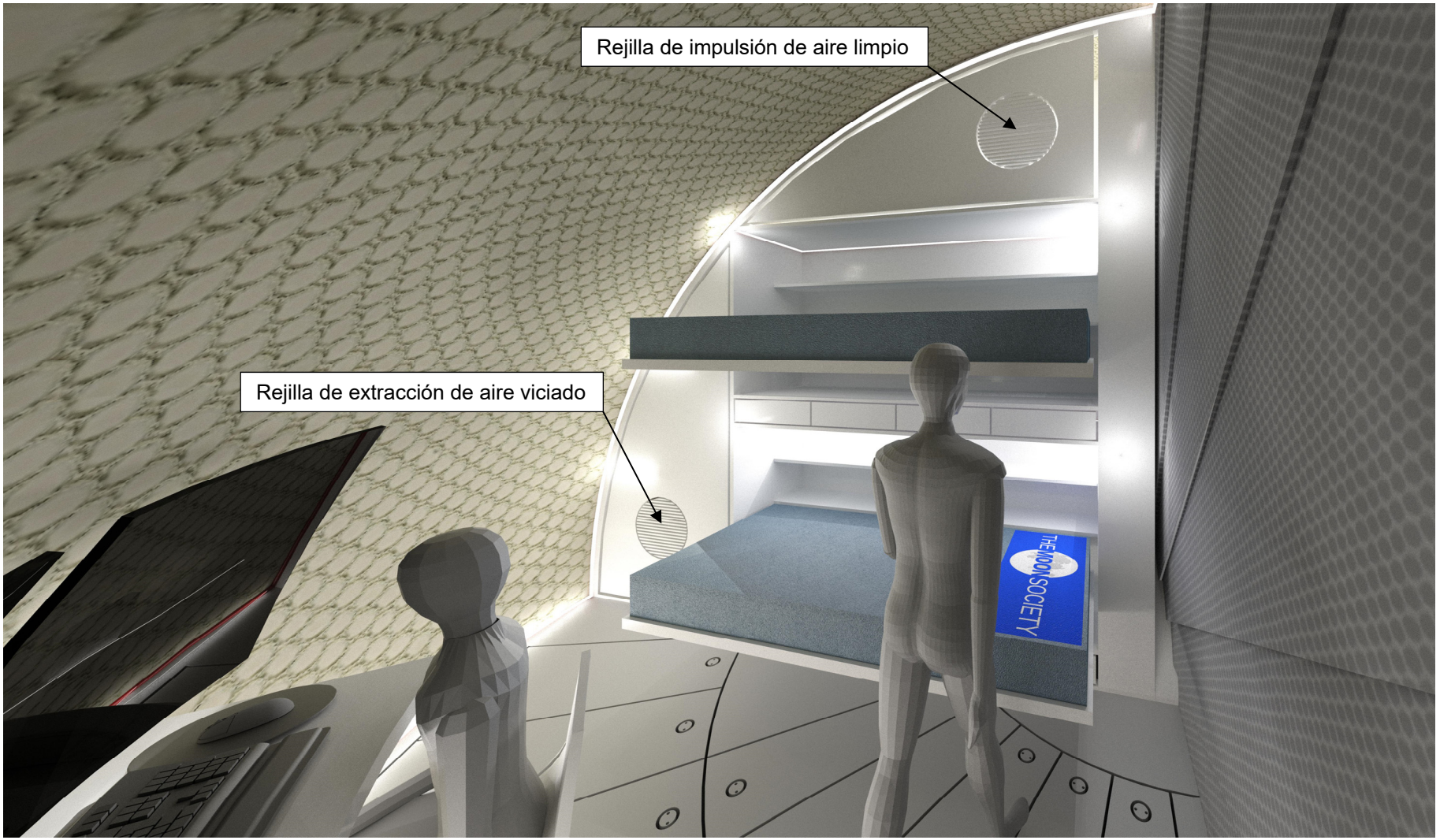


Figura 80. Interior de la habitación doble.

Figura 81. Maqueta del ECLSS de la ISS, en la Dirección de Proyectos de Vuelo del Centro Marshall de Vuelos Espaciales en Huntsville, Alabama (EEUU); responsable de diseñar y construir los sistemas de soporte vital que proporcionan a la tripulación de la ISS un ambiente confortable para vivir y trabajar. Esta fotografía muestra la que se instaló en el módulo Nodo 3 de la ISS. De izquierda a derecha, se muestran el cubículo para ducha, el de desechos, el módulo n.°2 del sistema de recuperación de agua (WRS), el n.°1 del WRS y el módulo n.°1 del sistema de generación de oxígeno (OGS). El WRS proporciona agua limpia a través de la recuperación de aguas residuales; está compuesto por un conjunto procesador de orina (UPA) y un conjunto procesador de agua (WPA). La UPA acepta y procesa la orina de los miembros de la tripulación pretratada para permitir su procesamiento junto con otras aguas residuales en la WPA. Créditos: NASA.

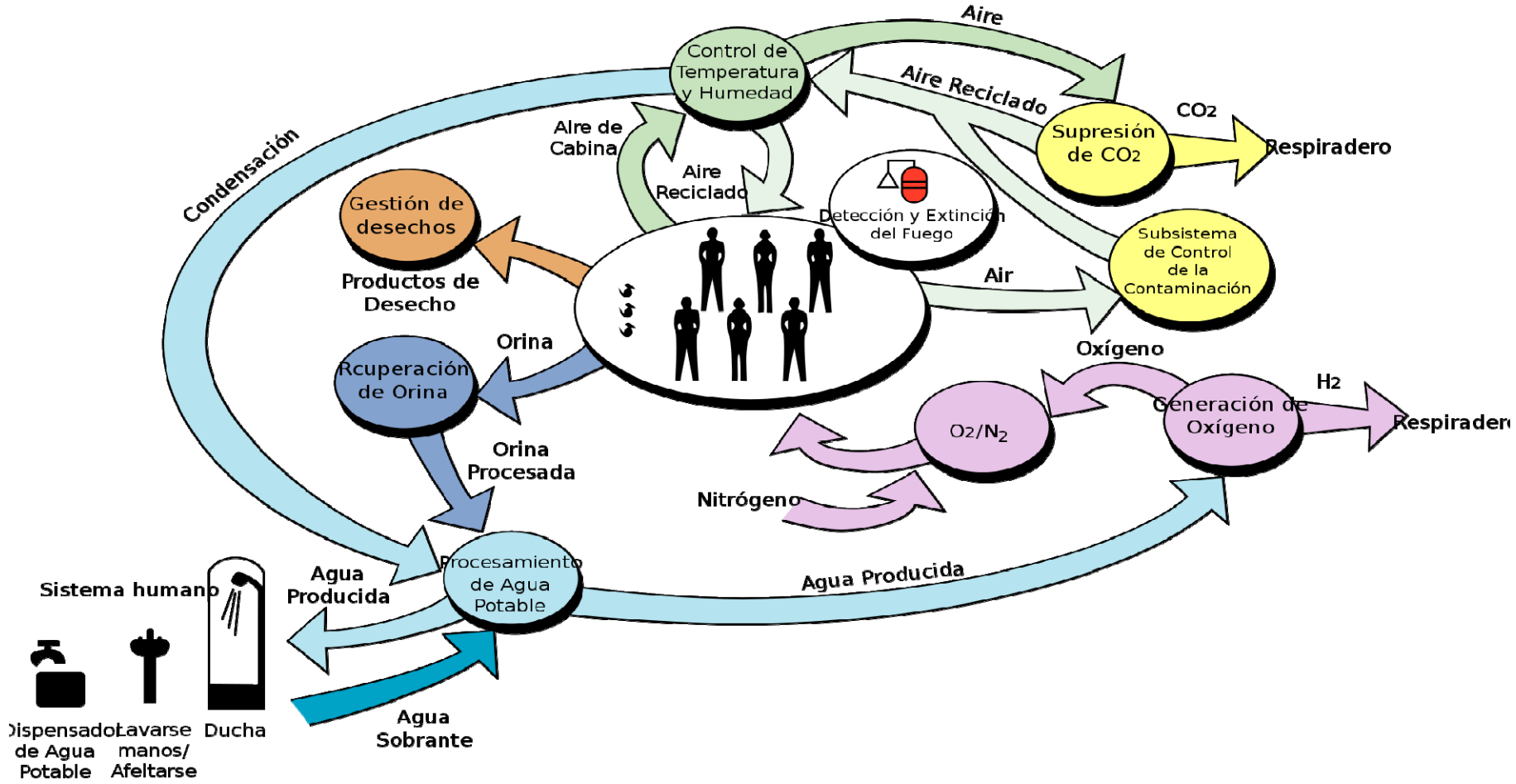


Figura 82. Interacción entre los componentes del Sistema de Soporte Vital y Control del Ambiente de la ISS (ECLSS). Créditos: NASA[137].

137
https://web.archive.org/web/20020328111202/http://science.nasa.gov/headlines/images/eclss-air/cycle.gif

Figura 83. Marshburn realiza mantenimiento en el CDRA en el JPM. Identificación de la NASA: ISS034-E-063336 (8 de marzo de 2013). El astronauta de la NASA Tom Marshburn, ingeniero de vuelo de la Expedición 34, realiza el mantenimiento del conjunto de eliminación de dióxido de carbono en el módulo presurizado (JPM) del módulo experimental japonés (JEM). Créditos: NASA.

h. El conjunto: sensación de hogar

Por medio de testimonios como el de Scott Kelly, detallados en su libro[138], podemos conocer aspectos concretos del desarrollo de la vida humana al interior de la Estación, asimilando su estancia en la misma como si de vivir en un edificio se tratara. Relata que, cuando uno vive durante meses en su interior, no se percibe como un objeto, sino como un hogar, un lugar muy específico con su propia personalidad…, con habitaciones y más habitaciones…, cada cual con una sensación y un olor únicos… De igual modo, transmite la importancia sobre el acondicionamiento del recinto, apuntando, como dato relevante, su experiencia respecto al dolor de cabeza que él mismo sufría al separarse demasiado del respiradero de aire limpio con el que contaban al interior de la estación, durante su estancia en el espacio, abriendo la puerta hacia la reflexión sobre los posibles problemas de salud, del ser humano, en este tipo de recintos extraterrestres ligados a un hábitat artificial alejado del entorno habitable al que están acostumbrados.

De hecho, de los cuatro camarotes del nodo 2 de la estación (*en el suelo, el techo, a babor y a estribor*) con los que contaba la tripulación, en dicha ocasión, el propio S. Kelly se refería a la zona que le correspondió en ese momento como, un *aposento* que al momento de su llegada estaba *limpio y vacío*, pero que –pensó, en conciencia– "*el próximo año lo llenaré de trastos, como cualquier otra casa*"[139].

Por otro lado, a través de la investigación se ha constatado que, en exposiciones cortas a microgravedad, los astronautas se encuentran expuestos a una considerable variedad de cambios fisiológicos debido al denominado "síndrome de adaptación al espacio", con síntomas como: "*nauseas autocontrolables, vómitos, mareos, sudoración, palidez, malestar general. Otros síntomas son: vértigo, cefalea, aletargamiento, movimientos descoordinados y disminución en la concentración*"[140].

El síndrome de adaptación al espacio, según los estudios realizados, suele durar unas 72 horas aproximadamente; poco menos que las 86 horas y 14 minutos aproximados en los que se ha determinó la llegada a la Luna por el Apolo 17. Aun así, y con una incidencia constatada de hasta el 60-80% en los miembros de la tripulación, en palabras del Dr. Victor Schneider, Oficial de Investigación Médica del Programa de Investigación Biomédica y Contramedidas (Biomedical Research and Countermeasures) de la NASA, "*algunos astronautas pueden sufrir una recaída en cualquier momento durante una misión*"[140].

Con el fin de paliar los aspectos negativos de las misiones espaciales, indicados en puntos anteriores, se ha proyectado un hábitat cuya capacitación técnica va ligada al aquella que, por sí misma, es capaz de arropar –no solo cubrir– a su usuario y así, aportarle aquellas dotaciones espaciales precisas para constituir un hogar –del latín, *focaris*, término derivado del lat. *focus* "hoguera", "hogar"–, adaptándose a sus necesidades físicas, anímicas y laborales.

[138] Kelly, Scott; Lazarus Dean, Margaret, "Resistencia". Penguin Random House Grupo Editorial, S.A.U., 2018.
[139] Página 67 del libro de Kelly, Scott; Lazarus Dean, Margaret, "Resistencia". Penguin Random House Grupo Editorial, S.A.U., 2018.
[140] Hodkinson PD, Anderton RA, Posselt BN, Fong KJ. An overview of space medicine. Br J Anaesth. 2017;119(suppl_1):i143-i153.

Se busca, por medio de este proyecto, minimizar la cantidad de altibajos emocionales los cuales se vuelven más variables con el tiempo de misión, según investigaciones como las llevadas a cabo por Bower y su equipo. De hecho, frente a un posible período de tiempo sin contacto con el exterior (familiares, amigos, la Tierra…) debido a algún fallo eléctrico, mecánico, e incluso informático, o retrasos/esperas en la comunicación dadas las distancias, se pretende puedan hacer frente a dichos estados de nervios o tensión, ayudados por el entorno habitacional, y con herramientas mentales propias, con el fin de no tener que depender de terceras personas para mantener un pensamiento positivo, con el añadido de poder alcanzar un mayor grado de eficiencia laboral y satisfacción, durante la misión en curso. Según Bower, "*No se trata tanto de que puedan hablar con un psicólogo o psiquiatra, como de que sean conscientes de su estado*" indicando igualmente que, es "*Una de las cosas que los mantiene optimistas es este sentido de perspectiva que se obtiene al ver la Tierra desde lejos. Pero eso no será posible durante meses*", al igual que, "*Por lo tanto, necesitamos encontrar otras cosas a las que puedan recurrir".* De hecho, en base a datos recogidos por otros investigadores como Sandel[141], se confía en que "*Una vez que se haya reunido al equipo ideal, los ajustes al entorno en la nave espacial ayudarán a mantenerlo de buen humor*"[142].

En este caso, se trata de ir más allá del ajuste. Se trata de proporcionarles un estado o condición de estabilidad que sea, como mínimo, semipermanente, la cual contemple aquellos aspectos a los que los humanos estamos acostumbrados durante el día a día, en busca del descanso no solo físico, sino también mental. Un lugar que, pese a encontrarse a cientos de Kilómetros de su entorno habitable, les proporcione alivio y bienestar; términos ligados, a su vez, a la protección del ser autónomo e independiente, acondicionamiento del medio y aportación de espacios que propicien la relación de grupo por parte de las instalaciones del hábitat.

De este modo, se les proporciona habitaciones en ubicación fija, sala de control independiente, escritorios propios, puestos de trabajo independientes, cocina con espacio comedor recayente a zona común (Figura 84) –dada la posibilidad de control de la actividad desde distintas localizaciones–, e incluso de llevar a cabo reuniones, juegos, visionado de películas de forma grupal, y hasta la práctica de instrumentos para amenizar alguna que otra posible pequeña fiesta, durante la misión, que también les atrae.

Se añaden a lo anterior, las salas de despresurización y acondicionamiento, *"Airlocks"* (Figura 85), baños independientes con espacio de ducha incorporado, dos módulos destinados a laboratorio, y dos pequeños quirófanos (Figura 86) (incluyendo el necesario desfibrilador, y otras) para poder llevar a buen término alguna pequeña intervención que pudiese surgir como urgente en algún momento de necesidad, o rutinario –en cuanto al monitoreo o seguimiento del estado de salud–, del tipo *extracciones de sangre, realización de ecografías* y de *sencillas pruebas, incluso operaciones dentales básicas, análisis de muestras de orina y, hasta cortes de pelo*[143].

[141] Dr. Gro Mjeldheim Sandal. Profesora del Departamento de Ciencias Psicosociales, Universidad de Bergen, Bergen, Noruega.
[142] Smith N, Peters D, Jay C, Sandal G, Barrett E, Wuebker R Off-World Mental Health: Considera tions for the Design of Well-being–Supportive Technologies for Deep Space Exploration. JMIR Form Res 2023;7:e37784. URL: https://formative.jmir.org/2023/1/e37784 DOI: 10.2196/37784.
[143] Página 101 del libro de Kelly, Scott; Lazarus Dean, Margaret, "Resistencia". Penguin Random House Grupo Editorial, S.A.U., 2018.

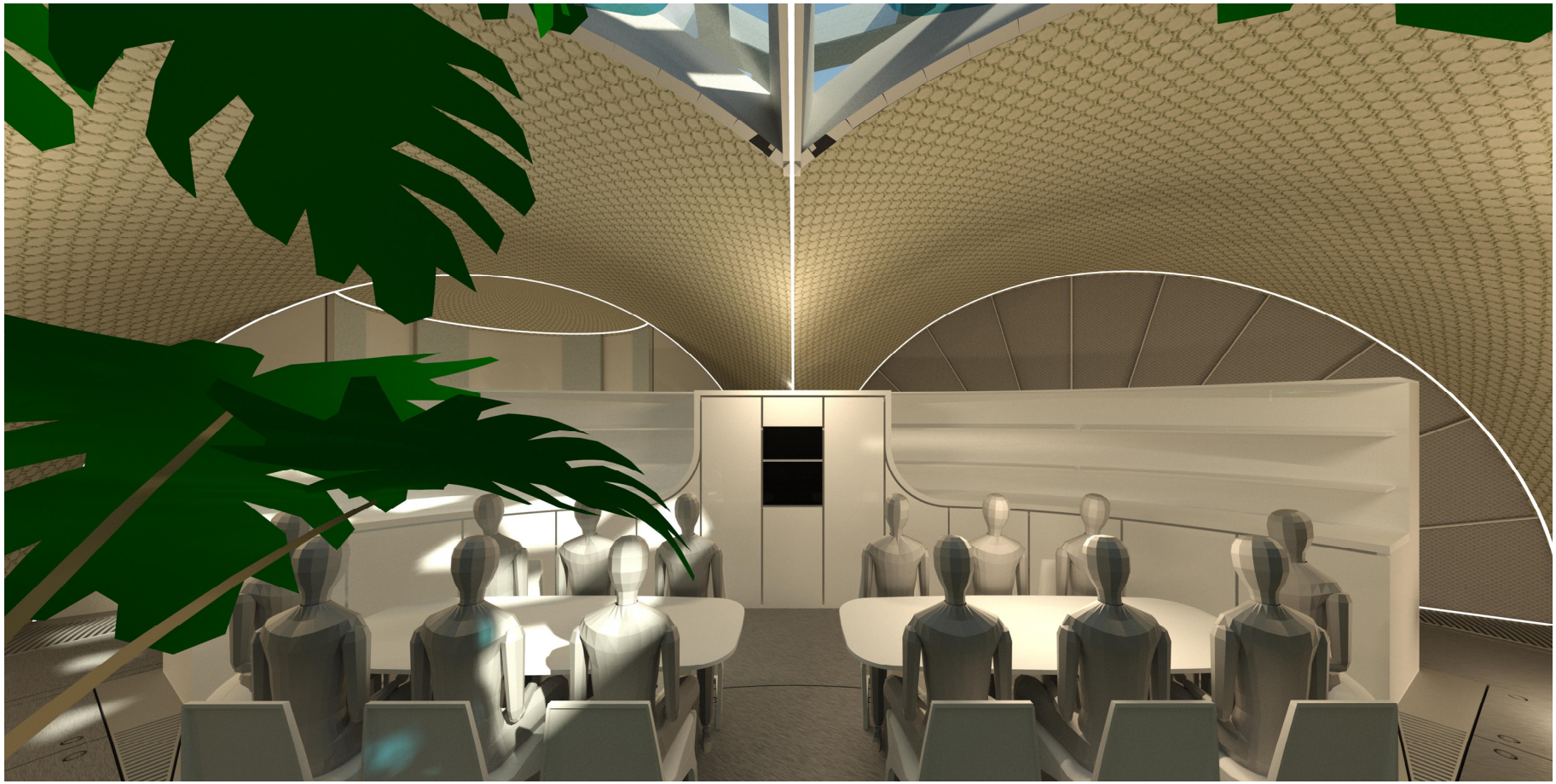


Figura 84. Vista de la cocina y comedor en la zona común.

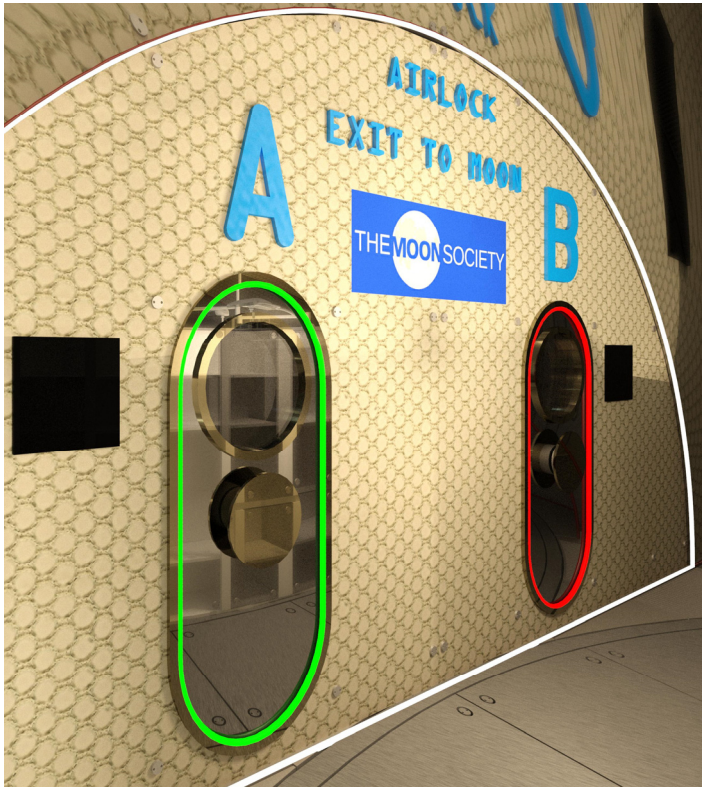


Figura 85. Acceso a las dos salas *"Airlock"*.

Figura 86. Laboratorio – Dispensario (sala de curas y cirugías) puertas cerradas.

En cuanto al aporte de baños independientes y estables, se convierte en estímulo positivo, dada la incomodidad, falta de intimidad, ausencia de zona de ducha, complicación con la limpieza, y problemas con los turnos de uso de la "*Kabina*" (tal y como la denomina Scott en su libro), o retrete, también denominado <<*compartimento de residuos e higiene*>> (*WHC, Waste and Hygiene Compartment*), que sufren los astronautas durante las misiones espaciales, debiendo hacerse cargo, asimismo, de las labores de reparación cuando se avería alguna de sus piezas pertinentes…[144].

En definitiva, se pretende proveer a la tripulación de una base con espacios acogedores, atractivos, e incluso permisivos –aquellos comunes– en cuanto al control de experimentos de manera continua dada la visibilidad –con espacio central abierto– desde diferentes ángulos a la vez, y módulos capaces de independizarse pese a ubicarse en el núcleo central.

Como aporte extra a la sensación de hogar, el cultivo propio de alimentos posibilita el tan valorado –tras días en ausencia de alimentos frescos– aumento de la calidad de la propia comida al igual que su variedad, sabor, posible guarnición, y presentación, junto a su servicio con una temperatura adecuada. El placer gastronómico se debe a factores hereditarios, culturales, sociales, regionales o publicitarios siendo, por tanto, otro factor potencial para la mejora en el desarrollo de la vida en otro cuerpo planetario.

Sin embargo, el alimento *per se*, no es el único estímulo psicológico en cuanto a la estancia placentera en otro planeta, sino que, además, el cultivo de plantas es capaz de ejercer estímulos sensoriales positivos en el/los individuo/s que participan de la presencia de estas. En particular, tal como se ha indicado en un apartado anterior en relación a aquellos individuos bajo un nivel de estrés considerables, y sensibles o afectados –física y mentalmente– al medio. A este respecto, la apreciación de S. Kelly tras una larga temporada alejado de la vegetación natural, le llevó a exteriorizar esa satisfacción; en sus propias palabras: "*he aprendido que la hierba huele de maravilla*".

Este es el modo de darnos cuenta sobre cómo se le da importancia "*ahí arriba*" a múltiples detalles que, por costumbre o hábitos, en la Tierra llegan a pasarnos desapercibidos. Por ejemplo, cuando los astronautas hablan sobre el olor característico que desprenden aquellos objetos expuestos al vacío (*como de una soldadura: el olor del espacio*, expresa S. kelly) o, cuando –de igual modo– indica el propio S. Kelly, cómo detectaba el olor característico de la ISS, debido "*en su mayor parte a los gases que emite el equipamiento y todo lo demás, y es lo que en la Tierra llamamos olor a coche nuevo*", describiéndolo a su vez como "*tan familiar como el del hogar de mi infancia*"[145], e incluso el "*olor a basura*" o "*el tufillo corporal*"[146].

Las neuronas –células del sistema nervioso– olfativas del ser humano, con un receptor olfativo –cada una de ellas–, se conectan directamente al cerebro y, las moléculas liberadas a nuestro alrededor u odorantes, estimulan dichos receptores[147]. El olor es apreciado directamente por nuestro sistema simbólico, donde se gestionan las emociones y la memoria. Así, desde el

[144] Página 149 del libro de Kelly, Scott; Lazarus Dean, Margaret, "Resistencia". Penguin Random House Grupo Editorial, S.A.U., 2018.
[145] Página 63 del libro de Kelly, Scott; Lazarus Dean, Margaret, "Resistencia". Penguin Random House Grupo Editorial, S.A.U., 2018.
[146] Página 65 del libro de Kelly, Scott; Lazarus Dean, Margaret, "Resistencia". Penguin Random House Grupo Editorial, S.A.U., 2018.
[147] Trastornos del olfato. The National Institute on Deafness and Other Communication Disorders (NIDCD), part of the National Institutes of Health (NIH). EEUU https://www.nidcd.nih.gov/es/espanol/trastornos-del-olfato

inicio de nuestra vida, vamos almacenando olores en nuestra memoria, los cuales causarán –a lo largo de la misma– que las informaciones olfativas percibidas cuenten con el poder de influenciar tanto en nuestro humor, como en nuestras emociones.

Así, por medio de la variedad de cultivos y plantas –incluso alguna específica al interior de los módulos de habitación–, junto con el desarrollo y variación de las mismas en el tiempo –dado que también se produce una adaptación sensorial al olor, acostumbrándonos al mismo–, podemos transmitir sensaciones capaces de manifestar estados positivos en los miembros de la tripulación durante su estadía en el espacio –aumentando el grado de satisfacción– y así, potenciar la eficiencia en su labor diaria tanto individual, como grupal.

Adicionalmente a lo anterior, también se establece la necesidad de –a través de una válvula de vacío– expulsar al espacio el CO2 generado al interior del hábitat por medio de algún aparato del tipo CDRA[148], junto con la necesidad de generar agua por medio del Sabatier (combinando el oxígeno extraído del CO2 con hidrógeno sobrante del sistema de generación de oxígeno), por ejemplo.

Como sostén a lo indicado con anterioridad, en cuanto al aspecto de la purificación del ambiente se refiere, se plantea como beneficiosa la incorporación de determinadas plantas, dadas las características que determinan las propiedades de algunas de ellas; las denominadas como plantas CAM (Crassulacean Acid Metabolism, CAM, de sus siglas en inglés). A través de diferentes estudios realizados se ha comprobado que, este tipo de plantas indicadas, son capaces de purificar el aire tanto en presencia, como en ausencia, de luz natural, eliminando sustancias perjudiciales para la salud tales como el benceno, el chileno, el formaldehído y el monóxido de carbono, frecuentes en materias habituales de uso diario incluso –algunas de ellas– hasta en medicamentos, plásticos, papel, antisépticos, etc. Entre ellas, como posible uso al interior del hábitat y con constatada capacidad de producción de oxígeno durante la noche, encontramos: el Aloe vera, la Costilla de Adán o *Monstera delicios*, la Gerbera (capaz de absorber el benceno y el tricloroetileno), los helechos (capaz de absorber el formaldehido), el Potos (capaz de absorber el formaldehido, Xileno y benceno), el cactus e incluso el Geranio o *Pelargonium x hortorum* (caracterizada por su floración y olor)[149] [150], entre otras.

Olor y color, a su vez, contribuirían a generar un ambiente doméstico –a la par que científico, dentro de la vía de la investigación–, dada la posición particular de la que se le ha dotado a estos dos parámetros dentro de la ecuación del hábitat proyectado. En concreto, en su núcleo central, bajo la salvaguardia o escudo de la cúpula transparente y de sus ojeadores –los astronautas– en contribución a su desarrollo, con el fin de generar más riqueza orgánica o vida, nuevos métodos de cultivo, y mayores resultados.

[148] Páginas 106 y 107 del libro de Kelly, Scott; Lazarus Dean, Margaret, “Resistencia”. Penguin Random House Grupo Editorial, S.A.U., 2018.
[149] Azcón-Bieto, J. y Talon, M. (2ed.) (2008): Fundamentos de Fisiología Vegetal. Interamericana-McGraw-Hill, Madrid.
[150] Koning, Ross E. 1994. Home Page for Ross Koning. Plant Physiology Information Website. http://plantphys.info/index.html (9-11-2010).

3. El confort: la ergonomía en el medio

El término ergonomía tiene su origen en las raíces griegas "Ergos" que significa fuerza, y "Nomos" que quiere decir ley o norma. El significado etimológico de ergonomía ha ido evolucionando con la práctica, lo que conlleva a la siguiente definición: "La ergonomía es la ciencia que interrelaciona el hombre con su entorno y cuya finalidad es la reducción de la fatiga innecesariamente producida por el ambiente de trabajo, así como de los espacios en los que las personas deben convivir a diario, sin ser sus lugares de trabajo"[151]. Se puede clasificar en a) el ámbito psicológico, que da lugar a la ergonomía cognitiva que analiza la interrelación entre el hombre y la máquina desde el punto de vista de la capacidad de reacción sensorial y psicológica del individuo, y b) ámbito físico, que define la ergonomía del lugar de trabajo en la que se analizan los requerimientos físicos (dimensiones, color, ruido, etc.) que debe cumplir un lugar de trabajo para adaptarse al individuo[152].

Se planifican espacios que se adaptan a un uso más eficiente del ser, dada su forma, alcance visual o trayectoria –como el corredor–, e incluso se promueve la dotación de aparatos o instalaciones necesarias para facilitar la vida al interior del hábitat de una manera confortable.

A modo de ejemplo, la posibilidad de instalar una lavadora en el espacio destinado a la cocina, o un armario en la habitación, contribuye a disipar el malestar por –en ocasiones– la falta de una completa higiene que suele regir la vida en el espacio dadas las inclemencias a las que el astronauta debe hacer frente una vez en este. Hacia esta perspectiva de cambio de rumbo –en cuanto a mejoras en el bienestar humano se refiere– nos encauza S. Kelly con sus emociones, experiencia y palabras a este respecto: "*Cuando llega el momento de hacer ejercicio, floto hasta el PMM*[153]*, un módulo sin ventanas que usamos como si fuera un gran armario, para ponerme pantalones cortos, calcetines y una camiseta. El PMM, siempre me recuerda al sótano de mis abuelos: es oscuro, sombrío y hay muchas cosas por todas partes. La ropa que uso para hacer ejercicio huele un poco porque la he usado durante un par de semanas; aquí no hay lavandería, así que llevamos la ropa todo el tiempo que aguantemos y luego la tiramos. Me cuesta encontrar algo a lo que agarrarme con el pie mientras me cambio. La ropa aún está húmeda del ejercicio de ayer, y ponérsela no resulta agradable*".

Factores como el buen aislamiento junto al confort térmico, acústico y lumínico, e incluso el detalle en el diseño ergonómico de muebles y zonas de almacenaje, se traducen en calidad ambiental, la cual aporta calidad de vida al interior del recinto y así, un mejor desarrollo de las actividades diarias por parte de sus usuarios, generando mayor satisfacción y rendimiento diario equivalentes a la conducción de posibles mayores éxitos a alcanzar durante la misión.

Por medio de la idea de este tipo de construcción arquitectónica, se ha llevado a cabo la proyección de espacios en consonancia con la necesidad de movimiento (Figura 87) y desarrollo satisfactorio del cuerpo humano, facilitando no solo la gestión de desplazamientos y tiempo, sino la disminución de patologías ligadas a la ausencia de esta cualidad material y espacial, así como la economía de recursos.

[151] Cifuentes, Claudio Canales, Arquitectura Hospitalaria. Hospitales de Niños en Santiago: "de la humanización del hospital pediátrico, a la arquitectura sanatoria". Revista Electrónica DU&P. Diseño Urbano y Paisaje Volumen V N°13. Centro de Estudios Arquitectónicos, Urbanísticos y del Paisaje. Universidad Central de Chile, Santiago (Chile), Abril 2008.

[152] Eid-Macheh-Sánchez, Y. Trabajo de Investigación Certificado Diploma de Estudios Avanzados: "El Hospital: Arquitectura Sanitaria como Instrumento Terapéutico", Departamento de Proyectos Arquitectónicos por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia (ETSAV), centro perteneciente a la Universidad Politécnica de Valencia(UPV). 23/10/2012

[153] PMM: Permanent Multipurpose Module, en español: Módulo Permanente Multipropósito Leonardo de la ISS.

Figura 87. Corredor y acceso al espacio de zonas comunes.

4. La investigación y la transmisión de resultados o enseñanza

En paralelo al concepto de vivienda, se ha prestado atención a aquellos centros que contribuyen a la solución de los problemas de salud para la proyección del hábitat objeto de esta investigación. De este modo, convergen en FOCARIS, aspectos propios tanto de la arquitectura de la vivienda, como de la arquitectura hospitalaria.

Tal y como ocurría a modo interno, en la antigüedad, desde mediados del siglo XIX se conoce al hospital –de manera oficial, específica y detallada– como, el "establecimiento destinado al diagnóstico y tratamiento de enfermos, donde se practican también la investigación y la enseñanza."[154]

La realidad del astronauta, además de la posible exploración de nuevos entornos –fuera del ámbito terrestre– e incluso, nuevos mundos, es la de contribuir por medio de su esfuerzo, sacrificio y entrega, a transmitir cualquier tipo de nueva información y hallazgos acaecidos, durante todas y cada una de sus misiones.

La investigación en relación al cuerpo humano en el espacio, bajo aislamiento social y abruptas condiciones de presión, temperatura, falta de oxígeno y gravedad, entre otras, así como aspectos relacionados con la supervivencia en medios hostiles al ser humano y habitabilidad, el descanso, la vegetación, los materiales, los sistemas de comunicación, el combustible, y otros factores relacionados con el buen desarrollo de nuestra vida en la Tierra, permite la evolución continua por medio del desarrollo tecnológico en diversos campos tales como la arquitectura, medicina, geología, la industria alimentaria y química, la botánica, incluyendo la aeroespacial, automovilística, naval e incluso doméstica, junto a muchas otras conocidas.

Se busca la obtención de resultados relacionados con la estadía del ser humano en el espacio exterior tales como el estudio de la pérdida de masa ósea y patologías relacionadas con los cálculos de riñón, al igual que aquellas patologías cardiacas o musculares, bajo determinadas condiciones anómalas –de microgravedad o menor gravedad a la habitual en la Tierra (según misión), temperatura y presión extremas–, y daños físicos causados por la radiación tales como, los cerebrales, cancerígenos, tensión ocular, problemas en vasos sanguíneos –en tímpanos e incluso el habla o movimiento–, cambios en el ADN, efectos de largos vuelos o la microgravedad. Así como otras cuestiones relacionadas con demás ámbitos de la vida y supervivencia del ser humano, como el reciclaje de desperdicios en relación al sistema hidráulico o al tratamiento y purificación de agua contaminada u obtención de agua potable en lugares donde esta incluso escasea, y evolución en las técnicas de obtención de la misma. Se añade a lo anterior otros factores como, el envejecimiento, fatiga, inmunidad, o factores como el sueño, la concentración, el descanso, la orientación, el crecimiento (suele crecerse en el espacio de dos a cinco centímetros), las condiciones o estados de ánimo y comportamiento social ante los estados de soledad u otro posible confinamiento, o convivencia en grupo en un espacio reducido y durante un largo período de tiempo –evitando el conflicto– pero, esta vez, sin aire puro respirable. También el cultivo de alimentos frescos sin las condiciones habituales para su evolución, el estudio de nuevos tejidos para la protección y el confort del ser ante ambientes distintos, la búsqueda de nueva tecnología de largo y mejor alcance –o calidad– al igual que de nuevos combustibles no contaminantes, y otras tantas, conlleva a generar saltos cualitativos y proporcionar herramientas y soluciones clave para contrarrestar, paliar e incluso, eliminar, graves

[154] Eid-Macheh-Sánchez, Y. Trabajo de Investigación Certificado Diploma de Estudios Avanzados: "El Hospital: Arquitectura Sanitaria como Instrumento Terapéutico", Departamento de Proyectos Arquitectónicos por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia (ETSAV), centro perteneciente a la Universidad Politécnica de Valencia(UPV). 23/10/2012

problemas tanto de desarrollo, como de salud, y problemas en el ámbito habitacional.

Rótulas para poder caminar, máquinas tanto de diagnóstico como curativas, y materiales capaces de evitar infecciones nosocomiales, han visto la luz gracias a la investigación en la industria aeroespacial, y viceversa. Incluso, se han llevado a cabo estudios de investigación sobre la ropa deportiva utilizada por la tripulación de la ISS, tratando la misma con un compuesto antimicrobiano con el fin de poder ser utilizada por períodos superiores al tiempo habitual, sin desprendimiento de olores[155].

Todo ello es posible dada la puesta en práctica de pruebas diarias y monitorización de los propios astronautas, durante su estancia en el espacio, pero a su vez, gracias a la transmisión de resultados y la enseñanza a modo de docencia e incluso, divulgación científica.

En esta línea, se ha considerado de suma importancia proyectar un hábitat que cuente con la capacidad, de manera intrínseca, de abordar recintos –abiertos/compartidos y cerrados– desde los que analizar, aprender, y transmitir (Figura 88). Así pues, se pretende que, desde el mismo, se pueda contactar abierta y fluidamente con la sociedad, transmitiendo cada uno de los nuevos resultados de investigación que vayan surgiendo desde el interior de dichos espacios, incluyendo los relativos a la posible habitabilidad al interior del propio recinto, y con las aportaciones tecnológicas que ello conlleva, con el fin de facilitar al ser humano –como individuo independiente, y como parte integrante de una sociedad– su evolución en el campo del conocimiento científico-técnico, entre otros, fijando además como objetivo, el aprendizaje, de manera que podamos ampliar nuestra capacidad de reaccionar, anticipadamente, a los retos que el entorno nos brinda en la actualidad, como a los miles de ellos que pueda brindarnos en un futuro. De esta manera, podremos ampliar a su vez, nuestras probabilidades de supervivencia tanto en el entorno terrestre, como en el extraterrestre[156].

[155] Página 125 del libro de Kelly, Scott; Lazarus Dean, Margaret, “Resistencia”. Penguin Random House Grupo Editorial, S.A.U., 2018.

[156] Eid-Macheh-Sánchez, Y., García-Valverde, J., Martínez-Frías, J. (2021). Proyecto finalista “FOCARIS” en Moon Society’s First Moon Base Design Contest. Recuperado de http://strabo.moonsociety.org/2020-MoonBaseDesignContest/Finalist-FOCARIS/FOCARIS_THE%20MOON%20SOCIETY%20-%20Yasmina%20Eid.pdf.

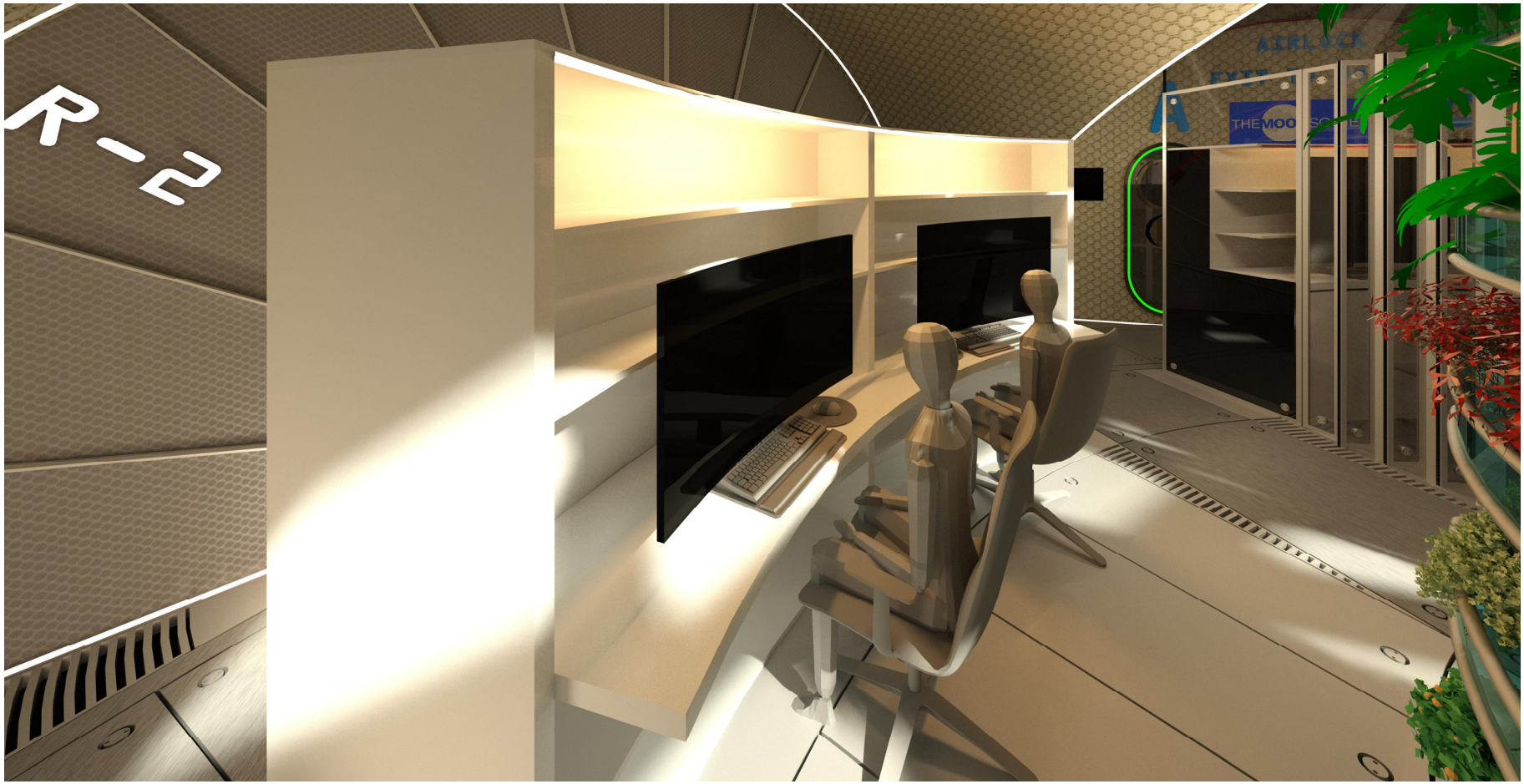


Figura 88. Puesto de telecomunicaciones (transmisiones con la Tierra).

5 GEOÉTICA EN LA CONSTRUCCIÓN DE LOS HÁBITATS

"Nuestra lealtad debe ser para las especies y el planeta. Nuestra obligación de sobrevivir no es solo para nosotros mismos sino también para ese cosmos, antiguo y vasto, del cual derivamos".

(Carl Sagan, *Cosmos,* 1978-79)

CONTENIDO

5.1 INTRODUCCIÓN

5.2 MARCO NORMATIVO EXISTENTE

5.3 TEORIAS EN GEOÉTICA QUE AFECTAN A LA CONSTRUCCIÓN DE LOS HÁBITATS

5.4 APUNTE SOBRE ASPECTOS GENERALES A CONSIDERAR EN GEOÉTICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS HÁBITATS

5.1 INTRODUCCIÓN

Si bien es cierto que se plantea el uso de los recursos planetarios como parte del propio hábitat, no puede obviarse que aún se carece de un marco normativo específico para dichas construcciones.

Así mismo, desde la perspectiva del uso de los recursos naturales de aquellos cuerpos celestes en el que se pretenden establecer los hábitats como protección y cobijo de los seres humanos, la protección del paisaje con el que vayan a coexistir se muestra como primordial a la hora de constituir las bases necesarias para regular dichos asentamientos.

Debe hacerse hincapié en que, los recursos naturales de los cuerpos celestes no solo forman parte de su estructura e imagen, sino que cuentan con cualidades de inmensa utilidad para la humanidad, habiéndose manifestado que *el proyecto más prometedor entre los dedicados a la exploración de recursos minerales en objetos extraterrestres es la exploración del Helio-3 en la Luna como fuente de energía alternativa*[157].

De hecho, el teórico astronáutico y científico espacial Konstantin Tsiolkovsky *incluyó la minería de asteroides como uno de los 14 propósitos más importantes de la exploración espacial*, pues *pueden tener más variedad de recursos naturales que la Luna y también contienen componentes tan útiles como el grupo del platino* [4], *con metales tales como el galio, germanio, selenio y telurio*. Los asteroides cuentan, además, con una reducida fuerza gravitatoria, que minimiza el uso de combustible durante el despegue y el aterrizaje, tratándose de una cuestión importante a considerar para minimizar costes[158].

La importancia de la incorporación del "principio de precaución [5] en las intervenciones", citado en la ley del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (2007), que puedan afectar al ambiente, estructura, composición fisicoquímica[159] y paisaje, entre otras, de otros cuerpos celestes, permite impulsar procesos de mejora de la sostenibilidad del desarrollo de los mismos, así como la utilización ordenada de los recursos para garantizar el aprovechamiento sostenible de su patrimonio natural junto a la integración de los requerimientos de la conservación, uso sostenible, mejora para la habitabilidad y posible restauración del mismo conjunto de bienes y recursos de la naturaleza, diversidad geológica y biodiversidad que pudiera hallarse en algunos de ellos, tras la puesta en marcha de los mecanismos necesarios para llevar a cabo las labores de inserción de los hábitats en el medio planetario o espacial.

De este modo, no solo se contribuye a prevenir daños en aquellos cuerpos celestes que puedan acondicionarse artificialmente para la supervivencia humana, e incluso de cualquier componente biótico existente o incorporado en ellos, sino potenciar también aquellos aspectos, o recursos de los mismos, que posibiliten su desarrollo positivo en cuanto a mejora de factores abióticos[160] como "las condiciones atmosféricas, los recursos hídricos, gases, concentraciones de sustancias orgánicas e inorgánicas y los flujos de energía"[161], como factores influyentes en los organismos vivos.

Es por ello necesario, establecer pautas e incluso un marco normativo para las construcciones en otros cuerpos planetarios, al igual que ocurre con el marco existente para nuestro planeta dentro de las políticas sectoriales, con el fin de proteger aquellos como respeto a esos lugares

[157] Página 131 de Nikitina, N.K. Geoethics: theory, principles, problems. Monograph. 2nd edition, revised and supplemented. – M.: Geoinformmark, Ltd., 2016. – 256 p. ISBN 978-5-98877-061-9.
[158] Página 133 de Nikitina, N.K. Geoethics: theory, principles, problems. Monograph. 2nd edition, revised and supplemented. – M.: Geoinformmark, Ltd., 2016. – 256 p. ISBN 978-5-98877-061-9.

[159] Según el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española: Rama de la ciencia que estudia la interrelación entre las propiedades físicas y químicas de una sustancia.
[160] Según el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española: Dicho especialmente de un factor ambiental: Desprovisto de vida.
[161] "Biosphere. Definition, Resources, Cycles, & Facts". Encyclopedia Britannica. https://www.britannica.com/science/biosphere Consultado el 16 de junio de 2024.

que brindan al ser humano un posible refugio alternativo a la Tierra dotándole de la posibilidad de obtener recursos diferentes a los existentes en nuestro planeta, en *pro* del desarrollo sostenible y la supervivencia.

Con un marco normativo específico para la implantación y desarrollo de las construcciones planetarias o la posible transformación de la estructura física, e incluso fisicoquímica, existente en otros cuerpos espaciales, minimizamos la posibilidad de generar situaciones de deterioro en los mismos. Se trata, en definitiva, de evitar cometer los errores en los que se ha incurrido en nuestro planeta, relativos a esta materia, e incluso favorecer el crecimiento positivo y las ganancias respecto a la habitabilidad de aquellos lugares extraterrestres en los que pudiese asentarse el ser humano bajo el concepto de la Geoética, que implica la responsabilidad en la predicción y mitigación de riesgos naturales y antrópicos[162].

[162] Según el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española: adj. Producido o modificado por la actividad humana.

5.2 MARCO NORMATIVO EXISTENTE

A pesar de contar con ciertas bases específicas para la protección del entorno espacial, incluso destinadas a velar por la evasión del menoscabo de cualquier cuerpo celeste [6], o planetario, debido a la incorporación en él de una estructura o edificación ajena al mismo, *no existe ningún convenio internacional establecido que establezca políticas de exploración y explotación de los recursos naturales de la Luna*, ni para su coordinación, así como para impedir la apropiación de cualquiera de ellos, viéndose necesario *designar una organización internacional para controlar y gobernar la exploración en el espacio, potencialmente mediante la concesión de licencias internacionales de conformidad con las leyes y procedimientos internacionales*[163].

Sin embargo, uno de los principios fundamentales del "Acuerdo que rige las actividades de los Estados en la Luna y otros cuerpos celestes" (1979) establece que, tanto la Luna, como sus recursos naturales, son patrimonio común de la humanidad[164].

Contamos, además, con algunas referencias a nivel mundial, como posible punto de partida para la instauración de un nuevo marco normativo a desarrollar. De este modo, se detallan a continuación, dos normas fundamentales a considerar:

1. En cuanto a la normativa establecida para la protección del patrimonio geológico contamos, a nivel nacional, con la Ley 42/2007 de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

   Cabe destacar el punto 38 del Artículo 3 de la misma ley, pues acota el significado de Patrimonio Geológico como *el conjunto de recursos naturales geológicos de valor científico, cultural y/o educativo, ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, minerales, rocas, meteoritos, fósiles, suelos y otras manifestaciones geológicas que permiten conocer, estudiar e interpretar: a) el origen y evolución de la Tierra, b) los procesos que la han modelado, c) los climas y paisajes del pasado y presente y d) el origen y evolución de la vida.*[165]

   Si bien es cierto que únicamente tiene en consideración el planeta Tierra, ayuda a comprender la importancia que debemos conferir al resto de planetas, y demás cuerpos celestes, como formaciones planetarias a considerar con similar grado de importancia.

2. Por otro lado, respecto a la protección planetaria, podemos obtener varias recomendaciones por parte del Committee on Space Research (COSPAR), el cual diferencia cinco categorías[166] de misión, de las que destacaremos dos, en relación directa con la tesis:

   2.1. Categoría II: cualquier misión a lugares de gran interés para la evolución química y el origen de la vida, pero solo una remota posibilidad de que la contaminación transmitida por naves espaciales pueda comprometer las investigaciones. Los ejemplos incluyen la Luna, Venus y los cometas. Solo requiere documentación simple, principalmente para delinear los objetivos de impacto previstos o potenciales, y un informe final de la misión de cualquier sitio de impacto involuntario, si ocurrió.

[163] Fuente: Página 139 de Nikitina, N.K. Geoethics: theory, principles, problems. Monograph. 2nd edition, revised and supplemented. – M.: Geoinformmark, Ltd., 2016. – 256 p. ISBN 978-5-98877-061-9.
[164] Fuente: Página 136 de Nikitina, N.K. Geoethics: theory, principles, problems. Monograph. 2nd edition, revised and supplemented. – M.: Geoinformmark, Ltd., 2016. – 256 p. ISBN 978-5-98877-061-9.

[165] Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
[166] COSPAR PLANETARY PROTECTION POLICY https://web.archive.org/web/20130306111646/https://science.nasa.gov/media/medialibrary/2012/05/04/COSPAR_Planetary_Protection_Policy_v3-24-11.pdf (20 de octubre de 2002; modificada el 24 de marzo de 2011).

2.2. Categoría III: misiones de sobrevuelo y orbitador a lugares de gran interés para la evolución química o el origen de la vida, y con una probabilidad significativa de que la contaminación pueda comprometer las investigaciones, por ejemplo, Marte, Europa y Encelado. Requiere más documentación complicada que la Categoría II. Otros requisitos, dependiendo de la misión, pueden incluir sesgo de trayectoria, montaje en sala limpia, reducción de carga biológica y, si existe la posibilidad de impacto, inventario de compuestos orgánicos.

Respecto a las últimas categorías de misión, a las que hace referencia COSPAR, debe destacarse el cuidado que debe adoptarse de igual modo, con una posible contaminación inversa concerniente a los viajes de regreso a la Tierra, tanto para este planeta como para aquellos cuerpos celestes de los que se regresare.

Así mismo, junto a la normativa anterior, se encuentra el “Acuerdo que rige las actividades de los Estados en la Luna y otros cuerpos celestes”, del año 1979, y la “Ley sobre la estimulación de la competitividad aeroespacial privada y la iniciativa empresarial”, conocida esta última también, como Ley del Espacio. Ambas disposiciones son comentadas en el siguiente apartado.

5.3 TEORIAS EN GEOÉTICA QUE AFECTAN A LA CONSTRUCCIÓN DE LOS HÁBITATS

Como inicio al concepto de Geoética, refiriéndose aquel a la ética aplicada a la geología, se acuña el mismo en base a su promoción por el Dr. Vaclac Nemec[167], en 1991, como, *una nueva disciplina en el contexto de las Ciencias de la Tierra*, *vinculando la Ética y la Geología, e involucrando aspectos científicos y sociales desde enfoques teóricos y prácticos* (Nemec y Nemcova, 2008)[168], siendo objeto, además, de sesiones de trabajo en el marco de la **AGID (Asociación de Geocientíficos para el Desarrollo Internacional)**[169]**.**

Poco después de la aparición de dicho término, se crea la organización denominada ***«Asociación Internacional de Geoética»***[170] (**IAGETH**, por sus siglas en inglés). Esta asociación, temporalmente establecida en el 2004 como Grupo de Trabajo sobre Geoética bajo el paraguas de la AGID, fue fundada por la misma Asociación de Geocientíficos para el Desarrollo Internacional presentándola esta, formalmente, en el año 2011, en el Congreso Geológico Internacional celebrado en Brisbane (Australia); *se basa en todas las experiencias de la comunidad geoética nacida en 1992 en Pribram (República Checa), con reuniones regulares y repetidas allí, así como sesiones especializadas en otros lugares, especialmente simposios sobre geoética en todos los Congresos Geológicos Internacionales (desde 1996, en Beijing)*.

La AGID tiene como objetivos, los siguientes:

- *Promover y fomentar el avance de la Geoética, principalmente a través de actividades e investigaciones educativas y editoriales;*
- *Fomentar formas geoéticas de pensar y actuar, especialmente en las Geociencias (debido a su importancia para cualquier apoyo y ayuda en el desarrollo de conceptos realistas de sostenibilidad) para mejorar la enseñanza y la formación en Geoética;*
- *Realizar los objetivos definidos por la Declaración Internacional de Geoética, aprobada en octubre de 2011 por el Grupo de Trabajo de Geoética de AGID; y recopilar, evaluar y difundir los resultados de las actividades geoéticas a nivel mundial o fomentando la formación de Grupos Nacionales de Geoética y su afiliación a la Asociación;*
- *La organización de conferencias, simposios, talleres y otras reuniones;*
- *La creación y funcionamiento de comisiones especializadas y otras unidades organizativas para el estudio de asuntos de interés de la Asociación;*
- *La publicación de los logros científicos y técnicos, de los miembros del IAGETH, en las propias publicaciones periódicas y de actualidad (Noticias de Geoética, páginas web http://tierra.rediris.es/IAGETH, otros boletines y páginas web regionales y locales); y,*
- *La realización de interactividades con otras asociaciones científicas, técnicas y socioculturales, según sea apropiado*, pudiendo *nombrar "funcionarios de enlace" o intercambiar "Embajadores"*, en caso necesario.

Sin embargo, anteriormente a la acuñación del término Geoética, y a la formación de la **IAGETH**, junto con la formación de sus objetivos, cabe

[167] Ing. (Ciencias económicas); RNDr. (Geología Económica y Matemática); CSc (=Doctorado; Ciencias Mineras) y CEO de la Asociación de Geocientíficos para el Desarrollo Internacional (AGID). https://www.researchgate.net/profile/Vaclav-Nemec-2

[168] "Geoethics: Proposal of a geosciences-oriented formal definition and future planetary perspectives" Jesús Martínez-Frías. TIERRA: Spanish Thematic Network of Earth & Planetary Sciences, tierra.rediris.es, RedIris. documentos, 2008, 1. http://tierra.rediris.es/documentos/Geoethics_Tierra_Network_2008.pdf

[169] Fuente: http://tierra.rediris.es/Geoethics_Planetary_Protection/

[170] Fuente: https://www.icog.es/iageth/

destacar la existencia de ***«La Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS)***[171]***»***, la cual *fue fundada en 1961 en respuesta a la necesidad de coordinar programas internacionales de investigación geocientífica de manera continua entre los Congresos Geológicos Internacionales que se han celebrado cada cuatro años desde 1875*, dada su posición como órgano de coordinación para la organización internacional de la ciencia, promoviendo y alentando *el estudio de problemas geológicos, en especial aquellos de importancia global*. De hecho, en el año 2000, el Consejo ya había aprobado un plan por medio del que redefinió la misión de la organización, siendo esta la de *unir a la comunidad geológica mundial en (i) promover el desarrollo de las ciencias de la Tierra mediante el apoyo de estudios científicos de base amplia relevantes para todo el sistema de la Tierra,* como planeta que es, *y (ii) aplicar los resultados de estos y otros estudios para preservar el medio ambiente natural de la Tierra, utilizando sabiamente todos los recursos naturales y mejorando la prosperidad de las naciones y la calidad de la vida humana*[172]*.*

En consonancia con lo indicado, *la geoética tiene aplicaciones, entre otras, a la investigación de meteoroides y meteoritos* (Martínez-Frías et al. 2009), *el estudio geológico de análogos terrestres, el uso correcto de procedimientos analíticos mineralógicos y geoquímicos, la interrelación con la bioética y lo orgánico vs. inorgánico, la contaminación en Protección Planetaria, y muchos otros aspectos asociados a la integridad científica en el contexto de la geología y astrobiología planetaria* (Cockell[173] y Horneck[174] 2004, 2006)

Durante las últimas tres décadas, *se ha demostrado la relevancia de las concesiones entre ética y Geología a través de las contribuciones sobre recursos minerales, riesgos y catástrofes naturales, medioambientales y sostenibilidad o cambio climático.... Sin embargo, la proyección hacia el espacio de los estudios geológicos, biogeomarcadores en ambientes pasados y presentes de otros planetas, hace que nos enfrentemos a un nuevo desafío que trasciende todo lo realizado hasta el momento en la Tierra. Existe una necesidad primordial de considerar los criterios geoéticos en la investigación de los asteroides (y sus representantes, los meteoritos), la Luna y, principalmente, Marte, no solo por ser la misión humana más inmediata, sino por su geodiversidad de ambientes pesados relacionados con el agua y por su importancia astrobiológica. En concreto, en el caso de la Luna y Marte, es importante no repetir errores pasados de la Tierra y llevar a cabo los estudios planetarios, tanto robóticos como humanos, de acuerdo con una regulación internacional que considere los aspectos éticos en toda su dimensión, manteniendo criterios y principios de integridad científica y representando los procedimientos que nos permitan avanzar en nuestro conocimiento de estos nuevos escenarios de la manera menos agresiva posible*[175]*.*

[171] Fuente: https://www.iugs.org/history
[172] Fuente: https://council.science/es/member/iugs-international-union-of-geological-sciences/
[173] Dr. Charles Cockell es catedrático de Astrobiología en la Universidad de Edimburgo y Director del Centro de Astrobiología del Reino Unido. Además, es editor jefe de la revista "Astrobiología" y ha escrito libros de ciencia como 'Impossible Extinction' (CUP) y 'Space on Earth' (Macmillan). Preside la "Earth and Space Foundation", una organización sin ánimo de lucro que él fundó en 1994, y fue el primer presidente de la Sociedad de Astrobiología del Reino Unido.
[174] La Dra. Horneck es exdirectora adjunta del Instituto de Medicina Aeroespacial del Centro Aeroespacial Alemán DLR y exjefe de su Sección de Biología Radioterápica. Ha estado involucrada en varios experimentos espaciales radiobiológicos y astrobiológicos desde la era de las misiones Apolo. Fue líder del equipo de dos experimentos astrobiológicos de las misiones EXPOSE a bordo de la Estación Espacial Internacional. Por su investigación recibió honores de la ESA, la NASA, el DLR, la Sociedad Internacional de Astrobiología (ISSOL) y la Academia Internacional de Astronáutica (IAA). Ha sido asesora de organizaciones nacionales e internacionales, incluidas DLR, ESA y la Comisión Europea, en cuestiones relacionadas con el espacio. Actualmente la Dra. Horneck es Presidenta Honoraria de la Asociación Europea de la Red de Astrobiología (EANA). Es autora de más de 100 publicaciones científicas y ha escrito o editado varios libros sobre astrobiología y biología espacial. La Dra. Gerda Horneck ha sido nombrada recientemente editora adjunta de la revista «Astrobiology».
[175] Fuente: Resúmenes presentados en el 9º Taller Europeo de Astrobiología, 12-14 de octubre de 2009, Bruselas, Bélgica. Orígenes de la vida y evolución de las biosferas, Revista de la Sociedad Internacional de Astrobiología, vol. 40, págs. 582-583.

Debido a la diferencia de condiciones ambientales y gravitacionales, los proyectos de exploración lunar se plantean con el satélite visto como objeto de colonización, mientras los de Marte no apuntan únicamente a la colonización, sino también a su terraformación [7]. Se considera un planeta con un valor ético procedente de su potencial para convertirse en *"una Tierra de reserva" en caso de problemas graves* –algunos de ellos ya indicados–, como *desastres globales que pueden hacer que la Tierra sea inhabitable (colisión con cuerpos cósmicos, guerras nucleares, químicas y bacteriológicas, problemas ambientales, contaminación, cambios climáticos, riesgos derivados de la creación de inteligencia artificial y nanotecnologías, etc.)*[176].

El posible asentamiento en Marte, se plantea fundamentalmente como ayuda a la preservación de *humanos, animales, plantas, conocimientos, registros sobre el desarrollo de la raza humana y evidencia de su cultura*, en el caso de sufrir, la Tierra, una catástrofe de dimensión suficiente como para ocasionar la desaparición de la vida, incluida la inteligente[177].

Paralelamente a lo anterior, en base al artículo 11 –pag. 3– del "Acuerdo que rige las actividades de los Estados en la Luna y otros cuerpos celestes" (1979)[178], "*la colocación de personal, vehículos espaciales, equipos, instalaciones, estaciones e instalaciones sobre o debajo de la superficie de la Luna, incluidas las estructuras conectadas con su superficie o subsuelo, no deberán crear un derecho de propiedad sobre la superficie o el subsuelo de la Luna o cualquier área de la misma*"[179]. Se establece también, en el mismo, por medio de su artículo 6 que, al realizar experimentos científicos*, los Estados Partes tendrán el derecho a recolectar y extraer de la Luna muestras de su mineral y otras sustancias, quedando estas a disposición de aquellos Estados Partes que causaron su recaudación y podrán ser utilizados por ellos con fines científicos*, pudiendo, además, dichos Estados, en el curso de las investigaciones científicas, utilizar minerales y otras sustancias de la Luna en cantidades apropiadas para el apoyo de sus misiones.

Por otro lado, el acuerdo de 1979 excluye cualquier actividad relacionada con la apropiación de cuerpos extraterrestres, a lo que muchos países han considerado como demasiado extremista, ratificándose pues, el mismo, por solo algunos de ellos. Se dio la circunstancia, a este respecto, además, de la aprobación en el año 2015, en EEUU, de la "Ley sobre la estimulación de la competitividad aeroespacial privada y la iniciativa empresarial", como Ley del Espacio[180], tal y como se ha indicado en el punto anterior, frente a la que un especialista no estadounidense en derecho internacional y espacial se manifestó en contra considerándola como, un *"ataque frontal a los principios fundamentales del derecho espacial"*[181], aludiendo que: *la nueva ley no es más que una versión clásica de la filosofía del Salvaje Oeste de "quien no arriesga, no gana"* [182].

[176] Fuente: Página 152 de Nikitina, N.K. Geoethics: theory, principles, problems. Monograph. 2nd edition, revised and supplemented. – M.: Geoinformmark, Ltd., 2016. – 256 p. ISBN 978-5-98877-061-9.
[177] Fuente: Página 152 de Nikitina, N.K. Geoethics: theory, principles, problems. Monograph. 2nd edition, revised and supplemented. – M.: Geoinformmark, Ltd., 2016. – 256 p. ISBN 978-5-98877-061-9.
[178] Resolución 34/68 adoptada por la asamblea general de las Naciones Unidas. Acuerdo que regula las actividades de los Estados en la Luna y otros cuerpos celestes. Fuente: https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/intromoon-agreement.html
[179] Fuente: Página 137 de Nikitina, N.K. Geoethics: theory, principles, problems. Monograph. 2nd edition, revised and supplemented. – M.: Geoinformmark, Ltd., 2016. – 256 p. ISBN 978-5-98877-061-9.
[180] Fuente: https://inomnemterram.wordpress.com/tag/ley-sobre-el-espacio/.
[181] ¿Quién es el dueño del espacio? por Gbenga Oduntan, Derecho Comercial Internacional, Universidad de Kent, Reino Unido (The Conversation), 27 de noviembre de 2015. Fuente: https://inomnemterram.wordpress.com/tag/ley-sobre-el-espacio/
[182] Fuente: Páginas 143-144 de Nikitina, N.K. Geoethics: theory, principles, problems. Monograph. 2nd edition, revised and supplemented. – M.: Geoinformmark, Ltd., 2016. – 256 p. ISBN 978-5-98877-061-9.

En relación con anteriormente expuesto, frente a las colisiones éticas y legales encontradas, Nataliya Nikitina[183] expone en su monografía "Geoética: Teoría, Principios, Problemas", que *ocurren debido a la ausencia de cualquier definición de espacio*, exponiendo dos cuestiones: 1) ¿Dónde comienza el "Espacio"?, y 2) ¿A partir de qué distancia se empieza a aplicar la ley espacial en lugar de la ley aeronáutica?, pues *el espacio aéreo sobre el territorio continental de cualquier estado y sus aguas territoriales está bajo la soberanía de ese estado*, encontrándose así vigentes en esos territorios las leyes estatales nacionales. Sin embargo, *el espacio se utiliza en beneficio de la humanidad y está regulado por el derecho internacional*[184].

De igual manera, concluye Nataliya Nikitina que, en general*, las preguntas sobre el uso del subsuelo y la transformación de objetos extraterrestres son muy específicas y no siempre pueden responderse basándose en nuestra experiencia en la Tierra* y que, *considerando las posibilidades futuras de exploración de recursos en cuerpos extraterrestres, debería tener en cuenta la importancia estratégica de dichos programas* –espaciales– *para los países que tienen potencial técnico y tecnológico para su implementación*, siendo *necesario crear bases éticas para una mayor legislación de los siguientes aspectos*[185]:

- *Capacidad (incapacidad) de adquirir derechos de propiedad sobre cuerpos celestes, su superficie, subsuelos y recursos contenidos en ellos*;

- *Posibilidad de realizar estudios e investigaciones para encontrar las formas más óptimas de desarrollar los cuerpos celestes y sus subsuelos*;

- *Posibilidad de extraer recursos minerales y utilizar subsuelo útil, propiedades de los cuerpos celestes y distribución justa del ingreso del uso del subsuelo del Espacio*;

- *Capacidad (incapacidad) para terraformar cuerpos extraterrestres en los que existen (no existen) formas de vida, incluidas formas de vida que tienen una base bioquímica diferente*;

- *Oportunidad de preservar la geo- y la biodiversidad*.

Como dato significativo señalar que, según las publicaciones que actualmente existen en lo que respecta a esta materia, *los proyectos de <<Protección Planetaria>> de las misiones espaciales abordan, incluso problemas de contaminación biológica de la Tierra al Espacio, y los que pudieran existir en una supuesta contaminación contraria* (pese a no existir ninguna evidencia de ello)[186] siendo así, imprescindible, la instauración de códigos deontológicos planetarios para la integración de criterios a cumplir en cuanto al desarrollo de asentamientos en otros posibles mundos en los que pueda desarrollarse vida, por medio de los hábitats o construcciones extraterrestres, así como su incorporación en universidades, centros de investigación y otros ámbitos de aplicación profesional no solo de la geología y geociencias, sino también de la arquitectura e ingeniería.

[183] Dra. Nataliya Nikitina: Jefa del Departamento LLC Intergeo Managing Company, Moscú, Rusia. Doctora en Geociencias y en Economía. Primera Vicepresidenta de la Asociación Internacional de Geoética (IAGETH). Jefa de la sección de Geoética de la Sociedad Geológica Rusa. Es autora de 67 publicaciones en destacadas revistas científicas, revistas sobre geología y economía de los recursos minerales y 3 monografías sobre problemas jurídicos y económicos del subsuelo, uso y licencia. Sus intereses científicos especiales incluyen investigaciones de Economía y gestión del uso del subsuelo, Geoética.

[184] Fuente: Página 142 de Nikitina, N.K. Geoethics: theory, principles, problems. Monograph. 2nd edition, revised and supplemented. – M.: Geoinformmark, Ltd., 2016. – 256 p. ISBN 978-5-98877-061-9.

[185] Fuente: Página 156 de Nikitina, N.K. Geoethics: theory, principles, problems. Monograph. 2nd edition, revised and supplemented. – M.: Geoinformmark, Ltd., 2016. – 256 p. ISBN 978-5-98877-061-9.

[186] Fuente: Resúmenes presentados en el 9º Taller Europeo de Astrobiología, 12-14 de octubre de 2009, Bruselas, Bélgica. Orígenes de la vida y evolución de las biosferas, Revista de la Sociedad Internacional de Astrobiología, vol. 40, págs. 582-583.

5.4 APUNTE SOBRE ASPECTOS GENERALES A CONSIDERAR EN GEOÉTICA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS HÁBITATS

De igual modo que queda estipulado el *derecho de disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la persona*[187], debemos considerar aquellos aspectos que guíen la buena implantación de los hábitats, en paralelo a los aspectos constructivos indicados.

En consonancia con el posible proyecto de terraformación de Marte, por ejemplo, y previamente a considerar un tipo de hábitat analizado, u otro, se señala que, algunos posibles cambios para un asentamiento continuo y prolongado de la humanidad implicarían crear una atmósfera con tal presión que permitiese que el agua existiera en forma líquida, con un *aumento de la temperatura a +10 °C – +20 °C en la zona ecuatorial del planeta mediante el uso del efecto invernadero, creado por compuestos de perfluorocarbonos; replicando la pantalla de ozono de la Tierra para proteger a Marte de la radiación ultravioleta; y la biosfera en desarrollo*[188]. Además, con esto se prevé que, *el dióxido de carbono congelado en el subsuelo del planeta será liberado a la atmósfera, creando efecto invernadero y aumentando la velocidad de calentando el planeta*, siendo *muy posible que la atmósfera de Marte alcance naturalmente condiciones similares al medio ambiente de la Tierra pudiendo convertirse* el planeta, *en un posible hogar para la vida de otros 4 mil millones de personas*.

De hecho, con el fin de implementar la terraformación y así, la creación de un ambiente adecuado para el desarrollo de la vida, se sugiere por parte de investigadores en el campo realizar una de las siguientes acciones[189], a valorar:

- Colapso controlado de un cometa o asteroide en Marte desde el cinturón principal, como por ejemplo Ceres, o una de las lunas de Júpiter, con el objetivo de calentar la atmósfera de Marte y saturar el planeta con agua y gases;

- Explosión de bombas nucleares en las copas polares de Marte para crear agua;

- Localizar satélites artificiales en la órbita de Marte capaces de recolectar y enfocar la luz del sol en la superficie del planeta para calentarlo.

Se muestra así, como necesario, *identificar objetos del patrimonio geológico en la superficie y en el subsuelo* de planetas como Marte, o cuerpos celestes varios, considerados como posibles lugares de asentamiento humano por su valía, *para transmitirlos a las generaciones futuras*[190]. De hecho, el análisis de la evolución geológica y biológica de aquellos, mostraría los procesos de *actividad tectónica, movimiento de los continentes, formación de montañas*, *transgresiones y regresiones marinas, cambios en la composición atmosférica, procesos exógenos catastróficos, etc.*[191], con el fin no solo de valorar aquellas acciones que se mostrarían contrarias a los principios fundamentales de la geoética, a considerar, sino también de evitar los mismos errores cometidos hasta el día de hoy en nuestro planeta, tal y como se ha indicado con anterioridad. Son, estos últimos, junto a otras cuestiones, los que han desembocado en

[187] Fuente: Atículo 45 de la Constitución española de 1978; fue una de las más avanzadas del mundo al reflejar la preocupación social por la protección del medio ambiente. A tal fin siguió el modelo de la Constitución portuguesa de 1976 (artículo 66), que fue el utilizado por las asociaciones ecologistas en las presiones que llevaron a cabo sobre los constituyentes de España.

[188] Fuente: Página 152 de Nikitina, N.K. Geoethics: theory, principles, problems. Monograph. 2nd edition, revised and supplemented. – M.: Geoinformmark, Ltd., 2016. – 256 p. ISBN 978-5-98877-061-9.

[189] Fuente: Páginas 152-153 de Nikitina, N.K. Geoethics: theory, principles, problems. Monograph. 2nd edition, revised and supplemented. – M.: Geoinformmark, Ltd., 2016. – 256 p. ISBN 978-5-98877-061-9.

[190] Fuente: Página 153 de Nikitina, N.K. Geoethics: theory, principles, problems. Monograph. 2nd edition, revised and supplemented. – M.: Geoinformmark, Ltd., 2016. – 256 p. ISBN 978-5-98877-061-9.

[191] Fuente: Página 154 de Nikitina, N.K. Geoethics: theory, principles, problems. Monograph. 2nd edition, revised and supplemented. – M.: Geoinformmark, Ltd., 2016. – 256 p. ISBN 978-5-98877-061-9.

la búsqueda de nuevos emplazamientos alejados de nuestro entorno habitual dado, además, nuestro trato al mismo sin haber reflexionado lo suficiente en las posibles consecuencias que pueden acaecer a corto o largo plazo en cuanto a la preservación de la vida humana tal y como ahora se conoce.

En realidad, se apunta en primer lugar a la elección del emplazamiento en cada uno de los cuerpos celestes a considerar, como dato fundamental a la hora de planificar el uso de sus recursos minerales. Sin embargo, en el caso de la terraformación y dadas las premisas de las que se parte, *a priori,* para llevar a cabo su implementación, podrían desaparecer las formas de vida –incluso en sus formas más primitivas– que habiten aquel cuerpo celeste donde se busque un asentamiento de gran envergadura, pudiendo disminuir la biodiversidad del sistema solar, especialmente si dichas formas de vida no contienen carbono[192].

Los emplazamientos a considerar para la implantación de un posible hábitat, por ejemplo, son entre otras posibles: a) *las cuevas descubiertas por el orbitador lunar de la NASA en Marius Hills, en el Mar de los Sueños y el Mar de la Tranquilidad de la Luna,* encontrándose, estos lugares, *protegidos de la radiación cósmica y las fluctuaciones diarias de temperatura*, y b) *el cráter lunar Piri*, ubicado en el polo norte de la Luna, y *cubierto por la luz del sol todo el tiempo, lo que lo hace ideal para construir una estación solar, que iría proporcionando energía para la extracción de hielo del fondo del cráter*. Junto con las localizaciones anteriores, uno de los lugares mejor considerados para la colonización de Marte es el *plano de Ellada*, como *punto más bajo* del planeta *(7 km por debajo del promedio nivel de la superficie); allí se encuentra el glaciar más grande, siendo la presión atmosférica la más elevada para permitir que fluya el agua líquida*, tratándose esta de una cuestión importante para *obtener agua potable y además obtener carburante para el cohete, tras la división de las moléculas de agua en hidrógeno y oxígeno*[193].

De igual modo, los conductos de lava ubicados en otros cuerpos celestes, *pueden conllevar la existencia de una enorme red de cuevas subterráneas* próximas a zonas en las que implantar los posibles hábitats, incluso en unión con aquellas, dada la protección que brindan frente a las severas condiciones del ambiente marciano, con el mayor respeto al lugar. El interior de estas, además, sirve *como un refugio para bacterias y microbios extraterrestres*[194] ya existentes, a los que habría que tener en consideración en caso de convivencia con los mismos, como simbiosis entre el ser humano y algunos seres extraterrestres, al igual que lo hacen algas y hongos como holobiontes [8] o entidades conocidas como líquenes.

Sin embargo, sirve como ejemplo a considerar sobre la elección de los emplazamientos o aterrizajes (alunizajes, amartizaje u otros), y el puesto que debemos reservarles dentro de la Geoética, la reacción desencadenada cuando, el 20 de noviembre 1969, la tripulación del Apolo 12 descargó un módulo lunar en la superficie de la Luna golpeando la misma, tras lo que se inició un terremoto lunar con una propagación acústica equivalente a 40 millas (42,77 Km, aproximados) del lugar de aterrizaje de la nave espacial, siendo las consecuencias inesperadas. Según un informe de la NASA [9], después de lo ocurrido “la Luna vibró como una campana”[195] durante una hora, y la tripulación del Apolo 13 repitió la descarga de un módulo a propósito aumentando la fuerza del

[192] Fuente: Página 154 de Nikitina, N.K. Geoethics: theory, principles, problems. Monograph. 2nd edition, revised and supplemented. – M.: Geoinformmark, Ltd., 2016. – 256 p. ISBN 978-5-98877-061-9.
[193] Fuente: Página 147 de Nikitina, N.K. Geoethics: theory, principles, problems. Monograph. 2nd edition, revised and supplemented. – M.: Geoinformmark, Ltd., 2016. – 256 p. ISBN 978-5-98877-061-9.
[194] Fuente: Página 151 de Nikitina, N.K. Geoethics: theory, principles, problems. Monograph. 2nd edition, revised and supplemented. – M.: Geoinformmark, Ltd., 2016. – 256 p. ISBN 978-5-98877-061-9.
[195] Fuente: Páginas 56-58 de la revista Popular Science. Wernher von Braun (Marzo 1970). "How APOLLO 13 Will Probe The Moon's Interior".

impacto, siendo los resultados sorprendentes para la agencia: los dispositivos sísmicos registraron una vibración lunar de 3 horas y 20 minutos de duración, con un radio de distribución de 40 kilómetros[196].

En definitiva, con el fin de alcanzar el equilibrio entre el bienestar y buen desarrollo de la vida humana, así como la preservación de todos aquellos lugares extraterrestres capaces de albergar las posibles construcciones, no deben obviarse aquellos principios que han inspirado la citada Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, destacando de ellos gran parte de su contenido, con alguna puntualización, dado su traslado a otros cuerpos fuera del ámbito terrestre:

a) *El mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales y de los sistemas vitales básicos, respaldando los servicios de los ecosistemas para el bienestar humano*.

b) *La conservación y restauración de la biodiversidad y de la geodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres*, en el caso de la existencia de estas últimas.

c) *La utilización ordenada de los recursos para garantizar el aprovechamiento sostenible del patrimonio natural, en particular, de las especies y de los ecosistemas, su conservación, restauración y mejora y evitar la pérdida neta de biodiversidad.*

d) *La conservación y preservación de la variedad, singularidad y belleza de los ecosistemas naturales, de la diversidad geológica y del paisaje.*

e) *La integración de los requisitos de la conservación, uso sostenible, mejora y restauración del patrimonio natural y la biodiversidad en las políticas sectoriales* pensadas a partir de ahora para otros planetas *y, en particular, en la toma de decisiones en el ámbito político, económico y social,* en nuestro ámbito, y para su traslado a otros posibles mundos, *así como la participación justa y equitativa en el reparto de beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos* extraterrestres.

f) *La prevalencia de la protección ambiental sobre la ordenación territorial y urbanística*, llegado el caso del establecimiento de ciudades completas y no solo hábitats, en otros cuerpos celestes, tal y como también se está contemplando desde organizaciones –gubernamentales y particulares– varias, relacionadas con el ámbito aeroespacial, *y los supuestos básicos de dicha prevalencia*.

g) *La precaución en las intervenciones que puedan afectar a espacios naturales o especies silvestres* extraterrestres.

j) *La contribución de los procesos de mejora en la sostenibilidad del desarrollo asociados a espacios naturales o seminaturales* extraterrestres.

k) *La participación de los habitantes… en las actividades coherentes con la conservación del patrimonio natural y de la biodiversidad que se desarrollen en dichos espacios y en los beneficios que se deriven de ellas.*

Así, a pesar de no haberse desarrollado formalmente los puntos críticos sobre protección de otros mundos, en cuanto al carácter geoético que debe conllevar el establecimiento de la edificación planetaria extraterrestre o espacial –transitoria, o duradera, en el tiempo– se refiere, es relevante mencionar, como apunte conveniente en cuanto al desarrollo de la Geoética, que llevar a cabo dicho desarrollo no solo serviría para *demostrar la relevancia de las ciencias de nuestro planeta en la planificación ambiental global*[197], sino que constituiría el punto de partida

[196] Fuente: Página 148 de Nikitina, N.K. Geoethics: theory, principles, problems. Monograph. 2nd edition, revised and supplemented. – M.: Geoinformmark, Ltd., 2016. – 256 p. ISBN 978-5-98877-061-9.

[197] Fuente: https://council.science/es/member/iugs-international-union-of-geological-sciences/

para la incorporación de una base ética en busca de la constitución de límites en *pro* de la protección de toda aquella formación geológica sobre la que poder asentar un hábitat extraterrestre, como sustento de la vida humana fuera del planeta Tierra y evasión de posibles catástrofes o pérdida de valor fisicoquímico, paisajístico y ambiental, entre otros, en el cuerpo celeste en el que se llevase a cabo dicho asentamiento.

6 ESTUDIO REALIZADO CON ASTRONAUTAS, QUE CONFIRMAN LAS TESIS PLANTEADAS EN EL PROGRAMA DE NECESIDADES

"Queremos que la gente siga aprendiendo cosas nuevas sobre lo que el espacio le hace al cuerpo humano. Es importante que comprendamos eso y nos aseguremos de que cuando estemos listos para volar a Marte estemos preparados para lo que estaremos expuestos".

(Peggy Whitson, conversaciones desde la ISS en 2017)

CONTENIDO

6.1 INTRODUCCIÓN

6.2 MATERIALES Y MÉTODOS EMPLEADOS

1. El diseño del estudio y el cálculo del tamaño de la muestra

2. La Organización del Cuestionario

6.3 RESULTADOS

1. Datos demográficos, Bloque 1. Perfil del habitante

2. Bloque 2. Experiencias en el espacio

3. Bloque 3. Expectativas en una misión a la Luna o Marte

4. Discusión

5. Conclusiones de la investigación con astronautas

6.1 INTRODUCCIÓN

A la hora de plantear los futuros hábitats permanentes y semipermanentes que se asentarán en la Luna y Marte, se hace necesario conocer de primera mano las necesidades esenciales de los usuarios finales de estas construcciones. En cada uno de los proyectos planteados con anterioridad a esta investigación, se ha tenido en cuenta "la humanización de la arquitectura espacial" [2], ya descrita en la ponencia "Geological Astroikos", Presented at the 1st International Electronic Conference on Geosciences (IECG 2018), 15–30 June 2018: "*Pretendemos configurar un tipo de arquitectura planetaria cuya concepción se establezca desde la premisa de la persecución de las necesidades del astronauta como ser humano en sí mismo. Así, partiendo de lo anteriormente expuesto, y tomando al usuario –en este caso el astronauta– como ente principal de los posibles hábitats a desarrollar, nos planteamos una tipología de recinto que "gire" en torno al hombre. Pero no a un hombre en condiciones similares al corriente, sino aquel necesitado de un recinto el cual permita disminuir los problemas cardiacos, de descalcificación, de pérdida muscular, y estrés, que sufre el astronauta una vez en el espacio, además de la limitación frente a la exposición de radiación solar y cósmica con la que deberán lidiar durante su larga estancia en el satélite lunar e incluso, en su caso, en el planeta Marte.*"

Con el fin de transmitir la viabilidad de los planteamientos de partida utilizados en el último proyecto "FOCARIS project, inhabit the Moon"[198], se presenta aquí el estudio realizado mediante la ejecución de un extenso cuestionario en relación a la población con experiencia en la vida fuera de nuestro planeta cuyos miembros, los astronautas, serán los futuros habitantes en las misiones de exploración y establecimiento de la humanidad en otros cuerpos celestes.

6.2 MATERIALES Y MÉTODOS EMPLEADOS

1. <u>El diseño del estudio y el cálculo del tamaño de la muestra</u>

La encuesta del presente estudio fue creada y elaborada por la autora de la investigación. Se ideó, tanto en base a la práctica y experiencia acumulada en arquitectura terrestre, junto al trato con usuarios diversos durante el desarrollo y ejecución de los proyectos llevados a cabo en este campo, como en consonancia con el asesoramiento de instructores de astronautas con trato directo y reiterado con estos. De este modo, no se han utilizado cuestionarios en línea –preparados, previamente, para ser utilizados–, o formularios publicados anteriormente.

Al mismo tiempo, el cuestionario se probó –inicialmente– en un grupo de personas al cual hemos denominado "aspirantes", que engloba individuos que han participado en misiones "análogas" de confinamiento al interior de un hábitat en la Tierra y en candidatos a astronautas de diferentes agencias espaciales, con el fin de testear las respuestas observando las diferencias y similitudes más relevantes entre la población que ha experimentado salir de nuestro planeta y los que aspiran a ello.

El cuestionario fue aprobado por el doctor Jesús Martínez-Frías, Investigador Científico del Instituto de Geociencias, IGEO (CSIC-UCM), e instructor de astronautas en PANGAEA (curso de capacitación de la Agencia Espacial Europea, para los astronautas, en conocimientos fundamentales y las habilidades prácticas para ser científicos de campo efectivos durante futuras misiones de exploración planetaria a la Luna y Marte), en el Geoparque Mundial UNESCO de Lanzarote[199], y por el instructor académico Antonio Torres Ferrer, Ingeniero aeronáutico, piloto

[198] Eid-Macheh-Sánchez, Y., Martínez-Frías, J., García-Valverde, J., Blanca-Giménez, V., Proyecto FOCARIS, habitar la Luna. Informes de la Construcción, Vol. 75. 569, e487, enero-marzo 2023. ISSN-L: 0020-0883. https://doi.org/10.3989/ic.93103

[199] Fuente: "Biographical Data: Dr. Jesús Martínez-Frías"

militar e ingeniero navegante de pruebas en vuelo, además de ex entrenador de astronautas de la ESA y ex jefe de la unidad de entrenamiento básico y avanzado del EAC de la ESA.

Tabla 7. Al tratarse de un grupo poblacional reducido, se ha realizado –en primera instancia– una tabla descriptiva de astronautas (documentación en anexos) cuya actividad han sido expuesta a través de fuentes abiertas desde el comienzo de la carrera espacial, donde se recogen los siguientes datos: Nombre completo, estado de actividad, enlace datos públicos, datos relevantes, agencia espacial, fecha de nacimiento, edad, fecha de deceso, género, nacionalidad, número de misiones, tiempo en el espacio y actividades extravehiculares (EVA).

Son un total de 554 astronautas, de los cuales 36 se encuentran en preparación o son candidatos para misiones próximas por lo que, hasta ahora, se han podido recoger los datos de 518 astronautas que tienen la experiencia de haber estado en el espacio, superando los 100 kilómetros de altitud estipulados. A su vez, restando los 91 del cómputo global (554), ya fallecidos, resulta un total de 427 astronautas con experiencia de estancia en el espacio, además de 36 sin experiencia en misiones reales, pero con la preparación necesaria para el desarrollo de esta profesión.

Tras el contacto con 311 astronautas, un total de 28 de ellos han podido –a día de 6 de agosto de 2023– completar la encuesta favorablemente, tratándose de un porcentaje relativo al 9% de los consultados.

Los datos recopilados para su análisis, se recogieron a través de la encuesta –nominal y voluntaria– entre el 29 de abril de 2022 y el 6 de agosto de 2023. A día de hoy, seguimos recibiendo encuestas, las cuales iremos analizando con posterioridad al presente estudio.

Por otro lado, al tener identificada y cuantificada la referida población –susceptible de ser encuestada–, y tratarse de una población pequeña (finita), usaremos la fórmula:

$$n = \frac{Z_\alpha^2 N p q}{e^2(N-1) + Z_\alpha^2 p q}$$

Valor de Z_α	1.28	1.65	1.69	1.75	1.81	1.88	1.96
Nivel de confianza	80%	90%	91%	92%	93%	94%	95%

Donde: n = tamaño de la muestra (encuestas recibidas); Zα = puntuación Z (depende del nivel de confianza); e = el nivel de precisión deseado (margen de error); p = la proporción de la población (que tiene el atributo cuestionado); q = 1 – p, y; N = es el tamaño de la población o universo (número total de posibles encuestados).

Al tratarse de una población muy exclusiva en proporción al resto de la población hemos perseguido, principalmente, la obtención de respuestas relativas al máximo número posible de astronautas con experiencia en misiones reales.

Nuestros datos son:

n = 27; Zα = 1.96; p = Si no se conoce el valor, debe evaluarse en un 50% (0.5 el valor que es el porcentaje del peor de los casos); q = 0.5, y; N = 463

Obtenemos e = 17.81%

https://www.icog.es/redespa/index.php/jesus-martinez-frias-cv-breviado/ Comprobado 1/8/2023.

TOTAL ASTRONAUTS:	**554**						
MUERTOS:	91	Acidentes en servicio:		21	(De la USSR no se tienen datos)		
EN SERVICIO:	104	SIN MISIÓN:	25				
ASTRONAUTAS RETIRADOS:	342						
RESERVA:	17						
Astronautas a participar:	**463**	**ENCUESTADOS:**	**28**	**6'05%**			

Tabla 7. Resumen listado público de población de astronautas (a 1 de agosto de 2023, Anexo 4).

2. La Organización del Cuestionario

Con el fin de ordenar e introducir los datos recibidos, se utilizó el software Microsoft Excel.

En consonancia con lo anterior, para poder ponderar de manera más exhaustiva los resultados de la población de astronautas, se solicitó a otros individuos –denominados “aspirantes”, siendo estas las personas candidatas a ser astronautas o que han realizado pruebas de acceso a esta candidatura y/o que ya han realizado misiones de confinamiento en hábitats análogos básicos–, su participación, pudiendo contrastar los resultados de ambos grupos.

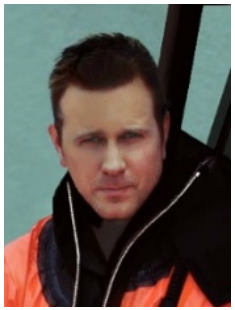
Como estadísticamente significativo, se consideró un valor de “p” inferior a 0,05, obteniéndose un margen de error del 17.81% en base el número de participantes.

6.3 RESULTADOS

1. Datos demográficos, Bloque 1. Perfil del habitante

Con el fin de avalar y analizar los resultados que se presentan, es importante describir la población de astronautas que han participado en el presente estudio. A continuación, se aportan sus nombres indicando además, sus datos públicos junto con la experiencia que poseen, clasificándolos en función de una menor, a una mayor, permanencia en el espacio:

Figura 89. Astronauta sin misión. Créditos: Linkedin.



- **1). Christopher Altman**[200], físico estadounidense, tecnólogo cuántico, diplomático internacional y astronauta comercial entrenado por la NASA.

Figuras 90. Astronautas con misiones de menos de un mes de duración seguida. Créditos: Agencias Espaciales.

- **2). Franz Artur Viehböck**[201], (24/08/1960) Viena, Austria. Máster en Ingeniería electrónica. 1 Misión, en la Estación Mir (Soyuz TM-13/Soyuz TM-12), 8 días en el espacio. Primer austriaco en el espacio.

- **3). Duane Gene "Digger" Carey**[202], (30/04/1957) Minnesota, US. Máster en Ciencias en Ingeniería Aeroespacial, teniente coronel retirado de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos y ex astronauta de la NASA. 1 Misión, STS-109, 11 días en el espacio. Actualmente inspira a los jóvenes a considerar una carrera en un campo relacionado con el espacio.

- **4). Gregory Carl "Ray J" Johnson**[203], (30/07/1954) Seattle, Washington, US, capitán naval retirado y aviador naval, piloto de pruebas, ingeniero aeroespacial y ex astronauta de la NASA. 1 Misión, STS-125, la última misión de mantenimiento del telescopio espacial Hubble, 13 días en el espacio. Recientemente jefe, Test Pilot World View Enterprises. Ex vicepresidente sénior, Blue Origin, New Shepard Rocket. Antiguo Servicio Ejecutivo Superior, Centro Espacial Johnson de la NASA, Director Adjunto de la Dirección de Operaciones de Vuelo.

[200] Fuente: Linkedin: https://www.linkedin.com/in/altman/?originalSubdomain=jp Revisado 01-08-2023.
[201] Fuente: https://en.franzviehboeck.com/ Revisado 01-08-2023.
[202] Fuente: "Biographical Data: Duane G. "Digger" Carey (Lieutenant Colonel, USAF, ret.) NASA astronaut (former)" (pdf). October 2004. https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/carey_duane_0.pdf Revisado 01-08-2023.
[203] Fuente: Johnson's official NASA biography" (PDF). NASA. February 2017. https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/johnson-gc.pdf Revisado 01-08-2023.

- **5). José Moreno Hernández**[204], (7/08/1962) French Camp, California, US, ingeniero y astronauta de la NASA. 1 Misión, STS-128, 14 días en el espacio. Fue jefe de la rama de Materiales y Procesos del Centro Espacial Johnson. Trabajó desarrollando equipos para mamografía digital de campo completo en el Laboratorio Nacional Lawrence Livermore. Recientemente es Regente de la Universidad de California y es CEO de Tierra Luna Engineering, consultoría aeroespacial en varios proyectos relacionados con el espacio.

- **6). James Patrick "Mash" Dutton, Jr.**[205], (20/11/1968) Eugene, Oregón, US. Ingeniero y máster en ingeniería aeroespacial, piloto astronauta de la Clase de 2004 (Grupo 19 de la NASA) y piloto de pruebas de la Fuerza Aérea de los EEUU con el rango de coronel. 1 Misión, piloto del transbordador espacial en su misión STS-131, de 15 días en el espacio.

- **7). Dorothy Marie "Dottie" Metcalf-Lindenburger**[206], (2/05/1975) Colorado Springs, U.S. Licenciada en geología, máster en geología aplicada y astronauta. 1 Misión, STS-131, 15 días en el espacio.

[204] Fuente: "José M. Hernández NASA Astronaut (Former)" (PDF). NASA. January 2011. https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/hernandez_jose.pdf Revisado 01-08-2023.
[205] Fuente: "James P. Dutton, Jr. (Colonel, U.S. Air Force) NASA Astronaut (Former)" (PDF). NASA. January 2014. https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/dutton.pdf Revisado 01-08-2023.
[206] Fuente: "Biographical Data Dorothy M. Metcalf-Lindenburger NASA astronaut (former)" (PDF). NASA. March 2014. https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/metcalf-lindenburger_dorothy.pdf Revisado 01-08-2023.

- **8). Jay Clark Buckey, Jr.**[207], (6/06/1956) New York City, US. Médico y astronauta. Voló a bordo de una misión del transbordador espacial (STS-90), como parte de la misión Neurolab durante el vuelo de 16 días. Actualmente trabaja dentro de la investigación biomédica.

- **9). Michel Ange-Charles Tognini**[208], (30/09/1949) Vincennes, Francia. Piloto de pruebas, ingeniero, general de brigada de la Fuerza Aérea francesa y astronauta del CNES y la ESA. Veterano de 2 vuelos espaciales, la Mir-Antares (Soyuz TM-15/Soyuz TM-14) y la del transbordador espacial STS-93. Tognini ha registrado un total de 19 días en el espacio.

- **10). David Carl Hilmers**[209], (28/01/1950) Clinton, Iowa, US. Astronauta NASA. Posee licenciatura en matemáticas y economía, máster en salud pública, máster en ciencias en ingeniería electrónica, doctorado en ingeniería eléctrica y médico (MD), con rango de coronel del Cuerpo de Marines US. Voló en cuatro misiones del transbordador espacial, STS-51-J, STS-26, STS-36 y STS-42, y acumula un total de 21 días de permanencia en el espacio. Científico del Proyecto para la Capacidad de Medicina de Exploración (ExMC), NASA –Centro Espacial Johnson–, y consultor de Tietronix Software en uso de realidad aumentada en operaciones médicas de tripulación.

[207] Fuente: "Biographical Data: Jay Clark Buckey, Jr. M.D. Paylaod Specialist" (PDF). NASA. May 1998. https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/buckey.pdf Revisado 01-08-2023.
[208] Fuente: "Biographical Data: Michel Ange-Charles Tognini". ESA. https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Astronauts/Michel_Tognini Revisado 01-08-2023.
[209] Fuente: "David C. Hilmers (Colonel, USMC, RET.) NASA Astronaut (Former)" (PDF). NASA. December 1993. https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/hilmers_david.pdf Revisado 01-08-2023.

- **11). Charles Donald "Sam" Gemar**[210], (4/08/1955) Yankton, South Dakota, US. Ingeniero, ex astronauta de la NASA y rango de teniente coronel del ejército de los Estados Unidos. Ha volado en tres misiones del transbordador espacial (STS-38, STS-48 y STS-62), con 24 días en el espacio. También ha desempeñado diferentes puestos en la NASA, incluso como CAPCOM.

- **12). Ellen Louise Shulman Baker**[211], (27/04/1953) Fayetteville, North Carolina, U.S. Licenciada en geología, medicina, máster en salud pública y ex astronauta de la NASA, con 3 vuelos de transbordador (STS-34, STS-50 y STS-71) y registró 29 días en el espacio.

- **13). Carl Joseph Meade**[212], (16/11/1950) Chanute Air Force Base, Illinois, U.S. Piloto con rango de coronel de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos, licenciado y máster en ingeniería electrónica y ex astronauta de la NASA, con 3 Vuelos de transbordador (STS-38, STS-50 y STS-64). Ha registrado 41 días en el espacio con 2 EVAs de 10 horas y 30 minutos en total.

[210] Fuente: "Charles D. (Nickname Sam) Gemar (Lieutenant Colonel, USA) NASA Astronaut (Former)" (PDF). NASA. March 1997. https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/gemar_charles.pdf Revisado01-08-2023.
[211] Fuente: "Biographical Data: Ellen Louise Shulman Baker NASA Astronaut (Former)" (PDF). NASA. January 2012. https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/buckey.pdf Revisado 01-08-2023.
[212] Fuente: "Carl J. Meade (Colonel, USAF, Ret.), NASA Astronaut (Former)" (PDF). NASA. March 1996. https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/meade_carl.pdf Revisado 01-08-2023.

- **14). Claude Nicollier**[213], (2/09/1944) Vevey, Switzerland. Licenciado y máster en astrofísica, piloto con rango de capitán, Fuerza Aérea Suiza y ex astronauta de la ESA, siendo el primer astronauta de Suiza. Acumula 4 Misiones, con un total de 43 días de permanencia en el espacio; 2 misiones del transbordador espacial STS-46 y STS-103 y otras dos misiones de servicio al Telescopio Espacial Hubble (STS-61 y STS-103). Durante su último vuelo espacial, participó en una caminata espacial (EVA de 8 horas y 10 minutos).

- **15). Jean-Loup Jacques Marie Chrétien**[214], (20/08/1938) La Rochelle, France. Licenciado y máster en ingeniería aeronáutica, piloto con rango de general de brigada en la Armée de l'Air (fuerza aérea francesa) y ex astronauta del CNES (Centro Nacional de Estudios Espaciales). Voló en dos misiones espaciales franco-soviéticas, la PVH (Soyuz T-6) y la Mir-Aragatz (Soyuz TM-7/Soyuz TM-6), y en una misión del transbordador espacial de la NASA (STS-86). Permaneció 47 días en el espacio.

- **16). Scott Douglas "Scooter" Altman**[215], (15/08/1959) Illinois, US. Licenciado en ingeniería aeroastronómica y máster en Ingeniería aeronáutica, aviador naval con rango de capitán de la Marina de los Estados Unidos, piloto de pruebas y ex astronauta de la NASA. Es veterano de 4 misiones del transbordador espacial (STS-90, STS-106, STS-109, STS-125), con un total de 52 días en el espacio.

[213] https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Astronauts/Claude_Nicollier Revisado 01-08-2023.
[214] Fuente: "Jean-Loup J.M. Chrétien, Brigadier-General, French Air Force (Ret.) NASA Mission Specialist Astronaut (Former)". January 2002. https://web.archive.org/web/20090402191500/http://www.jsc.nasa.gov/Bios/htmlbios/chretien.html Revisado 01-08-2023.
[215] Fuente: "Scott D. Altman (Captain, USN, Ret.) NASA Astronaut (Former)" (PDF). NASA. September 2010. https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/altman_scott.pdf Revisado 01-08-2023.

- **17). Scott Edward Parazynski**[216], (28/07/1961) Little Rock, Arkansas, U.S. Licenciado en biología, médico, piloto comercial y ex astronauta de la NASA. Veterano de cinco vuelos del transbordador espacial (STS-66, STS-86, STS-95, STS-100, STS-120), con un total de 57 días en el espacio y siete caminatas espaciales de 47 horas y 5 minutos en total. Es la primera persona que ha volado en el espacio y ha llegado a la cima del Monte Everest.

Figuras 91. Astronautas con misiones de larga duración. Créditos: Agencias Espaciales.

- **18). Nicole Marie Passonno Stott**[217], (19/11/1962) Albany, New York, US. Licenciada, máster en administración de ingeniería y astronauta de la NASA. Se desempeñó como ingeniera de vuelo en la ISS Expedition 20 y Expedition 21 y fue especialista de misión en el STS-128 y STS-133 (el antepenúltimo vuelo del Transbordador Espacial), permaneciendo, en total, 104 días en el espacio, además de realizar un EVA de 6 horas y 35 minutos.

- **19). Kevin Anthony Ford**[218], (7/07/1960) Portland, Indiana, US. Licenciado y máster ingeniería aeroespacial, máster relaciones internacionales, doctor en ingeniería astronáutica, piloto con rango de coronel de la USAF y astronauta de la NASA. Veterano de 2 misiones, una del transbordador espacial (STS-128) y otra de larga duración (143 días) Soyuz TMA-06M (Expedition 33/34), con un total de 157 días en el espacio.

- **20). Andrew "Andy" Sydney Withiel Thomas**[219], (18/12/1951) Adelaide, South Australia. Doctor ingeniero aeroespacial australiano y estadounidense (doble nacionalidad) y astronauta NASA. Misiones: 3 corta duración en Transbordador Espacial (STS-77, STS-102 y STS-114) y 1 de larga duración (130 días) en la estación espacial MIR (STS-89 / 91 (Mir EO-24 /EO-25)), con un total de 177 días en el espacio, EVA de 6 horas y 30 minutos.

- **21). Steven Roy Swanson**[220], (3/12/1960) Syracuse, New York, US. Licenciado en ingeniería física, máster en sistemas informáticos, doctor en ciencias de la computación y astronauta de la NASA. Ha realizado dos vuelos en el transbordador, STS-117 y STS-119, y un vuelo Soyuz, TMA-12M (Expedición 39/40, de larga duración –casi 6 meses- en la ISS). Todos los vuelos fueron a la ISS. Ha registrado 196 días en el espacio y completó cinco EVAs con un total de 28 horas y 5 minutos. Fue el CAPCOM para las misiones de la ISS y el STS.

[216] Fuente: "NASA bio Scott E. Parazynski (M.D.), NASA Astronaut (Former)" (PDF). NASA. October 2012. https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/parazynski_scott.pdf Revisado01-08-2023.
[217] Fuente: "Nicole Passonno Stott NASA Astronaut" (PDF). NASA. March 2009. https://web.archive.org/web/20090831045621/http://www.jsc.nasa.gov/Bios/htmlbios/stott-np.html Revisado 01-08-2023.
[218] Fuente: "Biographical data: Kevin A. Ford (Colonel, U.S. Air Force, Ret.) NASA Astronaut" (PDF). NASA. August 2014. https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/ford_kevin.pdf Revisado 01-08-2023.
[219] Fuente: "NASA Astronaut Bio: Andrew S. W. Thomas (Ph.D.)". NASA. March 2014. https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/thomas_andrew.pdf Revisado 01-08-2023.
[220] Fuente: "Steven R. Swanson, NASA Astronaut" (PDF). NASA. https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/swanson.pdf Revisado 01-08-2023.

- **22). Robert Brent "Bob" Thirsk**[221], (17/08/1953) New Westminster, British Columbia, Canadá. Licenciado en ingeniería mecánica, máster en MIT, doctor en medicina y astronauta de la Agencia Espacial Canadiense (CSA). Misiones: una en el Transbordador Columbia STS-78, y otra, de larga duración, a la ISS, de 188 días, en la Soyuz TMA-15 (Expedición 20/21). Acerca de esta misión, Thirsk comentó: "*Será la emoción suprema de mi vida. A lo largo de la misión, examinaré los efectos a largo plazo de la gravedad cero como sujeto de prueba y como médico. Mis hallazgos, sin duda, contribuirán la futura comprensión de la vida en la estación espacial*" [20]. En total, ha permanecido 205 días en el espacio. Tiene el récord canadiense de mayor tiempo pasado en el espacio.

- **23). Michael López-Alegría**[222], (Miguel Eladio López Alegría), (30/05/1958) Madrid, España. Licenciado en ingeniería de sistemas, máster en ingeniería aeronáutica, piloto de pruebas con rango de capitán de la Armada de los Estados Unidos, astronauta de la NASA y astronauta comercial de Axion Space, con doble nacionalidad (estadounidense y española). Veterano de 5 misiones, 3 del transbordador espacial (STS-73, STS-92 y STS-113) y 2 misiones de la Estación Espacial Internacional, la Expedición 14 (Soyuz TMA-9) y la Expedición 67-Visita AX-1. Ha realizado diez caminatas espaciales hasta ahora en su carrera, con una duración total de 67 horas, 40 minutos y 76 segundos. Por ahora su estancia en el espacio es de 275 días. En 2017, se incorporó a Axiom Space como director de Desarrollo de Negocio y sigue siendo astronauta activo en la misma compañía.

[221] Fuente: "Biography of Dr. Robert (Bob) Thirsk". CSA. September 2019. https://www.asc-csa.gc.ca/eng/astronauts/canadian/former/bio-robert-thirsk.asp Revisado01-08-2023.
[222] Fuente: "Michael E. López-Alegria (Captain, USN, Ret.) NASA Astronaut (Former)" (PDF). NASA. March 2012. https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/lopez-alegria_michael_0.pdf Revisado 01-08-2023.

- **24). Paolo Angelo Nespoli**[223], (6/04/1957) Milán, Italy. Es ingeniero aeroespacial, máster en aeronáutica y astronáutica, piloto comercial, comandante del Ejército Italiano y astronauta de la Agencia Espacial Europea (ESA). Misiones: 1 misión a bordo del transbordador espacial Discovery, como especialista de la misión STS-120; 1 misión en la nave espacial Soyuz TMA-20, como ingeniero de vuelo de la Expedición 26/27 de larga duración (159 días). El tercer vuelo fue en Soyuz MS-05, para la Expedición 52/53; una expedición larga de 139 días. En total, ha permanecido 313 días en el espacio.

- **25). Thomas Henry Marshburn**[224], (29/08/1960) Statesville, North Carolina, US. Licenciado en física, máster en ingeniería física, médico y astronauta de la NASA. Es un veterano de tres vuelos espaciales a la Estación Espacial Internacional: STS-127, Soyuz TMA-07M (Expedición 34/35) y SpaceX Crew-3 (Expedición 66/67), con un total de 337 días en el espacio. Ha realizado 5 EVAs de 31 horas y 1 minuto en total. Actualmente, es director médico de Sierra Space.

[223] Fuente: "Biographical Data: Paolo Angelo Nespoli". ESA. https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Astronauts/Paolo_Nespoli Revisado 01-08-2023.
[224] Fuente: "Astronaut Bio: Thomas H. Marshburn" (PDF). NASA. May 2022. https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/marshburn-th.pdf Revisado 01-08-2023.

- **26). Luca Parmitano**[225], (27/09/1976) Paternò, Sicily, Italia. Grado universitario, máster, piloto de pruebas con rango de coronel de la Fuerza Aérea Italiana, y es astronauta italiano del Cuerpo de Astronautas Europeos de la Agencia Espacial Europea (ESA). Misiones: la primera misión fue a bordo de la Soyuz TMA-09M a la ISS, (Expedición 36 / 37), y la segunda en la Soyuz MS-13 (Expedición 60 / 61); dos misiones de larga duración en la ISS. Acumula 366 días en el espacio. Ha realizado 6 EVAs de 33 horas y 9 minutos en total.

- **27). Christopher John "Chris" Cassidy**[226], (4/01/1970) Salem, Massachusetts, US. Licenciado en ciencias matemáticas, máster en ingeniería oceánica, SEAL con rango de capitán de la Marina de los Estados Unidos y astronauta de la NASA. Su primer vuelo espacial fue en una misión del transbordador espacial en 2009 (STS-127), y las dos siguientes a la ISS siendo, estas, expediciones de larga duración; Soyuz TMA-08M (Expedition 35/36) y la Soyuz MS-16 (Expedition 62/63), acumulando un total de 377 días en el espacio. Es considerado la persona número 500 en el espacio[227]. Fue jefe de la Oficina de Astronautas de la NASA desde julio de 2015 hasta junio de 2017.

[225] Fuente: "ESA Personal Data Sheet for Luca Parmitano". ESA. https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Astronauts/Luca_Parmitano Revisado01-08-2023.
[226] Fuente: "Astronaut Bio: Chris Cassidy (3/2011)". National Aeronautics and Space Administration. April 11, 2020. https://www.nasa.gov/astronauts/biographies/christopher-j-cassidy/biography Revisado 01-08-2023.
[227] Robert Z. Pearlman (2011). "500th Person to Space Launching on Shuttle Endeavour". SPACE.com. https://www.space.com/6848-500th-person-space-launching-shuttle-endeavour.html Revisado01-08-2023.

- **28). Peggy Annette Whitson**[228], (9/02/1960) Beaconsfield, IA, US. Investigadora con licenciatura en biología y química, doctorado en bioquímica, astronauta de la NASA, ex astronauta jefe de la NASA y astronauta activa de Axiom Space. Misiones: una estadía prolongada (184 días) a bordo de la Estación Espacial Internacional como miembro de la Expedición 5 (STS-111/STS-113). Segunda misión (192 días), la Expedición 16 en 2007-2008 (Soyuz TMA-11), donde se convirtió en la primera mujer al mando de la ISS. En 2009, su vuelo de 289 días fue el vuelo espacial individual más largo realizado por una mujer[229]. Más tarde se convirtió en consultora de Axiom Space y participa como comandante de Axiom Mission 2, del 21 de mayo al 31 de mayo de 2023. Con esta última misión ha completado 675 días en el espacio; más que cualquier otro estadounidense. El tiempo EVA acumulado de Whitson es de 60 horas y 21 minutos.

[228] Fuente: "Peggy Whitson Space time". spacefacts.de. http://www.spacefacts.de/bios/astronauts/english/whitson_peggy.htm Revisado 01-08-2023.
[229] "Soyuz MS-04 lands as Peggy Whitson ends record-breaking mission". NASASpaceFlight.com. September 2, 2017. https://www.nasaspaceflight.com/2017/09/soyuz-ms-peggy-whitson-ends-record-mission/ Revisado 01-08-2023.

Dada la situación geopolítica actual, no he podido conseguir respuestas a la encuesta por parte de cosmonautas rusos, la otra gran potencia histórica en número de individuos con experiencia en vivir en el espacio. Sin embargo, varios astronautas de otras nacionalidades, participantes en esta investigación, tuvieron que recibir entrenamiento en Rusia, tanto por las misiones de colaboración a la estación Mir, como al compartir las naves de transporte a la ISS y en la propia ISS, habiendo podido trasladar sus experiencias respecto al entrenamiento bajo los estándares de la agencia espacial rusa (ROSCOSMOS).

Además, se ha encuestado a 14 individuos que, sin tener la formación completa y la experiencia de haber vivido fuera de la Tierra como un astronauta, se encuentran en alguna de estas situaciones: haberse formado en alguna de las ramas necesarias para el ejercicio de la profesión, haber realizado las pruebas de acceso pertinentes para poder ser considerado candidato a astronauta o haber realizado misiones de confinamiento en hábitats análogos a los que se pudieran instalar en la Luna o Marte. Esta población de estudio servirá como medio de comparación y discriminación de datos, con el fin de poder llegar a conclusiones lo más certeras posibles, minimizando el rango de error obtenido.

La relación de individuos encuadrados en este segmento es, según orden alfabético (apellidos) y datos aportados por ellos mismos, la siguiente:

- **1). Selene Cannelli**, Italia. Formación: Licenciatura en Ciencias Arqueológicas; Maestría: biología molecular; diploma de posgrado: estudios espaciales. Comunicador espacial: comenzó una plataforma en línea para mostrar cómo el espacio beneficia la vida en la Tierra (Space Is For You); Consejo Asesor de Generación Espacial: Punto Nacional de Contacto de Italia; Líder de programa para la Conferencia Space for Island Nations (Maldivas, mayo de 2023). 1 misión análoga en la Tierra de 10 días de duración. Space Generation Advisory Council, Moon Village Association.
- **2). Agnieszka Elwertowska**, Polonia. Formación: Grado en Ingeniería en Informática en 2021 y Máster en Gestión Ingeniería (en formación). Trabajo en proyectos espaciales y participa en misiones análogas. 6 misiones análogas en la Tierra de 1 a 2 semanas de duración. Centro Nacional de Investigación Nuclear en Polonia, desde febrero de 2023. Agencia Espacial Polaca (2020-2022).
- **3). Benedetta Facini**, Italia. Formación: Estudiante de licenciatura.
- **4). Alejandro Guerra Mentruit**, España. Formación: Grado y Máster en Ingeniería Aeroespacial. Trabaja en el sector espacial, mayormente con lanzadores. AdvancingX, Estados Unidos.
- **5). Dra. Mindy Howard**, USA. Formación: Doctorado en Ingeniería Industrial. Trabaja en el entrenamiento de astronautas comerciales. Inner Space Training. Se postuló como astronauta a la NASA y llegó a las últimas 200 personas seleccionadas.
- **6). Simon Joel Kälin**, Suiza. Formación: Estudiante en la Universidad de Zúrich; Licenciatura en Biomedicina. Es miembro del Programa de Astronautas AdvancedX en Inglaterra. AdvancedX está capacitando a posibles astronautas de carrera para futuras misiones con empresas privadas relacionadas con la industria espacial. Además, es el oficial de diseño de la Misión Asclepios, con base en la EPFL Lausana. La Misión Asclepios es una organización dirigida por estudiantes, que organiza la Misión de Astronautas Análogos cada año. Como oficial de diseño, fue responsable de preparar los aspectos de diseño de la base lunar para la misión real en el verano de 2023. Participó en la misión de astronautas analógicos SOLARIS de la AATC (2021).

- **7). Dra. Agata Maria Kołodziejczyk**, Polonia. Formación: Universidad Jagellónica (MSc), Universidad de Estocolmo (PhD). Dirige su propia empresa AATC (www.astronaut.center), Centro de entrenamiento de astronautas de misiones análogas.

- **8). Ioannis Lignos**, Grecia. Formación: Piloto por la Hellenic Air Force Academy y MSc en la National & Kapodistrian University of Athens. Actualmente es Senior First Officer A320. Realizó las pruebas de acceso para la ESA (2021).

- **9). Dr. Brian Murphy**, USA. Formación: Instituto de Tecnología de Florida, B.S. Honors Planetary Science - 2022. Universidad de Edimburgo, Ph.D. Astronomía y Astrofísica –en curso–. Es astrónomo observacional que trabaja en condiciones remotas y análogas a la Luna y Marte. Astronauta analógico sirviendo en MDRS Crew 239. Aprendiz de astronáutica en el Instituto Internacional de Ciencias Astronáuticas. 1 misión análoga: MDRS Crew 239 (2 semanas). 1 Misión de Trabajo de Campo Remoto: Observación en el Roque de Los Muchachos (16 días). International Institute for Astronautical Sciences.

- **10). Dr. Jorge Pla-García**, España. Formación: Ingeniería Superior Informática, especialidad en comunicaciones por satélite. Máster en Ciencia y Tecnología desde el Espacio. Máster en Astronomía y Astrofísica. Máster en Meteorología. Doctorado en Astrofísica. Investigador en ciencias planetarias en 3 misiones de NASA en Marte: rover Curiosity, aterrizador InSight y rover Perseverance. Trabaja para 3 misiones de NASA en Marte. Trabajó para 1 misión de ESA (ExoMars). Se presentó 2 veces a la candidatura de astronautas de ESA (2008 y 2021).

- **11). Dr. Borja Pozo Larrocha**, España. Formación: PhD Ingeniería Electrónica & Telecomunicaciones (Universidad del País Vasco). Líder de investigación en tecnología espacial en el instituto de I+D (UPV/EHU). Una misión de 2 semanas de duración en LunAres Research Station (hábitat análogo).

- **12). Guillermo José Tarnawski**, España. Formación: Graduado en Medicina, actualmente estudiando el doctorado y un segundo grado en Ingeniería Industrial. Es médico de vuelo en las fuerzas armadas (CIMA). Se presentó a la candidatura de astronautas de ESA (2021).

- **13). Evandros Theodosiou**, Chipre. Formación: Ingeniería Mecánica BEng, Universidad de Nottingham, Reino Unido. Su disertación de máster es sobre el análisis termoeconómico de los hábitats marcianos. Imperial College London. Es oficial científico en la organización estudiantil Asclepios; se trata de una organización dirigida por estudiantes que entrena a astronautas en misiones análogas. Forma parte del equipo de Control de Misión del Centro de Entrenamiento de Astronautas Análogos (AATC) en Polonia. Participó en una misión análoga de 8 días de duración.

- **14). Carlo Vizzi**, Italia. Ingeniero en Informática con especialización en tecnología XR. Instructor de tripulación y personal de apoyo en tierra en el EAC (ESA) y en el lado operativo con la preparación, gestión de experimentos y apoyo a la tripulación mientras realiza los experimentos en órbita, como contratista de la ESA.

Los datos demográficos primarios de los participantes son los extraídos de las cuestiones planteadas en el “Bloque 1. Perfil del habitante”, que servirán para describir a la población encuestada, con el fin de poder, luego, realizar estudios según las características de los mismos. Se presentan en la Figura 92.

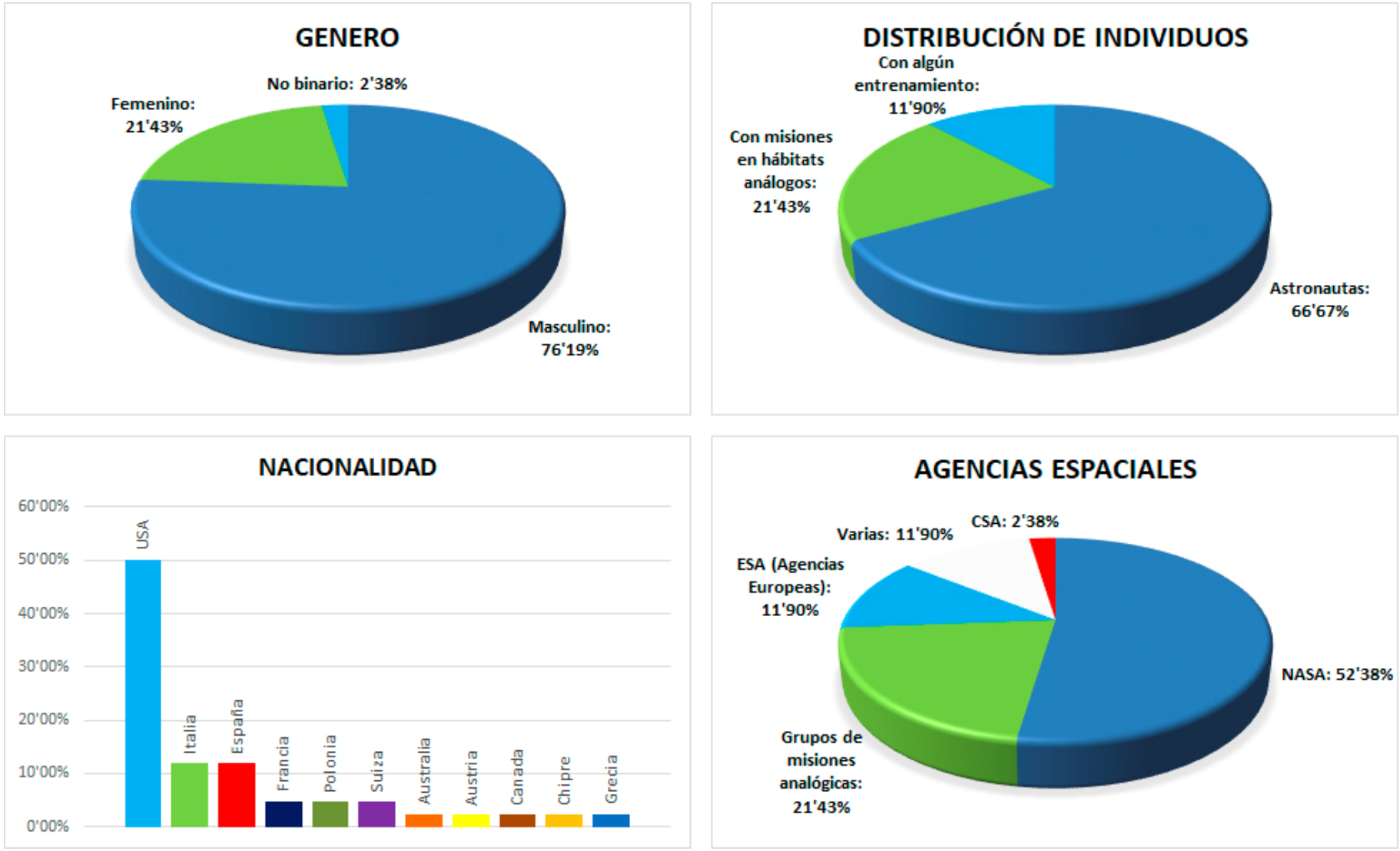


Figura 92. Los datos demográficos primarios de los encuestados. Género, Distribución según su actividad, Nacionalidad y Agencias o grupos con interés en el espacio.

Se destaca una proporción mayor de hombres que de mujeres al igual que, una proporción mayor de astronautas frente a aspirantes a astronauta, dada la prevalencia de estos entre la población global seleccionada. A su vez, se constata una alta participación de norteamericanos (un 50 %) en comparación con el resto de las nacionalidades, al igual que la agencia espacial NASA, que prevalece sobre las otras organizaciones.

La media de edad de todos los participantes es de 54 años, con una media de permanencia en una agencia u organización espacial de 14 años.

En la Figura 93, se muestran únicamente los datos demográficos primarios de los participantes astronautas.

La media de edad de todos los participantes es de 65 años, con una media de permanencia en una agencia u organización espacial de 16 años.

En la Figura 94 comparamos la proporción de astronautas encuestados que han vivido fuera de la Tierra y la de candidatos que han realizado alguna misión de confinamiento en un hábitat terrestre, análogo al que se podría construir en la Luna o Marte.

La media de misiones entre los astronautas encuestados es de 3, junto a una media de 51 días por misión. Por otro lado, se obtiene una permanencia media de 129 días en el espacio. Con los datos de los candidatos –tomando como misión tipo el confinamiento en un hábitat análogo en la Tierra– se obtiene, en este caso, la media de 1 misión, junto a la media de 10 días de duración por cada misión, y una permanencia total acumulada de 13 días por individuo.

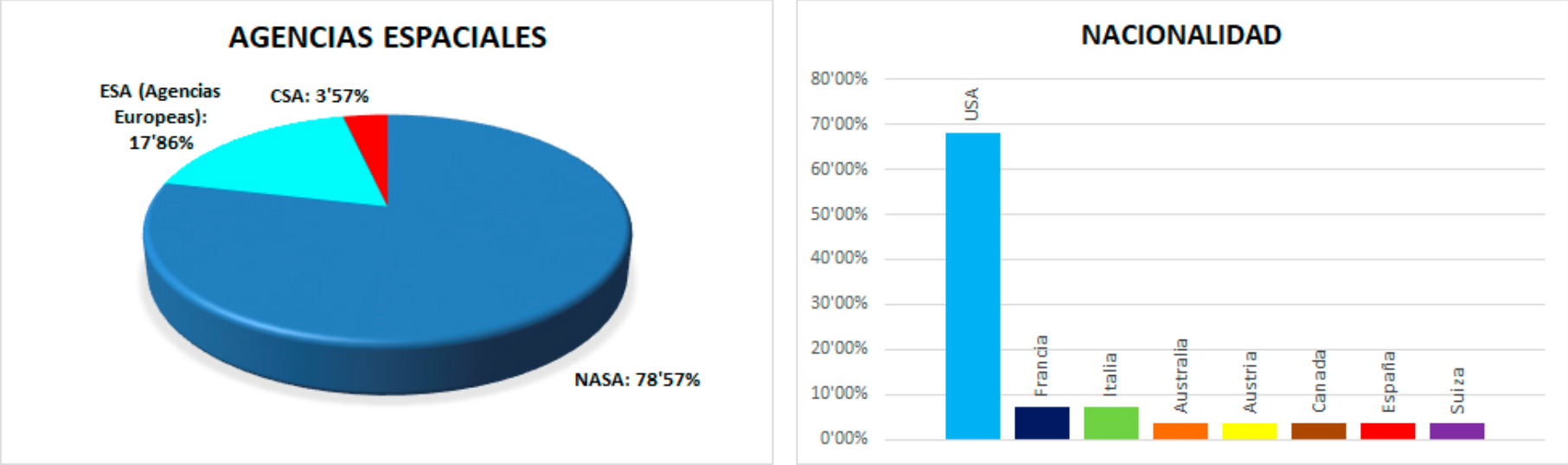


Figura 93. Los datos demográficos primarios de los encuestados astronautas. Agencias o grupos con interés en el espacio y Nacionalidad; La NASA y, por ende, los norteamericanos, son los que acumulan más experiencia entre los encuestados, constatándose como clara referencia.

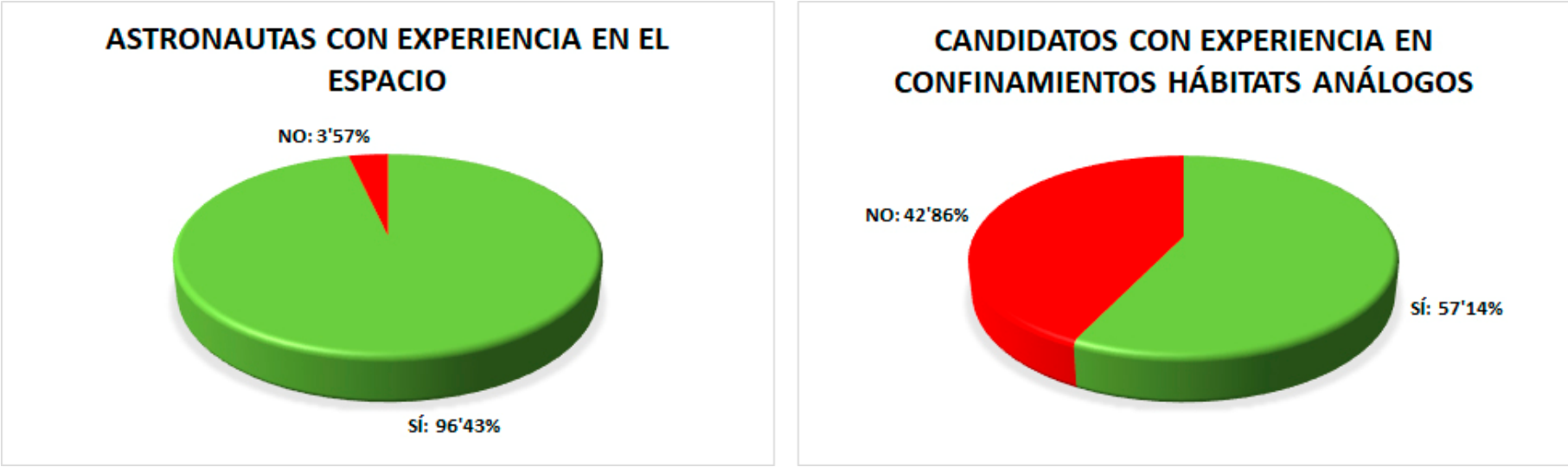


Figura 94. Datos de experiencia en los dos grupos de población encuestados.

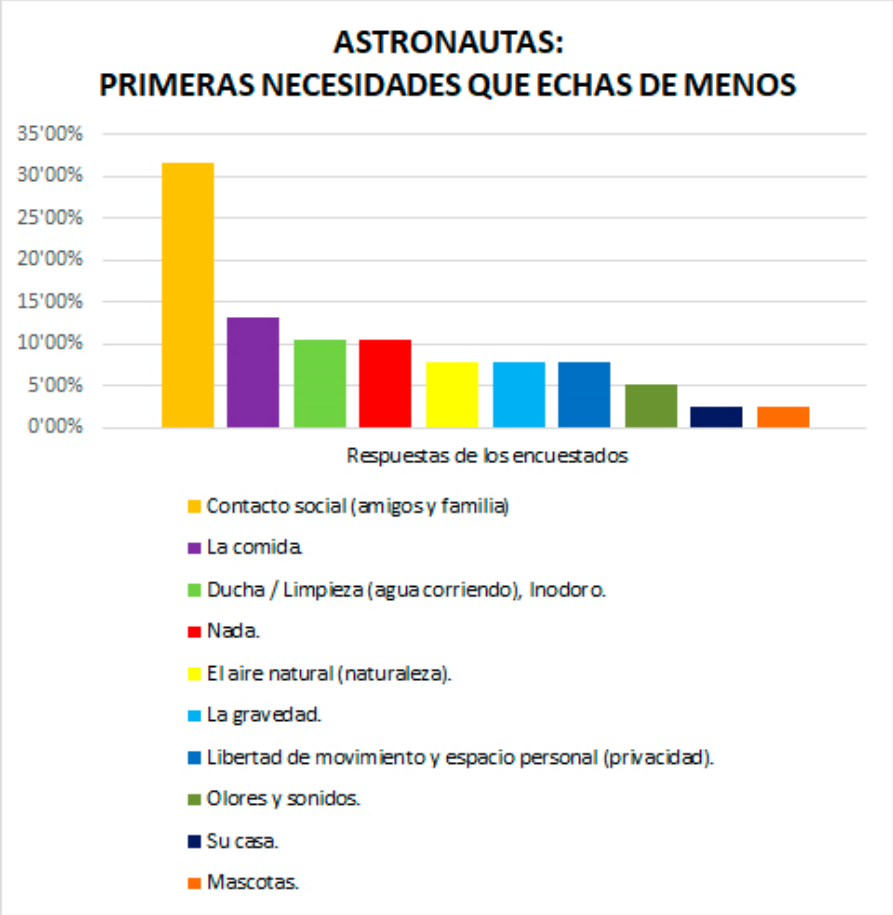
2. Bloque 2. Experiencias en el espacio

Atendiendo a las primeras necesidades (Figura 95) y anhelos por parte de los encuestados, se pueden deducir –ante la gran variedad de respuestas frente a preguntas abiertas– 10 categorías de cuestiones diferentes a destacar, propuestas por ellos mismos.

Entre los astronautas con experiencia en la vida fuera de la Tierra destacan 9 cuestiones, de las 10 registradas, debido a aquellos individuos que han contestado “NADA”. Respecto a dicho tipo de aspectos o situaciones destacadas, se ha obtenido que un 31.58% de dicho grupo valora, particularmente, el contacto social con familiares y amigos, seguido de un 13.16% con valoración destacada para la comida. En el grupo de candidatos con misiones en hábitats análogos (CMAH), se reducen a 5 –de las 6 registradas, debido a aquellos individuos que han contestado “NADA”– las necesidades o aspectos principales, obteniéndose una valoración destacada respecto a la libertad de movimiento y el espacio personal (privacidad) por parte del 27.27% de participantes en dicho grupo, seguido de un 18.18% de participantes que valoraron, particularmente, el contacto social con familiares y amigos, la comida y el aire natural (naturaleza). Respecto al grupo de candidatos con alguna formación (CST) y sin experiencia en confinamientos prolongados testeados, se reducen a 4 –de las 5 registradas– debido a aquellos individuos –un 33.33%– que han contestado “NADA”, las preferencias destacadas, de las cuales un 16.67% de encuestados pertenecientes a dicho grupo han valorado, particularmente, la libertad de movimiento y el espacio personal (privacidad); a dicha preferencia les siguen el contacto social con familiares y amigos, la comida y la ducha / limpieza (agua corriente) y por último, el inodoro.

Respecto a las horas empleadas al descanso, y otras actividades no científicas (sin contar el tiempo de sueño, o dormir), cada grupo obtiene una media diferente; los astronautas dedicaban 3 horas de media al día, los CMAH unas 4 horas aproximadas al día y, para los CST –sin experiencia en misiones– se ha estimado una media de 5 horas al día.

Del mismo modo, se les ha preguntado por el tiempo –continuado– que dedicaban al día para dormir. En función de las respuestas de los astronautas, se obtiene una media de 7 horas al día coincidiendo, en este dato, el grupo de ambos candidatos (CMAH y CST).



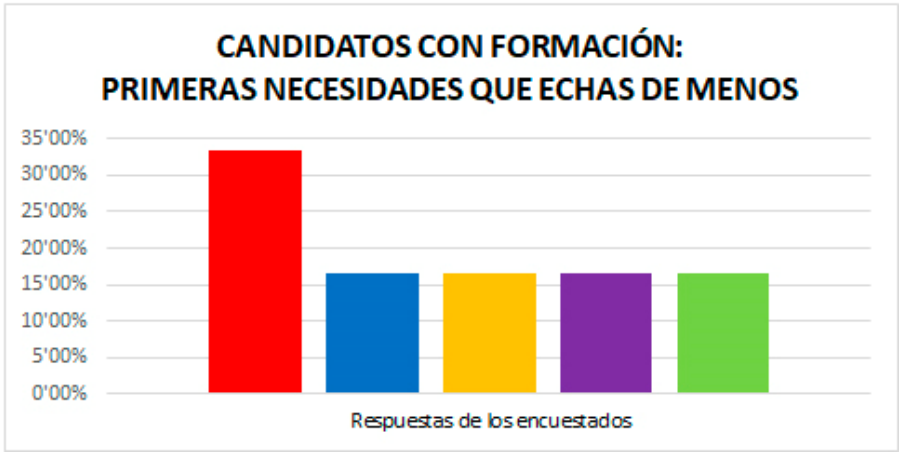


Figura 95. Datos de primeros aspectos que extrañan, entre cada grupo de población encuestado.

3. Bloque 3. Expectativas en una misión a la Luna o Marte

En este bloque se plantean cuestiones en relación a una hipotética misión a la Luna o Marte, teniendo en cuenta la experiencia adquirida y la formación de la que dispone cada individuo.

En la última cuestión planteada: ¿Cómo visualiza el interior de una cápsula de supervivencia o búnker –para su cobijo junto con más individuos de su especie–, pensando que no va a poder abandonarla, como si de una situación de catástrofe extrema se tratase? ¿Podría hacer un croquis a mano, en planta?, únicamente el 9.52% de los participantes realizó un croquis primario de su idea conceptual, y un 59.52% del total de encuestados realizaron comentarios u observaciones escritas, aumentando –el porcentaje anterior– a un 71.43% –referente a las indicaciones personales– en el grupo de astronautas, los cuales se mostraron muy participativos y motivados en cuanto a la propuesta de opinión, ante esta última cuestión.

4. Discusión

4.1. Datos demográficos, Bloque 1. Perfil del habitante

Atendiendo a la población total de astronautas existentes desde el inicio de la carrera espacial (Anexo 4), el género se distribuye en un 86.28% de hombres y un 13.72% de mujeres. En este estudio se ha obtenido respuesta directa de 28 astronautas, distribuidos en un 85.71% de hombres y un 14.29% de mujeres, siendo un porcentaje similar al total anteriormente citado, lo que justifica unos datos obtenidos en la muestra similar a la población total.

Lo mismo ocurre con la edad media de la muestra obtenida, la cual es igual a la media de la edad de la población total de astronautas, siendo esta de 65 años.

Con respecto a la experiencia en la vida en el espacio, la media –entre toda la población de astronautas existentes– es de 95 días, sin embargo, la media en la muestra de astronautas analizada es de 129 días, muy superior a la cifra anterior. Este dato aumenta la fiabilidad del estudio, en cuanto a la cantidad de experiencia de vida acumulada fuera de nuestro planeta, analizada por medio del presente estudio.

4.2. Bloque 2. Experiencias en el espacio

Los astronautas encuestados –con la experiencia requerida en cuanto a la vida fuera de la Tierra–, han destacado los 9 aspectos que más han extrañado en su permanencia tanto en estaciones como en vehículos espaciales. Por otro lado, los individuos candidatos con estadías de confinamiento en hábitats terrestres análogos a las futuras bases a instalar en otros cuerpos celestes (CMAH) y conscientes de no estar, ni haber estado, fuera de nuestro planeta, ni contar con experiencia en misiones espaciales reales, destacaron 5 aspectos (4 menos que los astronautas) como, por ejemplo, “la gravedad”. Y finalmente, el resto de individuos encuestados (CST) únicamente indicaron 4 aspectos que –según los mismos– echarían en falta, conscientes de no disponer de experiencia en un confinamiento simulado y testeado.

En cómputos generales, existe una mayor aproximación de resultados entre el grupo de astronautas y el CMAH, existiendo una diferencia mayor entre los astronautas y los CST.

En consecuencia con lo anterior, el nivel de iluminación de las estancias destinadas al sueño es considerado importante entre los dos grupos de población, astronautas y CMAH. En este sentido, las respuestas positivas a la pregunta: “¿Daba importancia a la iluminación de las estancias cuando debía dormir?”, han alcanzo un 82.14% y 100% respectivamente, con la respuesta unánime de “SÍ” (Figura 96).

A su vez, las respuestas a la pregunta: “¿Daba importancia a poder mirar por una ventana al exterior?”, entre el grupo de astronautas, ha sido unánime; el 100% ha contestado “YES”, siendo la única respuesta unánime entre los astronautas en este bloque de preguntas. Si –en relación a esta cuestión–, juntamos todos los grupos de población, se alcanza el 85.71% de dicha población con la misma respuesta, resultando esta la respuesta que suma más consenso en este Bloque 2 (Figura 97).

De igual modo, como se muestra en la Figura 98, los tres grupos de población encuestada contestan, en su mayoría, afirmativamente a la pregunta: “¿Valora positivamente poder tener momentos de estar solo en una estancia?”. Si aunamos los tres grupos encuestados se alcanza un 80.95% con respuesta “SÍ”.

El mismo resultado –mayoritariamente positivo–, ha arrojado la pregunta: “¿Daba importancia a los ruidos?” (Figura 99). En total, ha contestado un 80.95% de la población referente a los tres grupos en conjunto, con la respuesta “SÍ”.

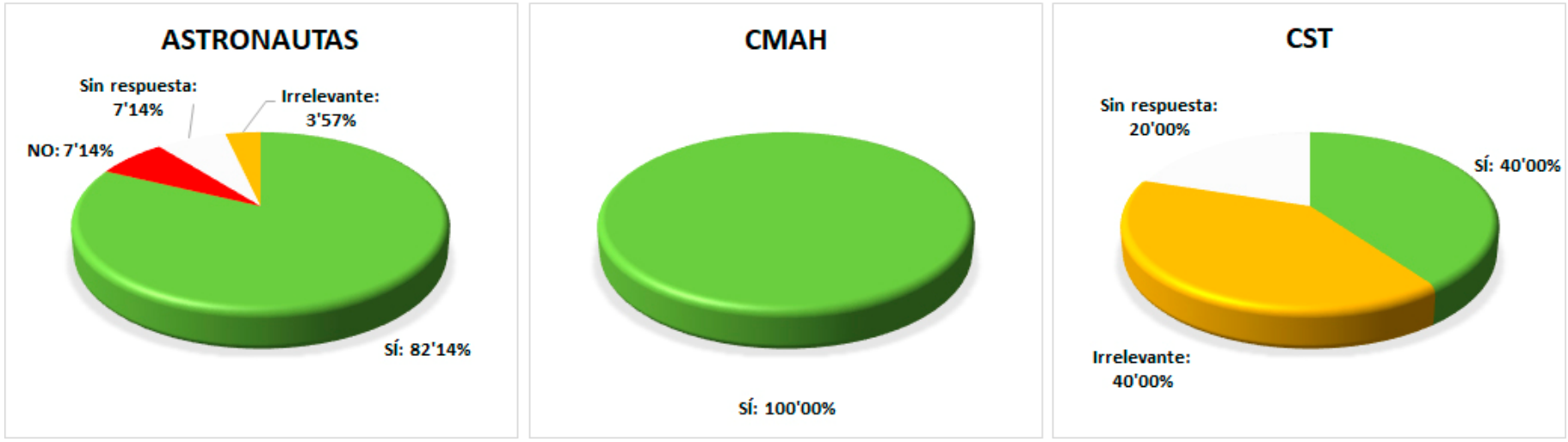


Figura 96. Respuesta a la cuestión 15, según cada grupo de población encuestado.

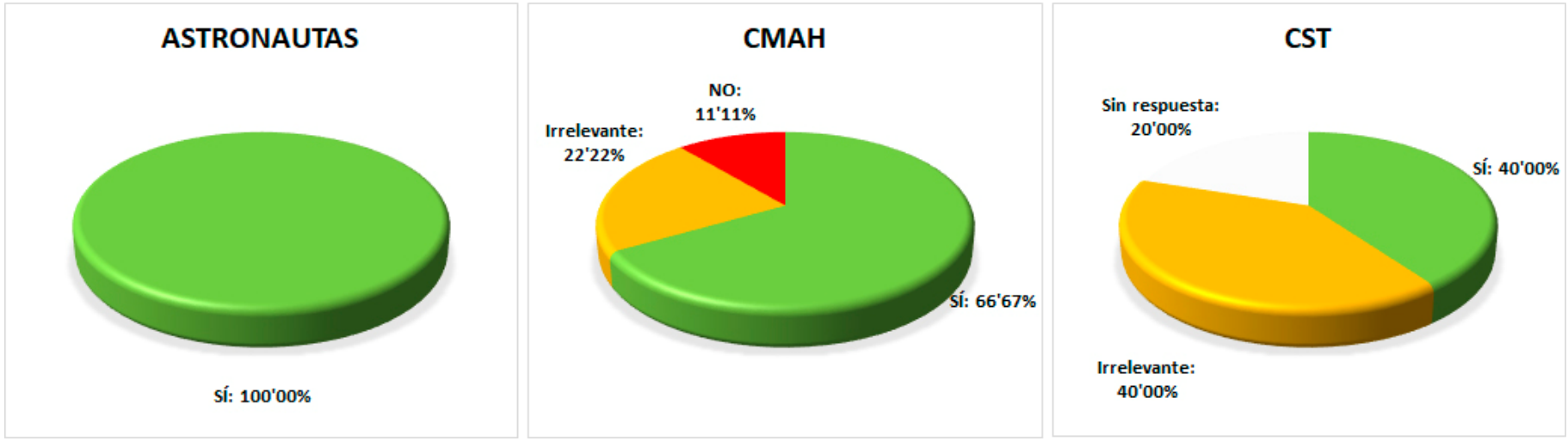


Figura 97. Respuesta a la cuestión 16, según cada grupo de población encuestado.

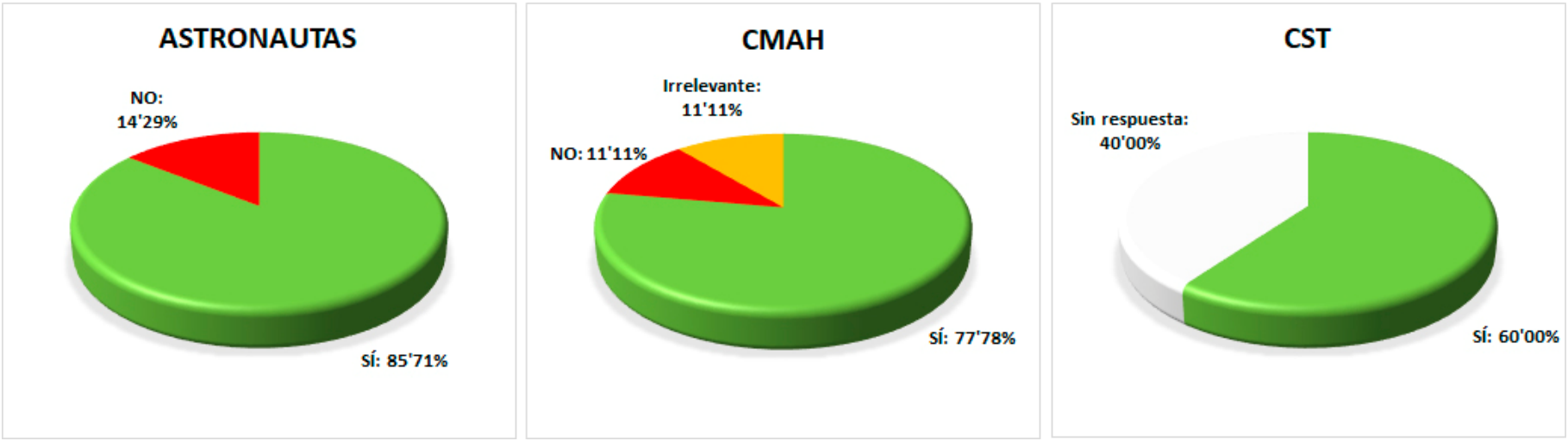


Figura 98. Respuesta a la cuestión 21, según cada grupo de población encuestado.

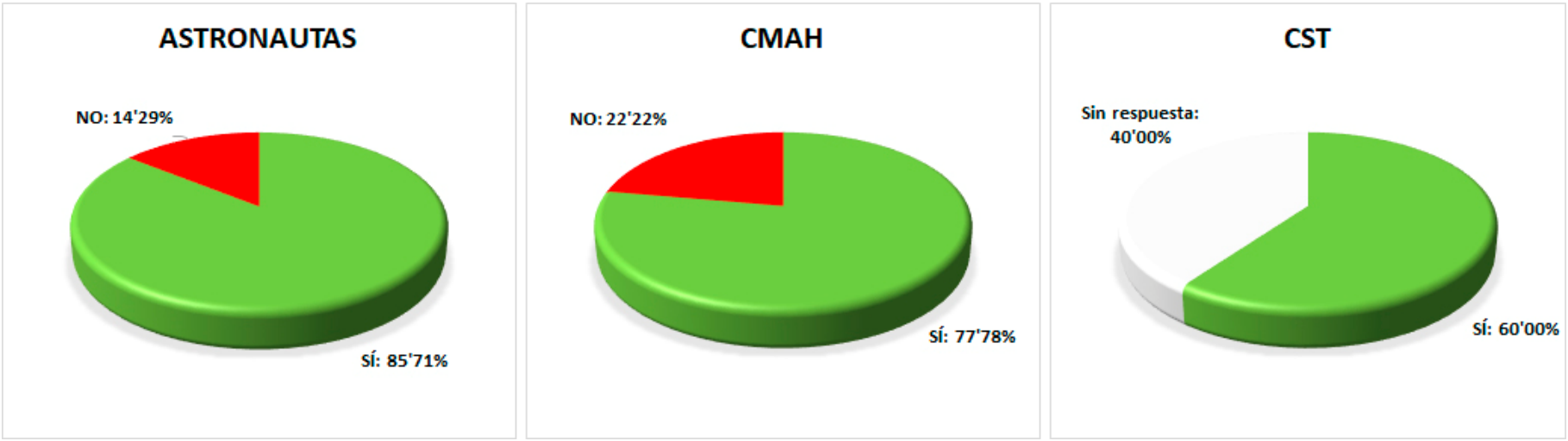


Figura 99. Respuesta a la cuestión 23, según cada grupo de población encuestado.

4.3. Bloque 3. Expectativas en una misión a la Luna o Marte

En este bloque, ocurre algo similar a lo sucedido en el anterior; las respuestas de los astronautas se parecen más a los de los CMAH que a los CST, contando con algunas excepciones.

Analizando las respuestas que han alcanzado mayor consenso por parte del conjunto total de participantes, se desprende que los datos son significativos en cuanto a los siguientes aspectos:

En la cuestión planteada: "¿Daría importancia a los colores empleados en las diferentes superficies del hábitat?", el conjunto de todos los grupos encuestados alcanza un 80.95% de respuesta "SÍ" (Figura 100).

La respuesta con más consenso en este bloque de preguntas, y a su vez en todo el cuestionario, es la que arroja un 95.24% de respuestas "SÍ" a la pregunta: "¿Valora positivamente la existencia de espacios que permitan la intimidad, distinto del baño / aseo?". Los valores en cada uno de los grupos encuestados se describen en la Figura 101.

Otra de las respuestas que alcanza un valor muy alto de consenso es la pregunta: "¿Valoraría positivamente espacios verdes –con plantas, productoras de oxígeno–, no únicamente utilizados para la producción de alimentos, sino destinados al esparcimiento y la relajación?", donde la respuesta "SÍ" arroja un 90.48% del total, en la suma de grupos encuestados. Los datos en cada grupo se referencian en la Figura 102.

La cuestión que da un resultado similar entre la respuesta "NO" y "SÍ", entre todos los grupos encuestados, es de un 45.24% y 38.10%, respectivamente. Se trata de la que plantea si: "¿Valoraría positivamente espacios destinados a pequeños animales domésticos?", siendo significativo que, entre los propios astronautas con un alto nivel de exigencia personal, no se deseche la posibilidad de combinar la exploración espacial humana en compañía de otros seres del reino animal; un 35.71% del total de la población encuestada responde afirmativamente (Figura 103).

El porcentaje de consenso, respondiendo "SÍ", que obtiene la pregunta: "¿Valoraría positivamente la existencia de una o más ventanas superiores en las zonas comunes del hábitat, por medio de las que se pudiese visualizar cenitalmente el espacio exterior?", es de un 92.86% referente al total, relativo a los grupos de población encuestados. Los datos en cada grupo se referencian en la Figura 104.

Finalmente, se alcanza un 92.86% con respuesta "SÍ" ante la cuestión: "¿Valoraría positivamente la posibilidad de tener referencias de tiempo transcurrido similares a las terrestres, con el fin de mantener la conciencia sobre las necesidades biológicas del organismo humano –ciclos circadianos–, en paralelo al horario día y noche, terrestre, y así establecer pautas lo más saludables posibles al interior de un hábitat que se mantiene como burbuja hacia su entorno?" (Figura 105).

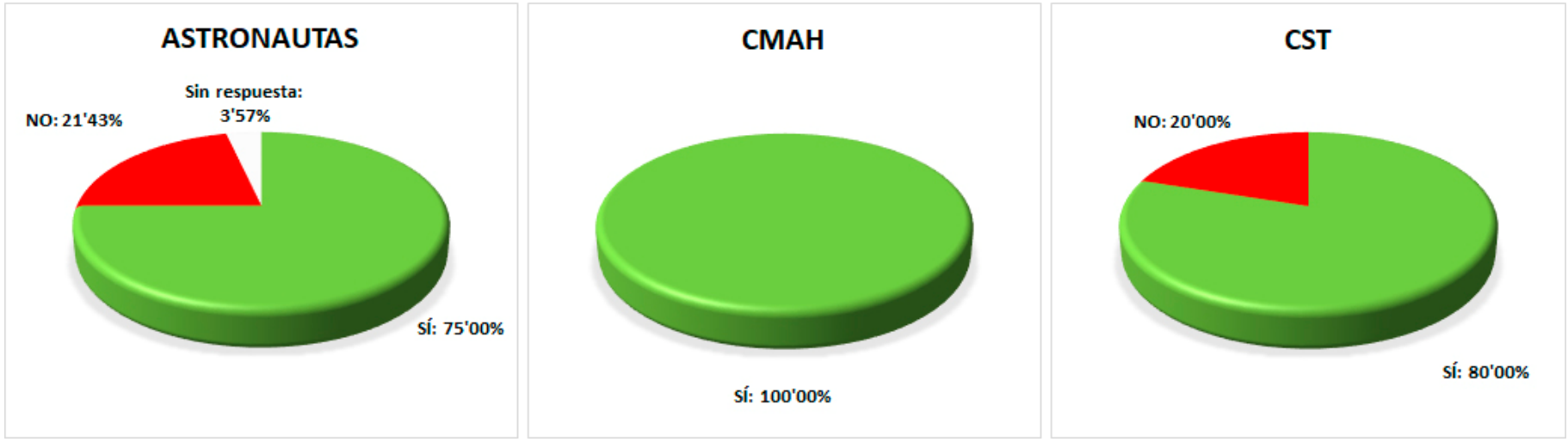


Figura 100. Respuesta a la cuestión 37, según cada grupo de población encuestado.

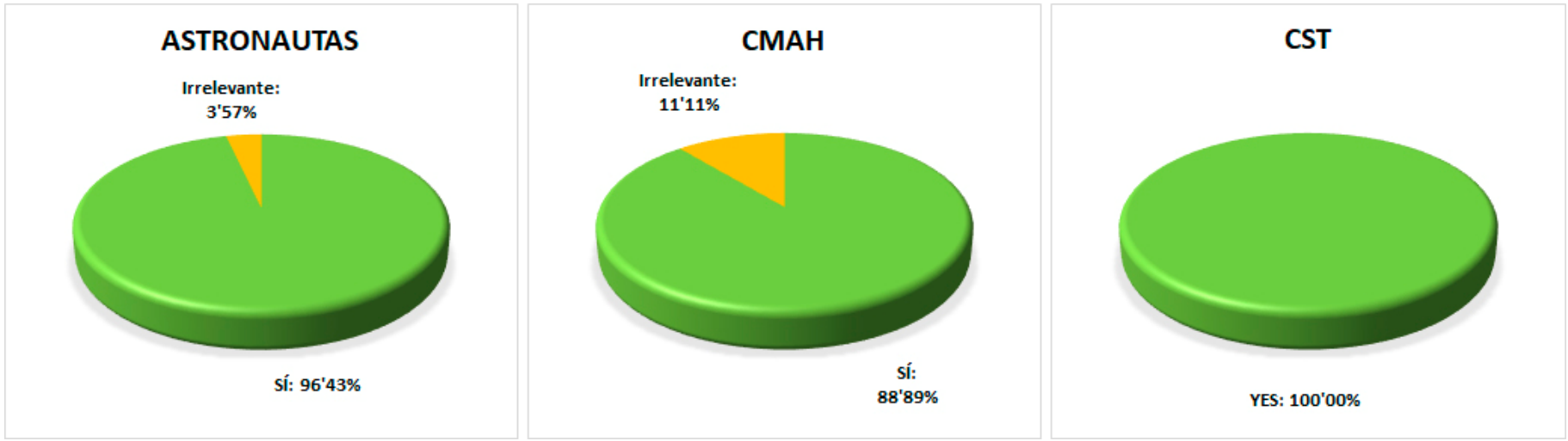


Figura 101. Respuesta a la cuestión 40, según cada grupo de población encuestado.

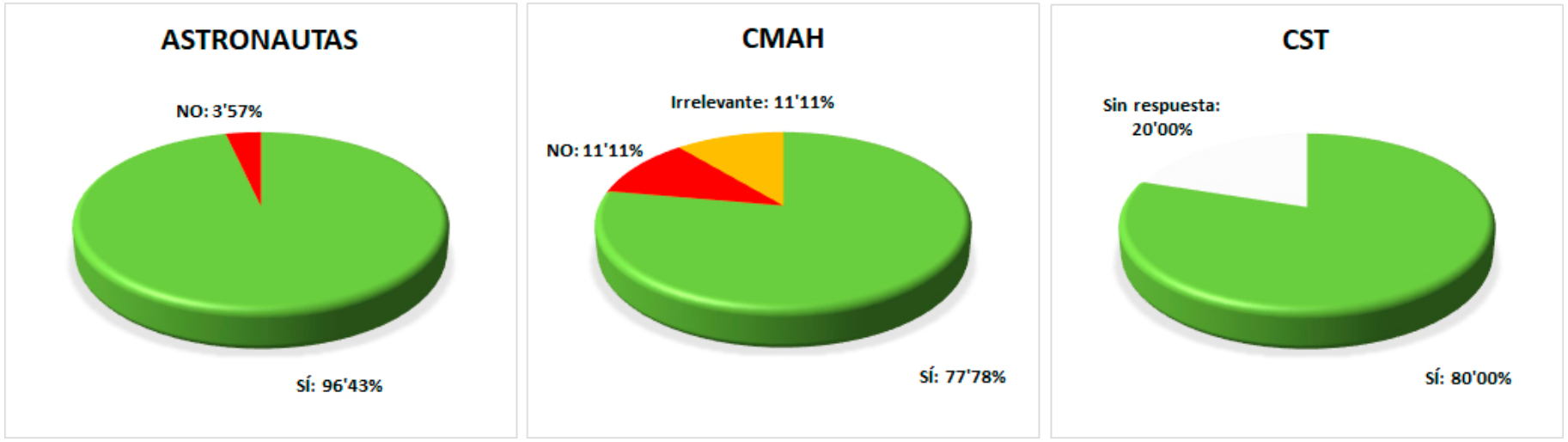


Figura 102. Respuesta a la cuestión 46, según cada grupo de población encuestado.

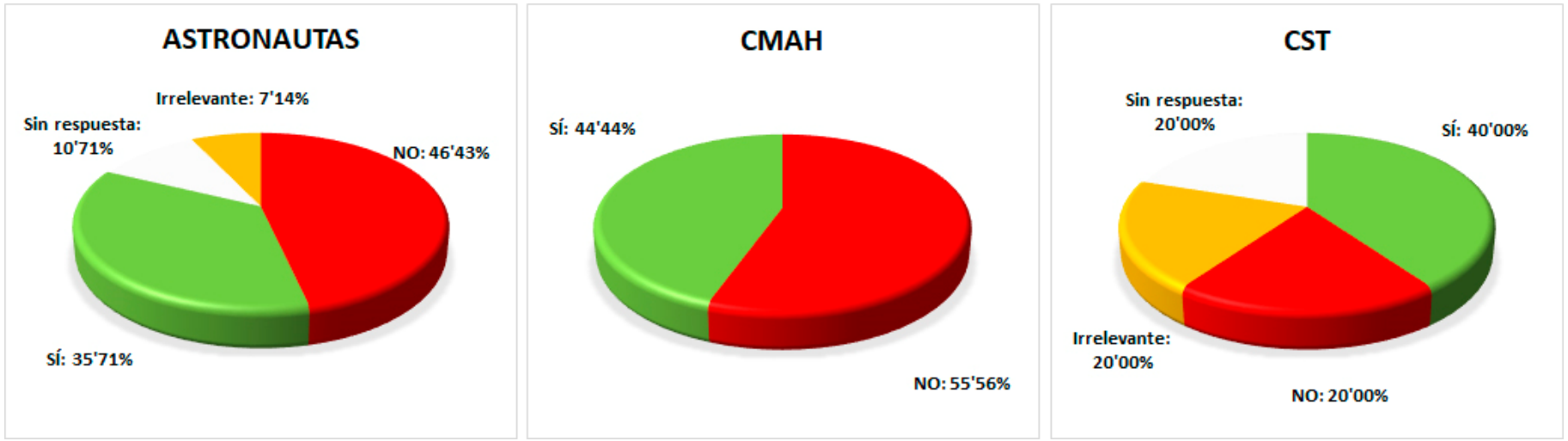


Figura 103. Respuesta a la cuestión 47, según cada grupo de población encuestado.

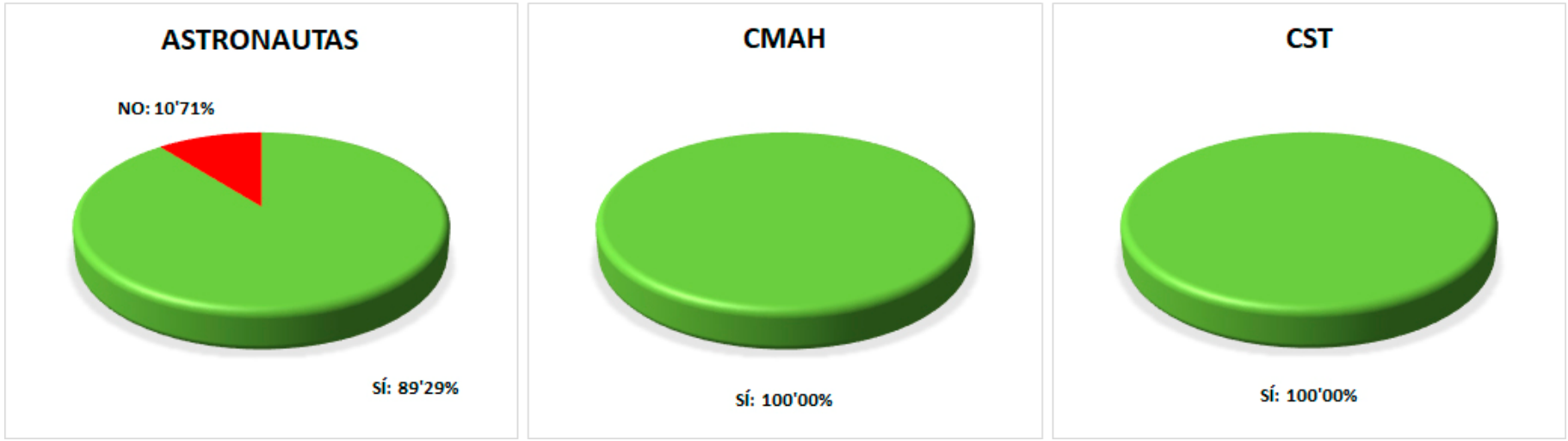


Figura 104. Respuesta a la cuestión 48, según cada grupo de población encuestado.

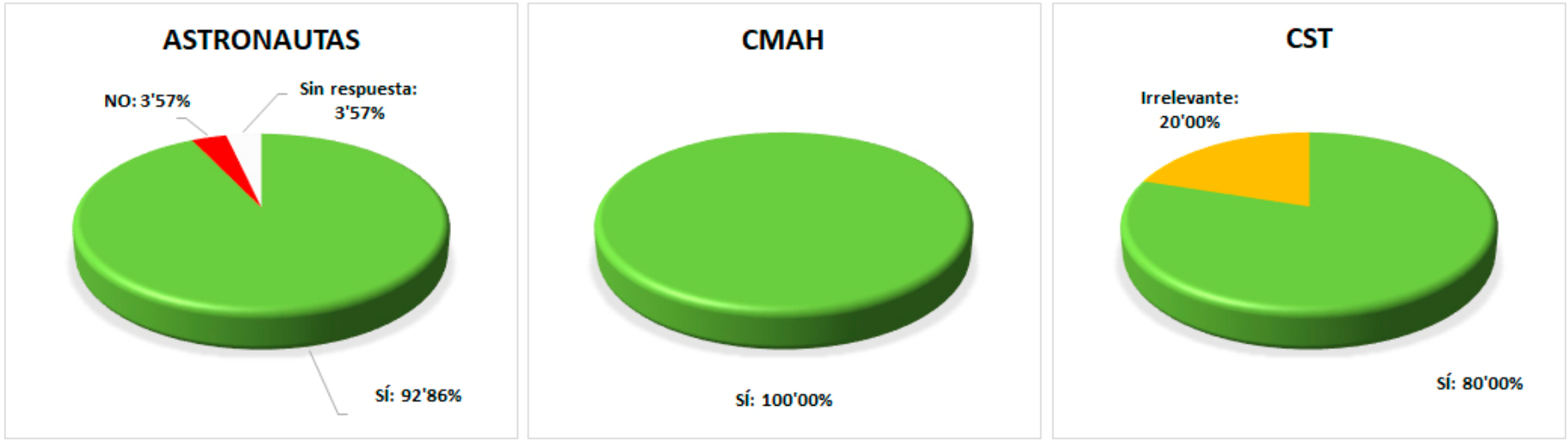


Figura 105. Respuesta a la cuestión 49, según cada grupo de población encuestado.

5. Conclusiones de la investigación con astronautas

Atendiendo, únicamente, al grupo de estudio "astronautas" –en cuanto a las cuestiones de "relaciones sociales"– el estudio reveló que, para el 31.58% (Figura 95) de los astronautas, lo que más se echa en falta durante su estadía fuera de la Tierra es el "contacto social, la familia y los amigos". Al mismo tiempo, un 85.71% (Figura 98) valoró positivamente el poder haber tenido "momentos de soledad" en una estancia de la nave o estación espacial en la que se encontraba, y que un 96.43% (Figura 101) valoraría positivamente la "existencia de espacios que permitan la intimidad en el futuro hábitat"; a este último respecto, el astronauta Robert Thirsk comentó en su encuesta: "*Mi saco de dormir, artículos personales y computadora portátil personal estaban en el módulo japonés. En cierto sentido, se convirtió en mi "hogar" o módulo personal. Aunque disfruté mucho de estar y conversar con mis compañeros de tripulación, es bueno tener tiempo "a solas" todos los días para tratar asuntos personales y reflexionar"*; o el astronauta Charles D. Gemar: "*En Shuttle no tienes privacidad. La estación ofrece oportunidades limitadas para la privacidad; …la percepción de la privacidad puede ser más importante que la realidad de la privacidad.*" Estos espacios, además, deben contar con un control de iluminación que se ajuste perfectamente a las actividades que se desarrollarán dentro del mismo hábitat, con una importancia primordial en las horas de descanso, siendo una cuestión a la que un 82.14% (Figura 96) de los astronautas da manifiesta importancia.

Paralelamente a lo anterior, un 92.86% (Figura 105) de los astronautas valoraría positivamente la posibilidad de tener referencias de tiempo transcurrido similares a las terrestres, con el fin de mantener la conciencia sobre las necesidades biológicas del organismo humano –ciclos circadianos– y en consonancia con el horario día y noche –terrestre–, estableciendo así, pautas lo más saludables posibles al interior de un hábitat que se mantiene como burbuja hacia su entorno.

Por otro lado, teniendo en cuenta la iluminación natural y añadiendo el factor emocional en cuanto a la posibilidad de poder mirar por una ventana, el 100% (Figura 97) de los astronautas encuestados da importancia a poder mirar por una ventana al exterior, como única respuesta unánime entre ellos. Algunas de las reflexiones que añadieron a esta cuestión planteada reflejan muy bien la importancia de esta acción entre ellos, tal y como muestra, por ejemplo, Steven Swanson, con su respuesta: "*Sí, especialmente en misión larga*"; o con la astronauta Dorothy Metcalf-Lindenburger: "*Me encantaba mirar por la ventana, especialmente pasar tiempo en la "Cupola"*"; junto con la de Duane G. Carey: "*¡¡¡Muy importante!!!*"; o la de Robert Thirsk: "*Mirar la Tierra y el espacio a través de una ventana es una de las actividades de ocio favoritas de los astronautas*"; y la de Charles D. Gemar: "*En la Luna, podemos mirar por la ventana y ver la tierra, el hogar, por así decirlo*", entre otras.

De igual modo, existe gran discrepancia de respuestas al respecto de si colocar ventanas en el dormitorio o no, sin embargo, lo que se muestra como claro y rotundo, es la necesidad de que exista ventana; concretamente, un 89.29% (Figura 104) de los astronautas encuestados otorgan importancia a la existencia de una o más ventanas superiores, en las zonas comunes del hábitat, por medio de las que se pudiese visualizar cenitalmente el espacio exterior.

El otro ítem a tener en cuenta es la solución que se debe prestar a mitigar los ruidos en el interior del hábitat, puesto que los astronautas se ponen de acuerdo en un 85.71% (Figura 98) respecto a la importancia de los ruidos. En cuanto a esto, indicamos algunas de las afirmaciones que añadieron a la cuestión planteada, como la de Michael López-Alegría: "*El ruido era inevitable. A menudo deseaba menos*"; o la de David C. Hilmers: "*Particularmente importante cuando se trata de dormir*"; y la de Ellen S. Baker: "*En general, el transbordador espacial era un entorno ruidoso, aunque era un "ruido continuo". Unos 68-70 dB… Se publican los niveles*

de ruido de las diferentes naves espaciales"; junto a la de Andy Thomas: *"El ruido de fondo puede ser muy estresante*"; al igual que la de Charles D. Gemar: "*Cuanto mayor sea el entorno de ruido, mayor será la fatiga. Algo de ruido ambiental es deseable*"; y la de James Dutton: "*El ruido constante del ventilador era agotador. Extrañaba los sonidos naturales*"; o Carl J. Meade: "*Particularmente cuando intenta dormir. El ruido blanco es deseable*"; y Robert Thirsk: "*El entorno de la ISS es ruidoso. El sistema de soporte vital (ventiladores, bombas, compresores, motores) y otros equipos funcionan las 24 horas del día, los 7 días de la semana. En algunas partes de la Estación, los niveles de ruido pueden alcanzar los 70 db. Este nivel de ruido puede tener un impacto adverso en nuestra audición. Muchos astronautas regresan a la Tierra al final de la misión con un déficit auditivo. Afortunadamente, la audición vuelve a la normalidad después de unas semanas en la Tierra. Es importante prestar atención al ruido de fondo de la estación, ya que puede ser una pista de si un sistema está funcionando correctamente o no. Sin embargo, también sería bueno escuchar algunos sonidos de la Tierra (por ejemplo, el canto de los pájaros temprano en la mañana)*", entre otros.

A su vez, a pesar de que tan solo un 21.43% de los astronautas mostraron que en algún momento les afectaba físicamente la suplencia de oxígeno directo por aquel suministrado de forma artificial por medio de los ECLSS –dados los niveles altos de CO2 que a veces pueden concentrarse–, es suficiente como para que se tenga en cuenta una correcta distribución de oxígeno en el interior del hábitat, priorizando un diseño que evite rincones o espacios del tipo "fondo de saco", en los que se pueda acumular el CO2. En esta cuestión primordial, nos indica la astronauta Peggy Whitson, una de las astronautas con mayor experiencia en misiones de larga duración, que: "*En algunos momentos fue posible una alta acumulación de CO2, y se notó con dolor de cabeza*".

Otra cuestión a tener en cuenta, que tiene que ver con la ventilación y renovación del aire del futuro hábitat, es la relativa al tema de los olores. El 60.71% de los astronautas encuestados dio importancia a esta cuestión, como fue el caso de James Dutton, que añadió: "*Los malos olores tendían a no notarse después de un tiempo. La ISS olía a orina estancada cuando se abrió la escotilla por primera vez, pero no se notaba tanto excepto en el recipiente de reciclaje de orina después de un día. Extrañaba olores frescos como la orilla del mar*". Incluso algunos de los que no le dieron importancia a esta cuestión –durante sus misiones– se pronunciaron al respecto, como es el caso de Robert Thirsk, del siguiente modo: "*Después de varios días a bordo de una nave espacial, la sensibilidad al olfato disminuye. Esto no es algo malo ya que la ISS es un espacio habitable cerrado y puede comenzar a oler rancio como un gimnasio. (¡Los tripulantes recién llegados informan esto!)*".

En este sentido, los futuros hábitats deberán responder a las necesidades habitacionales de la tripulación durante largas estancias. De hecho, la primera opción elegida, tanto para misiones a la Luna como a Marte, es la de "More than 90 days". Estas largas estadías en el interior del hábitat, requieren la posibilidad de tener en su interior espacios verdes –con plantas, productoras de oxígeno– no utilizados únicamente para la producción de alimentos, sino siendo también destinados al esparcimiento y la relajación, puesto que un 96.43% (Figura 102) de la población encuestada se muestra motivada ante esta cuestión. A este respecto, a su vez, añadieron comentarios varios astronautas como es el caso de Dorothy Metcalf-Lindenburger: "*Tenemos investigaciones que muestran cuán importantes son las plantas para los humanos por las razones mencionadas anteriormente*"; o James Dutton: "*Puedo ver valor en esto para la moral de la tripulación en una misión de superficie de larga duración*"; junto a los comentarios de José M. Hernández: "*Creo que el jardín puede servir como un doble propósito, producción de alimentos y área para relajarse*"; y Carl J. Meade: "*Producir alimentos es relajante*", entre otros.

En concordancia con lo anterior, respecto a la necesidad o anhelo de encontrase acompañado por especies del reino vegetal, es interesante comprobar que los astronautas encuestados –con un porcentaje 35.71% (Figura 103) del total– estaría dispuesto a disponer de la compañía de algún ser del reino animal que mejorase su estancia en confinamiento; un reto que hace replantearse, también, el diseño específico de los futuros hábitats. Añadimos la reflexión vertida en el cuestionario del astronauta Gregory C. Johnson: "*facilitaría la adaptación tener una mascota familiar*".

En definitiva, los hábitats proyectados para estancias de más de 90 días, deberán ser capaces de favorecer el contacto social con los compañeros y a la vez ser capaces de proporcionar espacios de aislamiento personal, así como ser capaces de dotar iluminación lo más natural posible al interior, e incluso proporcionar vistas, y mitigar lo máximo los ruidos y malos olores, además de contar con espacios destinados al cultivo de plantas y, tal vez, con la posibilidad de poder albergar pequeñas mascotas en su interior…

7 CONCLUSIONES

"Hacer más humana la arquitectura significa hacer mejor arquitectura y conseguir un funcionalismo mucho más amplio que el puramente técnico."

(Alvar Aalto, *The Technology Review*, noviembre de 1940)

CONTENIDO

7.1 CONCLUSIONES FINALES

7.2 FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

7.1 CONCLUSIONES FINALES

La tipología de hábitat planetario que responda a las necesidades biológicas y psicológicas del ser humano bajo un entorno extremo, diferente al terrestre, debe caracterizarse por la incorporación de aquellos parámetros relativos a la seguridad y confort con los que debe contar el astronauta, o usuario del recinto, durante su misión y estadía en el espacio. Tanto sus materiales, como las instalaciones que albergue, su sistema constructivo y su emplazamiento, deben responder a las características ambientales y gravitatorias del cuerpo celeste sobre el que se asiente, tales como la presión atmosférica, la contaminación, la temperatura exterior, la gravedad, el tipo de regolito existente, los accidentes geográficos (elevación, pendiente, orientación, estratificación, formación rocosa y tipo de suelo), la luz y la proximidad a los lugares considerados de interés, además del paisaje y posibles organismos vivos existentes.

De igual modo, la conformación interior del hábitat, debe conllevar la implementación de un tipo de espacios que reúnan las condiciones óptimas para contribuir al menor deterioro físico y mental de los astronautas, logrando proporcionarles las herramientas necesarias para aumentar su rendimiento en el trabajo y preservar o economizar recursos.

Parámetros como la optimización del sistema del soporte vital, la inserción de materiales de protección –frente a la radiación solar y galáctica, el ambiente exterior y la infección–, la higiene, la iluminación y temperatura interior, la acústica, el color, el olor, las proporciones del recinto y sus estancias, la ergonomía en el medio, la intimidad, el descanso, la sensación de hogar, el ejercicio físico, la convivencia, las relaciones sociales y la recreación, contribuyen a generar áreas tanto de uso individual, como colectivo, con cualidades particulares capaces de disminuir el nivel de ansiedad y estrés del astronauta, además de paliar los problemas de descalcificación o pérdida de masa ósea y patologías relacionadas con los cálculos de riñón, al igual que aquellas cardiacas o musculares –bajo determinadas condiciones anómalas de microgravedad– y los daños físicos causados por la radiación cósmica, tales como, los cerebrales, cancerígenos, tensión ocular, problemas en vasos sanguíneos, en tímpanos, habla o movimiento, mutaciones somáticas o cambios en el ADN y efectos de largos vuelos.

En consonancia con lo anterior, un hábitat pensado para el astronauta, teniendo en consideración el tipo de misiones a las que suele ser sometido y las exigencias que aquellas conllevan, cuenta con la capacidad de inducirle a nuevos hábitos que, junto a su rutina diaria, les ayuda a implementar técnicas de gestión del tiempo y productividad, superiores a las que se alcanzan al interior de la nave, o vehículo espacial, en órbita. Paralelamente, debe conformarse de modo que aborde recintos desde los que poder analizar, aprender y transmitir respuestas. Debe facilitar al astronauta conectar con la sociedad para proveerle de los nuevos resultados de investigación que surjan, incluyendo los relativos a la posible habitabilidad al interior del propio recinto, con las aportaciones tecnológicas intrínsecas a dicho proceso. Esto favorece la transmisión de su evolución en el campo del conocimiento, ampliando nuestras probabilidades de supervivencia tanto en el entorno terrestre, como en el extraterrestre.

Por otro lado, en base al análisis y estudios sobre las necesidades y experiencias tanto de la población de astronautas, como de pacientes de larga estancia en centros hospitalarios, así como a las resultados y conclusiones de múltiples especialistas en el ámbito científico-técnico y sanitario, puede afirmarse que, proyectar y, a continuación, materializar un espacio que permita aliviar síntomas de afecciones físicas, e incluso favorecer psíquica y psicológicamente al usuario de un recinto aislado en el que el mismo se encuentre recluido durante largos períodos de tiempo –sin contacto directo con un ambiente exterior respirable–, requiere de la inserción de elementos naturales. La naturaleza y su regulación, ya sea por medio de la siembra de organismos vegetales, o la incorporación de

plantas, al igual que las vistas a la naturaleza –reales o ficticias– e incluso, si es posible, obras de arte u objetos personales, junto a la incorporación de elementos del tipo lucernarios que permitan la interacción con el medio exterior, no deben pasar desapercibidos a la hora de proyectar el recinto. De esta manera, la apreciación de una estadía prolongada en el espacio al interior de un recinto habitable e inmóvil, se aproxima a la percepción que el usuario del mismo pueda tener de su hogar terrestre, alejado de la visión fría y deshumanizada correspondiente a la "burbuja habitacional" con la que deben lidiar durante los viajes de ida y vuelta a la Tierra, o durante el tiempo de flotación en el espacio, durante la prospección.

En función de la configuración constructiva del hábitat y del detalle de su envolvente para contraponer la presión generada en su interior por falta de gravedad externa, puede determinarse su eficiencia respecto a la mayor seguridad y bienestar del astronauta, como marco de apoyo o restricción frente a las cualidades buscadas según el planeta o cuerpo celeste en el que vaya a establecerse. Tal consideración, permite establecer las condiciones de aislamiento interior, integración o disociación del espacio, con el fin de crear un ambiente resistente y amable al interior del "recipiente" de protección.

La masa equivalente al volumen de un hábitat planetario artificial, las dimensiones y geometría de sus elementos constructivos –junto al tipo de ensamblaje, y posible prefabricación–, y la reutilización de partes del vehículo espacial en el que se transporte, facilita una rápida construcción y un menor peso, lo que conlleva a un menor gasto energético y económico para su ejecución. Este tipo de hábitat artificial, a su vez, puede complementar a las formaciones denominadas tubos de lava, como refugio de los miembros de una tripulación espacial en las superficies lunar y marciana.

El hecho de contar con formaciones volcánicas sin actividad, como las documentadas en la Luna, Marte y Venus, que cuentan con múltiples redes de ramales multidimensionales, a distintos niveles, e interconexiones, permite su uso como cuevas subterráneas que confieren protección natural frente a la radiación, dada su configuración con materiales indígenos. El acondicionamiento de estas estructuras naturales, como aproximación a la arquitectura vernácula, no solo aporta mayor respeto por el medio, sino que facilita el asentamiento, dado su carácter de armazón preexistente para la constitución de un habitáculo de mayores o menores dimensiones, y la presencia de basalto en su composición; unas pocas micras de esta roca volcánica, en unión con las soluciones técnicas y constructivas estudiadas, proporciona el carácter de protección requerido en su interior.

Es imprescindible la consideración del binomio arquitectura y geología para la resolución de amplias cuestiones relativas a las condiciones idóneas de habitabilidad, consiguiendo este satisfacer las necesidades humanas en un entorno hostil.

Por último, el uso ordenado de los recursos planetarios, conlleva la necesidad de una regulación para su extracción de manera lo menos abrupta posible, con el fin de evitar el deterioro del cuerpo celeste del que se extraigan, junto a la mitigación de riesgos naturales y antrópicos, en el lugar.

La implantación de un marco normativo que clasifique, y valore, la puesta en marcha de mecanismos que incorporen el principio de precaución frente a la implantación y desarrollo de las construcciones planetarias, junto a la posible transformación de la estructura física, e incluso fisicoquímica, y paisaje, existentes en otros cuerpos plantarios, permitiría impulsar procesos de mejora de la sostenibilidad del desarrollo relacionados con un método de ejecución, y extracción de materiales, que respete el medio, dada la oportunidad que brinda al ser humano como posible nuevo mundo, diferente a la Tierra, a habitar.

7.2 FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

El estudio llevado a cabo permite determinar una amplia base de cuestiones sobre la iniciación de futuras líneas de investigación interdisciplinares, con el fin de expandir los límites de la arquitectura convencional hacia nuevos horizontes interplanetarios.

En busca de clasificar diferentes vías de exploración sobre las que desarrollar nuevos análisis en el campo de la arquitectura planetaria se exponen, a continuación, siete áreas en las que las mismas quedan enmarcadas, en base a la propuesta presentada por medio de esta investigación:

- Salud y Bienestar.
- Industria, Innovación e Infraestructura.
- Materiales y Tecnología de la Construcción.
- Desarrollo Urbanístico Planetario.
- Energía y Sostenibilidad.
- Normativa y Legislación.
- Geoética y Astrobioética.

En relación con las líneas de investigación enmarcadas por el ámbito de **Salud y Bienestar**, se considera el desarrollo de los siguientes estudios:

- Estudios sobre el reacondicionamiento de los recintos cerrados bajo condiciones de baja o nula gravedad, de manera ergonómica y funcional, contando con las restricciones que acompañan al confinamiento.

- Explorar nueva metodología para la integración de sistemas de soporte vital para astronautas en el proyecto arquitectónico, para entornos planetarios diversos, en busca de garantizar la salud y seguridad de los ocupantes a largo plazo,

- Indagar sobre los sistemas de purificación y renovación del aire viciado al interior de los hábitats planetarios extraterrestres, y obtención de oxígeno por medio de procesos inducidos de fotosíntesis artificial por medio del uso de la nanotecnología para capturar luz, capturar dióxido de carbono, y romper la molécula de agua generando hidrógeno y oxígeno, en busca de la generación de nuevas herramientas de confort ambiental, y sistemas de soporte vital, para la supervivencia y mejora en la salud y bienestar en recintos completamente aislados del exterior.

- Análisis del mobiliario apto para su incorporación en el hábitat planetario teniendo en consideración su ergonomía, y su integración, en el ámbito planetario específico.

- Investigación sobre el empleo de los modelos de mecánica de fluidos al interior de posibles recintos herméticos, bajo las condiciones de presión y temperatura terrestres, en emplazamientos con baja o nula gravedad, con el fin de determinar la velocidad del aire interior, los caudales y condiciones de ventilación artificial forzada, junto al control de la temperatura de radiación en las superficies de la envolvente del conjunto.

En relación con las líneas de investigación enmarcadas por el ámbito de **Industria, Innovación e Infraestructura**, se considera el desarrollo de los siguientes estudios:

- Estudio de métodos capaces de cuantificar la mejoría de los individuos que, con dolencias a causa de enfermedad, deban permanecer al interior de recintos cerrados durante largos

períodos de tiempo, en función de las instalaciones y el entorno del conjunto interior del recinto habitacional.

- Investigación sobre el desarrollo de la tecnología capaz de llevar a cabo la extracción y transporte de materiales de un entorno planetario diferente al terrestre, con el menor impacto ambiental y gasto energético posible.

- Exploración de nuevas técnicas de montaje de estructuras y envolvente constructiva, avanzadas, considerando la dificultad de movimiento del astronauta.

- Determinación de métodos de mapeo, ya sea portátil o por medio de vehículos robóticos denominados rovers, para la realización de levantamientos de planos arquitectónicos de los tubos de lava existentes en otros planetas, junto a la recopilación de sus datos geométricos, incluso, sin señal satelital, y obtención de la documentación gráfica necesaria para su estudio, comprensión y clasificación.

- Identificación y desarrollo de nuevos materiales, y estructuras orgánicas e inorgánicas, capaces de resistir condiciones extremas como la radiación cósmica, cambios climáticos repentinos, impacto de meteoritos y eventos sísmicos en entornos planetarios hostiles, que sirvan como escudo de protección frente a la adversidad en materia de fenómenos planetarios.

- Estudio del entorno planetario extraterrestre para la consecución de diseño de recintos bioinspirados en su propia naturaleza, capaces de adaptarse a entornos alienígenas, promoviendo la biodiversidad en otros planetas.

- Ensayos sobre métodos de análisis propicios en cuanto a la localización de los emplazamientos más idóneos para la implantación de hábitats planetarios, en función del tipo de recursos existentes en los posibles cuerpos celestes a habitar y las necesidades de cada misión espacial específica.

En relación con las líneas de investigación enmarcadas por el ámbito de **Materiales y Tecnología de la Construcción**, se considera el desarrollo de los siguientes estudios:

- Investigación sobre el uso de tecnologías de impresión 3D y fabricación aditiva con el fin de construir estructuras arquitectónicas en entornos extraterrestres utilizando materiales locales, para reducir la dependencia de suministros terrestres y peso de la aeronave, contribuyendo así, al control del gasto de combustible, y económico, por misión espacial.

- Exploración de nuevas tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial, la realidad aumentada, la robótica y la nanotecnología para la construcción de estructuras planetarias, bajo condiciones ambientales adversas, distintas a las terrestres.

- Identificación y desarrollo de nuevos materiales, y estructuras orgánicas e inorgánicas, capaces de resistir condiciones extremas como la radiación cósmica, cambios climáticos repentinos, impacto de meteoritos y eventos sísmicos en entornos planetarios hostiles, que sirvan como escudo de protección frente a la adversidad en materia de fenómenos planetarios.

- Estudio sobre el uso de materiales regenerativos que puedan repararse a sí mismos en caso de daños externos o degradación.

- Estudio sobre el uso de materiales reciclables y reutilizados en los vehículos espaciales, e incluso en las nuevas construcciones planetarias, reduciendo así la generación de residuos y necesidad de abastecimiento de suministros externos.

- Prospección de materiales con inspiración en la naturaleza que presenten propiedades como la resiliencia –frente a la deformación permanente–, la resistencia, la flexibilidad, la estética e incluso la capacidad de camuflaje con su entorno inmediato, adaptándose a las condiciones ambientales que le sobrevengan.

En relación con las líneas de investigación enmarcadas por el ámbito de **Desarrollo Urbanístico Planetario**, se considera el desarrollo de los siguientes estudios:

- Investigación en el diseño de asentamientos urbanos planetarios, en un entorno extraterrestre hostil para el ser humano, y ambientalmente sostenibles, con la capacidad de resistir desafíos ambientales y situaciones extremas.

- Estudio de sistemas de zonificación urbana adaptados a las condiciones únicas de otros planetas, considerando factores como la geología, topografía y recursos naturales disponibles para garantizar un desarrollo urbano sostenible

- Estudios en materia de sistemas de transporte y movilidad urbana, capaces de crear una red de conexión entre las diferentes tipologías de recintos habitacionales e infraestructuras planetarias a desarrollar, de manera segura, eficiente y sostenible, considerando sus niveles de emplazamiento. Todo ello en función del entorno planetario y los volúmenes habitables a plantear, considerando la gravedad, la topografía y las condiciones atmosféricas locales.

- Análisis de la tipología de espacio público conveniente para la interacción social y cohesión comunitaria en entornos extraterrestres, así como la inserción de espacios verdes e infraestructuras comunes esenciales para el bienestar de las personas, como estrategia de planificación urbana extraterrestre.

- Indagación del desarrollo de métodos para la integración sistémica de metodologías y técnicas de adquisición, análisis, procesamiento, almacenamiento, presentación y distribución de información geográficamente referenciada, del tipo la geomática.

En relación con las líneas de investigación enmarcadas por el ámbito de **Energía y Sostenibilidad**, se considera el desarrollo de los siguientes estudios:

- Desarrollo de la tecnología capaz de extraer materiales de un entorno planetario diferente al terrestre, maximizando la eficiencia energética y la sostenibilidad planetaria, sea cual sea el entorno a habitar.

- Estudio de diseño para la puesta en marcha de infraestructuras sostenibles y de funcionamiento autónomo, con la posibilidad de autoproducir su propia energía, agua y alimentos por medio del máximo aprovechamiento de los recursos existentes en el cuerpo celeste en el que asentarse, y minimizando el impacto o huella ambiental en el mismo.

- Investigación sobre el almacenamiento energético por medio del uso de baterías, u otras, con el fin de garantizar su continuo suministro –de manera estable–, tanto en los ciclos diurnos como en los nocturnos.

- Consecución de proyectos para la gestión inteligente de la energía, en busca de la optimización y la distribución energética, con la consecuente disminución de los costos operativos.

- Búsqueda de estrategias para la reducción del consumo energético de los hábitats e infraestructuras planetarias a desarrollar, así como minimización de la emisión de residuos perjudiciales para el entorno planetario sobre el que se asiente el hábitat.

- Incorporación de mecanismos de reciclaje de agua, nutrientes y materiales, alcanzando el nulo desperdicio.

- Análisis del diseño bioclimático en hábitats herméticos, considerando la aportación interior de agua, oxígeno, el tipo de luz junto a la regulación y control lumínicos, la eliminación de residuos ambientales, e incluso la generación de alimentos propios.

En relación con las líneas de investigación enmarcadas por el ámbito de **Normativa y Legislación**, se considera el desarrollo de los siguientes estudios:

- Establecimiento de nuevas ECSS, siendo estas un conjunto de normas aplicables al desarrollo de proyectos espaciales europeos –en busca de la Normalización Espacial–, con el fin de proyectar hábitats apropiados para la consecución de su construcción, puesta en funcionamiento y uso, en otros cuerpos celestes; la "nueva disciplina planetaria", requiere de un reglamento técnico en base a, entre otras, el estudio y constitución de múltiples normas relacionadas con la arquitectura e ingeniería, adaptadas a las condiciones de otros emplazamientos de ámbito planetario o espacial, extraterrestres, que deben tenerse en especial consideración para el desarrollo de los hábitats objeto de la presente tesis doctoral.

- Estudios sobre la creación de normativas específicas para la exploración y colonización del espacio exterior, abordando aspectos como la propiedad de los recursos, la responsabilidad por los residuos espaciales y la protección del medio ambiente extraterrestre.

- Desarrollo de normativas que garanticen la seguridad y salud de los trabajadores y residentes en entornos planetarios hostiles, estableciendo protocolos para prevenir riesgos laborales y emergencias médicas, así como riesgos de ataque militar o extra militar.

- Investigación sobre la protección y conservación del patrimonio cultural espacial, incluyendo artefactos históricos, nuevas estructuras arquitectónicas y lugares de importancia geológica, biológica y ambiental en otros planetas.

- Estudio de acuerdos internacionales y tratados, dentro del marco de cooperación internacional, que regulen la colaboración entre diferentes naciones en proyectos de exploración espacial y colonización planetaria, promoviendo la relación pacífica y el intercambio científico-técnico.

En relación con las líneas de investigación enmarcadas por el ámbito de **Geoética y Astrobioética**, se considera el desarrollo de los siguientes estudios:

- Análisis sobre la distribución equitativa de recursos extraterrestres extraídos de otros planetas, así como oportunidades y beneficios de los asentamientos planetarios, asegurando que toda nación obtenga beneficios y, sus ocupantes, acceso a condiciones de vida dignas y oportunidades de desarrollo dado el avance en materia de exploración y asentamiento, extraterrestres, pretendido.

- Estudio de los principios éticos que guían la relación entre los

seres humanos y los entornos naturales extraterrestres, promoviendo prácticas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

- Exploración de la diversidad cultural en entornos planetarios hostiles e indagación en la utilización de métodos para la promoción del respeto, la inclusión y la convivencia pacífica entre diferentes grupos étnicos, culturales y lingüísticos para la consecución de misiones espaciales prolongadas en el tiempo.

- Estudio de la responsabilidad ética de preservar los recursos naturales y posibles nuevos avances científico-tecnológicos, educacionales y culturales, tales como los nuevos modos de vida y costumbres para las generaciones futuras en otros planetas, garantizando un legado sostenible y equitativo para las próximas generaciones.

- Investigación sobre cuestiones éticas relacionadas con la exploración y colonización de otros planetas, como la protección de posibles formas de vida extraterrestre, la bioseguridad y la prevención de contaminación biológica.

El hábitat planetario será capaz de dar cobijo al astronauta, de manera independiente o como estructura adjunta, e incluso integrada, a las formaciones de lava existentes en otros cuerpos celestes, extraterrestres. Al fin y al cabo, la historia de la arquitectura y de las civilizaciones nos abre los ojos frente al hecho de establecer una colonia humana bajo estancias compuestas por formaciones naturales del tipo cuevas subterráneas, más o menos profundas, puesto que ya se nos ha transmitido la idea de poder vivir en un recinto diferente a un módulo o vivienda al uso, de la mejor manera. Expresado en palabras de un gran novelista, poeta, filólogo lingüista y profesor universitario británico, como fue J. R. R. Tolkien, en relación a los que llegaron a ser sus personajes más entrañables y reconocidos, los hobbits, que de atención necesitaban por su escasa estatura y necesidad de protección, y así, de agujeros en el suelo les dotó, pero:

No un agujero húmedo, sucio, repugnante, con restos de gusanos y olor a fango, ni tampoco un agujero seco, desnudo y arenoso, sin nada en que sentarse o que comer: era un agujero-hobbit, y eso significa comodidad.

(Tolkien, JRR, *El Hobbit*; Ed. Minotauro: Barcelona, España, 1987)

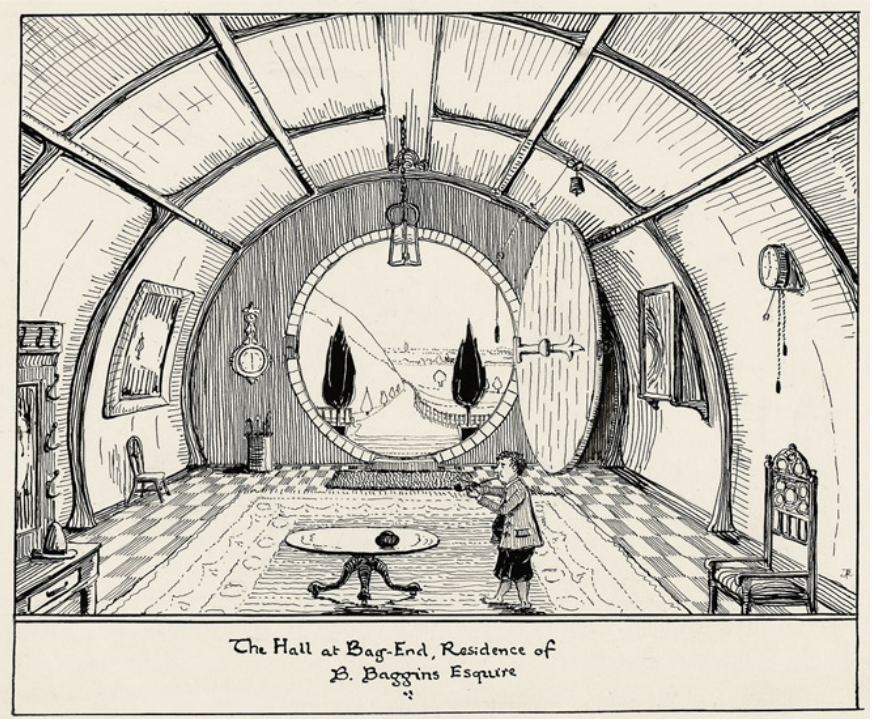


Figura 106. La estancia de Bolsón cerrado, residencia del señor Bilbo Bolsón. Biblioteca Bodleian, Universidad de Oxford, de su fondo *Ms Tolkien Drawings.*

FUENTES DE INFORMACIÓN

Bibliografía

Notas

Websites

Testimonios en primera persona

Bibliografía

- **AALTO FOUNDATION**, 2005-2009, *Paimion Parantola, 1928-1933*. ALVARAALTO.FI.

- **AALTO, ALVAR**, *La humanización de la Arquitectura*. Cuadernos ínfimos 81; serie de Arquitectura y Diseño dirigida por Xavier Sust, Vol. 9. Tusquets Editor, Barcelona, Feb. 1978.

- **AALTO, ALVAR**, Revista Arkkitehti nº 6/7, 1956.

- **ACTA FUTURA**, Issue 10 (2016). *Space Architecture.* Advanced Concepts European Space Agency (ESA) Team European Space Technology Center (ESTEC), 2201 AZ, Noordwijk, The Netherlands, 2016.

- **AGUILAR RICO, M., & BLANCA GIMÉNEZ, V.** (1995). *Iluminación y color*. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA. ISBN 84-7721-354-2. Deposito Legal: V-5073-1995.

- **AGUILAR, OMAR**, *El habitus y la producción de disposiciones*. Miríada: Investigación en Ciencias Sociales, ISSN 1851-9431, ISSN-e 2250-4621, Vol. 9, Nº. 13, 2017, págs. 271-289.

- **AKISHEVA, Y., & GOURINAT, Y.** (2021). *Utilisation of Moon Regolith for Radiation Protection and Thermal Insulation in Permanent Lunar Habitats.* APPLIED SCIENCES-BASEL, *11*(9), 3853. https://doi.org/10.3390/app11093853

- **ALDRIN, BUZZ**; **JONES, RON**; **DAVIS, HU**; **TALAY, TED**; **THANGAVELU, MADHU**; **REPIC, ED**, *Evolutionary Space Transportation Plan for Mars Cycling Concepts*, NASA Report, 15 December 2001: http://buzzaldrin.com/files/pdf/2001.12.15.REPORT_FOR_NASA·JPL.Evolutionary_Space_Transportation_Plan_for_Mars_Cycling_Concepts.pdf.

- **ALEXANDER, S., & BANNOVA, O.** (2021). *University based interdisciplinary space lab: Designing for astronaut health and wellbeing*. ACTA ASTRONAUTICA, *186*, 382-395. https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2021.05.043

- **ALLENDE, M., KIREMIDJIAN, A. S., LEPECH, M. D., & LOFTUS, D. J.** (2021). *Performance-Based Engineering Framework to Quantify Micrometeoroid Damage to Lunar Surface Structures*. JOURNAL OF AEROSPACE ENGINEERING, *34*(5), 04021055. https://doi.org/10.1061/(ASCE)AS.1943-5525.0001300

- **ARCHITECTURAL DESIGN**; November / December 2014. *Space Architecture; The New Frontier for Design Research.* AD, 06/2014.

- **ARMSTRONG, R.** (2014). *Space is an Ecology for Living In*. Architectural Design, 84(6), 128-133. https://doi.org/10.1002/ad.1844

- **ARMSTRONG, R.** (2017). *Architecture and space exploration*. En R. Armstrong (Ed.), *Star Ark: A Living, Self-Sustaining Spaceship* (pp. 21-44). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-31042-8_2

- **ATCHISON, C., & MARTINEZ-FRIAS, J.** (2012). *Inclusive geoscience instruction.* Nature Geoscience, *5*(6), 366-366. https://doi.org/10.1038/ngeo1487

- **AZCÓN-BIETO, J. Y TALON, M.** (2ed.) (2008): *Fundamentos de Fisiología Vegetal.* Interamericana-McGraw-Hill, Madrid.

- **AZUA, F.** (2002), *Diccionario de las Artes*, Colección Argumentos, Ed. Anagrama. 2ª Edición. 307p.

- **BAKER, DAVID**, *International Space Station 1998-2011 (all stages).* Haynes Publishing, Sparkford, Yeovil, UK, 2012.

- **BLAMONT, J.** (2014). *A roadmap to cave dwelling on the Moon and Mars*. ADVANCES IN SPACE RESEARCH, 54(10), 2140-2149. https://doi.org/10.1016/j.asr.2014.08.019

- **BLÁNQUEZ, A.** (2005) (Traductor), *Vitruvio, Marco Lucio, Los diez libros de arquitectura*. Obras Maestras. Barcelona. Edit. LINKGUA.

- **BONNEVILLE, R.** (2018). *A truly international lunar base as the next logical step for human spaceflight*. ADVANCES IN SPACE RESEARCH, *61*(12), 2983-2988. https://doi.org/10.1016/j.asr.2018.03.035

- **CAMPA, R., SZOCIK, K., & BRADDOCK, M.** (2019). *Why space colonization will be fully automated*. TECHNOLOGICAL FORECASTING AND SOCIAL CHANGE, 143, 162-171. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.03.021

- **CAPITEL, ANTÓN**, *Alvar Aalto. Proyecto y Método*. Ediciones Akal, S.A., 1999.

- **CASINI, A. E. M., MAGGIORE, P., VIOLA, N., BASSO, V., FERRINO, M., HOFFMAN, J. A., & COWLEY, A.** (2018). *Analysis of a Moon outpost for Mars enabling technologies through a Virtual Reality environment*. ACTA ASTRONAUTICA, 143, 353-361. https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2017.11.023

- **CHANG, D. D., STORCH, E. A., BLACK, L., BERK, M., PELLIS, N., LAVRETSKY, H., SUTTON, J., TERNES, K., SHEPANEK, M., SMITH, E., ABBOTT, R., & EYRE, H. A.** (2020). *Promoting Tech Transfer Between Space and Global Mental Health*. AEROSPACE MEDICINE AND HUMAN PERFORMANCE, *91*(9), 737-745. https://doi.org/10.3357/AMHP.5589.2020

- **CHEN, M., GOYAL, R., MAJJI, M., & SKELTON, R. E.** (2020). *Design and analysis of a growable artificial gravity space habitat.* AEROSPACE SCIENCE AND TECHNOLOGY, *106*, 106147. https://doi.org/10.1016/j.ast.2020.106147

- **CHEN, M., GOYAL, R., MAJJI, M., & SKELTON, R. E.** (2021). *Review of space habitat designs for long term space explorations*. PROGRESS IN AEROSPACE SCIENCES, *122*, 100692. https://doi.org/10.1016/j.paerosci.2020.100692

- **CHRISTENSEN, C.** (2015). *An Overnight Habitat for Expanding Lunar Surface Exploration* (vol 112, pg 158, 2015). ACTA ASTRONAUTICA, 112, VII-VII. https://doi.org/10.1016/S0094-5765(15)00203-9

- **CIFUENTES, CLAUDIO CANALES**, *Arquitectura Hospitalaria. Hospitales de Niños en Santiago: "de la humanización del hospital pediátrico, a la arquitectura sanatoria"*. Revista Electrónica DU&P. Diseño Urbano y Paisaje Volumen V N°13. Centro de Estudios Arquitectónicos, Urbanísticos y del Paisaje. Universidad Central de Chile, Santiago (Chile), Abril 2008.

- **COHEN, MARC**, *Selected Precepts in Lunar Architecture*, Proceedings of the 53rd IAS World Space Congress (Houston, TX), 2002, International Astronautical Federation (Paris), 2002.

- **COLOMINA, BEATRIZ**, *The Medical Body in Modern Architecture*. Editora Cynthia C. Davidson. Cambridge; MIT Press, 1997.

- **DAYAL, V.** (2014). *Conceptual Design of Pressurized Shelters on the Lunar Surface*. JOURNAL OF AEROSPACE ENGINEERING, 27(1), 33-39. https://doi.org/10.1061/(ASCE)AS.1943-5525.0000257

- **DE LA TORRE NOETZEL, R., ORTEGA GARCÍA, M. V., MILLER, A. Z., BASSY, O., GRANJA, CARMEN, CUBERO, B., JORDÃO, L., MARTÍNEZ-FRÍAS, J., RABBOW, E., BACKHAUS, T., OTT, S., GARCÍA SANCHO, L., & DE VERA, J.-P. P.** (2020). *Lichen Vitality After a Space Flight on Board the EXPOSE-R2 Facility Outside the International Space Station: Results of the Biology and Mars Experiment*. Astrobiology, *20*(5), 583-600. https://doi.org/10.1089/ast.2018.1959

- **DE VERA, J.-P., ALAWI, M., BACKHAUS, T., BAQUÉ, M., BILLI, D., BÖTTGER, U., BERGER, T., BOHMEIER, M., COCKELL, C., DEMETS, R., DE LA TORRE NOETZEL, R., EDWARDS, H., ELSAESSER, A., FAGLIARONE, C., FIEDLER, A., FOING, B., FOUCHER, F., FRITZ, J., HANKE, F., …MARTÍNEZ-FRÍAS, J., …ZUCCONI, L.** (2019). *Limits of Life and the Habitability of Mars: The ESA Space Experiment BIOMEX on the ISS*. Astrobiology, *19*(2), 145-157. https://doi.org/10.1089/ast.2018.1897

- **DOMÍNGUEZ, LUIS ÁNGEL**, *Alvar Aalto. Una Arquitectura Dialógica*. ARQUITECTONICS. MIND, LAND &SOCIETY. Ediciones Universidad Politécnica de Cataluña, S.I.

- **DOUGLAS A. VAKOCH.** *Psychology of Space Exploration: Contemporary Research in Historical Perspective.* National Aeronautics and Space Administration, Government Printing Office, 6 de julio de 2011. ISBN 978-0-16-088358-3.

- **DRONADULA, R., & BENAROYA, H.** (2021). *Hybrid lunar inflatable structure*. ACTA ASTRONAUTICA, *179*, 42-55. https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2020.10.039

- **DUKE, MICHAEL B.** (ed), *Workshop on Using In Situ Resources for Construction of Planetary Outposts*, NASA Technical Report, 1998: http://ntrs.nasa.gov/search.jsp?R=19990026739

- **EDWARDS, S. J., HETTERICH, R. J., TRENT, D. J., & THOMAS, H. D.** (2021). *Towards a Common Basis of Comparison Across a Broad Trade Space of Mars Architecture Options*. 2021 IEEE AEROSPACE CONFERENCE (AEROCONF 2021). IEEE Aerospace Conference (AeroConf), New York. https://doi.org/10.1109/AERO50100.2021.9438462

- **EID-MACHEH-SÁNCHEZ, Y.**, *El Hospital: Arquitectura Sanitaria como Instrumento Terapéutico.* DEA 2012. Departamento de Proyectos Arquitectónicos, UPV.

- **EID-MACHEH-SÁNCHEZ, Y., GARCÍA-VALVERDE, J., & MARTINEZ-FRÍAS, J.** (2022). *Materiales naturales y artificiales para el diseño de una infraestructura lunar y marciana: arquitectura y habitabilidad.* Contenidos IV Congreso Espacial, Edicion 2022. Instituto de la Ingeniería de España, IIE. Recuperado 28 de junio de 2024, de https://www.eiecongress.com/copia-de-contenidos-iii-edicion-2020

- **EID-MACHEH-SÁNCHEZ, Y., GARCÍA-VALVERDE, J., & MARTINEZ-FRÍAS, J.** (2022). *Geología y arquitectura planetaria: génesis de un binomio.* Contenidos IV Congreso Espacial, Edicion 2022. Instituto de la Ingeniería de España, IIE. Recuperado 28 de junio de 2024, de https://www.eiecongress.com/copia-de-contenidos-iii-edicion-2020

- **EID-MACHEH-SÁNCHEZ, Y., GARCÍA-VALVERDE, J., & MARTINEZ-FRÍAS, J.** (2023). *Architectural contribution to planetary habitability.* EANA 2024 Conference. Recuperado 28 de junio de 2024, de http://www.eana-net.eu/index.php?page=conferences/EANAconf

- **EID-MACHEH-SÁNCHEZ, Y., GARCÍA-VALVERDE, J.**, *Geological Astroikos.* MDPI. Proceedings 2018, 2, 566. https://doi.org/10.3390/IECG_2018-05335

- **EID-MACHEH-SÁNCHEZ, Y., MARTÍNEZ-FRÍAS, J., GARCÍA-VALVERDE, J., BLANCA-GIMÉNEZ, V.** (2022). *Geología y Arquitectura Planetaria: análisis bibliográfico y situación actual.* Tierra y Tecnología, 59. https://dx.doi.org/10.21028/yes.2022.02.23

- **EID-MACHEH-SÁNCHEZ, Y., MARTÍNEZ-FRÍAS, J., GARCÍA-VALVERDE, J., BLANCA-GIMÉNEZ, V.**, *Proyecto FOCARIS, habitar la Luna. Informes de la Construcción*, Vol. 75. 569, e487, enero-marzo 2023. ISSN-L: 0020-0883. https://doi.org/10.3989/ic.93103

- **EKBLAW, A., & PARADISO, J.** (2019). *Self-Assembling Space Habitats: TESSERAE design and mission architecture*. 2019 IEEE AEROSPACE CONFERENCE. IEEE Aerospace Conference, New York. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000481648203068

- **EVANS, M. E., & GRAHAM, L. D.** (2020). *A Flexible Lunar Architecture for Exploration (FLARE) supporting NASA's Artemis Program*. ACTA ASTRONAUTICA, *177*, 351-372. https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2020.07.032

- **FERNÁNDEZ, S. DEL C., ALBERQUILLA, F., FERNÁNDEZ, J. M., DÍEZ, E., RODRÍGUEZ, J., MUÑIZ, R., CALLEJA, J. F., DE COS, F. J., & MARTÍNEZ-FRÍAS, J.** (2024). *Lunar Surface Resource Exploration: Tracing Lithium, 7 Li and Black Ice Using Spectral Libraries and Apollo Mission Samples*. Remote Sensing, *16*(7), Article 7. https://doi.org/10.3390/rs16071306

- **FLEIG, KARL**, *Alvar Aalto.* Edition Girsberger, 1963.

- **FOUCAULT, M.**, Incorporación del Hospital a la tecnología Moderna. Segundas Jornadas de Atención Primaria de la Salud, 1988, 30/04 al 7/05, Buenos Aires, pp. 519-529.

- **FOUCHER, F., HICKMAN-LEWIS, K., HUTZLER, A., JOY, K.H., BRIDGES, J.C., WOZNIAKIEWICZ, P., MARTÍNEZ-FRÍAS, J., DEBAILLE, V., ZOLENSKY, M., YANO, H., BOST, N., FERRIÈRE, L., LEE, M., MICHALSKI, J., SCHROEVEN-DECEUNINCK, H., KMINEK, G., VISO, M., RUSSELL, S., SMITH, C., … WESTALL, F.** (2021). *Definition and use of functional analogues in planetary exploration*. Planetary and Space Science, *197*, 105162. https://doi.org/10.1016/j.pss.2021.105162

- **FRAMPTON, KENNETB**, *Le Corbusier. El final de un mundo: liberación. Las últimas obras (1956-1965).* Ed. Akal Arquitectura.

- **FROSS, K., & BIELAK-ZASADZKA, M.** (2019). *Space Architecture. En J. Charytonowicz & C. Falcao (Eds.)*, ADVANCES IN HUMAN FACTORS, SUSTAINABLE URBAN PLANNING AND INFRASTRUCTURE (Vol. 788, pp. 342-353). Springer International Publishing Ag. https://doi.org/10.1007/978-3-319-94199-8_33

- **FULLER, R.B.** *Operating Manual for Spaceship Earth*; Artículos de la Universidad del Sur de Illinois: Carbondale, IL, USA, 1969; ISBN 080932461X.

- **FULLER, R.B., APPLEWHITE, E.J.**, *Synergetics*; Macmillan: Nueva York, NY, USA, 1975; ISBN 002541870X.

- **FURUKAWA, S., NAGAMATSU, A., NENOI, M., FUJIMORI, A., KAKINUMA, S., KATSUBE, T., WANG, B., TSURUOKA, C., SHIRAI, T., NAKAMURA, A. J., SAKAUE-SAWANO, A., MIYAWAKI, A., HARADA, H., KOBAYASHI, M., KOBAYASHI, J., KUNIEDA, T., FUNAYAMA, T., SUZUKI, M., MIYAMOTO, T., … TAKAHASHI, A.** (2020). *Space Radiation Biology for «Living in Space»*. BIOMED RESEARCH INTERNATIONAL, 2020, 4703286. https://doi.org/10.1155/2020/4703286

- **GALENO CLAUDIO**, *Concepción Sanitaria de la Arquitectura*. *La Salubridad que Marcó al Espacio Moderno*. Revista Ciudad y Arquitectura (CA), nº 125. 2006. Ciudad v/s Salud.

- **GHIDINI, T.** (2018). *Materials for space exploration and settlement*. NATURE MATERIALS, 17(10), 846-850. https://doi.org/10.1038/s41563-018-0184-4

- **GIACOMELLI, GENE**; **SADLER, PHIL**, et al, *The Lunar Greenhouse Project at the CEAC, University of Arizona*, 2013: http://news.medill.northwestern.edu/chicago/news.aspx?id=220623.

- **GIEDION, SIGFRIED**, *"Habitar Liberado. Luz, aire y abertura".* Zürich/Leipzing, 1929.

- **GONZÁLEZ, J. L., MARTÍNEZ-FRÍAS, J., & NISHIWAKI, N.** (2014). *Geoethical elements in risk communication*. Episodes Journal of International Geoscience, *37*(4), 317-320. https://doi.org/10.18814/epiiugs/2014/v37i4/013

- **HARUYAMA, J., OHTAKE, M., MATSUNAGA, T., MOROTA**, T., Honda, C., Yokota, Y., Pieters, C.M., Hara, S., et al. (2008). Lack of exposed ice inside Lunar South Pole Shackleton crater. Science, 322(5903), 938-939. https://www.science.org/

- **HARUYAMA, JUNICHI** et al*, Possible Lunar Lava Tube Skylight Observed by SELENE Cameras*, Geophysica/ Research Letters, 36 (21), November 2009.

- **HAUPLIKMEUSBURGER, S. & BANNOVA, O.** (2016). *Habitation and Design Concepts*. En SPACE ARCHITECTURE EDUCATION FOR ENGINEERS AND ARCHITECTS: DESIGNING AND PLANNING BEYOND EARTH (pp. 165-260). Springer Int Publishing Ag. https://doi.org/10.1007/978-3-319-19279-6_5

- **HEIKEN, GRANT H.**; **VANIMAN, DAVID T.**; **FRENCH, BEVAN M.** (eds), *Lunar Sourcebook: A User's Guide to the Moon*, Cambridge University Press (Cambridge), 1991.

- **HERRERA LINARES, EMILIO; LÁZARO ÁVILA, CARLOS; RICOL FÉLEZ, ÁFRICA**, *Del aire al "más allá"*. Editorial Universidad de Granada, 2018.

- **HIGGINS, M., & BENAROYA, H.** (2020). *Utilizing the Analytical Hierarchy Process to determine the optimal lunar habitat configuration*. ACTA ASTRONAUTICA, *173*, 145-154. https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2020.04.012

- **HOAD, L., ERLANDSON, T. A., & MULYANI, V.** (2018). *Mars: Design for the Red Planet*. INTERIORS-DESIGN ARCHITECTURE CULTURE, 9(1), 30-41. https://doi.org/10.1080/20419112.2018.1485382

- **HODKINSON PD, ANDERTON RA, POSSELT BN, FONG KJ.** *An overview of space medicine.* Br J Anaesth. 2017;119(suppl_1):i143-i153.

- **HOWE, A SCOTT**; **SHERWOOD, BRENT** (eds), *Out of This World: The New Field of Space Architecture*, American Institute of Aeronautics and Astronautics (Reston, VA), 2009.

- **HUIDOBRO, J., MARTÍNEZ-FRÍAS, J., MADARIAGA, J.M., CARRIZO, D., LASERNA, J.L., RULL, F., ARAMENDIA, J., SÁNCHEZ-GARCÍA, L., GARCÍA-GÓMEZ, L., VIGNALE, F.A., FARÍAS, M.E., VENERANDA, M., POBLACIÓN, I., CABALÍN, L.M., LÓPEZ-REYES, G., COLOMA, L., GARCÍA-FLORENTINO, C., ARANA, G., CASTRO, K., … THE SIGUE-MARS TEAM.** (2023). *Multi-analytical characterization of an oncoid from a high altitude hypersaline lake using techniques employed in the Mars2020 and Rosalind Franklin missions on Mars*. Analytica Chimica Acta, *1276*, 341632. https://doi.org/10.1016/j.aca.2023.341632

- **JAKUS, A. E., KOUBE, K. D., GEISENDORFER, N. R., & SHAH, R. N.** (2017). *Robust and Elastic Lunar and Martian Structures from 3D-Printed Regolith Inks*. SCIENTIFIC REPORTS, 7, 44931. https://doi.org/10.1038/srep44931

- **KACZMARZYK, M., & MUSIAL, M.** (2021). *Parametric Study of a Lunar Base Power Systems*. ENERGIES, *14*(4), 1141. https://doi.org/10.3390/en14041141

- **KALAPODIS, N., KAMPAS, G., & KTENIDOU, O.-J.** (2020). *A review towards the design of extraterrestrial structures: From regolith to human outposts*. ACTA ASTRONAUTICA, *175*, 540-569. https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2020.05.038

- **KARELIN, D., ZAITSEV, N., & KARELINA, M.** (2016). *The Image of Future Space Architecture*. SGEM 2016, BK 4: ARTS, PERFORMING ARTS, ARCHITECTURE AND DESIGN CONFERENCE PROCEEDINGS, VOL III, 499-506. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000395727700060

- **KARL, D., KAMUTZKI, F., ZOCCA, A., GOERKE, O., GUENSTER, J., & GURLO, A.** (2018). *Towards the colonization of Mars by in-situ*

resource utilization: Slip cast ceramics from Martian soil simulant. PLoS ONE, 13(10), e0204025. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204025

- **KASCHUBEK, D., KILLIAN, M., & GRILL, L.** (2021). *System analysis of a Moon base at the south pole: Considering landing sites, ECLSS and ISRU*. ACTA ASTRONAUTICA, *186*, 33-49. https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2021.05.004

- **KELLY, SCOTT**; **LAZARUS DEAN, MARGARET**, *Resistencia.* Penguin Random House Grupo Editorial, S.A.U., 2018.

- **KHOSHNEVIS, BEHROKH; CARLSON, ANDERS; LEACH, NEIL; THANGAVELU, MADHU**, *Contour Crafting Simulation Plan for Lunar Settlement Infrastructure Buildup*, Proceedings of 13th ASCE Aerospace Division Conference on Engineering, Science, Construction, and Operations in Challenging Environments (Pasadena, CA), American Society of Civil Engineers (Reston, VA), 2012: pp 1458-67.

- **KIELCOLT-GLASER, J.K.**; **MARUCHA, P.T.**; **MALARKEY, W.B.**; **MERCADO, A.M.**; **GLASER, R.**, *El estrés psicológico enlentece la cicatrización de las heridas,* The Lancet (ED.ESP.), 28, 1996, 188-191.

- **KOBRICK, R. L., & AGUI, J. H.** (2019). *Preparing for planetary surface exploration by measuring habitat dust intrusion with filter tests during an analogue Mars mission.* ACTA ASTRONAUTICA, 160, 297-309. https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2019.04.040

- **KONING, ROSS E.** 1994. Home Page for Ross Koning. Plant Physiology Information Website. http://plantphys.info/index.html (9-11-2010).

- **KULIK, J.**; **A. MOORE, P.J.**; **MAHLER, H.I.M.**, *Stress and affliation: hospital roommate effects on preoperative anxiety and social interation, Health Psychology,* 12, 1993, 118-124.

- **LABEAGA-MARTÍNEZ, N., SANJURJO-RIVO, M., DÍAZ-ÁLVAREZ, J., & MARTÍNEZ-FRÍAS, J.** (2017). *Additive manufacturing for a Moon village*. Procedia Manufacturing, *13*, 794-801. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.186

- **LAHTI, LOUNA**, *Alvar Aalto, 1898-1976. Paraíso para gente modesta*. Taschen, 2006 (ed.).

- **LARSON, WILEY J.**; **PRANKE, LINDA K.**, *Human Spaceflight: Mission Analysis and Design.* The McGraw-Hill Companies, Inc., sin fecha.

- **LE CORBUSIER**, *"Aire, Sonido y Luz"*. Revista Nuestra Arquitectura nº 11. Noviembre, 1934.

- **LE CORBUSIER**, *Last Works.* Zurich & Nueva York, 1970, p.132.

- **LI, H., ZHAO, W., WU, X., TANG, H., LI, Q., TAN, J., & WANG, G.** (2020). *3D Printing and Solvent Dissolution Recycling of Polylactide-Lunar Regolith Composites by Material Extrusion Approach*. POLYMERS, 12(8), 1724. https://doi.org/10.3390/polym12081724

- **MANKINS, JOHN C**, *The Case for Space Solar Power*, Virginia Edition Publishing (Houston, TX), 2014.

- **MAROV, M. Y., & SLYUTA, E. N.** (2021). *Early steps toward the lunar base deployment: Some prospects*. ACTA ASTRONAUTICA, *181*, 28-39. https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2021.01.002

- **MARTÍNEZ-FRÍAS, J., GONZÁLEZ, J. L., & PÉREZ, F. R.** (2011). *Geoethics and Deontology: From fundamentals to applications in Planetary Protection*. Episodes Journal of International Geoscience, 34(4), 257-262. https://doi.org/10.18814/epiiugs/2011/v34i4/004

- **MARTINEZ-FRIAS, J., LÁZARO, E., & ESTEVE-NÚÑEZ, A.** (2007). *Geomarkers versus Biomarkers: Paleoenvironmental and Astrobiological Significance*. AMBIO: A Journal of the Human

Environment, 36(5), 425-426. https://doi.org/10.1579/0044-7447(2007)36[425:GVBPAA]2.0.CO;2

- **MEISEL, N. A., WATSON, N., BILEN, S. G., DUARTE, J. P., & NAZARIAN, S.** (2022). *Design and System Considerations for Construction-Scale Concrete Additive Manufacturing in Remote Environments via Robotic Arm Deposition*. 3D PRINTING AND ADDITIVE MANUFACTURING, 9(1), 35-45. https://doi.org/10.1089/3dp.2020.0335

- **MELIKHOV, A. S., BOLODYAN, I. A., & TANKLEVSKIY, L. T.** (2021). *Fire-explosive safety arrangement for long-term research and industrial bases located on the Moon*. ACTA ASTRONAUTICA, 181, 633-642. https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2020.09.029

- **MEURISSE, A., MAKAYA, A., WILLSCH, C., & SPERL, M.** (2018). *Solar 3D printing of lunar regolith*. ACTA ASTRONAUTICA, 152, 800-810. https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2018.06.063

- **MEUSER, PHILIPP**, *Galina Balashova. Architect of the Soviet Space Programme.* DOM publishers, Berlin, 2015.

- **NASER, M. Z.** (2019). *Extraterrestrial construction materials*. PROGRESS IN MATERIALS SCIENCE, 105, 100577. https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2019.100577

- **NASER, M. Z.** (2019). *Space-native construction materials for earth-independent and sustainable infrastructure*. ACTA ASTRONAUTICA, 155, 264-273. https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2018.12.014

- **NASER, M. Z., & CHEHAB, A. I.** (2018). *Materials and design concepts for space-resilient structures*. PROGRESS IN AEROSPACE SCIENCES, 98, 74-90. https://doi.org/10.1016/j.paerosci.2018.03.004

- **NASER, M. Z., & CHEN, Q.** (2021). *Extraterrestrial Construction in Lunar and Martian Environments. En P. J. Vansusante & A. D. Roberts (Eds.)*, EARTH AND SPACE 2021: SPACE EXPLORATION, UTILIZATION, ENGINEERING, AND CONSTRUCTION IN EXTREME ENVIRONMENTS (pp. 1200-1207). Amer Soc Civil Engineers. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000692156300110

- **NIKITINA, N.K**. *Geoethics: theory, principles, problems*. Monograph. 2nd edition, revised and supplemented. – M.: Geoinformmark, Ltd., 2016 – 256 p. ISBN 978-5-98877-061-9.

- **O'NEILL, IAN**, *The Human Brain in Space: Euphoria and the "Overview Effect" Experienced by Astronauts*, Universe Today, 2008-05-22, https://www.universetoday.com/14455/the-human-brain-in-space-euphoria-and-the-overview-effect-experienced-by-astronauts/

- **PALINKAS, L. A., & SUEDFELD, P.** (2021). *Psychosocial issues in isolated and confined extreme environments*. NEUROSCIENCE AND BIOBEHAVIORAL REVIEWS, *126*, 413-429. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.03.032

- **PEI, Z., LIU, J., WANG, Q., KANG, Y., ZOU, Y., ZHANG, H., ZHANG, Y., HE, H., WANG, Q., YANG, R., WANG, W., & MA, J.** (2020). *Overview of lunar exploration and Internationa Lunar Research Station*. CHINESE SCIENCE BULLETIN-CHINESE, 65(24), 2577-2586. https://doi.org/10.1360/TB-2020-0582

- **PETERSIDE, D. T., PALAIA, J. E., SCHUERGER, A. C., BUCKLIN, R. A., & CORRELL, M. J.** (2018). *Testing of Greenhouse Cladding Materials for Space Environments, Part 2: Laminates*. APPLIED ENGINEERING IN AGRICULTURE, 34(3), 575-580. https://doi.org/10.13031/aea.12465

- **PHUAH, X. L., WANG, H., ZHANG, B., CHO, J., ZHANG, X., & WANG, H.** (2020). *Ceramic Material Processing Towards Future Space Habitat: Electric Current-Assisted Sintering of Lunar Regolith Simulant*. MATERIALS, 13(18), 4128. https://doi.org/10.3390/ma13184128

- **PILEHVAR, S., ARNHOF, M., ERICHSEN, A., VALENTINI, L., & KJONIKSEN, A.-L.** (2021). *Investigation of severe lunar environmental conditions on the physical and mechanical properties of lunar regolith*

geopolymers. JOURNAL OF MATERIALS RESEARCH AND TECHNOLOGY-JMR&T, 11, 1506-1516. https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.01.124

- **POSSELT, B. N., VELHO, R., O'GRIOFA, M., SHEPANEK, M., GOLEMIS, A., & GIFFORD, S. E.** (2021). *Safety and healthcare provision in space analogs*. ACTA ASTRONAUTICA, *186*, 164-170. https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2021.05.033

- **POTTER, R., SAIKIA, S., & LONGUSKI, J.** (2018). *Resilient Architecture Pathways to Establish and Operate a Pioneering Base on Mars*. 2018 IEEE AEROSPACE CONFERENCE. IEEE Aerospace Conference, New York. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000474397401039

- **ROSENFIELD, ISADORE**, Hospitales. Diseño Integral. Compañía Editorial Continental, S.A., Diciembre de 1965.

- **RUEDE, A.-M., IVANOV, A., LEONARDI, C., & VOLKOVA, T.** (2019). *Systems engineering and design of a Mars Polar Research Base with a human crew*. ACTA ASTRONAUTICA, 156, 234-249. https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2018.06.051

- **SALAMON, N., GRIMM, J. M., HORACK, J. M., & NEWTON, E. K.** (2018). *Application of virtual reality for crew mental health in extended-duration space missions*. ACTA ASTRONAUTICA, 146, 117-122. https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2018.02.034

- **SAN JOSÉ ALONSO, JULIO**, *Evaluación de habitación de hospitalización para pacientes aislados.* Abstract B3.3, XXVIII Seminario de IH, Congreso Nacional de Ingeniería Hospitalaria, Málaga, Oct. 13-15, 2010.

- **SARKIS, HASHIM**, *Le Corbusier´s Venice Hospital and the Mat Building Revival,* Prestel Verlag, Munich-London-New York, 2001.

- **SAURO, F., PAYLER, SAMUEL J., MASSIRONI, M., POZZOBON, R., HIESINGER, H., MANGOLD, N., COCKELL, C.S., MARTÍNEZ-FRÍAS, J., KULLERUD, K., TURCHI, L., DROZDOVSKIY, I., & BESSONE, L.** (2023). *Training astronauts for scientific exploration on planetary surfaces: The ESA PANGAEA programme*. Acta Astronautica, 204, 222-238. https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2022.12.034

- **SCHILDT, GÖRAN**, *Alvar Aalto. A Life´s Work-Architecture, Design and Art.* Göran Schildt and Otava Publishing Company, 1994.

- **SCHILDT, GÖRAN**, *Alvar Aalto. De palabra y por escrito*. El Croquis Editorial, 2000.

- **SCHILDT, GÖRAN**, *Alvar Aalto. In his own words*. Göran Schildt and Otava Publishing Company, 1997.

- **SCHILDT, GÖRAN**, *Alvar Aalto. Obra Completa: Arquitectura, Arte y Diseño.* Editorial Gustavo Gili, S.A., 1996.

- **SCHRUNK, DAVID G.**; **SHARPE, BURTON L.**; **COOPER, BONNIE L.**; **THANGAVELU, MADHU**, *The Moon: Resources: Future Development and Settlement*, Springer/Praxis (Berlin and Chichester), 2nd edn, 2008.

- **SCHULZE-MAKUCH D.**; **AIRO A.**; **SCHIRMACK J.**, *The Adaptability of Life on Earth and the Diversity of Planetary Habitats.* Volumen 8: 2011, Publicado Octubre 16 2017.

- **SHERWOOD, B.** (2017). *Space architecture for MoonVillage*. ACTA ASTRONAUTICA, 139, 396-406. https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2017.07.019

- **SHERWOOD, B.** (2019). *Principles for a practical Moon base*. ACTA ASTRONAUTICA, 160, 116-124. https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2019.04.018

- **SHERWOOD, BRENT**, *Comparing Future Options for Human Space Flight*, Acta Astronautica, 69, 2011.

- **SHERWOOD, BRENT**, *Decadal Opportunities for Space Architects*, Acta Astronautica, 81, 2012.

- **SHERWOOD, BRENT**, *Space Architecture for Industrial-Scale Space Solar Power*, Proceedings of the AJAA 42nd International Conference on Environmental Systems (San Diego), American Institute of Aeronautics and Astronautics (Reston, VA), 2012.

- **SHERWOOD, BRENT**, *Technology Investment Agendas to Expand Human Space Futures*, Proceedings of the A/AA Space 2012 Conference and Exposition (Pasadena), American Institute of Aeronautics and Astronautics (Reston, VA), 2012.

- **SHERWOOD, BRENT**, *What's the Big Idea: Seeking to Top Apollo*, Proceedings of the 64th International Astronautical Congress (Naples), International Academy of Astronautics (Paris), 2012.

- **SLABBERT**, N.J., *Richard Buckminster Fuller's Plea for Comprehensive Design*; Revista Urban Land: Washington, DC, EEUU, 2007.

- **SMITH N., PETERS D., JAY C., SANDAL G., BARRETT E., WUEBKER R.**, *Off-World Mental Health: Considerations for the Design of Well-being–Supportive Technologies for Deep Space Exploration*. JMIR Form Res 2023;7:e37784. URL: https://formative.jmir.org/2023/1/e37784 DOI: 10.2196/37784.

- **SMITHERMAN, D., & SCHNELL, A.** (2020). *Gateway Lunar Habitat Modules as the Basis for a Modular Mars Transit Habitat*. 2020 IEEE AEROSPACE CONFERENCE (AEROCONF 2020). IEEE Aerospace Conference, New York. https://doi.org/10.1109/aero47225.2020.9172540

- **SOKOLOWSKA, J. J., WOYCIECHOWSKI, P., & KALINOWSKI, M.** (2021). *Rheological Properties of Lunar Mortars*. APPLIED SCIENCES-BASEL, 11(15), 6961. https://doi.org/10.3390/app11156961

- **SOKOLOWSKA, JJ; WOYCIECHOWSKI, P AND KALINOWSKI, M.**, *Rheological Properties of Lunar Mortars,* Applied Sciences 11, no. 15: 6961. https://doi.org/10.3390/app11156961

- **SZOCIK, K., WOJTOWICZ, T., & BRADDOCK, M.** (2020). *The Martian: Possible Scenarios for a Future Human Society on Mars*. SPACE POLICY, *54*, 101388. https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2020.101388

- **THANGAVELU, M.** (2014). *Planet Moon*. ARCHITECTURAL DESIGN, 84(6), 20-29. https://doi.org/10.1002/ad.1828

- **THANGAVELU, MADHU**, *Living on the Moon*, in Richard Blockley and Wei Shyy (eds), Encyclopedia of Aerospace Engineering, Wiley-Blackwell (Chichester), 2nd edn, 2012: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9780470686652.eae572.pub2/otherversions.

- **THANGAVELU, MADHU**, *Lunar Rock Structures, Return to the Moon 11*, Proceedings of the 2000 Lunar Development Conference (Las Vegas), Space Studies Institute (Mojave, CA), 2000, pp 106-8.

- **THE TECHNOLOGY REVIEW**. Noviembre de 1940. *The Humanizing of Architecture*.

- **TOLKIEN, JRR**, *El Hobbit*; Ed. Minotauro: Barcelona, España, 1987.

- **TOMASI, I., MASSIRONI, M., MEYZEN, C. M., SAURO, F., POZZOBON, R., PENASA, L., SANTAGATA, T., MARTÌNEZ-FRÌAS, J., & MEDEROS, E. M.** (2022). Large size lava tubes as planetary analogues: The case of La Corona (Lanzarote, Canary Islands) (EPSC2022-1003). EPSC2022. Copernicus Meetings. https://doi.org/10.5194/epsc2022-1003

- **TOMASI, I., TONELLO, M., MASSIRONI, M., TESSON, P.-A., SAURO, F., MEYZEN, C. M., MARTÌNEZ-FRÌAS, J., & MEDEROS, E. M.** (2023). *Geology of Lanzarote's northern region (Canary Island, Spain)*. Journal of Maps. https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17445647.2023.2187717

- **TRUS, M. S.** (2021). *The Research Facility on the Moon. En P. J. Vansusante & A. D. Roberts (Eds.)*, EARTH AND SPACE 2021: SPACE EXPLORATION, UTILIZATION, ENGINEERING, AND CONSTRUCTION IN EXTREME ENVIRONMENTS (pp. 1342-1350). Amer Soc Civil Engineers. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000692156300123

- **VERNE, JULES**, *De la Terre à la Lune*. Hetzel-Paris, 1867.

- **W.F. y M. W. WELLS**, *La Infección Aeroportada como Base para una Teoría del Contagio*. Aerobiología, Asociación Norteamericana para el Avance de la Ciencia, 1942.

- **WIENS, R. C., MAURICE, S., ROBINSON, S. H., NELSON, A. E., CAIS, P., BERNARDI, P., NEWELL, R. T., CLEGG, S., SHARMA, S. K., STORMS, S., DEMING, J., BECKMAN, D., OLLILA, A. M., GASNAULT, O., ANDERSON, R. B., ANDRÉ, Y., MICHAEL ANGEL, S., ARANA, G., AUDEN, E., …MARTÌNEZ-FRÌAS, J., …WILLIS, P.** (2020). *The SuperCam Instrument Suite on the NASA Mars 2020 Rover: Body Unit and Combined System Tests*. Space Science Reviews, *217*(1), 4. https://doi.org/10.1007/s11214-020-00777-5

- **WILCOX, B.** (2017). *An Architecture for Sustainable Human Exploration of Mars Enabled by Water from the Lunar Poles*. 2017 IEEE AEROSPACE CONFERENCE. IEEE Aerospace Conference, New York. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000405199503081

- **ZARAGOZÁ-CATALÁN, A.** (2008). A propósito de las bóvedas de crucería y otras bóvedas medievales. Anales de Historia del Arte, Volumen Extraordinario 99-126. ISSN: 0214-6452. https://revistas.ucm.es/index.php/ANHA/article/view/38390

- **ZHANG, DJ., ZHOU, DK., ZHANG, G., & LI, LQ.**, *3D printing lunar architecture with a novel cable-driven printer,* Acta Astronautica, Volume 189, December 2021, Pags. 671-678, https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2021.09.034

- **ZHOU, C., CHEN, R., XU, J., DING, L., LUO, H., FAN, J., CHEN, E. J., CAI, L., & TANG, B.** (2019). *In-situ construction method for lunar habitation: Chinese Super Mason*. AUTOMATION IN CONSTRUCTION, 104, 66-79. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.03.024

- **ZHOU, C., TANG, B., DING, L., SEKULA, P., ZHOU, Y., & ZHANG, Z.** (2020). *Design and automated assembly of Planetary LEGO Brick for lunar in-situ construction*. AUTOMATION IN CONSTRUCTION, 118, 103282. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103282

- **ZHOU, S., LU, CH., ZHU, X., & LI, F.**, *Preparation and Characterization of High-Strength Geopolymer Based on BH-1 Lunar Soil Simulant with Low Alkali Content*, Engineering, Volume 7, Issue 11, 2021, Pags.1631-1645, ISSN 2095-8099, https://doi.org/10.1016/j.eng.2020.10.016

Notas

[1] Greg Williams, administrador asociado adjunto de la NASA para políticas y planes en la Dirección de Misión de Exploración Humana y Operaciones de la agencia, habló en la Cumbre Humans to Mars en Washington DC, exponiendo con detalle las dos primeras fases del plan actual de la NASA para enviar humanos a Marte.

[2] En esencia, la idea de Berglund era armar una serie de seis módulos rígidos que estaban conectados por radios inflables o pasadizos a un centro central.

[3] Ulrich, RS., estudiando un grupo de 46 pacientes que debían someterse a una colecistectomía, comprobó que aquéllos que se encontraban en una habitación con vistas a un paisaje natural necesitaron menos analgésicos y menos días para ser dados de alta.

[4] El grupo del platino es un grupo de seis elementos metálicos nobles -de transición-, del grupo del platino (PGE), con propiedades físicas y químicas similares: platino (Pt), osmio (OS), iridio (Ir), rutenio (Ru), rodio (Rh) y paladio (Pd). Los principales yacimientos y la producción se encuentran en Rusia y Sudáfrica. Fuente: https://jcbachmann.com/es/aplicaciones/platino/

[5] El principio de precaución es un enfoque de la gestión del riesgo, según el cual, en caso de que una determinada política o acción pudiera causar daños a las personas o al medio ambiente y no existiera consenso científico al respecto, la política o acción en cuestión, debería abandonarse. Sin embargo, dicha política o acción podrá revisarse cuando se disponga de nueva información científica. El principio se establece en el artículo 191 del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea (TFUE). Fuente: https://eur-lex.europa.eu/ES/legal-content/glossary/precautionary-principle.html

[6] En la ley no existe ninguna definición de “cuerpo celeste” o “cuerpo extraterrestre”; pudiendo ser las consecuencias jurídicas de tales incertidumbres, bastante graves. Fuente: Página 133 de Nikitina, N.K. Geoethics: theory, principles, problems. Monograph. 2nd edition, revised and supplemented. – M.: Geoinformmark, Ltd., 2016. – 256 p. ISBN 978-5-98877-061-9.

[7] La terraformación es un proceso teórico dirigido a modificar premeditadamente la atmósfera, la geosfera (o litosfera), la hidrosfera y la biosfera de un cuerpo celeste natural para asemejarlo a los existentes en la Tierra y hacerlo, de esta forma, adecuado para la vida tal y como la conocemos aquí. Este concepto se fundamenta en la ingeniería planetaria, es decir, en la aplicación de la tecnología para cambiar las condiciones de estos cuerpos y alcanzar, por ejemplo, una temperatura que permita la presencia de agua líquida y una atmósfera con suficiente oxígeno como para la formación de moléculas orgánicas estables.

[8] Holobiontes: El término se refiere al consorcio de células derivadas del cigoto más sus numerosos microorganismos asociados, incluidos protistas, arcaicos, bacterias, hongos y virus. En las últimas décadas, los avances en la investigación de los microbiomas han demostrado que, estos, a menudo, son esenciales para que los animales se desarrollen, funcionen o se reproduzcan normalmente (Funkhouser y Bordenstein, 2013; Gilbert et al., 2012; McFall-Ngai et al., 2013). Las diversas formas en que los animales y los microbios configuran y forman relaciones simbióticas entre sí, tienen implicaciones importantes para la naturaleza y los límites de los holobiontes como individuos biológicos. Fuente: https://www.sciencedirect.com/topics/biochemistry-genetics-and-molecular-biology/holobiont

[9] Datos exactos de la misión Apolo 12, impacto intencionado en la Luna: El LM despegó el 20 de noviembre a las 14:25:47 UT (9:25 a. m. EST),

después de pasar 31 horas y 31 minutos en la Luna. Después de acoplarse con el CSM (pilotado por Richard F. Gordon Jr.) a las 17:58:22 UT, el LM fue desechado a las 20:21:30 y se estrelló intencionalmente contra la Luna, impactando a 3,94 S, 338,80 E; aproximadamente 60 km de la estación sísmica en el lugar de alunizaje del Apolo 12, creando el primer terremoto lunar artificial registrado. Fuente: https://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacecraft/display.action?id=1969-099C

Websites

- http://blogs.esa.int/pangaea
- http://exploredeepspace.com/deep-space-mission/getting-to-deep-space/
- http://exploredeepspace.com/deep-space-mission/getting-to-deep-space/
- http://rusopedia.rt.com/ciencia_y_tecnica/espacio/issue_158.html
- http://tierra.rediris.es/documentos/Geoethics_Tierra_Network_2008.pdf
- http://tierra.rediris.es/Geoethics_Planetary_Protection/
- http://www.esa.int/esl/ESA_in_your_country/Spain/Mas_informacion_sobre_Aurora
- http://www.perezpinero.org/
- https://032c.com/2016/galina-balashova-artistic-director-soviet-spacecraft/
- https://2017.tab.ee/article/living-architecture-rachel-armstrong/
- https://arquitecturaviva.com/obras/estudio-sobre-asentamientos-en-la-luna
- https://books.google.es/books?id=6QAAAAAAMBAJ&pg=PA57&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- https://books.google.es/books?id=don1N084wWAC&pg=PA29&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- https://ciencia.nasa.gov/sistema-solar/la-nasa-y-la-importancia-de-dormir-lo-suficiente/
- https://council.science/es/member/iugs-international-union-of-geological-sciences/
- https://cuidaelmedioambiente.com/plantas-cam/
- https://danielmarin.naukas.com/2009/05/22/sistemas-de-reciclado-en-la-iss/#:~:text=El%20UPA%2C%20como%20indica%20su,potables%2C%20para%20ser%20filtrada%20extensivamente.
- https://danielmarin.naukas.com/2016/05/13/no-la-cupula-de-la-iss-no-estuvo-a-punto-de-ser-perforada-por-un-trozo-de-basura-espacial/#:~:text=Cada%20una%20de%20las%20siete,puedan%20chocar%20contra%20la%20ISS
- https://docs.bvsalud.org/biblioref/2020/09/1120780/medicina-humana-espacial-performance-fisiologico-y-contramedid_ay5aY3g.pdf
- https://ecss.nl/standards/
- https://ejercitodelaire.defensa.gob.es/EA/cima/Organizacion/Direccion/
- https://eur-lex.europa.eu/ES/legal-content/glossary/precautionary-principle.html
- https://geoparquelanzarote.org/geositio/lz06-tubo-volcanico-de-la-corona-atlantida/
- https://glform.com/environments/divide-film/
- https://history.nasa.gov/SP-4011/part1a.htm
- https://home.dartmouth.edu/news/2014/10/houston-we-have-problembut-no-worries-our-virtual-therapist-it
- https://iaaspace.org/

- https://igeo.ucm-csic.es/
- https://igeo.ucm-csic.es/investigador/jesus-martinez-frias/
- https://images.nasa.gov/
- https://inomnemterram.wordpress.com/tag/ley-sobre-el-espacio/
- https://ispr.info/2014/10/21/nasa-testsing-vr-to-reduce-stress-of-long-distance-space-flights/
- https://issol.org/
- https://issuu.com/abstraktpublication/docs/resume_abstrakt_issue_4/s/22928300
- https://jcbachmann.com/es/aplicaciones/platino/
- https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-31042-8
- https://mdrs.marssociety.org/
- https://moonbasealliance.com/ilewg
- https://moonvillageassociation.org/
- https://neilleach.wordpress.com/
- https://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacecraft/display.action?id=1969-099C
- https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20000072884/downloads/20000072884.pdf
- https://profiles.mountsinai.org/david-goukassian
- https://semae.es/
- https://web.archive.org/web/20130306111646/https://science.nasa.gov/media/medialibrary/2012/05/04/COSPAR_Planetary_Protection_Policy_v3-24-11.pdf
- https://www.aee.gob.es/
- https://www.americamakes.us/
- https://www.axiomspace.com/
- https://www.bbc.com/mundo/vert-fut-38805561
- https://www.bbc.com/mundo/vert-fut-50636990
- https://www.britannica.com/science/biosphere
- https://www.cosasdearquitectos.com/2017/11/galina-balashova-la-arquitecta-de-la-carrera-espacial-rusa/
- https://www.dezeen.com/2014/05/25/movie-rachel-armstrong-living-architecture-project-persephone/
- https://www.easa.europa.eu/en
- https://www.eiecongress.com/copia-de-contenidos-iii-edicion-2020
- https://www.esa.int/
- https://www.esa.int/Education/Teach_with_the_Moon/ESA_Euronews_Moon_Village
- https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Engineering_Technology/CDF/ESA_engineers_assess_Moon_Village_habitat
- https://www.euroairgroup.org/
- https://www.fecyt.es/es/recurso/web-science

- https://www.fosterandpartners.com/projects/lunar-habitation
- https://www.globalspaceexploration.org/
- https://www.hassellstudio.com/
- https://www.icog.es/iageth/
- https://www.icog.es/redespa/
- https://www.investigacionyciencia.es/blogs/astronomia/71/posts/recursos-naturales-exploracin-planetaria-y-habitabilidad-13573
- https://www.iso.org/es/contents/data/committee/04/66/46614.html
- https://www.iso.org/es/contents/data/organization/00/90/9083.html
- https://www.iugs.org/
- https://www.lanasa.net/iss/los-astronautas-dejan-huella-digital-microbiana-en-la-estacion-espacial#:~:text=%22Existe%20una%20interacci%C3%B3n%20entre%20la,bi%C3%B3logo%20del%20Laboratorio%20Nacional%20Lawrence
- https://www.le-cortex.com/es/media/articles/el-poder-de-la-memoria-olfativa
- https://www.lmu.de/en/newsroom/news-overview/news/new-material-rapid-color-change.html
- https://www.mext.go.jp/isef2/
- https://www.moonsociety.org/
- https://www.nasa.gov/50th/50th_magazine/futureExploration.html
- https://www.nasa.gov/content/nasas-journey-to-mars
- https://www.nasa.gov/directorates/stmd/prizes-challenges-crowdsourcing-program/nasa-offers-prize-money-for-winning-3d-printed-habitat-ideas/
- https://www.nasa.gov/feature/orion-windows-provide-new-outlook-for-spacecraft-s-future
- https://www.nasa.gov/general/nasa-outlines-lunar-surface-sustainability-concept/
- https://www.nasa.gov/hrp/exmc/
- https://www.nasa.gov/mission_pages/apollo/missions/apollo11.html
- https://www.nasa.gov/news-release/nasa-challenges-designers-to-construct-habitat-for-deep-space-exploration/
- https://www.nasa.gov/news-release/nasa-designa-astronautas-para-su-pr%C3%B3xima-misi%C3%B3n-de-artemis-a-la-luna/#:~:text=Fue%20uno%20de%20los%20dos,en%20el%20primer%20canadiense%20al
- https://www.nasa.gov/people/james-f-bridenstine/
- https://www.nasaepscor.unh.edu/eyes.shtml
- https://www.nidcd.nih.gov/es/espanol/trastornos-del-olfato
- https://www.planetary.org/
- https://www.sae.org/publications/technical-papers/content/2005-01-2892/
- https://www.science.org/
- https://www.sierraspace.com/

- https://www.spacedaily.com/reports/Who_owns_space_US_asteroid_mining_act_is_dangerous_and_potentially_illegal_999.html

- https://www.spacex.com/

- https://www.theguardian.com/science/2014/dec/07/can-we-afford-to-send-humans-into-space

- https://www.universetoday.com/14455/the-human-brain-in-space-euphoria-and-the-overview-effect-experienced-by-astronauts/

- https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/intromoon-agreement.html

- https://www.upv.es/titulaciones/GIA/indexc.html

Testimonios en primera persona

- **Altman, "Scooter" Scott Douglas**, Lincoln, nacido el 15 de agosto de 1959 en Illinois, US. Licenciado en ingeniería aeroastronómica y máster en Ingeniería aeronáutica, aviador naval con rango de capitán de la Marina de los Estados Unidos, piloto de pruebas y astronauta de la NASA. Es veterano de 4 misiones del transbordador espacial (STS-90, STS-106, STS-109, STS-125), con un total de 52 días en el espacio. Su cuarta misión en STS-125 fue la última misión de servicio al Telescopio Espacial Hubble. Actualmente, es miembro de la Junta de la Fundación de Becas para Astronautas. Presidente Space Operating Group, ASRC Federal – contratista de NASA, NOAA y USSF.

- **Altman, Christopher**, es un físico estadounidense, tecnólogo cuántico, diplomático internacional y astronauta comercial entrenado por la NASA. Comenzó su carrera científica con un proyecto de inteligencia artificial que ostenta un récord mundial y una división de viajes en el tiempo apoyada por la NASA/USAF, un equipo multidisciplinario denominado *"Deep Future"* dentro del instituto de investigación Starlab, presentado recientemente en un especial de Discovery Channel y en el Libro Guinness de los Récords Mundiales.

- **Buckey, Jr., Jay Clark**, 6/06/1956) New York City, US. Es médico y astronauta. Voló a bordo de una misión del transbordador espacial (STS-90), como parte de la misión Neurolab, del 17 de abril al 3 de mayo de 1998. A bordo de la misión Neurolab, Buckey fue especialista en carga útil para el experimento "Adaptación cardiovascular a la gravedad cero", y ayudó con otros experimentos de Spacelab Life Sciences. Durante el vuelo de 16 días, la tripulación de siete personas a bordo del transbordador espacial Columbia sirvió en forma de sujetos experimentales y operadores para 26 experimentos individuales de ciencias de la vida centrados en los efectos de la microgravedad en el cerebro y el sistema nervioso. Actualmente trabaja dentro de la investigación biomédica.

- **Cannelli, Selene**. Italia. Formación: Licenciatura en Ciencias Arqueológicas; Maestría: biología molecular; diploma de posgrado: estudios espaciales. Comunicadora espacial: comenzó una plataforma en línea para mostrar cómo el espacio beneficia la vida en la Tierra (Space Is For You); Consejo Asesor de Generación Espacial: Punto Nacional de Contacto de Italia; Líder de programa para la Conferencia Space for Island Nations (Maldivas, mayo de 2023). 1 misión análoga en la Tierra de 10 días de duración. Space Generation Advisory Council, Moon Village Association.

- **Carey, "Digger" Duane Gene**, (30/04/1957) Minnesota, US. Máster en Ciencias en Ingeniería Aeroespacial, teniente coronel retirado de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos y astronauta de la NASA. 1 Misión, STS-109, 11 días en el espacio. Actualmente inspira a los jóvenes a considerar una carrera en un campo relacionado con el espacio.

- **Cassidy, Christopher John "Chris"**, nacido el 4 de enero de 1970 en Salem, Massachusetts, US. Licenciado en ciencias matemáticas, máster en ingeniería oceánica, SEAL con rango de capitán de la Marina de los Estados Unidos y astronauta retirado de la NASA. Su primer vuelo espacial fue en una misión del transbordador espacial en 2009 (STS-127), y las dos siguientes a la ISS siendo, estas, expediciones de larga duración; Soyuz TMA-08M (Expedition 35/36) y la Soyuz MS-16 (Expedition 62/63), acumulando un total de 377 días en el espacio [30]. Es considerado la persona número 500 en el espacio. Fue jefe de la Oficina de Astronautas de la NASA desde julio de 2015 hasta junio de 2017.

- **Chrétien, Jean-Loup Jacques Marie**, nacido el 20 de agosto de 1938 en La Rochelle, France. Licenciado y máster en ingeniería aeronáutica,

piloto con rango de general de brigada en la Armée de l'Air (fuerza aérea francesa) y astronauta del CNES. Voló en dos misiones espaciales franco-soviéticas, la PVH (Soyuz T-6) y la Mir-Aragatz (Soyuz TM-7/Soyuz TM-6), y en una misión del transbordador espacial de la NASA (STS-86). El 24 de junio de 1982, Chrétien se convirtió en el primer francés, y el primer europeo occidental, en el espacio y el 9 de diciembre de 1988, en el primer europeo occidental en realizar un EVA. Permaneció 47 días en el espacio. Posteriormente, trabajó para Tietronix Software como vicepresidente de Investigación y Desarrollo en Houston, Texas.

- **Duque Duque, Pedro Francisco**, Ingeniero Aeronáutico en 1986. Empezó a trabajar en la empresa GMV, en el Centro Europeo de Operaciones Espaciales (ESOC) de la ESA en Darmstad, Alemania. En 1992 es seleccionado para formar parte del Cuerpo de Astronautas de la ESA e inicia su formación en el Centro Europeo de Astronautas de Colonia. Son muchos los años de formación permanente; ello supondrá estancias en centros especializados, como el de Entrenamiento de Astronautas Rusos Yuri Gagarin, de la Ciudad de las Estrellas, o el Centro Espacial Johnson, de la NASA, junto con su instructor, **Antonio Torres Ferrer**. Como astronauta, Pedro Duque vuela por primera vez en 1998, en el vuelo STS-95 del transbordador "Discovery", como Ingeniero de Vuelo número 3. Le acompañarán, entre otros, los astronautas científicos John H. Glenn, ya con 77 años, y la astronauta japonesa Chiaki Mukai. Estos dos astronautas, junto al ruso Valery Poliakov y él mismo, recibirán, en 1999, el Premio Príncipe de Asturias de Cooperación Internacional. Volverá a volar, en octubre del 2003, en la misión "Cervantes" de la ISS, de diez días de duración, siendo el ingeniero de vuelo, tanto en el despegue y aproximación, como en el aterrizaje, y acumulando un total de 19 días en el espacio. Fue presidente ejecutivo de la empresa Deimos Imaging, S. L., en una excedencia de la Agencia, retornando a su puesto de astronauta de la ESA en 2011. Desde 2011 hasta 2015 lideró la Oficina de Operaciones de Vuelo, con responsabilidad sobre las actividades europeas en la Estación Espacial Internacional. Después, fue responsable de revisión de proyectos futuros de la ESA para vuelos tripulados, dentro del cuerpo de astronautas de la ESA. En junio de 2017, es miembro de la tripulación en la misión NEEMO 22, una misión de la NASA que envía grupos de astronautas, ingenieros y científicos a vivir en el laboratorio submarino Aquarius, la única estación de investigación submarina del mundo, por un plazo máximo de tres semanas, como preparatoria para una futura exploración espacial. Duque fue ministro de Ciencia, Innovación y Universidades entre 13 de enero de 2020 y el 12 de julio de 2021. En diciembre de 2023, fue nombrado presidente de Hispasat. Está en posesión de la Gran Cruz del Mérito Aeronáutico y pertenece a la "Orden de la Amistad" de la Federación Rusa. Es Académico Correspondiente de la Real Academia de Ingeniería desde 1999.

- **Dutton, "Mash" Jr., James Patrick**, (20/11/1968) Eugene, Oregón, US. Ingeniero y máster en ingeniería aeroespacial, piloto astronauta de la Clase de 2004 (Grupo 19 de la NASA) y piloto de pruebas de la Fuerza Aérea de los EEUU, con el rango de coronel. 1 Misión, piloto del transbordador espacial en su misión STS-131, de 15 días en el espacio. Se lanzó con el comandante del transbordador Alan Poindexter y los especialistas de misión Rick Mastracchio, Dorothy Metcalf-Lindenburger, Stephanie Wilson, Naoko Yamazaki de JAXA y Clayton Anderson. Una vez en órbita, se unieron a los miembros de la tripulación de la Expedición 23 de la ISS. Actualmente es consultor.

- **Elwertowska, Agnieszka**. Polonia. Formación: Grado en Ingeniería en Informática en 2021 y Máster en Gestión Ingeniería (en formación). Trabajó en proyectos espaciales y participa en misiones análogas. 6 misiones análogas en la Tierra de 1 a 2 semanas de duración. Centro Nacional de Investigación Nuclear en Polonia, desde febrero de 2023. Agencia Espacial Polaca (2020-2022).

- **Facini, Benedetta**. Italia. Formación: Estudiante de licenciatura.

- **Gemar, "Sam" Charles Donald**, nacido el 4 de agosto de 1955 en Yankton, South Dakota, US. Ingeniero, astronauta de la NASA y rango de teniente coronel del ejército de los Estados Unidos. Ha volado en tres misiones del transbordador espacial (STS-38 , STS-48 y STS-62), con 24 días de permanencia en el espacio. También ha desempeñado diferentes puestos en la NASA, incluso como CAPCOM para misiones de transbordadores. Actualmente se dedica a diferentes áreas de educación STEM.

- **Guerra Mentruit, Alejandro**. España. Formación: Grado y Máster en Ingeniería Aeroespacial. Trabaja en el sector espacial, principalmente, con lanzadores. AdvancingX, Estados Unidos.

- **Hernández, José Moreno**, (7/08/1962) French Camp, California, US. Ingeniero y astronauta de la NASA. 1 Misión, STS-128, con 14 días en el espacio. Fue jefe de la rama de Materiales y Procesos del Centro Espacial Johnson. Trabajó desarrollando equipos para mamografía digital de campo completo en el Laboratorio Nacional Lawrence Livermore. Recientemente es Regente de la Universidad de California y es CEO de Tierra Luna Engineering, consultoría aeroespacial en varios proyectos relacionados con el espacio. En la actualidad, realiza gran cantidad de ponencias motivadoras para estudiantes. Recientemente, además, habiéndose estrenado la película, disponible en Amazon Prime, *"A Million Miles Away"*, que cuenta la inspiradora historia de este astronauta (interpretado por Michael Peña), quien alcanzó un sueño que parecía imposible; un sueño que lo llevó, de trabajar en los campos agrícolas de California, hasta el espacio.

- **Hilmers, David Carl**, nacido el 28 de enero de 1950 en Clinton, Iowa, US, es astronauta de la NASA. Posee una licenciatura en matemáticas y economía, un máster en salud pública, máster en ciencias en ingeniería electrónica, doctorado en ingeniería eléctrica, y es médico (MD), además de ostentar el rango de coronel del Cuerpo de Marines de USA. Voló en cuatro misiones del transbordador espacial (STS-51-J, STS-26, STS-36 y STS-42) y acumula un total de 21 días de permanencia en el espacio. Científico del Proyecto para la Capacidad de Medicina de Exploración (ExMC), NASA –Centro Espacial Johnson– y consultor de Tietronix Software en uso de realidad aumentada en operaciones médicas de tripulación. Con cinco títulos académicos, es el segundo astronauta estadounidense con mayor educación formal, detrás de Story Musgrave, con seis.

- **Howard, Mindy**. USA. Formación: Doctorado en Ingeniería Industrial. Trabaja en el entrenamiento de astronautas comerciales. Inner Space Training. Se postuló como astronauta a la NASA y llegó a posicionarse entre las últimas 200 personas seleccionadas.

- **Johnson, "Ray J" Gregory Carl**, (30/07/1954) Seattle, Washington, US. Capitán naval retirado y aviador naval, piloto de pruebas, ingeniero aeroespacial y astronauta de la NASA. 1 Misión, la STS-125, siendo la última misión de mantenimiento del telescopio espacial Hubble; 13 días en el espacio. Recientemente, jefe de Test Pilot World View Enterprises. Ex vicepresidente sénior de Blue Origin, New Shepard Rocket, el sistema de lanzamiento reutilizable como cohete tripulado suborbital de despegue o aterrizaje vertical (VTVL), que está desarrollando la compañía, como sistema comercial para el turismo espacial suborbital. Antiguo Servicio Ejecutivo Superior del Centro Espacial Johnson de la NASA, como Director Adjunto de la Dirección de Operaciones de Vuelo.

- **Kälin, Simon Joel**. Suiza. Formación: Estudiante en la Universidad de Zúrich; Licenciatura en Biomedicina. Es miembro del Programa de Astronautas AdvancedX en Inglaterra; AdvancedX está capacitando a posibles astronautas de carrera para futuras misiones con empresas privadas relacionadas con la industria espacial. Además, es el oficial de

diseño de la Misión Asclepios, con base en la EPFL Lausana, tratándose, dicha misión de una organización, dirigida por estudiantes, que organiza la Misión de Astronautas Análogos, cada año. Como oficial de diseño, fue responsable de preparar los aspectos de diseño de la base lunar para la misión real en el verano de 2023. Participó en la misión de astronautas análogos SOLARIS de la AATC (2021).

- **Kołodziejczyk, Agata Maria**. Polonia. Formación: Universidad Jagellónica (MSc) y Universidad de Estocolmo (PhD). Dirige su propia empresa, AATC (www.astronaut.center), siendo un centro de entrenamiento de astronautas de misiones análogas.

- **Lignos, Ioannis**. Grecia. Formación: Piloto por la Hellenic Air Force Academy y MSc en la National & Kapodistrian University of Athens. Actualmente es Senior First Officer A320. Realizó las pruebas de acceso para la ESA (2021).

- **López-Alegría, Michael**, (Miguel Eladio López Alegría), nacido el 30 de mayo de 1958 en Madrid, España. Licenciado en ingeniería de sistemas, máster en ingeniería aeronáutica, piloto de pruebas con rango de capitán de la Armada de los Estados Unidos, astronauta de la NASA y astronauta comercial de Axion Space, con doble nacionalidad (estadounidense y española). Veterano de 5 misiones; 3 del transbordador espacial (STS-73, STS-92 y STS-113) y 2 misiones de la Estación Espacial Internacional, siendo estas últimas, la Expedición 14 (Soyuz TMA-9) y la Expedición 67-Visita AX-1. El 2 de abril de 2007, López-Alegría estableció el récord de la misión espacial más larga de cualquier astronauta estadounidense; cuando aterrizó, el 21 de abril, su tiempo en el espacio, para una sola misión, había sido de 215 días –siendo la misión espacial más larga registrada la de Valeriy Polyakov, quien pasó 437 días a bordo de la estación espacial rusa Mir en 1994 y 1995–, tratándose, actualmente, del quinto vuelo espacial más largo de cualquier americano. Es conocido por haber realizado diez caminatas espaciales hasta ahora, en su carrera, con una duración total de 67 horas, 40 minutos y 76 segundos, contando con el segundo récord de duración de EVA más largo de todos los tiempos (el primero entre los astronautas de la NASA). López-Alegría comandó Axiom-1, el primer equipo totalmente privado de una misión comercial de astronautas a la Estación Espacial Internacional, que se lanzó el 8 de abril de 2022, y pasó alrededor de 17 días en la órbita terrestre. Por ahora su estancia en el espacio es de 275 días. En 2017, se incorporó a Axiom Space como director de Desarrollo de Negocio y sigue siendo astronauta activo en la misma compañía. Desde el 20 de octubre de 1995 es considerado el primer astronauta nacido en España.

- **Marshburn, Thomas Henry**, nacido el 29 de agosto de 1960 en Statesville, North Carolina, US. Licenciado en física, máster en ingeniería física, médico y astronauta de la NASA. Es un veterano de tres vuelos espaciales a la Estación Espacial Internacional STS-127, Soyuz TMA-07M (Expedición 34/35) y SpaceX Crew-3 (Expedición 66/67), con un total de 337 días en el espacio. Ha realizado 5 EVAs de 31 horas y 1 minuto, en total, y tiene el récord de la persona de mayor edad en realizar una caminata espacial, habiéndola llevado a cabo a los 61 años. Se retiró del cuerpo de astronautas el 31 de diciembre de 2022. Actualmente, es director médico de Sierra Space.

- **Martinez-Frías, Jesús.** Doctor en Ciencias Geológicas. Investigador Científico del Instituto de Geociencias, IGEO (CSIC-UCM). Jefe del Grupo de Investigación de Meteoritos y Geociencias Planetarias del CSIC. Responsable del Laboratorio de Geociencias de Lanzarote. Director de la Red Española de Planetología y Astrobiología. “Profesor Honorífico” del Departamento de Bioingeniería e Ingeniería Aeroespacial de la Universidad Carlos III de Madrid. Académico Numerario de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de España. Académico Correspondiente de la Real Academia de Doctores de España. Académico Numerario de la Academia de Ciencias, Ingenierías

y Humanidades de Lanzarote. Miembro de misiones NASA (rovers Curiosity y Perseverance) y ESA (proyecto BIOMEX – ISS). Colaborador Científico del Planetary Habitability Laboratory, Universidad de Puerto Rico, Arecibo.

- **Meade, Carl Joseph**, nacido el 16 de noviembre de 1950 en Chanute Air Force Base, Illinois, US. Es piloto con rango de coronel de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos, licenciado y máster en ingeniería electrónica y astronauta de la NASA, con 3 Vuelos de transbordador (STS-38, STS-50 y STS-64). Ha registrado 41 días en el espacio, con 2 EVAs de 10 horas y 30 minutos, en total. Posteriormente, trabajó para Northrop Grumman Integrated Systems como gerente de ingeniería en el proyecto Crew Exploration Vehicle. Actualmente, es consultor de ingeniería y gestión.

- **Metcalf-Lindenburger, "Dottie" Dorothy Marie**, (2/05/1975) Colorado Springs, US. Licenciada en geología, máster en geología aplicada y astronauta de la NASA. Durante cinco años enseñó ciencias de la Tierra y astronomía en la Hudson's Bay High School de Vancouver, hasta que fue seleccionada, en 2004, como educadora especialista en misiones por la NASA. Fue la primera alumna del Space Camp en convertirse en astronauta. 1 Misión STS-131; 15 días en el espacio.

- **Murphy, Brian**. USA. Formación: Instituto de Tecnología de Florida, (B.S. Honors Planetary Science – 2022) y Universidad de Edimburgo (Ph.D) Astronomía y Astrofísica (en curso). Es astrónomo observacional que trabaja en condiciones remotas y análogas a la Luna y Marte. Astronauta análogo sirviendo en MDRS Crew 239. Aprendiz de astronáutica en el Instituto Internacional de Ciencias Astronáuticas. 1 misión análoga: MDRS Crew 239 (2 semanas). 1 Misión de Trabajo de Campo Remoto: Observación en el Roque de Los Muchachos (16 días). International Institute for Astronautical Sciences.

- **Nespoli, Paolo Angelo**, nacido el 6 de abril de 1957 en Milan, Italia. Es ingeniero aeroespacial, máster en aeronáutica y astronáutica, piloto comercial, comandante del Ejército Italiano y astronauta de la Agencia Espacial Europea (ESA). En 2007, viajó por primera vez al espacio a bordo del transbordador espacial Discovery, como especialista de la misión STS-120. En diciembre de 2010 viajó, nuevamente, al espacio, a bordo de la nave espacial Soyuz TMA-20, como ingeniero de vuelo de la Expedición 26/27, de larga duración (159 días). El tercer vuelo espacial de Nespoli fue a bordo de Soyuz MS-05, que se lanzó en julio de 2017 para la Expedición 52/53; una expedición larga de 139 días. En total, ha permanecido 313 días en el espacio, siendo el astronauta activo de mayor edad de la Agencia Espacial Europea antes de su retiro, en 2019.

- **Nicollier, Claude**, nacido el 2 de septiembre de 1944 en Vevey, Switzerland. Licenciado y máster en astrofísica, piloto con rango de capitán, Fuerza Aérea Suiza y astronauta de la ESA, siendo el primer astronauta de Suiza. Acumula 4 Misiones, con un total de 43 días de permanencia en el espacio; 2 misiones del transbordador espacial (STS-46 y STS-103) y otras dos misiones de servicio al Telescopio Espacial Hubble (STS-61 y STS-103). Durante su último vuelo espacial, participó en una caminata espacial (EVA de 8 horas y 10 minutos), convirtiéndose en el primer astronauta de la Agencia Espacial Europea en hacerlo durante una misión del transbordador espacial (los astronautas anteriores de la ESA realizaron caminatas espaciales a bordo de la Mir). En 2000 fue asignado a la Rama de Actividad Extravehicular de la Oficina de Astronautas, mientras mantenía un puesto como Astronauta Líder de la ESA, en Houston. Nicollier se retiró de la ESA en abril de 2007. Fue nombrado profesor titular de Tecnología Espacial en la École Polytechnique Fédérale de Lausanne el 28 de marzo de 2007, donde imparte un curso de “Diseño y Operaciones de Misiones Espaciales”.

- **Parazynski, Scott Edward**, nacido el 28 de julio de 1961 en Little Rock, Arkansas, US. Es licenciado en biología, médico, piloto comercial y astronauta de la NASA. Veterano de cinco vuelos del transbordador espacial (STS-66, STS-86, STS-95, STS-100 y STS-120) con un total de 57 días en el espacio y siete EVAs de 47 horas y 5 minutos, en total. La misión más reciente de Parazynski fue la STS-120, en octubre de 2007, destacada por un espectacular EVA no planificado para reparar un panel solar activo. Se retiró de la NASA en marzo de 2009 y, actualmente, es el director ejecutivo de una empresa emergente de tecnología vinculada al espacio. Es la primera persona que ha volado en el espacio y ha llegado a la cima del Monte Everest.

- **Parmitano, Luca**, nacido el 27 de septiembre de 1976 en Paternò, Sicily, Italia. Grado universitario, máster, piloto de pruebas con rango de coronel de la Fuerza Aérea Italiana, y es astronauta italiano del Cuerpo de Astronautas Europeos de la Agencia Espacial Europea (ESA). Fue seleccionado como astronauta de la ESA en mayo de 2009. Misiones: la primera misión fue a bordo de la Soyuz TMA-09M a la ISS, (Expedición 36 / 37) y la segunda en la Soyuz MS-13 (Expedición 60 / 61); dos misiones de larga duración en la ISS. Acumula 366 días en el espacio, habiendo realizado 6 EVAs de 33 horas y 9 minutos, en total. Es el primer italiano (y el tercero europeo) en comandar la Estación Espacial Internacional (ISS) durante la Expedición 61.

- **Pla-García, Jorge**. España. Formación: Ingeniería Superior Informática, especialidad en comunicaciones por satélite. Máster en Ciencia y Tecnología desde el Espacio. Máster en Astronomía y Astrofísica. Máster en Meteorología. Doctorado en Astrofísica. Investigador en ciencias planetarias en 3 misiones de NASA en Marte: rover Curiosity, aterrizador InSight y rover Perseverance. Trabaja para 3 misiones de NASA en Marte. Trabajó para 1 misión de ESA (ExoMars). Se presentó 2 veces a la candidatura de astronautas de ESA (2008 y 2021).

- **Pozo Larrocha, Borja**. España. Formación: PhD Ingeniería Electrónica & Telecomunicaciones (Universidad del País Vasco). Líder de investigación en tecnología espacial en el instituto de I+D (UPV/EHU). Una misión de 2 semanas de duración en LunAres Research Station (hábitat análogo).

- **Puente Espada, Beatriz**, Licenciada en Medicina y Cirugía por la UCM, Coronel Médico Directora del Centro de Instrucción de Medicina Aeroespacial del Ejército del Aire y del Espacio de España (CIMA) desde abril del 2024, desempeñando con anterioridad, el cargo de Jefe del Servicio de Medicina Aeronáutica del Centro de Instrucción de Medicina Aeroespacial del Ejército del Aire y del Espacio y el cargo de Directora Médico del AMC-EASA (Centro Médico Aeronáutico) del CIMA desde 2019.

- **Shulman Baker, Ellen Louise**, nacida el 27 de abril de 1953 en Fayetteville, North Carolina, US. Es licenciada en geología, medicina, máster en salud pública y astronauta de la NASA, con 3 vuelos de transbordador (STS-34, STS-50 y STS-71), y registrando 29 días en el espacio. Baker se desempeñó como jefa de la Rama de Educación/Médica de la Oficina de Astronautas de la NASA hasta su jubilación, en 2011, después de más de 30 años de servicio en la agencia.

- **Stott, Nicole Marie Passonno**, nacida el 19 de noviembre de 1962 en Albany, New York, US. Es licenciada, máster en administración de ingeniería y astronauta de la NASA. Se desempeñó como ingeniera de vuelo en la ISS Expedition 20 y Expedition 21, y fue especialista de misión en el STS-128 y STS-133 (el antepenúltimo vuelo del Transbordador Espacial), permaneciendo en total, 104 días en el espacio, además de realizar un EVA de 6 horas y 35 minutos. Se retiró de la NASA después de 28 años. Actualmente es consultora de ILC Dover (empresa de trajes espaciales) y de otras empresas espaciales, y

pertenece al consejo de administración de varias empresas espaciales comerciales.

- **Swanson, Steven Roy**, nacido el 3 de diciembre de 1960 en Syracuse, New York, US. Es licenciado en ingeniería física, máster en sistemas informáticos, doctor en ciencias de la computación y astronauta de la NASA. Swanson ha realizado dos vuelos en el transbordador (STS-117 y STS-119), y un vuelo Soyuz (TMA-12M; Expedición 39/40, de larga duración –casi 6 meses– en la ISS); todos los vuelos fueron a la Estación Espacial Internacional. Ha registrado 196 días en el espacio y completó cinco EVAs con un total de 28 horas y 5 minutos. Ocupó el puesto de CAPCOM para las misiones de la Estación Espacial Internacional y el Transbordador Espacial.

- **Tarnawski, Guillermo José**. España. Formación: Graduado en Medicina; actualmente estudiando el doctorado y un segundo grado en Ingeniería Industrial. Es médico de vuelo en las fuerzas armadas (CIMA) y se presentó a la candidatura de astronautas de ESA (2021).

- **Theodosiou, Evandros**. Chipre. Formación: Ingeniería Mecánica BEng, Universidad de Nottingham, Reino Unido. Su disertación de máster es sobre el análisis termoeconómico de los hábitats marcianos. Imperial College London. Es oficial científico en la organización estudiantil Asclepios, una organización dirigida por estudiantes que entrena a astronautas en misiones análogas. Forma parte del equipo de Control de Misión del Centro de Entrenamiento de Astronautas Análogos (AATC) en Polonia. Participó en una misión análoga de 8 días de duración.

- **Thirsk, Robert Brent "Bob"**, nacido el 17 de agosto de 1953 en New Westminster, British Columbia, Canada. Licenciado en ingeniería mecánica, máster en MIT, doctor en medicina y astronauta de la Agencia Espacial Canadiense (CSA). Misiones: una en el Transbordador Columbia STS-78 y otra de larga duración a la ISS de 188 días, en la Soyuz TMA-15 (Expedición 20/21). Acerca de su misión de larga duración, a la ISS, Thirsk comentó: *"Será la emoción suprema de mi vida. A lo largo de la misión, examinaré los efectos a largo plazo de la gravedad cero como sujeto de prueba y como médico. Mis hallazgos, sin duda, contribuirán a la futura comprensión de la vida en la estación espacial"*. En total estaría 205 días en el espacio. Tiene el récord canadiense de mayor tiempo transcurrido en el espacio.

- **Thomas, Andrew "Andy" Sydney Withiel**, nacido el 18 de diciembre de 1951 en Adelaide, South Australia, Australia. Es doctor ingeniero aeroespacial australiano y estadounidense (tiene doble nacionalidad) y astronauta de la NASA. Se convirtió en ciudadano estadounidense en diciembre de 1986, con la esperanza de poder ingresar al programa de astronautas de la NASA. Misiones: 3 misiones de corta duración en el Transbordador Espacial (STS-77, STS-102 y STS-114) y 1 misión de larga duración (130 días) en la estación espacial MIR (STS-89 / 91 (Mir EO-24 /EO-25)), con un total de 177 días en el espacio, y un EVA de 6 horas y 30 minutos. Thomas fue el primer astronauta profesional en el espacio nacido en Australia.

- **Tognini, Michel Ange-Charles**, nacido el 30 de septiembre de 1949 en Vincennes, Francia. Es piloto de pruebas, ingeniero, general de brigada de la Fuerza Aérea francesa y astronauta del CNES y la ESA, desempeñándose, desde el 1 de enero de 2005 hasta el 1 de noviembre de 2011, como jefe del Centro Europeo de Astronautas de la Agencia Espacial Europea. Veterano de dos vuelos espaciales: la Mir-Antares (Soyuz TM-15/Soyuz TM-14) y la del transbordador espacial STS-93. Tognini ha registrado un total de 19 días en el espacio. Cuenta con 4000 horas de vuelo en 80 tipos de aviones; principalmente aviones de combate, incluidos el MiG-25, Tupolev 154, Lightning MK-3 y MK-5, Gloster Meteor y F-104. Actualmente, realiza conferencias sobre espacio y gestión.

- **Torres Ferrer, Antonio**, nacido en 1949 en Meliana, Valencia, España. Es Ingeniero Aeronáutico. Pertenece al Cuerpo de Ingenieros Aeronáuticos –promoción del 73–, siendo el número 1 de la misma. Piloto Militar, con 980 horas de vuelo. Ha realizado los cursos de Ingeniero Navegante de Ensayos en Vuelo de Istres, Francia, y de Instructor de Astronautas de Houston, Texas, así como períodos de formación en la base de lanzamientos de Cabo Cañaveral, en la Ciudad de la Estrellas de Moscú, en la base de lanzamientos de Baikonur y en el Centro de Entrenamiento de Astronautas Canadiense de Montreal. Jefe de la Sección de Entrenamiento Básico y Avanzado del Centro Europeo de Astronautas (EAC/ESA); (1997-2010). Fue responsable del entrenamiento de astronautas en las siguientes misiones: Euromir 94, Euromir 95, Cervantes y Delta. Profesor de Mecánica Orbital en el Grado de Ingeniería Aeroespacial de la UPV, España.

- **Velasco Díaz, Carlos**, Diplomado Superior en Medicina Aeroespacial y Especialista en Medicina del Trabajo desde 1988. Jefe del Servicio de Medicina Aeronáutica del Centro de Instrucción de Medicina Aeroespacial (CIMA) desde que finalizó su formación, realizada entre España y Estados Unidos (USAF School of Aerospace Medicine). En el Centro, ha participado, también, en el entrenamiento aeromédico de las tripulaciones y en las actividades docentes e investigadoras que en él se realizan. Coordinador médico en los procesos de selección de astronautas para la Agencia Espacial Europea (ESA) en los años 1990/91, delegado español en le Aviation Medicine Coordination Board del European Air Group (EAG AvMed CB) desde 2000 y presidente de la Sociedad Española de Medicina Aeroespacial (SEMA), de la que es miembro desde su fundación. Profesor de Factores Humanos en diversas escuelas de pilotos, desde 1991, y en el Título Propio de Gestión y Transporte Aéreo de la Universidad Politécnica de Madrid.

- **Viehböck, Franz Artur.** (24/08/1960) Viena, Austria. Máster en Ingeniería electrónica y astronauta. 1 Misión en la Estación Mir (Soyuz TM-13/Soyuz TM-12); 8 días en el espacio. Primer austriaco en el espacio (10/10/1991).

- **Vizzi, Carlo**. Italia. Ingeniero en Informática con especialización en tecnología XR. Instructor de tripulación y personal de apoyo en tierra, en el EAC (ESA), y en el lado operativo, con la preparación, gestión de experimentos y apoyo a la tripulación mientras realiza los experimentos en órbita, como contratista de la ESA.

- **Whitson, Peggy Annette**, nacida el 9 de febrero de 1960 en Beaconsfield, IA, US. Investigadora con licenciatura en biología y química, doctorado en bioquímica, astronauta retirada de la NASA, astronauta jefe de la NASA y astronauta activa de Axiom Space. Su primera misión espacial fue en 2002: una estadía prolongada (184 días) a bordo de la Estación Espacial Internacional como miembro de la Expedición 5 (STS-111/STS-113). En su segunda misión (192 días), la Expedición 16 en 2007-2008 (Soyuz TMA-11), se convirtió en la primera mujer al mando de la ISS. En 2009, se convirtió en la primera mujer en ocupar el puesto de astronauta jefe de la NASA, el puesto más alto en el Cuerpo de Astronautas de la NASA. En 2017, Whitson se convirtió en la primera mujer en comandar la Estación Espacial Internacional dos veces. Su vuelo de 289 días fue el vuelo espacial individual más largo realizado por una mujer, hasta el vuelo de 328 días de Christina Koch. El 15 de junio de 2018, Whitson se retiró de la NASA. Más tarde, se convirtió en consultora de Axiom Space, y participó como comandante de Axiom Mission 2 (21-31/05/2023). Con esta última misión ostenta 675 días en el espacio, más que cualquier otro estadounidense. Tiene los récords de la caminante espacial de más edad y la mayor cantidad de caminatas espaciales realizadas por una mujer. El tiempo EVA acumulado de Whitson es de 60 horas y 21 minutos, lo que la ubica en el quinto lugar en tiempo EVA total. Es la mujer de mayor edad en orbitar la Tierra, un récord que rompió en 2023, a los 63 años. Fue incluida en la lista de las 100 personas más influyentes de 2018 de la revista Time.

RELACIÓN DE ACRÓNIMOS

Relación de acrónimos

- **A/L**: Airlock, en español: esclusa de aire, utilizadas con el fin de compartimentar estancias con diferente atmosfera.
- **ADN**: Ácido Desoxirribonucleico.
- **AGID**: Association of Geoscientists for International Development, en español: Asociación de Geocientíficos para el Desarrollo Internacional.
- **AMC**: Acceptable Means of Compliance, en español: Medios Aceptables de Cumplimiento.
- **AMIS**: Proyecto “Advanced Man in Space”.
- **AvMed CB**: Aviation Medicine Coordination Board, en español: Junta de Coordinación de Medicina Aeroespacial.
- **CAM:** Crassulacean Acid Metabolism, en español: Metabolismo del Ácido Crasuláceo, característico en algunos tipos de plantas.
- **CAPCOM**: Capsule Communicator, en español: Comunicador de Cápsula; astronauta en la Tierra, con la función de comunicarse con los tripulantes que están dentro de la nave.
- **CDRA**: Carbon Dioxide Removal Assembly, en español: Conjunto de Eliminación de Dióxido de Carbono (ISS).
- **CEO**: Chief Executive Officer, en español: director ejecutivo, director general, consejero delegado o gerente general.
- **CIANA**: Comisión Iberoamericana de Navegación Aérea.
- **CIMA**: Centro de Instrucción de Medicina Aeroespacial; es un Centro dependiente del Ejército del Aire y del Espacio (España) que dedica su actividad en el campo de la Medicina Aeroespacial. Actualmente, tiene su sede junto a la Base de Torrejón (Madrid).
- **CINA**: Convenio Internacional de Navegación Aérea.
- **CMAH**: Candidates with Missions in Analogs Hábitats, en español: Candidatos con Misiones en Hábitats Análogos.
- **CNES**: Centre National d'Études Spatiales, en español: Centro Nacional de Estudios Espaciales, es la agencia espacial del gobierno francés.
- **COSPAR**: Committee on Space Research, en español: Comisión de Investigaciones Espaciales.
- **CSA**: Canadian Space Agency, en español: Agencia Espacial Canadiense.
- **CSIC**: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (España).
- **CSM**: Command and Service Module, en español: Módulo de Mando y Servicio.
- **CST**: Candidates with Some Trainning, en español: Candidatos con Algún Entrenamiento.
- **DLR**: Deutsches Zentrum für Luft - und Raumfahrt, en español: Centro Aeroespacial Alemán.
- **EAC (ESA)**: European Astronaut Centre, en español: Centro Europeo de Astronautas de la ESA.

- **EAG**: European Air Group, en español: Grupo Aéreo Europeo; organización internacional de carácter militar, única e independiente, formada por las Fuerzas Aéreas de 7 países miembros: Alemania, Bélgica, España, Francia, Países Bajos, Italia y Reino Unido.

- **EANA**: European Astrobiology Network Association, en español: Asociación de la Red Europea de Astrobiología.

- **EASA**: European Union Aviation Safety Agency, en español: Agencia de Seguridad Aérea de la Unión Europea.

- **ECG**: Electrocardiograma.

- **ECLSS (ISS)**: Environmental Control and Life Support System, en español: Sistema de Soporte Vital y Control del Ambiente (ISS).

- **ECSS**: European Cooperation for Space Standardization, en español: Cooperación Europea para la Normalización Espacial; se trata de un conjunto de normas aplicables al desarrollo de proyectos espaciales europeos. Dicho conjunto está compuesto de cuatro ramas importantes: la gestión de proyectos, el aseguramiento de la calidad, la ingeniería de sistemas y el desarrollo sostenible del espacio.

- **EEUU**: Estados Unidos.

- **EPFL**: École Polytechnique Fédérale de Lausanne, en español: Escuela Politécnica Federal de Lausana.

- **ESA**: European Space Agency, en español: Agencia Espacial Europea.

- **ESOC**: European Space Operations Centre, en español: Centro Europeo de Operaciones Espaciales.

- **EST**: European Summer Time, en español: horario de verano europeo.

- **EVA**: Extravehicular Activity, en español: Actividad Extravehicular; cualquier actividad realizada por un astronauta, en el espacio exterior, fuera de un vehículo/hábitat espacial.

- **ExMC**: Exploration Medical Capability, en español: Capacidad Médica de Exploración (HRP de la NASA); promueve la salud humana, y el desempeño en el espacio, mediante el avance del diseño de sistemas médicos y la toma de decisiones informadas sobre los riesgos para la exploración más allá de la órbita terrestre baja.

- **HRP**: Human Research Program, en español: Programa de Investigación Humana.

- **IAA**: International Academy of Astronautics, en español: Academia Internacional de Astronáutica.

- **IAGETH**: International Association for Geoethics, en español: Asociación Internacional de Geoética.

- **IIE**: Instituto de la Ingeniería de España.

- **IFHE:** International Federation of Healthcare Engineering, en español: Federación Internacional de Ingeniería Sanitaria.

- **IGEO**: Instituto de Geociencias. Instituto de investigación mixto dependiente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y de la Universidad Complutense de Madrid.

- **ILEWG**: International Lunar Exploration Working Group, en español: Grupo de Trabajo Internacional de Exploración Lunar.

- **INTA**: Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (España).

- **ISECG**: International Space Exploration Coordination Group, en español: Grupo Internacional de Coordinación de la Exploración Espacial.
- **ISEF**: International Space Exploration Forumen, en español: Foro Internacional de Exploración Espacial.
- **ISOL**: International Society for the Study of the Origin of Life, en español: Sociedad Internacional para el Estudio del Origen de la Vida.
- **ISS**: International Space Station, en español: Estación Espacial Internacional.
- **IUGS**: International Union of Geological Sciences, en español: Unión Internacional de Ciencias Geológicas.
- **JAXA**: Japan Aerospace Exploration Agency, en español: Agencia Japonesa de Exploración Aeroespacial.
- **JCR**: Journal Citation Report.
- **JEM**: Japanese Experiment Module, en español: Módulo de Experimentos Japonés en la ISS.
- **JPM**: Japanese Pressurized Module, en español: Módulo Presurizado Japonés; en la ISS.
- **LaRC**: Langley Research Center (EEUU).
- **LM**: Lunar Module, en español: Modulo Lunar.
- **LTV**: Lunar Terrain Vehicle, en español: Vehículo Lunar Todoterreno.
- **MD**: Doctor of Medicine, en español: Médico (doctor).
- **MOS**: Moon Orbital Spaceship, en español: Nave Lunar Orbital.
- **MSc**: Master of Science, en español: Máster en Ciencias.
- **MVA**: The Moon Village Association.
- **NASA**: National Aeronautics and Space Administration (EEUU), en español: Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio.
- **NIDCD:** The National Institute on Deafness and Other Communication Disorders, en español: Instituto Nacional sobre Sordera y Otros Trastornos de la Comunicación (EEUU).
- **NIH:** National Institutes of Health, en español: Instituto Nacional de Salud (EEUU).
- **NOAA:** National Oceanic and Atmospheric Administration, en español: Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica de EEUU.
- **OGS:** Oxygen Generation System, en español: Sistema Generador de Oxígeno.
- **ONG:** Organización No Gubernamental.
- **PANGAEA**: Planetary ANalogue Geological and Astrobiological Exercise for Astronauts, perteneciente a la Agencia Espacial Europea.
- **PhD**: Doctor of Philosophy, en español: Grado de Doctor.
- **PMM**: Permanent Multipurpose Module, en español: Módulo Permanente Multipropósito Leonardo; de la ISS.
- **REDESPA**: Red Española de Planetología y Astrobiología.

- **ROSCOSMOS**: del ruso: Государственная корпорация по космической деятельности «Роскосмос», Gosudárstvennaya korporátsiya po kosmícheskoy déyatelnosti «Roskosmos», en la actualidad, es la denominación de la agencia espacial de Rusia; Corporación Espacial Estatal «ROSCOSMOS».

- **RSA**: Russian Space Agency, en español: Agencia Espacial Federal de Rusia (denominación de la agencia espacial rusa hasta el 2015).

- **SEAL**: SEa, Air and Land, en español: Equipos Tierra, Mar y Aire de la Armada de los Estados Unidos (fuerza de operaciones especiales).

- **SEMA**: Sociedad Española de Medicina Aeroespacial.

- **STEM**: Science, Technology, Engineering and Mathematics, en español: Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas. El término STEM sirve para agrupar a las 4 grandes áreas de conocimiento en las que trabajan científicos e ingenieros.

- **STS**: Space Transportation System, en español: Transbordador espacial o lanzadera espacial; de la NASA.

- **UCM**: Universidad Complutense de Madrid.

- **UPA**: Urine Processor Assembly, en español: Módulo de Procesamiento de Orina.

- **UPV**: Universidad Politécnica de Valencia.

- **URSS / USSR**: Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas.

- **US**: United States, en español: Estados Unidos.

- **USAF**: United States Air Force, en español: Fuerza Aérea de los Estados Unidos.

- **USMC**: United States Marine Corps, en español: Cuerpo de Marines de los Estados Unidos; Cuerpo de Infantería de Marina de Estados Unidos.

- **USSF:** United States Space Force, en español: Fuerza Espacial de los Estados Unidos.

- **UT**: Universal Time, en español: horario universal.

- **UTC**: Coordinated Universal Time, en español: tiempo universal coordinado; el principal estándar de tiempo por el cual el mundo regula los relojes y el tiempo.

- **WHC**: Waste and Hygiene Compartment, en español: Compartimento de Higiene y Desechos.

- **WPA**: Water Processor Assembly, en español: Módulo de Procesamiento de Agua.

- **WRS**: Water Recovery System, en español: Sistema de Recuperación de Agua.

ANEXOS

Anexo 1. Relación de figuras

Anexo 2. Relación de tablas

Anexo 3. Participación en proyectos de Arquitectura Planetaria:

3.1. FALLAMARS. Hábitat en Marte (2015)

3.2. LYCHEN CITY. Ciudad en Marte (2020)

3.3. FOCARIS. Hábitat en la Luna (2021)

Anexo 4. Tabla de filiación y datos de todos los astronautas

Anexo 5. Encuesta a los participantes en la investigación

Anexo 6. Encuestas recibidas de los participantes en la investigación

Anexo 1. Relación de figuras

Las figuras en las que no se indica la fuente o créditos, han sido realizadas por la autora.

1 INTRODUCCIÓN

1.2 ESTADO DE LA CUESTIÓN

- **Figura 1.** Gráfico de líneas de la evolución en números de registros. Fuente: Elaboración propia en base a los datos Web of Science. Búsqueda realizada para el período 1978-2021. (Pág.11)

- **Figura 2.** Diagrama de tarta con el reparto de las áreas de investigación del muestreo realizado. Fuente: Elaboración propia en base a los datos Web of Science. Búsqueda realizada para el período 1978-2021. (Pág.11)

- **Figura 3.** Diagrama de barras agrupadas en los títulos de fuentes de publicación. Fuente: Elaboración propia en base a los datos Web of Science. Búsqueda realizada para el período 1978-2021. (Pág.12)

- **Figura 4.** Diagrama de barras agrupadas en los países que más contribuyen con sus investigaciones publicadas en el área de estudio que se está revisando. Fuente: Elaboración propia en base a los datos Web of Science. Búsqueda realizada para el período 1978-2021. (Pág.13)

- **Figura 5.** Diagrama de barras agrupadas de las entidades financiadoras y gráfico de tarta de las regiones de origen de estas. Fuente: Elaboración propia en base a los datos Web of Science. Búsqueda realizada para el período 1978-2021. (Pág.13)

2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

- **Figura 6.** Portada del libro autobiográfico del científico granadino Emilio Herrera Linares: “Del aire al más allá”. (Pág.19)

- **Figura 7.** La prensa internacional se hizo eco del desarrollo de la escafandra estratonáutica. Créditos: Instituto de Cultura e Historia Aeronáutica de España. (Pág.20)

- **Figura 8.** Concepto de estación espacial de Wernher Von Braun (1952). Créditos: Marshall Space Flight Center de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA). (Pág.20)

- **Figura 9.** Wernher Von Braun explica un modelo de estación espacial en un programa de televisión de Disney (1956). (Pág.21)

- **Figura 10.** Cartel original de la película “2001: Una odisea del espacio” (1986). (Pág.21)

- **Figura 11.** “Colonia cilíndrica” ilustrada por Don Davis en 1975. Créditos: NASA. (Pág.23)

- **Figura 12.** Posición de descanso de Armstrong y Aldrin en el LM (Eagle). Créditos: NASA. (Pág.24)

- **Figura 13.** El Módulo Lunar “Eagle” en el Mar de la Tranquilidad, puede considerarse el primer hábitat estable en un cuerpo extraterrestre. Créditos: NASA. (Pág.24)

- **Figura 14.** El astronauta y geólogo Harrison Schmitt dentro del módulo lunar después de un EVA. Créditos: NASA. (Pág.25)

2.1. PRIMEROS ARQUITECTOS/AS EN ARQUITECTURA PLANETARIA

- **Figura 15.** La arquitecta Galina Balashova en el prototipo de la cápsula espacial Soyuz 19 que diseñó en 1975. Fuente: Philipp Meuser, 2015. (Pág.26)

- **Figura 16.** Tercera versión aprobada, de la Soyuz (Union) Spaceship Orbital Compartment. Fuente: Philipp Meuser, 2015. (Pág.26)

- **Figura 17**. Diseño del interior de la estación espacial Mir, (1981). Fuente: Philipp Meuser, 2015. (Pág.27)

- **Figura 18.** Diseño para el espacio de trabajo de la estación espacial Mir, variante final del interiorismo (1980). Fuente: Philipp Meuser, 2015. (Pág.27)

- **Figura 19.** Fotografía de modelo a escala. Cúpula Desplegable Teatro, VI Congreso Unión Internacional de Arquitectos, 1961. Emilio Pérez Piñero. (Pág.28)

- **Figura 20.** Cúpula reticular Poliédrica F-12 de Emilio Pérez Piñero, 1972. Teatro-Museo Dalí. CREDITOS: Archivo Fundación Emilio Pérez Piñero. (Pág.28)

2.2. PROYECTOS EN LOS QUE SE ESTÁ TRABAJANDO ACTUALMENTE

- **Figura 21.** Cofundadores de The Planetary Society: Bruce Murray, Carl Sagan y Louis Friedman posan frente a la oficina de la sociedad en 1989. Fuente: The Planetary Society. (Pág.29)

- **Figura 22.** Logotipo de la Mars Society. Fuente: Mars Society. (Pág.30)

- **Figura 23.** La Mars Desert Research Station (MDRS), propiedad de la Mars Society y operada por ella, es una instalación espacial análoga en Utah que apoya la investigación basada en la Tierra en busca de la tecnología, las operaciones y la ciencia necesarias para la exploración espacial humana. Fuente: Mars Society. (Pág.31)

- **Figura 24.** Logotipo de la Moon Society. Fuente: Moon Society. (Pág.32)

- **Figura 25.** Logotipo de Moon Village Association. Fuente: Moon Village. (Pág.33)

- **Figura 26.** Infografía mostrando la selección del emplazamiento elegido en Marte y el proceso de la construcción del hábitat FALLAMARS, presentada a concurso internacional promovido por NASA y la America Makes en el 2015. Propuesta planteada por el equipo interdisciplinar compuesto por: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez, Dr. Jesús Martínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, Dr. John Aaron Graves. Créditos: GAREID PROYECTOS. (Pág.35)

- **Figura 27.** Infografía que muestra la evolución de las actividades lunares en la superficie y en órbita, dentro del programa Artemisa. Créditos: NASA (2020). (Pág.37)

- **Figura 28.** Infografía del módulo habitacional de Norman Foster en colaboración con la ESA. Créditos: ESA / Foster + Partners. (Pág.39)

- **Figura 29.** Portada de uno de los libros de Rachel Armstrong. Créditos: Springer. (Pág.40)

- **Figura 30.** Visualización de un ejemplo de *Living Architecture* por Dan Tassell. Créditos: DEZZEN. (Pág.41)

- **Figura 31.** Ilustración de cómo se vería la nave espacial *Persephone* por Phil Watson & Jon Morris. Créditos: DEZZEN. (Pág. 41)

- **Figura 32.** Visualización de suelo sintético en la nave espacial *Persephone*. Créditos: DEZZEN. (Pág. 41)

- **Figura 33.** Ilustración de cómo se vería la nave espacial *Persephone*. Créditos: DEZZEN. (Pág. 41)

- **Figura 34.** Instalación Swarm Tectonics (estructura diseñada por Neil Leach, Kristina Shea, Jeroen van Michelen y Spela Videcnik), Academie van Bouwkunst, Amsterdam, 20-29 de junio de 2002. Créditos: Neil Leach. (Pág. 42)

- **Figura 35.** El diseño de un entorno a escala planetaria para la película "Divide" de Jörg Tittel y Ethan Ryker. NOAH (New Outer Atmospheric Home) es una estación espacial multiorientada, porosa, a escala de ciudad y hecha por el hombre en la película, que alberga a millones de personas. El diseño de cuatro NOAH ocupa un lugar destacado en la película, y su diseño y tecnología es la base del thriller social y político de ciencia ficción que surge entre los habitantes de los NOAH y la Tierra. Créditos: Greg Lynn. (Pág.43)

- **Figura 36.** Hassell y Eckersley O'Callaghan (EOC) fueron preseleccionados en el desafío para un hábitat impreso en 3D de la NASA. Créditos: Hasell. (Pág.44)

- **Figura 37.** Desde el risco Famara en Lanzarote, el Dr. Jesús Martínez-Frías explica a los astronautas el origen de la isla. Créditos: ESA-L.Ricci. (Pág.45)

- **Figura 38.** 2016-10-26_LavaTube-Traverse2-S.Sechi-GH3-012. El primer curso Pangea tuvo lugar en 2016 para capacitar a los astronautas en la identificación de características geológicas planetarias para futuras misiones a la Luna, Marte y asteroides. Créditos: ESA. (Pág.46)

- **Figura 39.** Mapeado de "La Cueva de los Verdes". Créditos: Virtual Geography Agency (VIGEA). ESA. (Pág.47)

- **Figura 40.** Recorrido virtual de "La Cueva de los Verdes". Créditos: Virtual Geography Agency (VIGEA). ESA. (Pág.48)

3 UTILIZACIÓN DE ESPACIOS NATURALES "GEOLOGICAL ASTROIKOS"

- **Figura 41.** Iglú. Créditos: Smitt / Getty Images. (Pág.52)

- **Figura 42.** Arquitectura Vernácula: Interior de un iglú inuit. Créditos: lepaveblog.com. (Pág.53)

- **Figura 43.** Arquitectura Vernácula: Viviendas Musgum en Camerún. Créditos: Patrick Lapierre. (Pág.54)

- **Figura 44.** Arquitectura Vernácula: Casas colmena de Harran, Turquía. Créditos: Usuario de Wikimedia Raki_Man bajo la licencia Creative Commons Attribution 3.0 Unported. (Pág.55)

- **Figura 45.** Infografía mostrando los alzados, secciones y 3D, del hábitat FALLAMARS, presentada a concurso internacional promovido por NASA y la America Makes en el 2015. Propuesta planteada por el equipo interdisciplinar compuesto por: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez, Dr. Jesús Martínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, Dr. John Aaron Graves. Créditos: GAREID PROYECTOS. (Pág.56)

4 ICHNÓS DEL HABITÁCULO LUNAR

4.3 PROYECTO FOCARIS, como hábitat lunar

- **Figura 46.** STS095-E-5251 (4 de noviembre de 1998). El astronauta y senador estadounidense John H. Glenn Jr. (D.-Ohio), especialista en carga útil STS-95, hace ejercicio en el dispositivo ergómetro a bordo del Discovery. Créditos: NASA. (Pág.67)

- **Figura 47.** ISS043E086114 (04/04/2015). Fotografía en la que el astronauta de la NASA Scott Kelly se prepara para tomar algunas lecturas de instrumentos a bordo de la ISS el 4 de abril de 2015. Kelly, permaneció durante un año trabajando en la estación espacial, como miembro de una tripulación. Mientras, la NASA continúa preparándose para el eventual viaje a Marte, con los datos que van recopilándose. Créditos: NASA. (Pág.67)

- **Figura 48.** El comandante de la Expedición 14, López-Alegría cierra la escotilla interior del A/L. S116-E-05863 (12 de diciembre de 2006). El astronauta de la NASA, Michael E. López-Alegría, comandante de la Expedición 14 y oficial científico de la ISS, cierra la escotilla interior de la esclusa Quest de la ISS. El astronauta Robert L. Curbeam, Jr. y el astronauta de la Agencia Espacial Europea (ESA) Christer Fuglesang, ambos especialistas de la misión STS-116, estaban a punto de salir de la esclusa para la primera sesión de EVA de la misión. Créditos: NASA. (Pág.69)

- **Figura 49.** Los tripulantes de la Expedición 14/STS-116 disfrutan de una comida en el SM durante las Operaciones Conjuntas. S116-E-06068 (13 de diciembre de 2006). Los miembros de la tripulación STS-116 y la Expedición 14 comparten una comida en el Módulo de Servicio Zvezda de la Estación Espacial Internacional. En primer plano aparecen los astronautas Nicholas JM Patrick (izquierda), especialista de la misión STS-116; Michael E. López-Alegría (arriba en el centro), comandante de la Expedición 14 y oficial científico de la estación espacial de la NASA; y el astronauta de la Agencia Espacial Europea (ESA) Thomas Reiter (derecha), especialista de la misión STS-116. Al fondo aparecen el cosmonauta Mikhail Tyurin (izquierda), ingeniero de vuelo de la Expedición 14 en representación de la Agencia Espacial Federal de Rusia; el astronauta de la Agencia Espacial Europea (ESA) Christer Fuglesang, especialista de la misión STS-116; Sunita L. Williams, ingeniera de vuelo de la Expedición 14; Joan E. Higginbotham, Robert L. Curbeam, Jr., ambos especialistas de la misión STS-116; y William A. (Bill) Oefelein, piloto de STS-116. El astronauta Mark L. Polansky, comandante de la STS-116, está fuera de cuadro. Créditos: NASA. (Pág.69)

- **Figura 50.** ISS051E020883 (23 de abril de 2017). Los miembros de la tripulación de la Expedición 51 comparten una comida dentro del módulo Unity. De izquierda a derecha están los ingenieros de vuelo Oleg Novitskiy, Fyodor Yurchikhin y Jack Fischer y la comandante Peggy Whitson. Créditos: NASA. (Pág.70)

- **Figura 51.** Prueba de programación autónoma de la tripulación (CAST). ISS052E016190 (18 de julio de 2017). La astronauta de la NASA, Peggy Whitson es fotografiada sentada frente a las ventanas de la cúpula durante la sesión final de la Prueba de programación autónoma de la tripulación (CAST). La investigación CAST analiza si los equipos pueden desarrollar planes en un período de tiempo razonable con información adecuada, si la proximidad de los planificadores a las operaciones previstas aumenta la eficiencia y si estos están más satisfechos cuando se les asigna un papel en el desarrollo del plan. Créditos: NASA. (Pág.70)

- **Figura 52.** Extracción de muestra de sangre inmune. ISS030-E-257690 (26 de abril de 2012). El astronauta de la ESA, Andre Kuipers, ingeniero de vuelo de la Expedición 30, se prepara para la extracción de muestras de sangre venosa INMUNE en el laboratorio Columbus de la ISS. Después de las extracciones de sangre, las muestras se guardaron temporalmente en el congelador del laboratorio Minus Eighty para la ISS

1 (MELFI-1) y luego se empaquetaron junto con muestras de saliva en la Soyuz TMA-22 con el fin de retornarlas a la Tierra para su análisis. Créditos: NASA. (Pág.71)

4.4 EL HÁBITAT: IDEA Y COMPOSICIÓN

- **Figura 53.** Envolvente exterior correspondiente a módulo de hábitat, a modo de semicúpula prefabricada; transformable, resistente y ligera. (Pág.72)

- **Figura 54.** Crustáceo (Oniscidea), o bicho bola, y farolillo. (Pág.73)

- **Figura 55.** Unión entre módulos exteriores y cuerpo de estructura principal superior. (Pág.76)

- **Figura 56.** Detalle de la sección ampliada de la semicúpula. (Pág.77)

- **Figura 57.** Estructura de malla que conforma el revestimiento superior del hábitat proyectado. (Pág.78)

- **Figura 58.** *Paleodictyon* del Mioceno. (Pág.78)

4.5 CONSIDERACIONES PARA LA CONFIGURACIÓN DEL HÁBITAT

- **Figura 59.** Programa de necesidades en FOCARIS. (Pág.80)

- **Figura 60.** Infografía de planta y perspectivas del hábitat proyectado. (Pág.81)

- **Figura 61.** Imagen conceptual de la distribución y de los elementos constructivos del hábitat proyectado. (Pág.82)

- **Figura 62.** Instalación de ducha en el módulo para aseos. (Pág.85)

- **Figura 63.** Estructura de suelo; almacenaje de víveres, y utensilios, para su uso normalizado, o de emergencia. (Pág.86)

- **Figura 64.** Imagen conceptual del volumen cilíndrico previsto para el transporte de los elementos del hábitat de FOCARIS, de 8 metros de diámetro por 8 metros de altura. Representa una sección del vehículo espacial utilizado para viajar a la Luna. (Pág.91)

- **Figura 65.** Imagen conceptual del acoplamiento de cuatro secciones de cañones que conforman la bóveda central sexpartita; este conjunto, cumple igualmente con los 8 metros de diámetro de la sección del vehículo espacial utilizado para su transporte. (Pág.92)

- **Figura 66.** Imagen del proceso de montaje de los principales componentes del hábitat FOCARIS. (Pág.93)

- **Figura 67.** Sección ampliada de la semicúpula, el cañón de la bóveda central y el óculo. (Pág.94)

- **Figura 68.** Vista del “Airlock”; puestos (1 a 7) intercambio de trajes EVA. (Pág.97)

- **Figura 69.** Vista del “Airlock”; puestos (8 a 14) intercambio de trajes EVA. (Pág.98)

- **Figura 70.** Barreras seccionables de eje central; puertas de acceso a las semicúpulas. (Pág.99)

- **Figura 71.** Laboratorio – Dispensario (sala de curas y cirugías) con puertas abiertas. (Pág.101)

- **Figura 72.** Infografía perteneciente a la ubicación de la futura misión al Polo Sur de la Luna, en el cráter Shackleton. Planificación de la NASA (2006). Créditos: NASA. (Pág.105)

- **Figura 73.** Una visualización del cráter Shackleton. El lado cercano (que mira hacia la Tierra) de la Luna está a la derecha. En la fotografía, color-falso, el rojo indica mayor altitud y, el azul, menor. Visualizaciones de Ernie Wright. Publicado el 21 de junio de 2012. Créditos: NASA. (Pág.105)

- **Figura 74.** Misión STS090-E-5085 (21 de abril de 1998). El especialista en carga útil Jay C. Buckey, Jr. (derecha) ayuda al astronauta Richard M. Linnehan con un casco de dormir. El equipo monitorea y mide los impulsos eléctricos del cerebro, los músculos, los ojos y el corazón como parte de un estudio de los patrones de sueño de los astronautas en el espacio. Créditos: NASA. (Pág.109)

- **Figura 75.** Cosecha de plantas Veg-01. ISS044E045825 (11/08/2015). Los astronautas de la NASA Scott Kelly y Kjell Lindgren, en la ISS, prueban por primera vez alimentos cultivados, cosechados y consumidos en el espacio; un paso importante en el camino a Marte. La tripulación dio sus primeros bocados el 10 de agosto de 2015. Créditos: NASA. (Pág.109)

- **Figura 76.** Plantación hidropónica interior. (Pág.111)

- **Figura 77.** Sección ampliada de la composición laminada del óculo central. (Pág.113)

- **Figura 78.** Lucernario central con la protección de la malla exterior. (Pág.116)

- **Figura 79.** Corredor circular central. (Pág.119)

- **Figura 80.** Interior de la habitación doble. (Pág.124)

- **Figura 81.** Maqueta del ECLSS de la ISS, en la Dirección de Proyectos de Vuelo del Centro Marshall de Vuelos Espaciales en Huntsville, Alabama (EEUU); responsable de diseñar y construir los sistemas de soporte vital que proporcionan a la tripulación de la ISS un ambiente confortable para vivir y trabajar. Esta fotografía muestra la que se instaló en el módulo Nodo 3 de la ISS. De izquierda a derecha, se muestran el cubículo para ducha, el de desechos, el módulo n.°2 del sistema de recuperación de agua (WRS), el n.°1 del WRS y el módulo n.°1 del sistema de generación de oxígeno (OGS). El WRS proporciona agua limpia a través de la recuperación de aguas residuales; está compuesto por un conjunto procesador de orina (UPA) y un conjunto procesador de agua (WPA). La UPA acepta y procesa la orina de los miembros de la tripulación pretratada para permitir su procesamiento junto con otras aguas residuales en la WPA. Créditos: NASA. (Pág.125)

- **Figura 82.** Interacción entre los componentes del Sistema de Soporte Vital y Control del Ambiente de la ISS (ECLSS). Créditos: NASA. (Pág.126)

- **Figura 83.** Marshburn realiza mantenimiento en el CDRA en el JPM. Identificación de la NASA: ISS034-E-063336 (8 de marzo de 2013). El astronauta de la NASA Tom Marshburn, ingeniero de vuelo de la Expedición 34, realiza el mantenimiento del conjunto de eliminación de dióxido de carbono en el módulo presurizado (JPM) del módulo experimental japonés (JEM). Créditos: NASA. (Pág.127)

- **Figura 84.** Vista de la cocina y comedor en la zona común. (Pág.130)

- **Figura 85.** Acceso a las dos salas *"Airlock"*. (Pág.131)

- **Figura 86.** Laboratorio – Dispensario (sala de curas y cirugías) puertas cerradas. (Pág.131)

- **Figura 87.** Corredor y acceso al espacio de zonas comunes. (Pág.135)

- **Figura 88.** Puesto de telecomunicaciones (transmisiones con la Tierra). (Pág.138)

6 ESTUDIO REALIZADO CON ASTRONAUTAS, QUE CONFIRMAN LAS TESIS PLANTEADAS EN EL PROGRAMA DE NECESIDADES

6.3 RESULTADOS

1. Datos demográficos, Bloque 1. Perfil del habitante

- **Figura 89.** Astronauta sin misión. Créditos: Linkedin. (Pág.164)

- **Figuras 90.** Astronautas con misiones de menos de un mes de duración seguida. Créditos: Agencias Espaciales. (Págs.164-167)

- **Figuras 91.** Astronautas con misiones de larga duración. Créditos: Agencias Espaciales. (Págs.167-169)

- **Figura 92.** Los datos demográficos primarios de los encuestados. Género, Distribución según su actividad, Nacionalidad y Agencias o grupos con interés en el espacio. (Pág.172)

- **Figura 93.** Los datos demográficos primarios de los encuestados astronautas. Agencias o grupos con interés en el espacio y Nacionalidad; La NASA y, por ende, los norteamericanos, son los que acumulan más experiencia entre los encuestados, constatándose como clara referencia. (Pág.174)

- **Figura 94.** Datos de experiencia en los dos grupos de población encuestados. (Pág.174)

2. Bloque 2. Experiencias en el espacio

- **Figura 95.** Datos de primeros aspectos que extrañan, entre cada grupo de población encuestado. (Pág.176)

4. Discusión

- **Figura 96.** Respuesta a la cuestión 15, según cada grupo de población encuestado. (Pág.179)

- **Figura 97.** Respuesta a la cuestión 16, según cada grupo de población encuestado. (Pág.179)

- **Figura 98.** Respuesta a la cuestión 21, según cada grupo de población encuestado. (Pág.180)

- **Figura 99.** Respuesta a la cuestión 23, según cada grupo de población encuestado. (Pág.180)

- **Figura 100.** Respuesta a la cuestión 37, según cada grupo de población encuestado. (Pág.182)

- **Figura 101.** Respuesta a la cuestión 40, según cada grupo de población encuestado. (Pág.182)

- **Figura 102.** Respuesta a la cuestión 46, según cada grupo de población encuestado. (Pág.183)

- **Figura 103.** Respuesta a la cuestión 47, según cada grupo de población encuestado. (Pág.183)

- **Figura 104.** Respuesta a la cuestión 48, según cada grupo de población encuestado. (Pág.184)

- **Figura 105.** Respuesta a la cuestión 49, según cada grupo de población encuestado. (Pág.184)

7. CONCLUSIONES

- **Figura 106.** La estancia de Bolsón cerrado, residencia del señor Bilbo Bolsón. Biblioteca Bodleian, Universidad de Oxford, de su fondo *Ms Tolkien Drawings*. (Pág.200)

Anexo 2. Relación de tablas

Las tablas en las que no se indica la fuente o créditos, han sido realizadas por la autora.

4 ICHNÓS DEL HABITÁCULO LUNAR

4.4 CONSIDERACIONES PARA LA CONFIGURACIÓN DEL HÁBITAT

- **Tabla 1.** Cuadro de superficies y volúmenes de los espacios proyectados en FOCARIS. (Pág.79)

1. La seguridad: elección de materiales y sistema constructivo

a. Materiales

- **Tabla 2.** Masa y pesos de los elementos transportados desde la Tierra. (Pág.87)

- **Tabla 3.** Masa y pesos de las secciones reutilizadas del vehículo espacial. (Pág.88)

- **Tabla 4.** Cantidad de regolito necesario para llenar las cámaras interiores de las carcasas exteriores. (Pág.89)

- **Tabla 5.** Cantidad de agua en el interior de las secciones del hábitat. (Pág.89)

- **Tabla 6.** Cantidad de productos de primera necesidad, en la programación de una misión. (Pág.90)

6 ESTUDIO REALIZADO CON ASTRONAUTAS, QUE CONFIRMAN LAS TESIS PLANTEADAS EN EL PROGRAMA DE NECESIDADES

6.2 MATERIALES Y MÉTODOS EMPLEADOS

- **Tabla 7.** Resumen listado público de población de astronautas. (Pág.162)

Anexo 3. Participación en proyectos de Arquitectura Planetaria:

1. FALLAMARS. Hábitat en Marte (2015)

Documentación generada con motivo de la presentación del proyecto de investigación FALLAMARS[230], donde la autora trabajó como única arquitecta y *Team Leader*.

TEAM IDENTIFICATION NUMBER: 2015-1-067

Our 3D-Printed habitat project is based on four fundamental pillars:

A. THE HUMANIZATION OF SPACE ARCHITECTURE
B. THE USAGE OF INDIGENOUS MATERIALS AND NATURAL RESOURCES
C. THE AUTONOMOUS CONSTRUCTION
D. THE SAFETY

A. The HUMANIZATION OF SPACE ARCHITECTURE

Thanks to human contribution to life and scientific advances, people will be ready to leave their natural surroundings with the aim of opening new horizons for future generations that will help create a settlement and home with newer and more advanced survival parameters.

In view of the feared and possibly expected attitudes of feeling trapped due to living in a limited space, the four crew members deserve a habitat which will enable them to feel safe, calm and comfortable. Consequently, this space has been designed to encourage feelings of hope, excitement, luminosity, happiness and tranquility. Our four tenants will want to take shelter within the habitat; to watch a movie whilst eating popcorn…; to listen and/or to practice some music; to laugh and share fun games with each other; to rest; to have a coffee/tea/hot soup/freshly squeezed juice; to take a shower and to take care of their personal and/or general space; and amongst other things, to stay in touch with their base on Earth and share all necessary information and discoveries in addition to all their exciting experiences with them.

In this manner, the idea behind the design creates a symbiotic relationship between SPORT, RESEARCH and LEISURE activities:

- SPORT. An indoor athletic track designed to encourage movement, sport and fitness:

  - The corridor to access each of the rooms is free of corners and its round shape adapts itself smoothly to the natural movement of the body as it turns.
  - It has been integrated as an active surface in the design.
  - It allows walking as well as running or jogging in order to incorporate a healthy lifestyle for its users.
  - It favors the principle of "movement economies" by fortifying more muscular strength with a lesser range of movement to ease the adaptability to the ergonomy of the surface and volume.
  - The above mentioned characteristics enhance the fitness levels of each crew member by: increasing muscular mass and bone density; strengthening the immune system, preventing cardiovascular risks; boosting brain power; reducing depression; all of which are intrinsic benefits of a sporty lifestyle.

- RESEARCH. The rooms have been thought out to combine science with the wellbeing of the tenants. This includes:

  - A linear kitchen-lab with a long seating area and a multifunctional isle. The ample space of this lab allows for the integration and installation of necessary facilities that will favor the life of its users, such as a fridge, a washing machine, a dishwasher, a microwave/oven, a cooking

1

[230] Eid-Macheh-Sánchez, Y., Martínez-Frías, J., García-Valverde, J., Torres-Ferrer, A., Aaron-Graves, J. (2015) Project "FALLAMARS",3D-Printed Habitat Challenge, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICAMAKES National Additive Manufacturing Institute. Recuperado de http://fallamars.com/projects.html

stove, a sink, cupboards and food storage. It also has a large bar-style table to serve the purpose for eating and drinking together as well as to carry out research and developmental groupwork.
- An independent room for **information, communication and technology systems**.
- **Four comfortable single rooms** furnished with a **round wall-mounted table**, which adapt to the smooth outline of the curvy and round walls.
- A **greenhouse located in the center of the habitat, giving room for food and astrobiological research**. This has the **possibility to be a closed, pressurized**, and covered by a retractable plastic rooftop.

- LEISURE. A common area for relaxation and recreation.

- This is an ample and open-plan lounge, with puffs and low tables spread out to serve the purpose of **fun and entertainment**. This room will also have a lightweight, wide and round TV screen to improve visibility from any angle, and a surround sound system. The **open-plan layout connected to the kitchen** shares the **natural daylight and views of the greenhouse**. This allows the tenants to enjoy **practicing music amongst each other, playing board games with a movie theater-like ambience where it is also possible to enjoy home-made drinks and snacks, and relax in a friendly environment**.
- All main rooms have **outdoor window views** providing the tenants with the **possibility to look beyond the immediate**.
- The **circular windows within the walls of the central area of the habitat** create a **sensation of open space to the exterior** as one walks around the corridor.

Further to the aforementioned, the carpentry consists of a user-friendly DIY Kit and given its **wood-like appearance, it provides warmness to the different areas of the habitat**.

On the other hand, the **dome structure** of the building with its **curved ceilings** provides a **shelter and protects its tenants** from possible external contingencies and inclemencies. Perhaps, this could **bring memories of the first natural habitats** on Earth, or the stone caves which, whilst being located amongst mountainous regions or green fields, still managed to camouflage with their surroundings leaving the environment untouched. We believe that this type of construction, which has persisted through time, as an example of good bioclimatic architecture, sustainable and easy to reproduce. But now, we intend to elaborate on that initial architectural idea; and in this case, to progress. New technologies and a more developed design have been integrated according to a new era in an environment where there is still much more to explore.

B. THE USAGE OF INDIGENOUS MATERIALS AND NATURAL RESOURCES.

The **proposed habitat intends to maintain the martian surroundings**, using local materials and thereby synchronizing its colors with the natural color of the local area.

The **habitat challenges to use the available extraterrestrial resources** found on our closest habitable planet with the aim to establish a possible human settlement, **changing as little as possible the planet** to be colonized.

Taking into account the previously outlined philosophy, the proposed habitat embraces **four key concepts**:

1. Nature;
2. "In situ" resources;
3. Recycling; and
4. Geoethics.

The following explains the importance of each of these four concepts in the development of our project.

1. Nature:

A study about the Mars habitability **"The resistance of the lichen Circinaria gyrosa (nom. provis.) towards simulated Mars conditions – a model test for the survival capacity of an eukaryotic extremophile"** at the "Planetary Atmospheres & Surfaces Chamber" (PASC, Astrobiology Center, INTA, Madrid) showed the resistance performed by a symbiotic organism under simulated Mars conditions, exemplified with the lichen Circinaria gyrosa – an extremophilic eukaryote. **After 120 hours of exposure to a simulated but representative Mars atmosphere, temperature, pressure and UV conditions, an unaltered photosynthetic performance demonstrated high resistance of the lichen photobiont**.

Incorporating lichens into the fresh mixture that will cover the outer layer of the habitat wall confers the surroundings with a less arid appearance. Given the long-term view of reproducing each habitat after habitat, the different shades of green formed by the lichens on the surface of the habitats **will eventually transmit the bright and lively visual appearance of nature** to an environment that in principle would appear as dry and arid.

2. "In situ" Resources

- The mixture:

For the construction of the habitat we propose using a mixture consisting in most part of **basalt**, for it is one of the main components of the dust on the surface of Mars. This will provide the tenants of the habitat with a natural form of protection against radiation. Furthermore, the **gypsum** that will be used as conglomerate in the mixture, and the **water** that will be obtained from the surroundings are some of the features that are **highlighted in Section C**, which talks about the auto-construction of the habitat.

Following the study **"Near-UV Transmittance of Basalt Dust as an Analog of the Martian Regolith: Implications for Sensor calibration & Astrobiology"** (at "The Astrobiology Center", INTA, Madrid), *the minimum thickness of the dust that corresponds to near-zero transmittance in the near-UV is measured. **Hypothetical Martian microorganisms living on the dusty regolith at deeper layers of Mars would be preserved from the damaging solar UV irradiation**.*

On the other hand, a study named **"Wide distribution and glacial origin of polar gypsum on Mars"** described the distribution and concentration of the largest Martian gypsum deposit discovered to date by the Mars Express OMEGA (Observatoire pour le Mineralogie, l'Eau, les Glaces et l'Activité) Imaging Spectrometer, its relationship to the late Amazonian-aged north polar dunes in which is found, and its likely origin. The study concluded that *gypsum has not been discovered anywhere within the north polar region outside of the Olympia Undae dune sea.* Also, ***in***

the areas of highest gypsum a concentration, 35% consists of pure gypsum grains of a few tens of micrometers in size, mixed with 65% millimeter-sized gypsum grains containing, dark, spectrally featureless inclusions best fit the OMEGA observations.

In this respect, the **site proposed for the construction of the habitat** is located at the **North Pole of Mars**, more specifically **at 68.2 degrees north latitude and 234.2 degrees east longitude.** The three key reasons for the choice of this location are: a) the proximity to ice made out of water; b) the nearby presence of gypsum and basalt in the Martian regolith; and c) the fact that this area has already previously been visited by NASA's Phoenix Mars Mission.

- Sunlight as a natural source of energy:

  The plan is to use **Solar panels** –with solar collectors- **to capture caloric energy and Photovoltaic panels** for electrical generation. (The use of nuclear energy for periods of low luminosity is TBD)

- Luminosity Control Mechanisms and Human Motion Detectors: these will consist of computer controlled devices located inside the habitat with the end goal of **saving energy and making the habitat more environmentally friendly**.

3. Recycling.

Resources supply containers will be available **in the spacecraft** used for the Mars mission. These containers will be recycled and their specific shape altogether will be used as a **suspended floor in the habitat** achieving the following benefits: **a) to contribute to the recycling of the materials coming from Earth; b) to decrease the take-off weight of the spacecraft when, once the moment arrives, returning to Earth; c) to make the most of the habitat surface; d) to facilitate wiring and piping; e) to improve the habitat isolation (temperature and radiation); f) to provide, orderly, space for food storage and equipment that the crew of four will need for at least one year stay in the habitat.**

4. Geoethic.

The **proposed habitat aims to avoid possible hazards of settlement provoked by man** by taking care of the new land which shall provide shelter for the colonists. In this way, we agree with Holmes Roston III, who states **"We confront a projective nature, one restlessly full of projects – stars, comets, planets, moons, and also rocks, crystals, rivers, canyons, seas. The life in which these astronomical and geological processes culminate is still more impressive, but it is of a piece with the whole projective system… Nature is a fountain of life, and the whole fountain – not just the life that issues from it – is of value"** (Rolston, 1988, p.197).

C. THE AUTONOMOUS CONSTRUCTION

As detailed in the A2 panels, **the habitat can be built by means of the proposed machinery for 3D printing**.

A cockpit, a digger, wheels with motors, hydraulic steering and suspension, a rear hopper, supporting axes suitable for robotic installation, a print-head to pour the mixture which includes a formwork which includes several cylinders for textile positioning, fastening and gluing - these should all facilitate the construction of the habitat due to their easy utilization and

compatibility with the "in situ" resources required for the mixture and perfect finishing. The "in situ" resources include:

- **Basalt**: as the basic component of the mixture that provides maximum protection against UV radiation.
- **Gypsum** (Plaster): as the mixture conglomerate, to ease the blending of the materials.
- **Water** from de-icing: for blend or mixture workability.

On the other hand, the mixture will include:

- **Propylene fibers**: as there is no wire mesh reinforcement in the structure of the habitat, these fibers will reduce the formation of cracks in the blend mixture, increasing its waterproof characteristics and plasticity. They will also reduce the construction time (no need for wire mesh reinforcement), increase the durability as well as to improve the compression, tension, shear and bending characteristics of the structure and mitigate the effects of icing/de-icing cycles, abrasion, and shock impacts of the habitat. These fibers are alkali resistant.
- **Kevlar 49 fibers**: these fibers that are inside a textile waterproof material in rolls of 10cm width and 1cm thickness will be placed in the interior of the structure at 1/3 distance from the external surface and 2/3 distance from the internal surface of the habitat wall and floor. This will hold the structural stresses created by the atmospheric pressure inside the habitat.

In the same way, a retractable plastic cover for the greenhouse, with several peripheral hooks to effect an airtight closure, has been designed. A flexible and almost transparent quick mounting plastic cover formed by sandwich-like layers with Kevlar 49 fibers in a laminated surface and Kevlar 49 frame to provide curved form. All protected by active film with high concentration of active blockers of UV radiation.

D. THE SAFETY

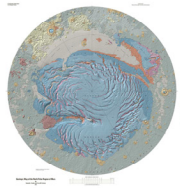
In case of emergencies, such as depressurization, contaminated atmosphere, fire or any system failure jeopardizing the crew life, the following **procedures have been planned** for:

1) When the **habitat** exists **as an independent module** (the ring colony arrangement is not completed yet): the **possible escape exits** are: **a) via the main access**; and **b) via the greenhouse, which includes an evacuation stair** (also used for the maintenance of the greenhouse itself and of the external surface of the habitat).

2) When the **habitat** is a **part of the ring colony** (or more than one habitat exist): in any case of emergency the ring colony arrangement of the habitats allows the evacuation of any habitat: **a) through flexible booths at the interconnection point to the adjacent habitat**; and b) **via the exit to the central area of the colony** (possibility to incorporate a plastic cover like in the greenhouse, for protection).

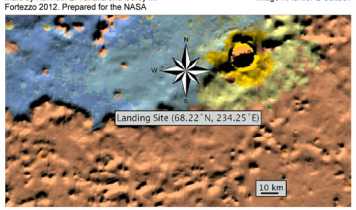
In both options, there are planned **points of access with open/closed doors detection system** to avoid depressurization in areas vital for crew survival.

TEAM IDENTIFICATION NUMBER **2015-1-067**

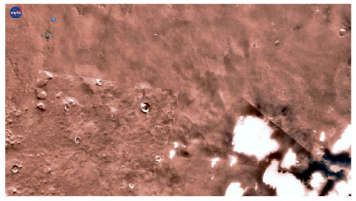


Geologic Map of the North Pollar Region of Mars by Kenneth L. Tanaka and Corey M. Fortezzo 2012. Prepared for the NASA

North Pollar Mars Image NASA/JPL-Caltech

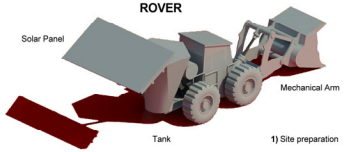


Topography in Phoenix's Region of Mars. Image NASA/JPL-Caltech



Picture of the proposed site on Mars. Mars Trek web-based NASA for Mars Exploration

ROVER



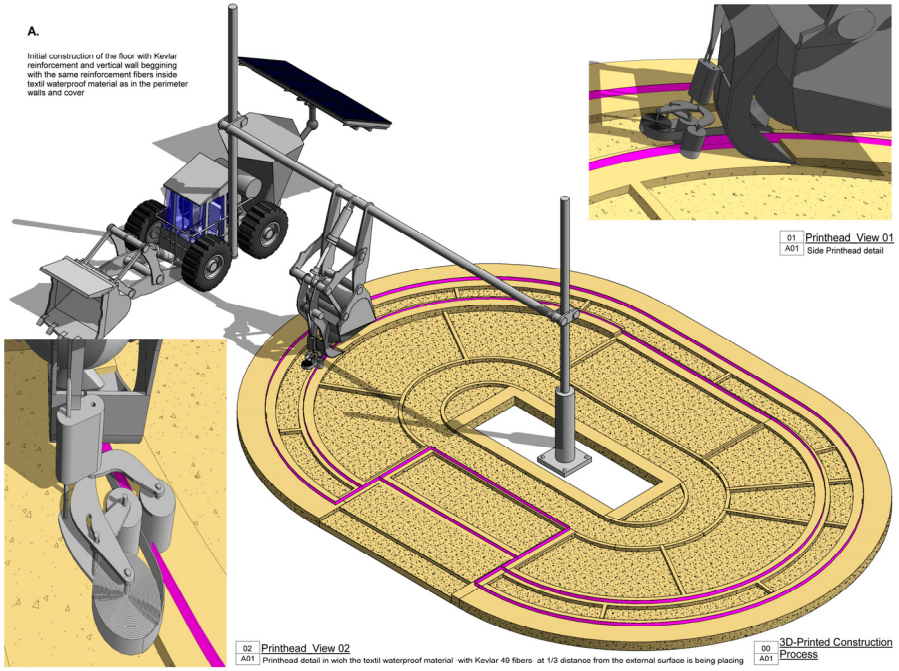
1) Site preparation

Looking out Across the Martian Polar Plains. Image NASA/JPL-Caltech/University of Arizona

Picture of H2O ice inside a crater, taken by Mars Express. ESA

A.

Initial construction of the floor with Kevlar reinforcement and vertical wall beggining with the same reinforcement fibers inside textil waterproof material as in the perimeter walls and cover

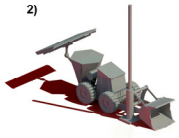


01 A01 Printhead View 01
Side Printhead detail

02 A01 Printhead View 02
Printhead detail in wich the textil waterproof material with Kevlar 49 fibers at 1/3 distance from the external surface is being placing

00 A01 3D-Printed Construction Process

2)



Initial set-up

1) Site preparation.

2) Central vertical axis anchored to the terrain.

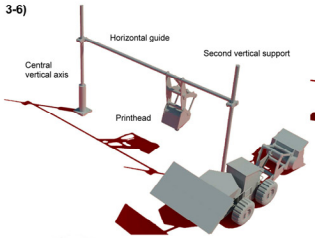
3) Second vertical support hooked to the Rover.

4) Printhead horizontal guide adjusted by means of the Mechanical Arm.

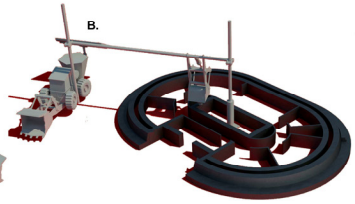
5) Rover tank filled with the concrete preparation mix Martian regolith with basalt as one of the main components to protect from UV radiation.

6) Pipes connected to the Printhead to proceed with construction.

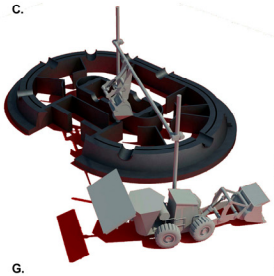
3-6)

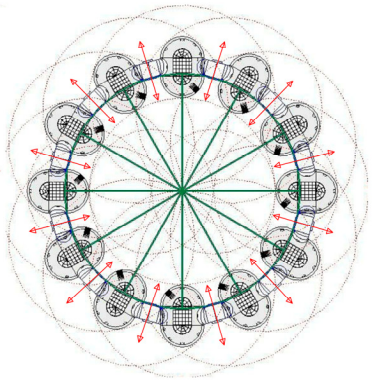


B.

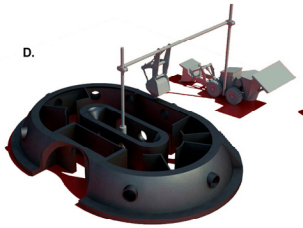


C.

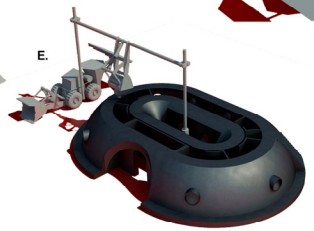




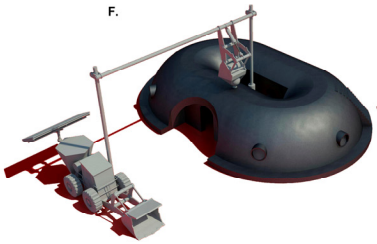
D.



E.



F.



G.

**LONG-TERM DEVELOPMENT PLAN:
A RING STRUCTURE AS A MARS COLONY
WITH SEVERAL EMERGENCY EXITS**

A01-MARS SITE SELECTION & CONSTRUCTION PROCESS

TEAM IDENTIFICATION NUMBER **2015-1-067**

LIVING SPACE				
Number	Letter	Space	Area	Volume
1	h	Airlock with EVA suits	7.74 m²	18.76 m³
2	d	Single Room	7.96 m²	17.34 m³
3	d	Single Room	7.96 m²	12.85 m³
4	c	Lounge/Living Room	8.17 m²	23.02 m³
5	b	Kitchen/Laboratory	12.44 m²	36.96 m³
6	f	Restroom	4.91 m²	13.02 m³
7	e	Study Multipurpose Room	2.72 m²	6.12 m³
8	d	Single Room	7.96 m²	14.02 m³
9	d	Single Room	7.96 m²	17.34 m³
10	a	Walking and Running Track	22.25 m²	70.35 m³
11	i	Locker	0.31 m²	0.65 m³
12	n	Locker	0.63 m²	1.28 m³
13	i	Locker	0.31 m²	0.66 m³
14	i	Locker	0.31 m²	0.66 m³
15	o	Locker	0.63 m²	1.28 m³
16	i	Locker	0.31 m²	0.66 m³
Total general: 16			92.54 m²	234.94 m³

ECLSS 1					
Number	Letter	Space	System	Area	Volume
17	j	ECLSS 1	Air	0.51 m²	0.92 m³
22	j	ECLSS 1	Air	0.51 m²	0.92 m³
Total general: 2				1.02 m²	1.84 m³

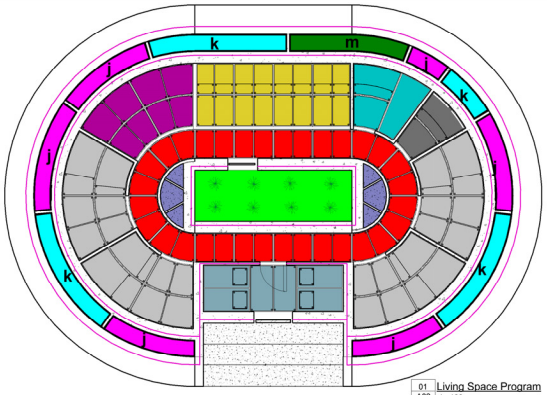
ECLSS 2					
Number	Letter	Space	System	Area	Volume
18	j	ECLSS 2	Air	0.63 m²	1.13 m³
19	j	ECLSS 2	Air	0.53 m²	0.96 m³
Total general: 2				1.16 m²	2.09 m³

ECLSS 3					
Number	Letter	Space	System	Area	Volume
18	j	ECLSS 2	Air	0.63 m²	1.13 m³
19	j	ECLSS 2	Air	0.53 m²	0.96 m³
Total general: 2				1.16 m²	2.09 m³

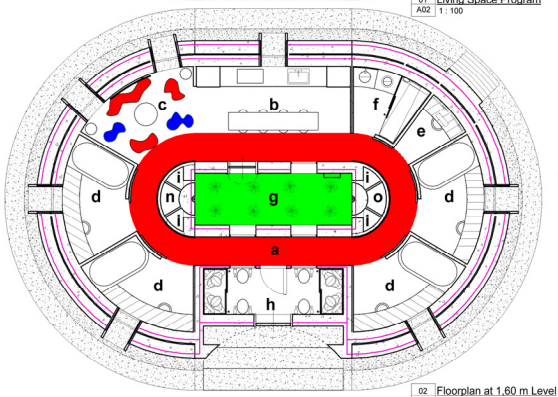
WATER TANKS					
Number	Letter	Space	System	Area	Volume
23	k	WATER TANK 1	Drinking Water	0.98 m²	1.77 m³
24	k	WATER TANK 2	Drinking Water	0.67 m²	2.83 m³
25	k	WATER TANK 3	Water	0.42 m²	0.74 m³
26	k	WATER TANK 4	Water	0.98 m²	1.75 m³
Total general: 4				3.05 m²	7.10 m³

WASTE RESERVOIR					
Number	Letter	Space	System	Area	Volume
27	m	WASTE RESERVOIR	Waste	0.93 m²	2.92 m³
Total general: 1				0.93 m²	2.92 m³

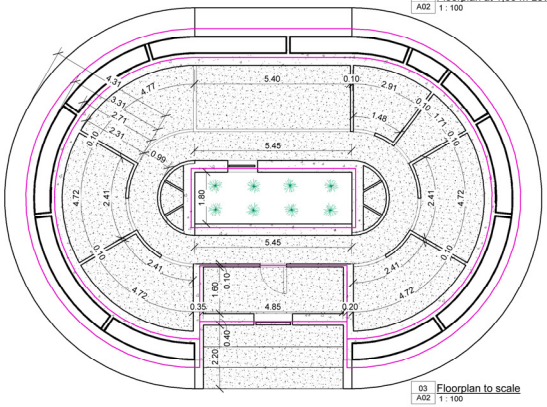
GREENHOUSE				
Number	Letter	Space	Area	Volume
28	g	Greenhouse	9.82 m²	49.07 m³
Total general: 1			9.82 m²	49.07 m³



01 A02 Living Space Program 1 : 100



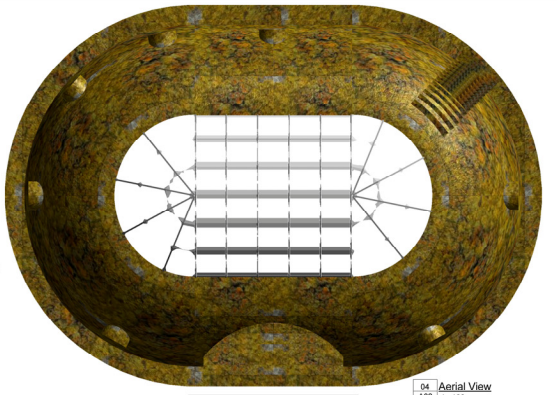
02 A02 Floorplan at 1.60 m Level 1 : 100



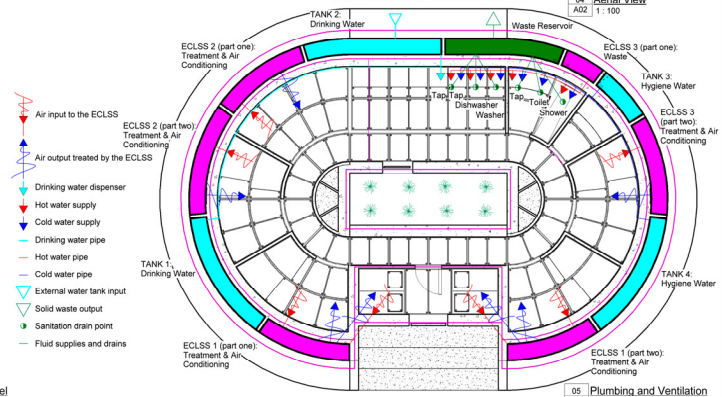
03 A02 Floorplan to scale 1 : 100

Leyenda Nombres

- Airlock with EVA suits
- ECLSS
- Greenhouse
- Kitchen/Laboratory
- Locker
- Lounge/Living Room
- Restroom
- Single Room
- Study Multipurpose Room
- Walking and Running Track
- WASTE RESERVOIR
- WATER TANK

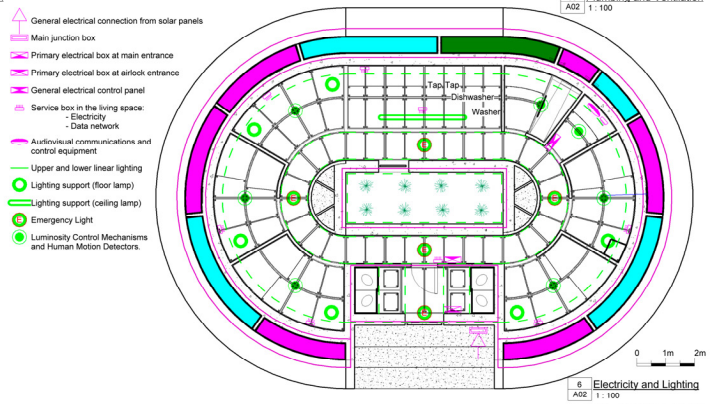


04 A02 Aerial View 1 : 100



05 A02 Plumbing and Ventilation 1 : 100

- Air input to the ECLSS
- Air output treated by the ECLSS
- Drinking water dispenser
- Hot water supply
- Cold water supply
- Drinking water pipe
- Hot water pipe
- Cold water pipe
- External water tank input
- Solid waste output
- Sanitation drain point
- Fluid supplies and drains

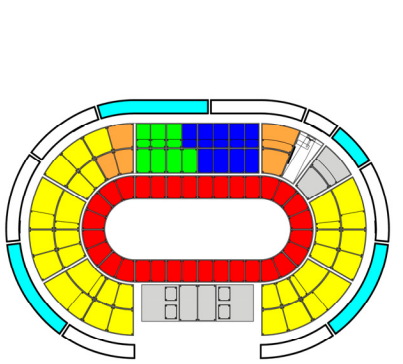


6 A02 Electricity and Lighting 1 : 100

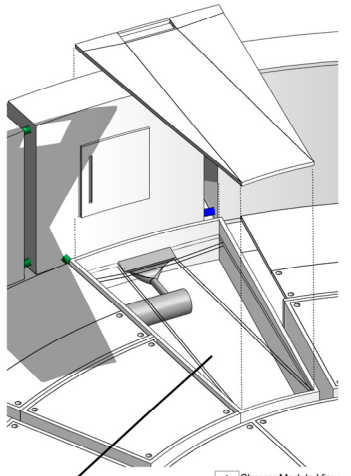
- General electrical connection from solar panels
- Main junction box
- Primary electrical box at main entrance
- Primary electrical box at airlock entrance
- General electrical control panel
- Service box in the living space:
  - Electricity
  - Data network
- Audiovisual communications and control equipment
- Upper and lower linear lighting
- Lighting support (floor lamp)
- Lighting support (ceiling lamp)
- Emergency Light
- Luminosity Control Mechanisms and Human Motion Detectors.

A02-FLOORPLANS

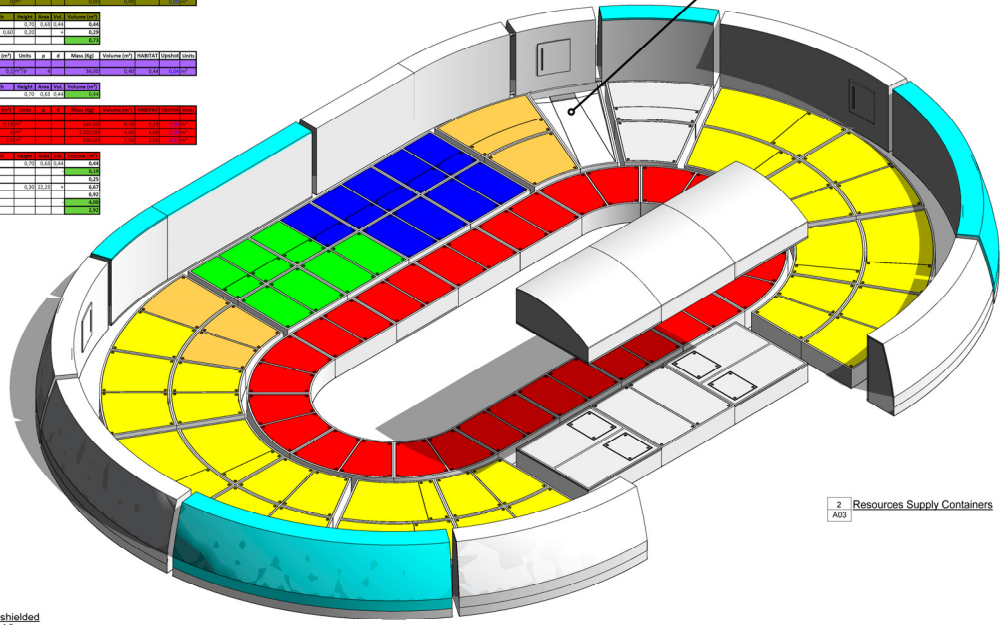
TEAM IDENTIFICATION NUMBER **2015-1-067**



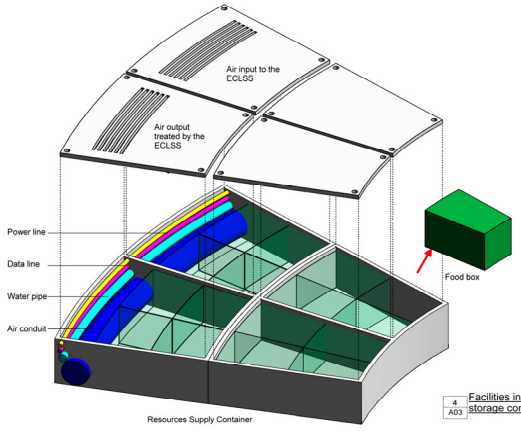
1 Storage Floorplan
A03 1 : 125



3 Shower Module View
A03



2 Resources Supply Containers
A03

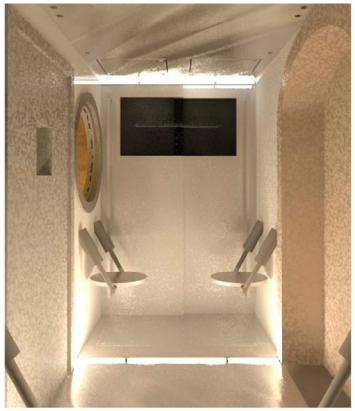


4 Facilities inside of shielded storage containers View
A03

A03-RESOURCE STORAGE SYSTEM

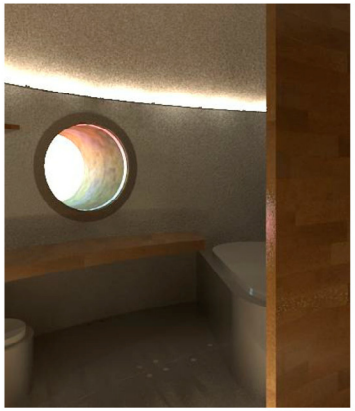
2015-1-067
01 Front South View 01 A04 1 : 100
02 Side East View 02 A04 1 : 100
03 Longitudinal Section View 03 A04 1 : 100
04 Cross Section View 04 A04 1 : 100
05 Longitudinal Section View 05 A04 1 : 100
06 Cross Section View 06 A04 1 : 100
07 Longitudinal Section View 07 A04 1 : 100
08 Cross Section View 08 A04 1 : 100
09 Back North View 09 A04 1 : 100
10 Side West View 10 A04 1 : 100
11 Longitudinal Section View 11 A04 1 : 100
12 Cross Section View 12 A04 1 : 100
13 Longitudinal Section View 13 A04 1 : 100
14 Cross Section View 14 A04 1 : 100
15 Longitudinal Section View 15 A04 1 : 100
16 Cross Section View 16 A04 1 : 100
0 1m 2m
17 Floorplan Sections 1-8 A04 1 : 200
150 m² surface of Solar and Photovoltaic exterior panels
Conical Front View of the Habitat with lichens in its outer dome structure
18 Floorplan Sections 9-16 A04 1 : 200
Conical Rear View
A04-FRONTAL AND SECTIONAL VIEWS

TEAM IDENTIFICATION NUMBER **2015-1-067**



01 Airlock View

02 Exit Corridor View



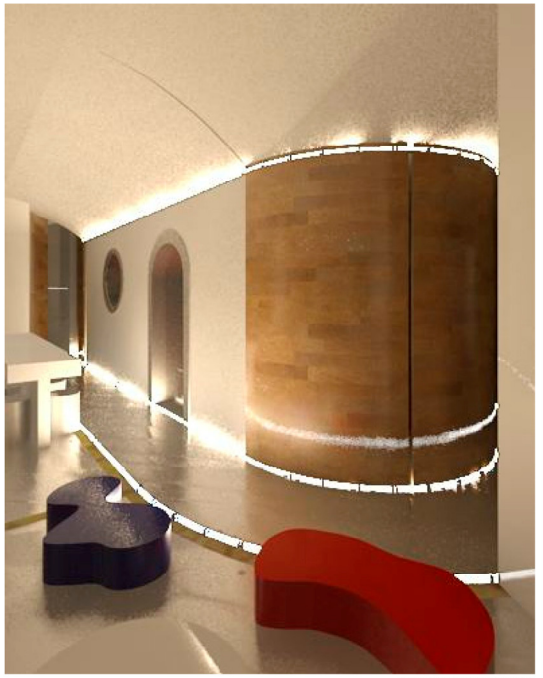
03 Single Room View

04 Single Room View

05 Restroom View

06 Kitchen-lab View

07 Lounge View

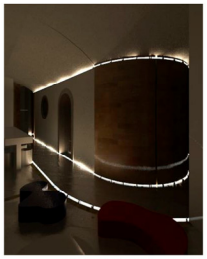


12 Curved Corridor and Lockers View

08 Kitchen-lab View

09Control Room View

10 Exit Corridor View

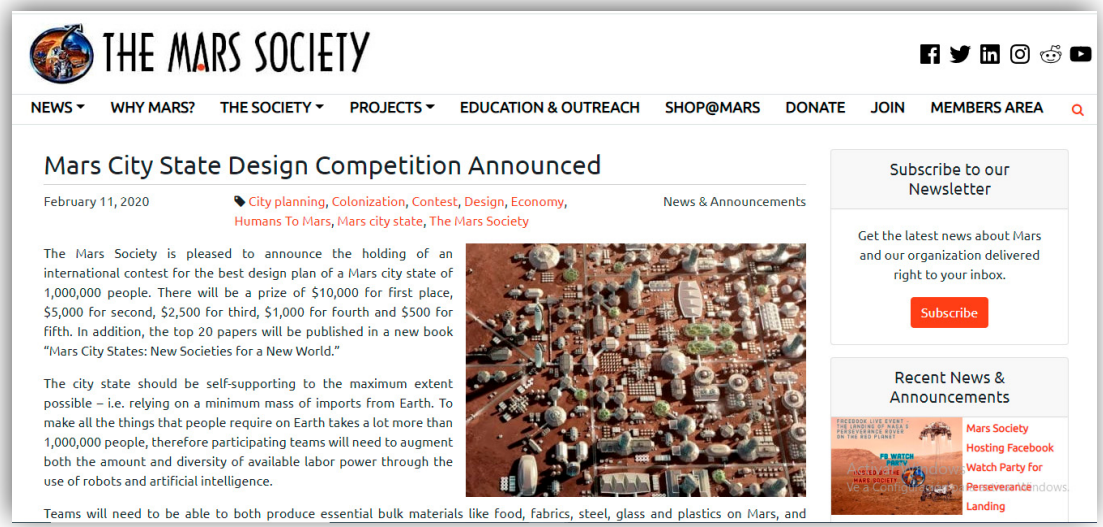


11 Curved Corridor and Lockers View

A05-INSIDE VIEWS

2. LYCHEN CITY. Ciudad en Marte (2020)

Documentación generada con motivo de la presentación del proyecto de investigación LYCHEN CITY[231], donde la autora trabajó como única arquitecta y directora de proyectos de Gareid Proyectos.



THE MARS SOCIETY

NEWS · WHY MARS? · THE SOCIETY · PROJECTS · EDUCATION & OUTREACH · SHOP@MARS · DONATE · JOIN · MEMBERS AREA

Mars City State Design Competition Announced

February 11, 2020 — City planning, Colonization, Contest, Design, Economy, Humans To Mars, Mars city state, The Mars Society — News & Announcements

The Mars Society is pleased to announce the holding of an international contest for the best design plan of a Mars city state of 1,000,000 people. There will be a prize of $10,000 for first place, $5,000 for second, $2,500 for third, $1,000 for fourth and $500 for fifth. In addition, the top 20 papers will be published in a new book "Mars City States: New Societies for a New World."

The city state should be self-supporting to the maximum extent possible – i.e. relying on a minimum mass of imports from Earth. To make all the things that people require on Earth takes a lot more than 1,000,000 people, therefore participating teams will need to augment both the amount and diversity of available labor power through the use of robots and artificial intelligence.

Teams will need to be able to both produce essential bulk materials like food, fabrics, steel, glass and plastics on Mars, and

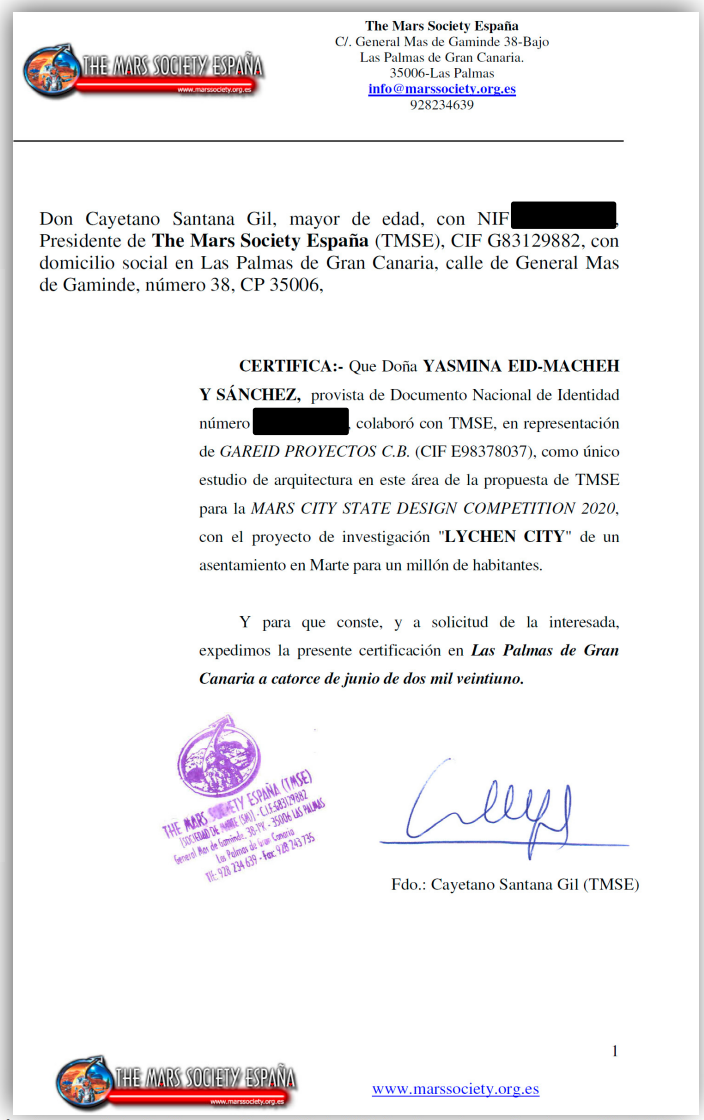
Subscribe to our Newsletter

Get the latest news about Mars and our organization delivered right to your inbox.

Subscribe

Recent News & Announcements

Mars Society Hosting Facebook Watch Party for Perseverance Landing



The Mars Society España
C/. General Mas de Gaminde 38-Bajo
Las Palmas de Gran Canaria.
35006-Las Palmas
info@marssociety.org.es
928234639

Don Cayetano Santana Gil, mayor de edad, con NIF [redacted], Presidente de **The Mars Society España** (TMSE), CIF G83129882, con domicilio social en Las Palmas de Gran Canaria, calle de General Mas de Gaminde, número 38, CP 35006,

CERTIFICA:- Que Doña **YASMINA EID-MACHEH Y SÁNCHEZ,** provista de Documento Nacional de Identidad número [redacted], colaboró con TMSE, en representación de *GAREID PROYECTOS C.B.* (CIF E98378037), como único estudio de arquitectura en este área de la propuesta de TMSE para la *MARS CITY STATE DESIGN COMPETITION 2020*, con el proyecto de investigación "**LYCHEN CITY**" de un asentamiento en Marte para un millón de habitantes.

Y para que conste, y a solicitud de la interesada, expedimos la presente certificación en ***Las Palmas de Gran Canaria a catorce de junio de dos mil veintiuno.***

THE MARS SOCIETY ESPAÑA (TMSE)

Fdo.: Cayetano Santana Gil (TMSE)

1

THE MARS SOCIETY ESPAÑA www.marssociety.org.es

[231] Iván Casal Alvarez (Fundación Longenia), Yasmina Eid-Macheh y Sánchez (Gareid), Juan José García Valverde (Gareid), Laura González Llamazares (SGAC), Miguel Gurrea Ruíz (TMSE), Sergio Mariani (Fundación Longenia), Sergio Martínez de Lahidalga Tarrero (ALFA), José María Ortega Hernández (Green Moon), Jorge Pla-García (CAB), Alba Ramón Cazorla (Fundación Longenia), Guillermo Rojo Gil (TMSE), Cayetano Santana Gil (TMSE), Dani Sors Raurell (TMSE). ***LYCHEN CITY.*** Propuesta española (2020) al: *Mars City Design Competition,* promovido por la MARS SOCIETY.

LYCHEN CITY

Iván Casal Alvarez (Fundación Longenia), Yasmina Eid-Macheh y Sánchez (Gareid), Juan José García Valverde (Garcid), Laura González Llamazares (SGAC), Miguel Gurrea Ruíz (TMSE), Sergio Mariani (Fundación Longenia), Sergio Martínez de Lahidalga Tarrero (ALFA), José María Ortega Hernández (Green Moon), Jorge Pla-García (CAB), Alba Ramón Cazorla (Fundación Longenia), Guillermo Rojo Gil (TMSE), Cayetano Santana Gil (TMSE), Dani Sors Raurell (TMSE).

1.-Introduction.

Taking into account the creation of a city with a population of 1,000,000 inhabitants, the following research work is carried out, as a preliminary study on the possible vital needs of these, and all this, following guidelines for Safety, Comfort, Self-sufficiency , Energetic Efficiency and Respectful with the Environment where it is based, based on what was studied before the present challenge.

2.-Technical design.

2.1.-Architecture: Lychen City.

2.1.1.- Formal Design.

It opts for a star city design, generating a central area on which the precinct is located, primarily intended to house political activity and, therefore, to ensure the operation of all those parameters related to the proper functioning and safeguarding of the Its proposed metropolis, which is accompanied, by its proximity and as fundamental pillars of the planned city, by those main venues related to the fields of Research, Education, Culture and Health, also converging in it, the rest of the buildings programmed to attend the spaces related to Hydroponic Farms, Animals and Food Processing, Manufactures of Mineral Raw Materials, Textile Manufacturing, Recycling of Organic Waste, Recycling of Inorganic Waste, Factories of Technological Equipment and Interplanetary Transport Systems, and Domes destined to house the Habitats of the population located, the latter, in the spaces inter-diagonal of urban planning.

In this way, a “woven” urban framework is generated as a spider web extracted from the natural order in our own habitat, in order to easily communicate the main city center generated with the rest of the planned peripheral areas, by means of concentric tubular structures (both straight and circular), thus allowing the interconnection between each element that forms the city, with the rest of it.

The aim is to take advantage of the increasing length of the surrounding rings generated by the greater distance from the center, as ordered and prepared evacuation routes to house - in case of emergency - the entire population accounted for to constitute the "city", with the highest control over your safety (favored by the radiocentric plane) that if it were a planning in a herringbone, linear, based on grids, or based on irregular guidelines, it was.

The star system proposed here is also intended to optimize the transport of people and goods between the space port and the city.

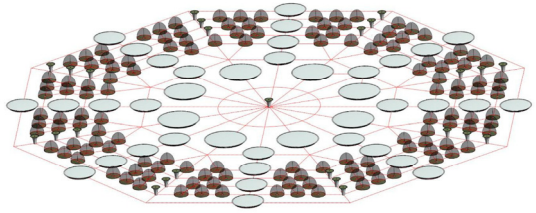


Figure 1. Formal view of Lychen City.

2.1.2.- Constructive Description.

When we find ourselves in the phase -including in the field of Martian colonization- against which we consider the possibility of supplying a population of 1,000,000 million settlers, we are in a position to account for the collection of large-scale mineral raw materials scale and the creation of an industry capable of manufacturing industrial manufactures in order to be placed at the service of the construction of this great city, with the necessary self-sufficiency for its construction, use and maintenance.

If we rely on the mineral composition of Mars, based on the results of the probes sent to date, we can see that the chemical element that predominates in Martian materials is SiO2 (silicon dioxide), then the basis of the materials used in construction it should be produced from this element, for the sake of more efficient construction development. FeO, Fe2O3, Al2O3, SO3, MgO, CaO, Na2O, TiO2 and K2O are found in a lower percentage, but with significant amounts, in order of quantities, according to the extraction area carried out.

Following the premise of using indigenous materials, such as raw materials, with the aforementioned data, we will be able to manufacture glass, ceramic, cement, metal alloy, etc. elements, that is, the materials necessary to build the new city on Mars. Once there is the real possibility of carrying out these works there, it will also be possible to have access to organic materials since the Hydroponic Farms, in charge of producing the food of the first settlers, will be able to produce organic plastics that can also be used in the construction of the new city.

We start, in the same way, from a living organism such as lichen, in symbiosis between a fungus that protects a living algae from radiation and inclement weather, and this same one, with the ability to carry out photosynthesis, to take into account in the raised constructions. Given its ability to resist Martian conditions, we have the development of this multicellular structure, as a simile, when designing the domes where life in the colony will develop, arranging them as protective elements from radiation (fungus protector) towards interior systems that provide food and oxygen to the environment and to the material in contact (algae). Starting from this premise, we integrate lichens in the outer covering of Martian concrete obtaining a double result: a) the incorporation of living beings in those structures with the capacity to house human life itself -as a previous step to the shelter of future colonists-, together with its development, under the protection of those, and b) the organic character that it is capable of providing to the building, as far as aesthetics are concerned, in contrast to the arid aspect of the Martian surface, taking into account, in turn , the psychological dimension that both issues imply.

The construction will be carried out using 3D printing equipment, which will be developed according to the dimensions and construction needs of the elements of the building process. An example would be the one raised in previous studies, as shown below:

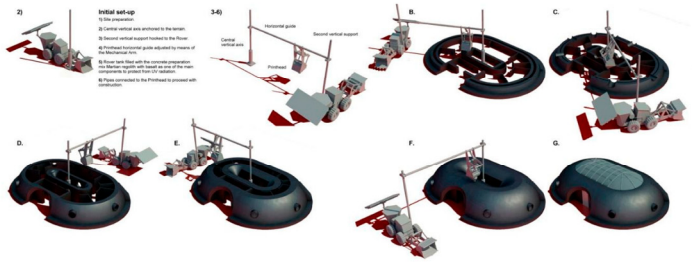


Figure 2. Phases of self-construction of a habitat. Project FALLAMARS (2015 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE) Team: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez[1], Jesús Matínez-Frías, Juan José García Valverde[1], Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves. [1]GAREID PROYECTOS, Planetary Architecture Study.

2.1.3.- Needs program.

The starting premise is to provide shelter, sustenance and security to a population of 1,000,000 settlers, then we must study the primary needs of these individuals. We will mainly take into account the necessary food and water, its production and distribution, based on what we present the following calculation tables:

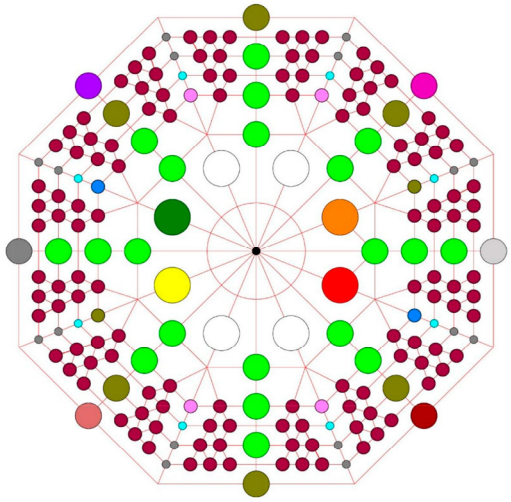
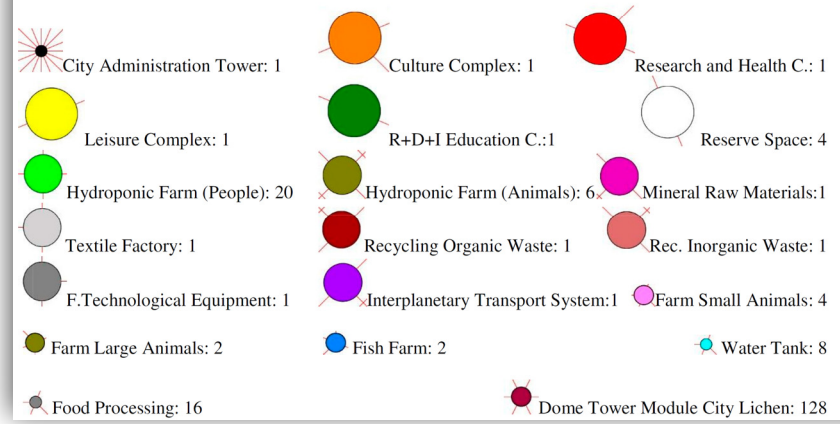


Figure 3. Needs Program Plan



Water requirements for humans					
Water Requirements	**Potable (Kg/p-d)**	**Hygiene (Kg/p-d)**	**Reference**		
Human water needs			(Eckart, 1996)		
Drinking	1,60				
Preparing food	0,75				
Water in food (estimate)	1,15				
Hygiene			(Eckart, 1996)		
Shower		2,70			
Hand wash		4,10			
Housekeeping	N/A		(Eckart, 1996)		
Laundry		12,50			
Dishwashing		5,50			
Urinal Flushing		0,50			
Crew activities			(Eckart, 1997; ISU, 1993; NASA, 1992)		
Medical	5 Kg/event				
Experiments	depends on mission				
EVA - cooling	7,3 Kg/EVA				

POTABLE	**(Kg/p-d)**	**Vol. m3**	**p.**	**d.**	**Vol. m3**
Liquid	1,6	0,0016	1.000.000	365	584.000
Liquid	0,75	0,00075	1.000.000	365	273.750
Food	1,15				
Liquid total					**857.750**
HYGIENE	**(Kg/p-d)**	**Vol. m3**	**p.**	**d.**	**Vol. m3**
Liquid	25,30	0,0253	1.000.000	365	9.234.500
Liquid total					**9.234.500**
	Total Water for Humans:				**10.092.250**

Water requirements for animals		Volume	Units
Large land animals:	100 l/u/d	182.542,21	m³/Y
Small land animals:	0,51/u/d	146.826,99	m³/Y
Aquatic animals:			
	Water rafts:	86.264,79	m³/Y
	4 renewals per year:	345.059,14	m³/Y
Total Water for Animals:		674.428,34	m³/Y

Water requirements for Hydroponic Crops		**Volume**	**Units**
Cereals	875 l/Kg	243.111,87	m³/Y
Fruits and Vegetables	500 l/Kg	280.312,50	m³/Y
Total Water for Hydroponic Crops:		523.424,37	m³/Y

Total Water for Humans:	10.092.250,00	m³/Y
Total Water for Animals:	674.428,34	m³/Y
Total Water for Hydroponic Crops:	523.424,37	m³/Y
TOTAL WATER:	**11.290.102,72**	**m³/Y**

Water Tank			**Units**
Geometric characteristics			
	Base Radio:	37,30	m
	Base Area:	4.370,87	m²
	Height:	240,00	m
	Deck Radio:	112,50	m
	Deck Area:	39.760,78	m²
Storage capacity			
	Volume:	2.074.169,49	m³
Total Growth Dome	**6 Units**	**12.445.016,94**	**Km²**

		Mass	**Units**
Food		2,30	Kg/p/d
One million inhabitants		2.300,00	T/d
One million inhabitants		862.500,00	T/y (Earth Year)
Food group division			
Fruits and Vegetables	65,00%	560.625,00	T/y (Earth Year)
Cereals	25,00%	215.625,00	T/y (Earth Year)
Animal			
Large land animals:	5,00%	43.125,00	T/y (Earth Year)
Small land animals:	2,50%	21.562,50	T/y (Earth Year)
Aquatic animals:	2,50%	21.562,50	T/y (Earth Year)
Hydroponic Crops Yield			
Cereals		4,47	T/hectare/y (Earth Year)
Fruits and Vegetables		131,50	T/hectare/y (Earth Year)

Required Area (Humans)	**Production Space**			**Tower Units**		
Cereals	**Cereal growth domes**	482,74	Km²			
Fruits and Vegetables	**Towers**	42,63	Km²	**125**	0,34	Km² per Tower

Required Area (Animals) Cereals			
Cows:	16 Kg/cow/d	29.206,75	T/Year
Chickens:	110 g/ch/d	32.301,94	T/Year
Fishes:	4,5 g/m/d	708,45	T/Year
	Total:	62.217,14	T/Year
	Cereal growth domes	139,29	Km²

Cereal growth domes			
Total required cereal area		**622,03**	**Km²**
Geometric characteristics			
	Radio:	364,00	m
	Base Area:	416.248,46	m²
	Height:	60,00	m
Hydroponic growing area	1 surface each meter:	24,97	Km²
Total Growth Dome	**25**	**624,37**	**Km²**

Cereals		4,47	T/hectare/y (Earth Year)
Fruits and Vegetables		131,50	T/hectare/y (Earth Year)

Sustainability criteria	Human Nedd				
Housing Area		**Units**	**Green Zones A.**		**Units**
1 p	30	m²/p	1 p	10	m²/p
1.000.000 p	30.000.000	m²	1.000.000 p	10.000.000	m²
	3.000	hectares		1.000	hectares
	30	Km²		10	Km²
Comunicatión Space		**Units**	**Comunicatión S.**		**Units**
1 p	10	m²/p	1 p	5	m²/p
1.000.000 h	10.000.000	m²	1.000.000 p	5.000.000	m²
	1.000	hectares		500	hectares
	10	Km²		5	Km²

	Area	Units	Volume	Units
HCT:	448.145,93	m²		
ENTRY:	4.051,53	m²	14.180,36	m³
ADMINISTRATION:	29.937,90	m²	130.669,02	m³
INSTALLATION:	37.784,07	m²	170.028,32	m³
CONTROL:	29.194,26	m²	145.971,30	m³
OPEN SPACE:	139.125,48	m²	13.145.996,70	m³
HOUSING:	498.610,76	m²	1.759.291,80	m³
TOTAL:	**1.186.849,93**	**m²**	**15.366.137,49**	**m³**
Area occupied by the city:	**104.062,12**	**m²**		
	0,104	**Km²**		
Population in number of inhabitants in each Tower:	**8.000**	**People**		
Volume of space:	**1.921**	**m³ per inhabitant**		
HOUSING:	62,33	m² per inhabitant		
OPEN SPACE:	17,39	m² per inhabitant		
Number of towers needed for a million population:	**125**	**Units**		

Lichen City Module

Tower			Units	Height (free + structure)	Units	Area	Units	Perimeter	Units	Volume	Units	Radius	Units
Elevatión:		240,00	m										
Plants:													
Open Space:	67	240,00	m	Free	m	39.434,01	m²	770,95	m	1.183.020,30	m³	112,500	m
Control Level:	66	235,00	m	5,00	m	29.194,26	m²	673,18	m	145.971,30	m³	96,940	m
Administration Level:	65	230,50	m	4,50	m	25.886,37	m²	638,03	m	116.488,67	m³	91,345	m
Installations Level:	64	226,00	m	4,50	m	23.466,84	m²	610,91	m	105.600,78	m³	87,030	m
Housing Level:	63	222,50	m	3,50	m	21.928,34	m²	592,94	m	76.749,19	m³	84,170	m
HL:	62	219,00	m	3,50	m	20.596,81	m²	576,86	m	72.088,84	m³	81,610	m
HL:	61	215,50	m	3,50	m	19.421,70	m²	562,28	m	67.975,95	m³	79,290	m
HL:	60	212,00	m	3,50	m	18.370,56	m²	548,87	m	64.296,96	m³	77,155	m
HL:	59	208,50	m	3,50	m	17.421,02	m²	536,36	m	60.973,57	m³	75,165	m
HL:	58	205,00	m	3,50	m	16.556,47	m²	524,71	m	57.947,65	m³	73,310	m
HL:	57	201,50	m	3,50	m	15.764,32	m²	513,78	m	55.175,12	m³	71,570	m
HL:	56	198,00	m	3,50	m	15.034,78	m²	503,47	m	52.621,73	m³	69,930	m
HL:	55	194,50	m	3,50	m	14.360,01	m²	493,70	m	50.260,04	m³	68,375	m
HL:	54	191,00	m	3,50	m	13.733,65	m²	484,47	m	48.067,78	m³	66,905	m
HL:	53	187,50	m	3,50	m	13.150,43	m²	475,64	m	46.026,51	m³	65,500	m
HL:	52	184,00	m	3,50	m	12.605,95	m²	467,25	m	44.120,83	m³	64,165	m
HL:	51	180,50	m	3,50	m	12.096,45	m²	459,21	m	42.337,58	m³	62,885	m
HL:	50	177,00	m	3,50	m	11.618,75	m²	451,54	m	40.665,63	m³	61,665	m
HL:	49	173,50	m	3,50	m	11.170,05	m²	444,19	m	39.095,18	m³	60,495	m
HL:	48	170,00	m	3,50	m	10.747,97	m²	437,15	m	37.617,90	m³	59,375	m
HL:	47	166,50	m	3,50	m	10.350,36	m²	430,40	m	36.226,26	m³	58,300	m
HL:	46	163,00	m	3,50	m	9.975,35	m²	423,93	m	34.913,73	m³	57,270	m
HL:	45	159,50	m	3,50	m	9.621,34	m²	417,68	m	33.674,69	m³	56,275	m
Installations Level:	44	155,00	m	4,50	m	9.194,56	m²	410,01	m	41.375,52	m³	55,055	m
HL:	43	151,50	m	3,50	m	8.883,09	m²	404,29	m	31.090,82	m³	54,145	m
HL:	42	148,00	m	3,50	m	8.588,22	m²	398,83	m	30.058,77	m³	53,275	m
HL:	41	144,50	m	3,50	m	8.308,93	m²	393,52	m	29.081,26	m³	52,430	m
HL:	40	141,00	m	3,50	m	8.044,26	m²	388,46	m	28.154,91	m³	51,625	m
HL:	39	137,50	m	3,50	m	7.793,27	m²	383,56	m	27.276,45	m³	50,845	m
HL:	38	134,00	m	3,50	m	7.555,24	m²	378,81	m	26.443,34	m³	50,090	m
HL:	37	130,50	m	3,50	m	7.329,42	m²	374,29	m	25.652,97	m³	49,370	m
HL:	36	127,00	m	3,50	m	7.115,13	m²	369,92	m	24.902,96	m³	48,675	m
HL:	35	123,50	m	3,50	m	6.911,76	m²	365,71	m	24.191,16	m³	48,005	m
HL:	34	120,00	m	3,50	m	6.718,41	m²	361,66	m	23.514,44	m³	47,360	m
HL:	33	116,50	m	3,50	m	6.535,52	m²	357,77	m	22.874,32	m³	46,740	m
HL:	32	113,00	m	3,50	m	6.361,65	m²	354,03	m	22.265,78	m³	46,145	m
HL:	31	109,50	m	3,50	m	6.196,66	m²	350,41	m	21.688,31	m³	45,570	m
HL:	30	106,00	m	3,50	m	6.040,14	m²	346,96	m	21.140,49	m³	45,020	m
HL:	29	102,50	m	3,50	m	5.891,69	m²	343,66	m	20.620,92	m³	44,495	m
HL:	28	99,00	m	3,50	m	5.750,96	m²	340,45	m	20.128,36	m³	43,985	m
HL:	27	95,50	m	3,50	m	5.617,63	m²	337,41	m	19.661,71	m³	43,500	m
HL:	26	92,00	m	3,50	m	5.491,32	m²	334,52	m	19.219,62	m³	43,040	m
HL:	25	88,50	m	3,50	m	5.371,81	m²	331,72	m	18.801,34	m³	42,595	m
Housing Level:	24	85,00	m	3,50	m	5.258,81	m²	329,05	m	18.405,84	m³	42,170	m
Installations Level:	23	80,50	m	4,50	m	5.122,67	m²	325,78	m	23.052,02	m³	41,650	m
HL:	22	77,00	m	3,50	m	5.023,61	m²	323,40	m	17.582,64	m³	41,270	m
HL:	21	73,50	m	3,50	m	4.930,29	m²	321,13	m	17.256,02	m³	40,910	m
HL:	20	70,00	m	3,50	m	4.842,50	m²	318,97	m	16.948,75	m³	40,565	m
HL:	19	66,50	m	3,50	m	4.760,07	m²	316,92	m	16.660,25	m³	40,240	m
HL:	18	63,00	m	3,50	m	4.682,54	m²	315,01	m	16.388,89	m³	39,935	m
HL:	17	59,50	m	3,50	m	4.610,30	m²	313,19	m	16.136,05	m³	39,645	m
HL:	16	56,00	m	3,50	m	4.543,19	m²	311,49	m	15.901,17	m³	39,375	m
HL:	15	52,50	m	3,50	m	4.480,54	m²	309,89	m	15.681,89	m³	39,120	m
HL:	14	49,00	m	3,50	m	4.422,50	m²	308,41	m	15.478,75	m³	38,885	m
HL:	13	45,50	m	3,50	m	4.368,94	m²	307,03	m	15.291,29	m³	38,665	m
HL:	12	42,00	m	3,50	m	4.319,76	m²	305,74	m	15.119,16	m³	38,460	m
HL:	11	38,50	m	3,50	m	4.274,87	m²	304,58	m	14.962,05	m³	38,275	m
HL:	10	35,00	m	3,50	m	4.234,16	m²	303,51	m	14.819,56	m³	38,105	m
HL:	9	31,50	m	3,50	m	4.197,57	m²	302,54	m	14.691,50	m³	37,950	m
HL:	8	28,00	m	3,50	m	4.165,01	m²	301,69	m	14.577,54	m³	37,815	m
HL:	7	24,50	m	3,50	m	4.136,44	m²	300,93	m	14.477,54	m³	37,695	m
HL:	6	21,00	m	3,50	m	4.111,78	m²	300,27	m	14.391,23	m³	37,590	m
HL:	5	17,50	m	3,50	m	4.091,00	m²	299,74	m	14.318,50	m³	37,505	m
HL:	4	14,00	m	3,50	m	4.074,05	m²	299,27	m	14.259,18	m³	37,430	m
Housing Level:	3	10,50	m	3,50	m	4.060,90	m²	298,92	m	14.213,15	m³	37,375	m
Administration Level:	2	7,00	m	3,50	m	4.051,53	m²	298,67	m	14.180,36	m³	37,335	m
Entry Level:	1	0,00	m	7	m	4.044,04	m²	298,45	m	28.308,28	m³	37,300	m
Tower Exterior:		0,00	m	0 - 240 -0	m	99.691,47	m²	1.377,90	m	11.962.976,40	m³	182,000	m
Hydroponic Culture Tubes:						448.145,93	m²	8.915,58	m				

2.1.4.- “Dome Tower Module City Lychen" Geometric Description

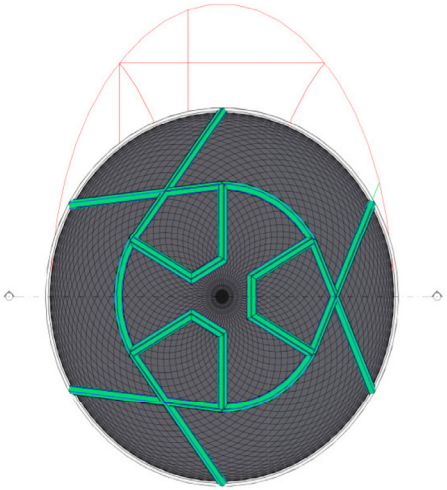


Figure 4. Aerial view with geometric development.

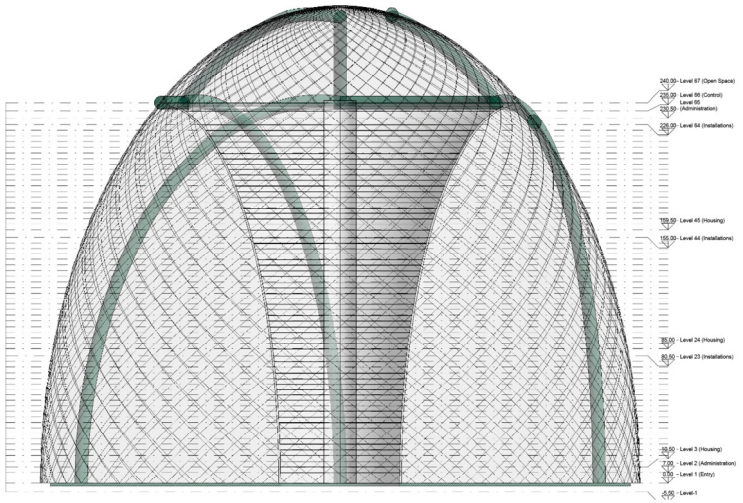


Figure 5. Longitudinal Section View, Levels.

Figure 6. Conical Front View.

Figure 7. Conical Front View, Sunlight.

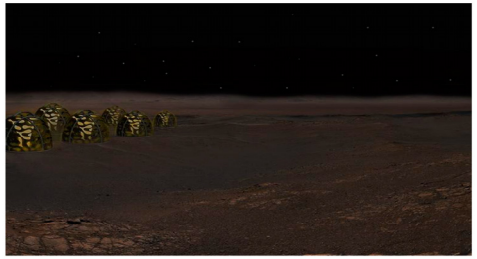


Figure 8. Conical Front View, Night.

2.2.-Agriculture and Livestock.

With multiple human missions to nearby planetary bodies planned for the incoming years, mankind will become an interplanetary species. Future human missions to the Moon, Mars and other planetary bodies will mandatorily need to raise plants for feeding astronauts in order to avoid the increase of weight from Earth [1, 2]. Then, space agriculture will be key for future human cities in extraterrestrial bodies and, certainly, on Mars. Crops are highly relevant since they will provide food and fresh air to future astronauts in future Mars cities. If the humankind wants to become an interdisciplinary species, it needs to adapt itself to the different planetary conditions to be found in space. To do that, hothouses and space agriculture are key and needed to progress.

For the construction of the different hothouses and the construction of any piece that may have been broken by its usage, many different 3D printing machines will be used. The important aspect here is to combine the 3D techniques with materials of the martian soil in order to use them in the construction of the different habitats and hothouses. As the Mars soil is a basaltic soil, it can protect the hothouse from radiation as it shields it in a high percentage.

Robotics and Artificial Intelligence (AI) are highly valuable since the hothouses will manage to run in an autonomous way to measure the different weather conditions inside them by using different sensors like temperature, humidity, pressure, radiation, CO_2, O_2 and many others. In that way, the central computer will control everything by measuring all the variables and, when something gets wrong, the different actuators such as the different lamps, water pumps or heaters will be activated to compensate that variation. A computer algorithm will be updated every hour in order to update itself to the progress and evolution of the hothouse in that state-city.

Thanks to hothouses, the future Mars citizens will manage to survive with the food and oxygen (through high-oxides regolith) produced by the plants grown up there. They will also help in the CO_2 removal from the environment. Our Mars city will be benefited by the knowledge adquired from the Green Moon Project [3], that aims to study plants growth under lunar conditions and that could be launched to the Moon in low cost and novel instrument that studies the different compositions of a regolith samples (mainly silicates and oxides), distributes them into different microcells previously prepared with different types of seeds and regolith simulants in order to understand how the different compositions of the regolith influence the production of oxygen and water using plants, as well as their performance as plants growing substrates.

Together with the oxygen produced by the plants from our hothouses, scalable facilities derived from the MOXIE instrument [4] aboard the Mars 2020 Perseverance rover will generate the rest of the oxygen needed in the city from the Martian atmosphere for propellant and for breathing. MOXIE is the size of a car battery. Our oxygen generators that will support human missions on Mars must be about 1,000 times larger.

Inside those hothouses it will be possible to find the different agriculture, livestock, forestry and aquaculture, and everything related to those subsystems.

For the mining it will be totally different. The key aspect will be to using robotics and autonomous machines that will carry out all the mining activities on behalf of the Mars citizens. Like small explorers (for instance like Curiosity or Perseverance) they will collect all the precious metals and water ice and another autonomous rover will carry them back to the city.

All the different factories will be located inside the Martian city-state. For all the industry, all the technology progressed, and evolver will be also used.

In the selection of the different locations to built up the cities on Mars, we would highly recommend the selection of lava tubes. These special locations, to be explored on Mars, could serve as in–situ habitats for upcoming crewed missions by providing protection from solar energetic particles, unpredictable high-energy cosmic radiation (i.e., gamma-ray bursts), bombardment of micrometeorites, exposure to dangerous perchlorates due to long-term dust storms, and extreme temperature fluctuations [5]. Some good candidates of martian lava tubes for city emplacement would be Pavonis Mons and Hellas Basin.

2.3.-Transport and mobility.

Efficient and effective transportation and mobility systems will be a key aspect of the Mars settlement. In order to establish a successful colony on Mars, seamless and regular transportation systems from Earth to Mars must be implemented, as well as to other solar system bodies. Additionally, future Mars citizens will need to make use of transport vehicles to move around the Mars City-State, to get to the interplanetary platforms, to explore, harvest resources and conduct research in remote areas.

Interplanetary transport will be feasible by means of reusable space vehicles, capable of launching and landing between Earth, Mars, or other bodies. During a first colonization phase, initial resources and critical systems will be shipped from Earth to Mars using SpaceX Starship or similar concepts. Once the settlement grows and the society's capabilities enlarge, raw materials will be harvested and processed in Mars in order to manufacture more and more complex systems and vehicles. In a later stage of the settlement process, it is important to establish regular trading connections with other human settlements in other solar system locations for commercial activities, taking into account the regular ~26 months launch window opportunities [1]. Given that each space vehicle could transport around 1000 passengers, over a time period of 100 years, 22 vehicles will be needed in each sustainable launch opportunity. Therefore, in order to facilitate interplanetary transport, 10s of Spaceports hosting active interplanetary spacecraft will be created on the Martian surface. Decommissioned vehicles will be scrapped and reused as martian habitats for different purposes.

Accurate positioning will be critical for effective autonomous mobility, not only for Mars surface vehicles, but also for the whole orbiting satellite ecosystem that will be created and interplanetary vehicle operations. Therefore, a navigation constellation similar to GPS/Galileo of less than 20 satellites should be deployed at early stages, with the first iterations of the satellites being transported directly from Earth. Similarly, complex electronics and key materials not available or not yet replaceable by mars resources and technologies will have to be transported from Earth during early stages. This dependency will decrease in time, aiming at as much self sustainability and independence from non-martian human settlements as possible.

For urban mobility and long distance transport a railway system combined with two types of ground vehicles is proposed. Railways with a martian standardised gauge and steering mechanisms will connect concurrent distant locations, such as spaceports and mining areas, with the Mars city-state. The ground vehicles will be able to move around independently and they will be also compatible with the rail network. A rail enabling system will be considered as a baseline design incorporated to all ground vehicle units, making them capable of connecting to the rail network. Two types of ground vehicles are proposed:

Pressurized vehicles: Large pressurized vehicles, to be used for exploration, research and long distance travel (100s of kilometers). Additionally to the railway integration capability, these vehicles will be hybrid as they will be electrically powered (with emergency rolled solar panels) and also propelled by a combination of methane and oxygen, since methane production is a simple process on Mars [2]. These rovers will have pressure efficient volumetric geometries with a hatch system to dock directly to the habitats. The pressurized rovers can also be used as emergency habitats, being able to keep alive more than 2 people for more than 30 days [4].

Non pressurized vehicles: Smaller vehicles for shorter haul and less heavy cargo transport, similar to Apollo moon surface rovers [5]. They will be purely electrically powered with folded solar panels for emergency situations and they will require the passengers to use EVA suits. They will be used for shorter trips when more direct human interaction with the environment is needed such as maintenance of infrastructure, on-site research and direct exploration.

Both types of vehicles will be modular, serving different purposes with different configurations and allowing an effective deconstruction and reconstruction. They will be compatible: their modules will be able to connect to each other and they will have a free rotation gearbox to allow towing one another in a multi-wagon system [5]. When independently moving around, the vehicles can be manually driven (crewed) or fully autonomous, allowing autonomous cargo transportation using AI.

3.-Social, cultural and political system.

3.1.-System of government

A Martian city-state with a population of 1 million will require a visionary and well-thought-out system of politics. Such a system should be informed by several social, cultural and political trends which have been developed in recent history, at various times and places, including: democratic principles, and refinements or improvements to classic representative democracy, such as "sciocracy"; international and universal law; human rights law; laws for the protection of children, including their cognitive integrity; animal welfare and animal rights ideas and laws, including sentiocentrism; the transhumanist movement and ideas; geoism; transparency, sousveillance, coveillance, circunveillance.

Some of these trends are being developed within new political parties, such as the Spanish party Alianza Futurista ALFA [NIF: G86844925], as is evidenced by its Declaration of Principles[1]. They are all important, and should be considered when deciding upon political, social and ethical principles for large space colonies or settlements of any kind. We will go ahead and comment about these basic ideas.

[1] Alianza Futurista ALFA, Declaration of Principles - http://www.alianzafuturista.com/declaration-of-principles.html

3.1.1.- Sciocracy on Earth and in space. Space legislation. Universal legislation. Future suffering.

We take it as a given that **democracy** is the best, fairest way to decide our collective wishes. However, conventional 1-person 1-vote representative democracy has its downsides, which are trivial, well-known and abundantly documented[2]. Out of potential theories of **improved democratic systems**, one which we deem highly relevant is Paco Mota's proposal for a ***sciocracy***. A sciocracy can be defined quite simply in a few words. A sciocracy is a weighted democracy, in which more weight is given to the votes of those who prove their level of education, knowledge, wisdom and/or expertise is exceptionally high. A sciocracy would normally set a lower bound to which voters would need to adhere, in order to be able to get even a single, first vote (or maybe not necessarily the first, but certainly the second and beyond), as opposed to the usual earthly practice of extrauterine age deciding that a person has one and only vote, for life. Sciocratic systems may require periodic re-testing and updating/revising of information by voters. Experts in various fields (such as some technical fields) would have much more decision-making power than non-experts, who may have no decision-making power at all about certain things outside their fields of knowledge and expertise. In his book *If Darwin and Socrates, Global Sciocracy*[3] (currently only available in Spanish), Paco Mota also proposes global, full-sample polls and later referendums … initially 1-person 1-vote, and later (when approved by a simple majority), sciocratic or weighted (or "normalized"). It makes sense that such a system should develop on Earth, as the author envisions and proposes, so that we can make better global decisions, and give every person on the planet the opportunity to vote (as opposed as the current, 30-true-democracies-vs-170-non-democracies status quo). We should collectively decide about things that affect us all: global health, global individual minimum wealth (UBI and similar schemes for the abolition of poverty); climate change; minimum global standards of animal welfare/rights; mitigation of pandemics; measures to protect against bioterror and other large-scale existential or globally catastrophic risks; large-scale compassionate interventions in nature to reduce present and future suffering on Earth and beyond; etc.

Ideally, we would aspire to have such sophisticated collective decision-making tools on Earth, in order to collectively decide upon **space, colony or even "universal" legislation**. Just like it makes sense to uphold and enforce Earth-spawned human rights laws beyond Earth, or laws to protect the integrity of children … it would, in principle, make sense to extend beyond Earth any other normative framework to protect other sentient creatures from arbitrary use and abuse. If such a framework is deemed lacking, most everywhere on Earth, too speciesist and permissive of harm towards animals for trivial reasons, maybe space would be a good place to start imposing, as a matter of a moral concern with current and also **future suffering**, serious limitations to the use of nonhuman animals for anything other than biomedical research which might require the conditions of space.

If sciocratic systems don't easily or quickly emerge on Earth, we should at least aspire to global governance systems which create global pressures for most countries to become true democracies. For instance, a Concert of Democracies has been proposed at various times, the last couple of decades. While such a club of democracies would leave out many of the world's current governments, it would be **the** gold standard that many nations would envy and aspire to eventually join … leaving the old and arbitrary, unfair, dictatorship and theocracy-filled UN system behind.

Given that changes to global governance on Earth will probably happen slowly, we should not wait for the planet to improve its global governance before taking action. A large space colony would be an ideal place to test out improved systems of government, as an experiment, provided that there are contingency plans, in case something goes wrong. We should design **space legislation to be "ahead of its time"**, and take into account all important political ideas and important moral principles from the get go. This doesn't imply that we should not honor the current, internationally agreed-upon norms and obligations. A martian city-state could be considered one more nation, and

[2] Criticism of democracy, Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Criticism_of_democracy
[3] *Si Darwin y Sócrates, Sciocracia Mundial*, Paco Mota, 2015 - http://www.sciocracy.org

voluntarily sign major international treaties, such as the Universal Declaration of Human Rights. But we could go beyond, and establish new protections for the weakest and most vulnerable beings, the most prone to being harmed without recourse to defend their own interests: children, and sentient nonhuman animals.

3.1.2.- Protecting the weak. Morphological and cognitive freedom.

So, for instance, and going back to the potential uses of animals, given that sentient creatures generally deserve protection from unnecessary harm and suffering, we should decide animal-friendly space or universal legislation, and try to stick to it at all times, in all places. **Let's avoid**, at least, all ***trivial uses* of animals**. Given that a Mars terraforming long-term project could exist both with and without sentient non-human animals, in its outdoor ecosystems,we should aim for ecologies which do NOT include sentient nonhuman animals, unless absolutely necessary (the use of robotic animals, like robotic bees for pollination, would be fine, of course). And, if it is decided that some animals should be used, for whatever reason, "in the wild", we should still avoid trying to develop ecologies which include predation. Natural predation only perpetuates present and future suffering, unless some futuristic, hard-to-implement measures are put in place (such as, for instance, the development of non-sentient biological and machine hybrids without a biological brain, to serve as prey for sentient carnivores).

Of course **human rights** should be defined and protected universally. As an extension, or for the particular case of children, the **rights of the child**, and the laws and enforcement to back them up, should be defined. As an additional important detail, if we want to radically improve the current earthly status quo, we should aspire more than simply protecting their physical integrity, and consider novel laws to **protect the cognitive integrity of children**. This may imply the protection of children's psychological wellbeing by carefully limiting what can be "taught" to them as "truth" (propositively, over a long period of time), to avoid indoctrination into unwise, unproven, unscientific or even anti-scientific ideas or systems of thought. Children should have the right to have their minds not messed with by adults in ways which limit their long term freedom and potential for positive growth. Kids should be given the right memes, the right cultural tools, to be able to build their own cognitive defenses, such as proper education about the art of critical thinking. For further reading about this, we can point to Nicholas Humphrey's essay *What Shall We Tell The Children?*[4]

Sentiocentrism[5] (or sentientism) the philosophy that sentient individuals (i.e., basically conscious beings) are the center of moral concern. It involves valuing the lives of sentient animals in accordance with their capacity to suffer. For instance, some brains seem to lack the necessary machinery for the feeling of raw pain (many insects may fall on this category). That is a good thing, if this is so. Some other, much simpler brains, or some non-centralized neural networks, may barely be sentient at all, or may barely, if at all, feel pain or suffer (for instance, oysters, or some jellyfish). Sponges are animals but don't have brains nor centralized nervous systems, and we estimate them not to be sentient at all, just like most or all plants. All man-made computers and neural networks developed by humanity to date are, most likely, non-sentient, thus there is not much to worry about there (for now). There is a gradation of levels of sentience there, and a gradation of capacities for suffering and pain. One important corollary of sentiocentrism is the realization that most mammals and most fish (at least) seem to have the mental machinery needed in order to suffer physical, raw pain. Most mammals also seem capable of suffering serious emotional or psychological ills. And us, human beings — with all our worries, our existential angst, our love lives, our quarrels, our norms, our global problems and extended empathy — are capable of dimensions of (say, "intellectual" emotional) suffering beyond the existential/psychological suffering that less sophisticated brains may be capable of enduring. Many people suffer such grave psychological and emotional ills, that they attempt to take their own lives ... while nonhumans don't. However … we can be sure that the suffering in the form of raw physical pain when a limb is sawed off without anesthesia, say, or when you are attacked by a tiger, has got to be similar to the physical pain other mammals may experience in such circumstances, given that the underlying neural machinery is almost identical. That needs to give us pause, when deciding upon the design of novel, more enlightened, future-proof normative systems. It should also give us pause when designing normative systems for autonomous AI systems. A robotic servant should not shoot the family dog, even if you give it a gun and tell it to shoot at the animal. It should limit itself to activities which do not involve hurting any human beings nor any other mammals, birds and fishes, except in non-trivial or extraordinary circumstances (for instance, an robotic servant's AI may have sentiocentrist programming, and decide to hurt a nonhuman which is attacking a human being, in order to stop it from hurting that person).

Given scarce food resources in Mars, it would make sense to use intensive agriculture and provide a highly nutritious, well-balanced **vegan diet**[6] for its inhabitants. The use of animals would not only complicate operations, and lack moral justification, but would be also highly wasteful of scarce resources like water and vegetables (as opposed to being consumed directly by human beings). Vitamin B12 could be added to bread, or some similar staple, so that it is not lacking in a rounded and healthy Martian diet. Experimentation with in vitro meat production would be welcome, as that process can be made ethically sound and ecologically savvy.

3.1.3.- Science fiction and transhumanism as inspiration.

The transhumanist movement, as well as some works of science fiction, provide a wealth of knowledge and insights that should be considered when designing forward-looking social, ethical and political systems. We need go no further than the Transhumanist Declaration[7]. The most enlightened transhumanists aspire not only to superintelligence, but also to superhappiness, supermorality[8] and a few other objectively (super)positive traits that future, superenlightened brains — as well as future superenlightened socio-political systems —, could predominantly display.

We should fully use the tools of our era to help us thrive optimally in space. So, from blockchain voting and documents, to AI's helping us brainstorm and make better policy decisions, to robotic and AI systems to help up with maintenance, security and other systems, we have a wealth of options for future assistants. Eventually, an Artificial General Intelligence will be designed or evolved, and it becomes very hard to predict what a world looks like in which superintelligent agents are in the picture. This is how the *Singularity* is sometimes defined, or how it was originally envisioned by statistician I.J. Good as the *Intelligence Explosion*, and later coined directly by Vernor Vinge[9].

Eventually, mature molecular nanotechnology[10] will be developed as well, and it is hard to predict what the world will look like after that point. But we can aspire to design security systems in which AGI's are helping us run very complex systems, including MNT-based systems to protect us from potentially dangerous uses of MNT. For further reading about this, please see the Lifeboat Foundation's program *NanoShield*[11].

3.1.4.- Enforcement. Sousveillance.

Regarding the thorny but important issue of **privacy versus transparency**, in particular in what concerns to the **enforcement of laws** to defend every individual and the colony as a whole from serious wrongdoing, we can offer some insights. Given the particular situation and conditions of large space and planetary colonies, the need to avoid certain types of crimes, such as, say, terror attacks (be them motivated, or out of someone's unexpected or psychotic behavior), makes it

[4] *What Shall We Tell The Children?*, Nicholas Humphrey, 1997 - https://www.researchgate.net/publication/28762481_What_shall_we_tell_the_children
[5] Sentiocentrism, Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Sentiocentrism
[6] Veganism, Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Veganism
[7] *The Transhumanist Declaration*, multiple authors - https://humanityplus.org/philosophy/transhumanist-declaration/
[8] *The Hedonistic Imperative*, David Pearce, 1995 - https://www.hedweb.com
[9] Intelligence Explosion - https://intelligence.org/ie-faq/
[10] Molecular nanotechnology, Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Molecular_nanotechnology
[11] NanoShield - https://lifeboat.com/ex/nanoshield

extremely important that **security** be treated as an existential-level necessity. We cannot afford a terrorist attack on a space station. It seems like the best way to thwart any possible instance of a terrorist attack injuring many people, or the security of the colony as a whole, is the same way one could attempt "perfect policing", as an ideal, for smaller things, like homicide or even theft: radical transparency. If we can agree that a high level of transparency is the best way for us to enforce laws … **let us speak frankly about how to achieve high levels of transparency, while avoiding the usual pitfalls of transparency**, and in particular the problem of top-down surveillance as the only solution. To avoid top-down surveillance, **we favor systems of sousveillance**[12], where transparency works in multiple directions, giving us, for instance, coveillance (having both top-down surveillance and bottom-up sousveillance at once), or circunveillance (the freedom of individuals to document their own lives from multiple angles, at any time).

Of course, such systems of vigilance should be described in detail when the founding legal documents for the colony, such as its Constitution, are drafted.

4.-Economic and fiscal system.

4.1.-Financial and fiscal policy

4.1.1.- The Georgist Paradigm.

We must also pause on the important issue of **taxation**. Land on the earth was initially plenty, but people were still quick to take plots that they could defend and consider it "theirs". There was always competition for the best land. Eventually, landlords (and in particular the wealthy owners of large plots of land) learned to exert tremendous pressure so that politicians favoured the collection of taxes on labour and capital, so that land wasn't taxed. A series of political scientists, from the French sciocrats to Henry George to today's **geoists/Georgists**, realized that the socialization of land rents was a fair tool to reconcile land use with social justice. The Georgist Paradigm has been explored by many theorists, applauded by great thinkers, and used various times and in various places, so we have some experience with it.[13] Geoists also like to point out that, without the correcting effect of Land Value Taxes, there is speculation with land, which tends to produce periodical (on Earth, on average every 18 years) boom-and-burst real estate bubbles, such as the 1972 housing crises, the 1990 US housing bubble, and the 2006-12 US housing bubble, all of them accompanied by economic recessions which hurt millions of people and slowed down economic growth significantly.

Georgists also rightly point out that taxes should be placed on essential things, such as "land" and other commons, which we all need to share and jointly maintain, versus activities we do not want to discourage, such as work, entrepreneurship or business success. Finally, they emphasize that some people pocketing the fruits of a global enterprise, and one of the quintessential Commons, such as the value of land (in the widest, social sense), while not paying their fair share, is essentially unfair. The unearned income some people receive from "sitting" on a plot of land, having exclusive access to that plot (while "taking it away from the rest"), without paying due taxes for that exclusive use, is equivalent to piracy. Thus, the need for the correcting effect of fair land taxes.

There is plenty of literature for a more exhaustive study of the subject matter. However it must be said, for the unaware, that starting in the late 19th century, and until at least the mid-20th century, there was a concerted attack on Henry George and the political philosophy he popularized (then often known as the Single Tax), mostly by land barons, rentiers and other land speculators, and their well-financed acolytes from academia, to banish from education of new economists any reference to this important subject. This has been well documented by Mason Gafney and Fred Harrison in their book *The Corruption of Economics*[14], among other works. The purposeful avoidance of geoism in current curricula for aspiring economists is a sign that those powerful landowners of the first half of the 20th century achieved their objective to keep taxes away from land, and make sure that fresh new minds were not even exposed to this simple, fair idea.

Physical living and working space on Mars, in which humans can live and work comfortably, will cost an enormous amount of physical resources to produce (in the first place) and maintain (in the long run). Why not base its taxation on the fair use of Martian, human-habitable land, and the sharing of the costs to maintain its essential systems amongst all its citizens, in accordance to the physical space they choose to occupy? It is no different than any Community of Owners anywhere. Share all communal expenses fairly amongst all residents, according to their square meters (and views). A well-known geoist maxim is "pay for what you take, not for what you make". We should not care in which ways people use their time, in their temporary plots of land, in Mars … so long as they are not hurting anyone, and so long as they pay the fair market price for those plots of land in the form of Land Taxes. They are simple, they don't require complicated accounting, they cannot be avoided, they are fair, and they don't thwart hard work or entrepreneurship, the way income and corporate taxes do.

4.1.2.- Socialized health care. Conditional Basic Income Guarantee.

If it is so desired — and we strongly favor it — free health care should be offered to all residents, and paid for through geoist taxes. Similarly, if it is desired — and we also favor it — a Conditional Basic Income would be offered to all residents, avoiding the potential for material poverty, due to unemployment or any other cause. The conditionality would be to do some work for the colony, taking advantage of the person's best abilities, background and experience. Such work would be arranged not to interfere with a person's other money-making activities.

4.1.3.- The entrepreneurial city-state.

Next, a word on ethical entrepreneurship by the State, and radical abundance. Beyond the taxes that the city-state may collect, to aid in its proper functioning and regular maintenance, we have gotten used, here on Earth, to **economies of scarcity**. Countries, big and small, don't have a pot of money saved up for emergencies, such as the recent pandemic of the SARS-CoV-2 virus, which has halted so many lives, and hurt so many people. They don't have a big surplus, saved for a rainy day, or enough wealth to provide a Universal Basic Income to all their citizens and residents. To the contrary, they typically have a big massive deficit to account for. It would be nice for a forward-looking society on Mars to aspire to be a world of abundance, instead of a world of scarcity.

To this end, the State could consider making money for itself (and its citizens and residents) not just collecting standard geoist taxes — which would actually include the rental of rooms or apartments to tourists, as well, by the way, as the State is and should be the ultimate landlord —, but also practicing ***ethical entrepreneurship***. So, for example, the State could save a certain area of land for itself, in which to develop for-profit, money-making enterprises. By doing it conscientiously, and smartly, the State may end up producing something that many people want (in Mars, or even on Earth, or elsewhere! space mining operations … you name it!), and thus be able to produce enough physical wealth to:

- save some for a rainy day, a pandemic or another unexpected emergency that drains the colony's resources;
- distribute some amongst all the colony's inhabitants, in the form a Universal Basic Income or some such scheme.

[12] Sousveillance, Wikipedia - https://en.wikipedia.org/wiki/Sousveillance
[13] *Henry George 100 Years Later: The Great Reconciler*, Mason Gaffney, 1997 - https://www.masongaffney.org/essays/Henry_George_100_Years_Later.pdf
[14] *Neo-classical Economics as a Stratagem Against Henry George*, in Fred Harrison, *The Corruption of Economics*. London: Shepheard-Walwyn Publishing Co. pp. 29-164, i - https://www.masongaffney.org/publications/K1Neo-classical_Stratagem.CV.pdf

What is ethical entrepreneurship? Well, to put it very succinctly, I will use just a couple of examples. Producing tools that people want, like clothes or computers, without abusing the rights of your workers, or hurting any animals, is ethical entrepreneurship. Producing things that people want which require causing some suffering, like naturally sourced cow meat, is not a fully ethical business practice. However, producing vegan in vitro meat, once it can be done, will be a perfectly ethical business practice. Unethical entrepreneurship could not just be discouraged, on Mars … it could be outright forbidden. If we want to create a world in which we take care of each other, including the animals … it's the least we can do. We must set an example, and worry about both present AND future suffering, and both human AND nonhuman suffering. Let us show the world what enlightened political frameworks ***should*** care about!

4.1.4.- Ethical entrepreneurship. The free market.

Finally, we should talk about the proportion of businesses and activities which do work **for** the colony, and the proportion of businesses which do work **independent of** the colony. In a completely free market, it is possible that many or most businesses with activity in the colony could be doing work or producing products for customers outside the colony, thus not contributing to the colony's needs and maintenance at all.

It seems like in the initial phases, it would make sense that much of a colony's work is focused on maintaining and improving the colony. However, once a certain level of development and stability has been achieved, the colony could assign portions of its work and living spaces to businesses which would produce products and services that have nothing to do with the colony, as long as they are paying their assigned land taxes to help keep the colony running smoothly.

The only thing that would limit economic activity in the "free market" part of the colony would be its laws. So, it follows from the creation of a colony which is mindful of the suffering of sentient beings, that laws would be put in place to limit the harm that can be done to nonhuman animals. This would create a form a "ethical entrepreneurship" which would set an example for what other colonies should do, in order to create a world outside of our home planet which is "open for business", but ethical by design.

4.2.-Security and health.

Ensuring health on Mars, will be a huge challenge due to its inhospitable environment for life development. Main health-related concerns are connected to high radiation exposure (caused by cosmic radiation, solar wind and occasionally solar flares)[1], the lack of a breathable atmosphere (95,3% CO_2, 2,7% Nitrogen, 1,3% Argon and the remaining 1% composed by O_2, CO and other gases)[2], extreme temperatures (ranging from +27 to -143 Celsius degrees, mean of -68°C)[3] and microgravity(3,72 m/s^2 or around 1/3 of Earth's gravity)[4].

These stimulus theoretically pose a physiological risk on Mars colonists, but also other indirect psychological consequences of living in a dangerous and confined environment. On the other hand, additional effects such as isolation would be a problem in such a huge colony of 1M inhabitants.

Despite the clear challenge of living on Mars, there are many examples of human adaptation to live on Earth's highly extreme environments such as desert, tropical climates, cold environments like Antarctica, and Low Earth's orbit on ISS [5].

Hence, living on Mars will only pose a transitional phase of adaptation to the specific environment and positive, neutral or negative stimulus regarding colonist's health. In this scenario, with a very high volume of colonists, it is important to develop a healthcare system to ensure the colony sustainability on the long term.

The concept around the Mars healthcare would be based on **a public approach**, supported by citizen's taxes, ensuring equally access to all the population. **This scheme would be based on spanish National Public Health Service**, taking its structure and methodology, to be implanted on the colony. The reason behind this is that it has been widely proven that this system not only works to provide a high quality medical attention, but also as a **sustainable** and **cost-effective** alternative to private healthcare systems [6].

Furthermore, a basic guideline will be to maintain the current and trending life expectancies in the developed countries of the Earth, and improve it.

The methodology of the development of the **martian healthcare structure**, would be based on **a preventive approach**, rather than an attention concept. This occurs due to the fact than health consequences in extreme environments are several times harder to manage than those happening in human friendly habitats. For this reason, the prevention of medical events would be the core of the program. This approach would be fully supported by big data procedures, using the information from body biomedical sensors (recording/monitoring health markers such as body composition, heart rate, heart rate variability, blood pressure, blood analysis, oxygen saturation, wellness scales,...), monthly (30 earth-days) medical checks, and once a year deep health reviews (see Image 1).

Image 1. Mars colony health monitoring plan.

Although based on prevention, the Mars Health System (MHS) must also have a robust and scalable emergency care system (Ambulances, etc.) that initially handles, for example, accidents in and outside the city (Mining areas, exploration, etc.), and then coordinate with the respective emergency care systems of other city-states

Apart from this medical concept, prevention would also come from **education**. It is important to educate people in the prevention of injuries/medical problems during their daily routines through proving training in occupational risks at schools and the other educational institutions. Also, and as a very important preventive resource, **the healthcare system would support physical activity/sport and nutritional education to all ages**, which are core strategies to prevent many kinds of diseases [7].

Apart from this, individual and team sports would also be promoted in all institutions to ensure kids psychomotor development, social behaviours, leisure time, and healthy habits.

The robustness of the city-state for its inhabitants will be given by the quality of the education and health systems, and its sustainability, in addition to economic management, will depend on the strength of the **R&D system**, which must be integrated into the Mars Health System.

Although a prevention-based system should significantly reduce the risk of epidemics/ pandemics, given that it is in a new environment for our species and the existing risk of biological accidents/attacks, an auxiliary system should be included in the MHS for prevention and management of epidemics/pandemics.

In regards to the medical resources, the public martian health system for the colonist would suppose **a 10% of the total colony GDP**. With this percentage, higher than most countries, it would be possible to achieve an optimum specialist per nº of population ratio (5 doctors+8 nurses per 1.000

people, without accounting other health related specialists) and all the necessary resources of the responsive healthcare.

As previously mentioned, it is essential to guarantee good medical staff ratios, with the goal to secure all the public health services. According to calculations, this fact would imply a total of 20.000 specialists for a colony of 1 million people on Mars.

Prior to the construction of the city-state, it will be necessary to develop interventional medicine, and specifically minimally invasive surgery, in low gravity, using intelligent robotic surgery assistants.

It would be necessary to include in the R&D program the development of several therapies, such as Human Hibernation (HH, as a tool to make interplanetary movements more efficient), **Medical Biostasis** (MB, preserve people's lives in the event of serious accidents), Therapeutic Hypothermia (TH, for complex surgical interventions) and Human Cryopreservation (HC, to guarantee the Availability - for an indefinite time- of organs for transplants, as long as there are no complementary or substitute therapies and technology,)

To conclude, healthcare on Mars will be a primary concern when attempting to establish human permanent colonies. Solving this major challenge, would open humankind to new frontiers on its final goal to conquest the solar system and beyond.

5.-References.

5.1.-Architecture.

1. Lucio, V.M. *Traducción de Agustín Blánquez. "Los diez libros de arquitectura"*; Obras Macstras: Barcclona, Spain, 1955.
2. Recursos naturales, exploración planetaria y habitabilidad, Jesús Martínez Frías. Available online: https://www.investigacionyciencia.es/blogs/astronomia/71/posts/recursos-naturales-exploracin-planetaria-y-habitabilidad-13573 (accessed on 16 May, 2018).
3. Brand, S. *The Clock of the Long Now*; Basic: New York, NY, USA, 1999; ISBN 046504512X.
4. Slabbert, N.J. *Richard Buckminster Fuller's Plea for Comprehensive Design*; Urban Land Magazine: Washington, DC, USA, 2007.
5. Fuller, R.B. *Operating Manual for Spaceship Earth*; Southern Illinois University Press: Carbondale, IL, USA, 1969; ISBN 080932461X.
6. Fuller, R.B.; Applewhite, E.J. *Synergetics*; Macmillan: Nueva York, NY, USA, 1975; ISBN 002541870X.
7. Noetzel, Rosa. (2016). Supervivencia de líquenes en Marte. Física de la Tierra. 28. 10.5209/rev_FITE.2016.v28.53891
8. Eid-Macheh y Sánchez, Yasmina; García Valverde, Juan José. 2018. "Geological Astroikos." *Proceedings* 2, no. 10: 566.
9. Wiley J.Larson and Linda K.Pranke. "*HumanSpaceflight: Mission Analysis and Design*"; McGraw-Hill Higher Education; ISBN 0-07-236811-X

5.2.-Agriculture and Livestock.

[1] Tibbetts, J. H. (2019). Gardening of the Future—From Outer to Urban Space. BioScience, 69(12), 962-968.
[2] D. Castelvecchi, M.Tatalović, "Plant sprouts on the Moon for first time ever", Nature, January 2019.
[3] Ortega-Hernández J.M, Martínez-Frías J., Pla-García J. et al. Green Moon Project: encapsulated and pressurized habitat for plants on space. European Planetary Science Congress, 2020.
[4] Hinterman, E. (2020). Simulating oxygen production on Mars for MOXIE (Mars oxygen in-situ resource utilization experiment). Acta Astronautica.
[5] Paris, A., Davies, E., Tognetti, L., & Zahniser, C. (2020). Prospective Lava Tubes at Hellas Planitia. arXiv preprint arXiv:2004.13156.

5.3.-Transport and mobility.

[1] McCleese, D. J. (2006) "*Robotic Mars Exploration Strategy 2007–2016*", Mars Advanced Planning Group 2006, NASA JPL
https://mepag.jpl.nasa.gov/reports/3715_Mars_Expl_Strat_GPO.pdf
[2] Zubrin, R. (2016) "*Mars Direct*"
[3] Toups, L; Hoffman, S. J.; Brown, K, (2014) "Transportation-Driven Mars Surface Operations Supporting an Evolvable Mars Campaign", NASA
https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20140016934.pdf
[4] Harrison, D. A.; Ambrose, R.; Bluethmann, B.; Junkin, L. (2007) "*Next Generation Rover for Lunar Exploration*" NASA Johnson Space Center,
https://www.lpi.usra.edu/lunar/strategies/lunarRover.pdf
[5] Collins, C; Gomez, A; Muñiz, R; Musson, D, (1999)"*Conceptual Design of A Mars Surface Transportation System (MSTS)",* The University of Texas at Austin
https://www.lpi.usra.edu/lpi/HEDS-UP/texas.pdf
[6] Perez-Davis, M. E. & . Faymon K. A., (1987) *"Mars Manned Transportation Vehicle",* NASA Lewis Research Center, Cleveland, Ohio, NASA Technical Memorandum 101487
https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19890011174.pdf

5.4.-Security and health.

[1].-https://phys.org/news/2016-11-bad-mars.html
[2].-https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/martian-atmosphere
[3].-http://www-k12.atmos.washington.edu/k12/resources/mars_data-information/temperature_overview.html
[4].-https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0019103516001287?via%3Dihub
[5].-https://www.sciencedirect.com/book/9780123869470/human-physiology-in-extreme-environments
[6].-https://healthmanagement.org/c/hospital/issuearticle/overview-of-the-spanish-healthcare-system
[7].-http://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/a-healthy-lifestyle/benefits-of-regular-physical-activity
[MB]https://www.darpa.mil/program/biostasis
https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20180007195.pdf
https://www.esa.int/gsp/ACT/projects/hibernation/

Figure 7. Conical Front View, Sunlight.

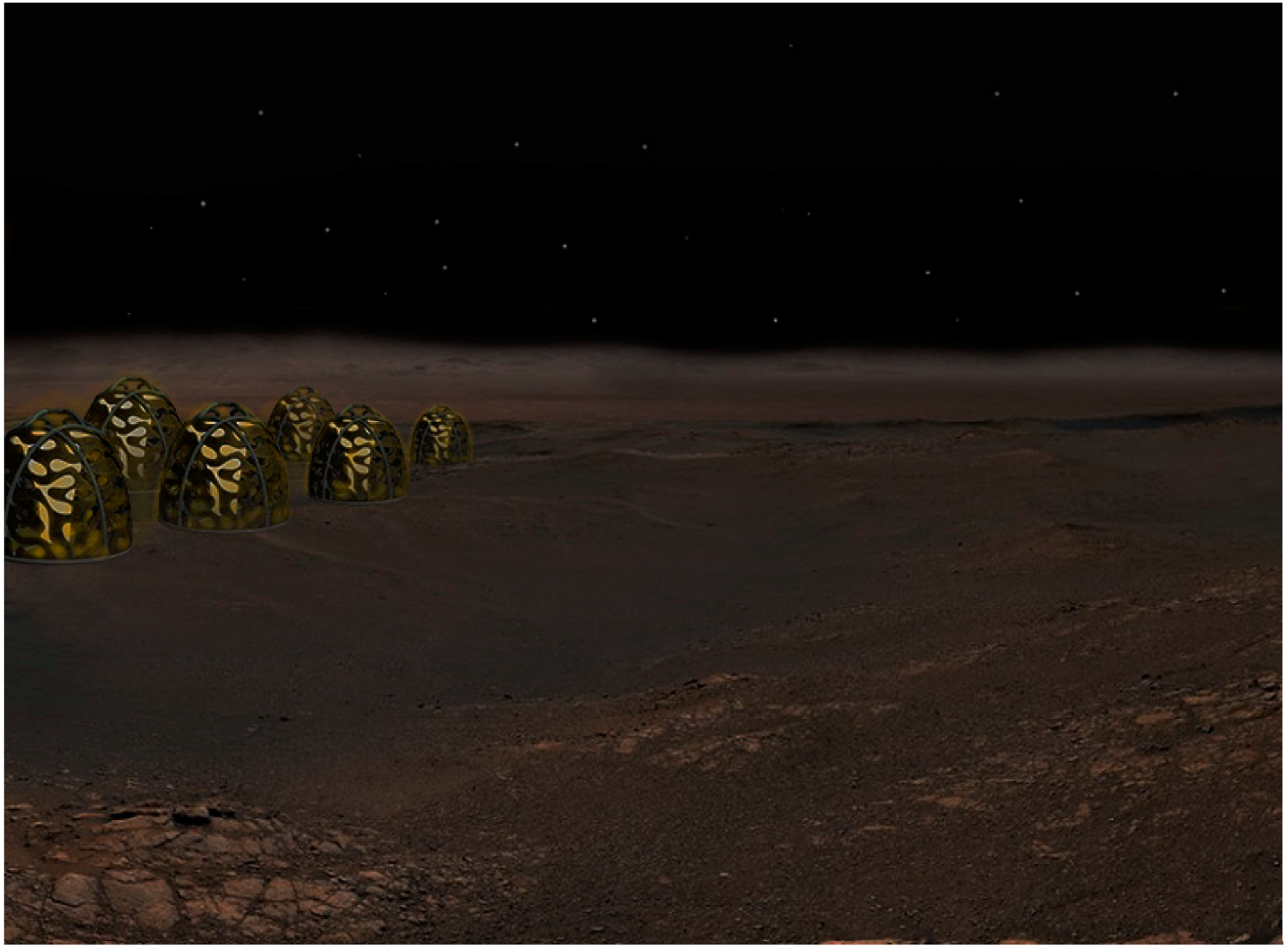
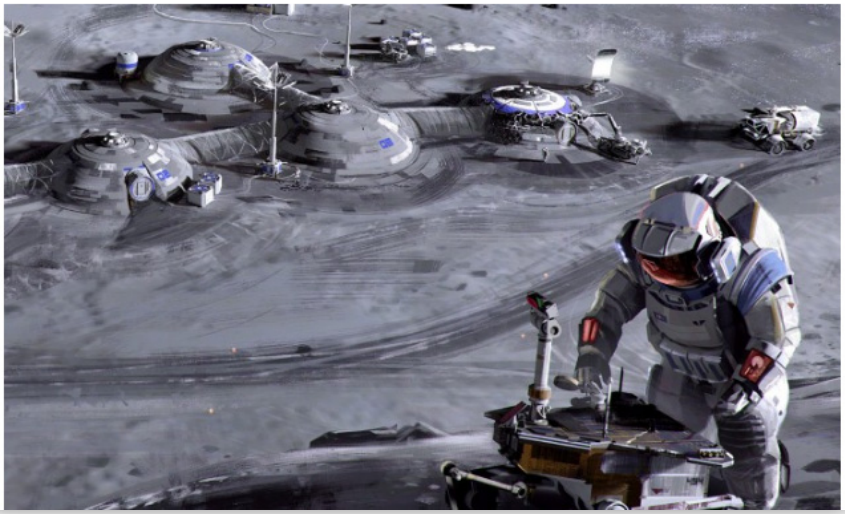


Figure 8. Conical Front View, Night.

3. FOCARIS. Hábitat en la Luna (2021)

Documentación generada con motivo de la presentación del proyecto de investigación FOCARIS[232], donde la autora trabajó como única arquitecta y *Team Leader.*

Moon Base Design Contest



THE MOON SOCIETY

TEAM IDENTIFICATION NOUN: **FOCARIS**

Our habitat project is based on some **fundamental pillars,** like every time:

A. THE HUMANIZATION OF SPACE ARCHITECTURE
B. THE USAGE OF INDIGENOUS MATERIALS AND NATURAL RESOURCES
C. THE AUTONOMOUS CONSTRUCTION
D. THE SAFETY
E. EDUCATION: THE ADVANCEMENT AND THE TRANSMISSION OF KNOWLEDGE
F. THE ECONOMY

A. The HUMANIZATION OF SPACE ARCHITECTURE

Thanks to human contribution to life and scientific advances, people will be ready to leave their natural surroundings with the aim of opening new horizons for future generations that will help create a settlement and home with newer and more advanced survival parameters.

In view of the feared and possibly expected attitudes of feeling trapped due to living in a limited space, the four crew members deserve **a habitat which will enable them to feel safe, calm and comfortable**. Consequently, this space has been **designed to encourage feelings of hope, excitement, luminosity, happiness and tranquility**. Our four tenants **will want to take shelter within the habitat; to watch a movie whilst eating popcorn…; to listen and/or to practice some music; to laugh and share fun games with each other; to rest; to have a coffee/tea/hot soup/freshly squeezed juice; to take a shower and to take care of their personal and/or general space; and amongst other things, to stay in touch with their base on Earth and share all necessary information and discoveries in addition to all their exciting experiences with them**.

In this manner, the idea behind the design creates a symbiotic relationship between **SPORT**, **RESEARCH** and **LEISURE** activities:

- **SPORT. An indoor athletic track designed to encourage movement, sport and fitness:**

  - The corridor to access each of the rooms is free of corners and its round shape adapts itself smoothly to the **natural movement** of the body as it turns.
  - It has been integrated as an **active surface** in the design.
  - It allows walking as well as **running or jogging** in order to incorporate **a healthy lifestyle** for its users.
  - It favors the principle of **"movement economies"** by fortifying more muscular strength with a lesser range of movement to ease the adaptability to the **ergonomy** of the surface and volume.
  - The above mentioned characteristics enhance the fitness levels of each crew member by: **increasing muscular mass and bone density; strengthening the immune system, preventing cardiovascular risks; boosting brain power; reducing depression**; all of which are intrinsic benefits of a sporty lifestyle.

- **RESEARCH. The rooms have been thought out to combine science with the wellbeing of the tenants. This includes:**

  - A **linear kitchen with a longs seatings areas**. The ample space of this space allows for the integration and installation of necessary facilities that will favor the life of its users, such as a fridge, a washing machine, a dishwasher, a microwave/oven, a cooking stove,

1

[232] Eid-Macheh-Sánchez, Y., García-Valverde, J., Martínez-Frías, J. (2021). Proyecto finalista "FOCARIS" en Moon Society's First Moon Base Design Contest. Recuperado de http://strabo.moonsociety.org/2020-MoonBaseDesignContest/Finalist-FOCARIS/FOCARIS_THE%20MOON%20SOCIETY%20-%20Yasmina%20Eid.pdf.

a sink, cupboards and food storage. It also has a large bar-style table to serve the purpose for eating and drinking together as well as to carry out research and developmental groupwork.
- Independent spaces for **information, communication and technology systems**.
- An independent room as **laboratory and clinic for health control and treatmen**.
- **Four comfortable double (or single) rooms** furnished with a **round wall-mounted table**, which adapt to the smooth outline of the curvy and round walls.
- Hydroponic plantations **located in the center of the habitat, giving room for food and astrobiological research**.
- **Floor composed for storage boxes**.

- **LEISURE. A common area for relaxation and recreation.**

  - This is an ample and open-plan lounge, with ball puffs and low tables spread out to serve the purpose of **feed and entertainment**. This space will also have a lightweight, wide and round TV screen to improve visibility from any angle, and a surround sound system. The **open-plan layout connected to the kitchen** shares the **natural daylight and views of the big window in the ceiling**. This allows the tenants to enjoy **practicing music amongst each other, playing board games with a movie theater-like ambience where it is also possible to enjoy home-made drinks and snacks, and relax in a friendly environment**.
  - All main rooms have This room will also have two lightweight, wide and round TV screen to improve visibility from any angle, and a surround sound system.
  - The **hexagonal big window over the central area of the habitat** create a **sensation of open space to the exterior**, with **outdoor window views,** providing the tenants with the **possibility to look beyond the immediate sky**.

The **dome structures of the rooms**, with its curved shapes/ceilings, provides a shelter and protects its tenants from external inclemencies, and preserve them from the ***from the damaging solar UV irradiation*** too, for its interior composition.

All this, helps to convert the habitat into an **active enclosure**, **which attracts the visitor due to the great concentration of activities** that can be carried out in its interior space, its **warmth**, and the possibility of holding **workshops** with both hydroponic crops, as well as laboratories, with **all the necessary services for a pleasant and complete stay**, within an enclosure with interrelated areas, sufficiently **illuminated and pleasant**, as a limited protective shelter but ample shelter from which to schedule walks on the lunar surface in large groups, and even exercise inside it for its space well used (with plenty of room to move), and disposition.

Also**, always connected to the Earth by the number of telecommunication devices and worksattions**, with their own screens (included both in common spaces and in the bedrooms), in order to continuously monitor and maintain at all times the vision of the situation on Earth, and the relationship with it.

THE MOON SOCIETY

TEAM IDENTIFICATION NOUN: **FOCARIS**

LIVING SPACE IN FOCARIS

Number	Space	Area	Volume
1	Airlock A	23.67 m²	70.65 m³
2	Airlock B	23.59 m²	70.65 m³
3	Control Post	8.16 m²	21.42 m³
4	Kitchen - Lounge	25.07 m²	68.00 m³
5	Telecomunications Post	8.16 m²	21.42 m³
6	Laboratory - Treatment R.	25.07 m²	67.99 m³
7	Hydroponic Plantation	11.10 m²	33.29 m³
8	Room 1	9.05 m²	21.14 m³
9	Room 2	9.05 m²	21.14 m³
10	Room 3	9.05 m²	21.13 m³
11	Room 4	9.05 m²	21.14 m³
12	Room 5	9.05 m²	21.14 m³
13	Room 6	9.05 m²	21.13 m³
14	Room 7	9.05 m²	21.06 m³
15	Room 8	9.05 m²	21.03 m³
16	Restroom	18.46 m²	43.18 m³
17	Walking/Running Track	78.62 m²	207.25 m³
Total general: 17		294.31 m²	772.77 m³

Water Requirements	Potable (Kg/p-d)	Hygiene (Kg/p-d)	Reference
Human water needs			(Eckart, 1996)
Drinking	1,60		
Preparing food	0,75		
Water in food (estimate)	1,15		
Hygiene			(Eckart, 1996)
Shower		2,70	
Hand wash		4,10	
Housekeeping	N/A		(Eckart, 1996)
Laundry		12,50	
Dishwashing		5,50	
Urinal Flushing		0,50	
Crew activities			(Eckart, 1997; ISU, 1993; NASA, 1992)
Medical	5 Kg/event		
Experiments	depends on mission		
EVA - cooling	7,3 Kg/EVA		

POTABLE	(Kg/p-d)	Vol. m3	p.	d.	Vol. m3
Liquid	1,6	0,0016	14	180	4,032
Liquid	0,75	0,00075	14	180	1,89
Food	1,15				
Liquid total					5,922
Water Tank: Dome 1					4,5
Water Tank: Dome 2					4,5
Reservoir Total					9
Necessary to Recycle					-3,078

HYGIENE	(Kg/p-d)	Vol. m3	p.	d.	Vol. m3
Liquid	25,30	0,0253	14	180	63,756
Liquid total					63,756
Water Tank: Dome 3					4,5
Water Tank: Dome 4					4,5
Water Tank: Dome 5					4,5
Water Tank: Dome 6					4,5
Reservoir Total					18
Necessary to Recycle					45,756

%	Days
151,98%	274
-51,98%	-94
28,23%	51
71,77%	129

Waste Collection System	Mass (Kg)	Units	Volume (m³)	Units	p	d	Mass (Kg)	Volume (m³)	FOCARIS	Upshot	Units
Waste Collection System	90	Kg	4,36	m³			90,00	4,36	4,50	0,14	m³
WCS supplies	0,05	Kg/p/d	0,0013	m³/p/d	14	180	126,00	3,28	4,50	1,22	m³
Contingency fecal and urine collection mittens/bags	0,23	Kg/p/d	0,0008	m³/p/d	14	180	579,60	2,02	4,50	2,48	m³

Waste Collection System	Units	Width	Depth	Height	Area	Vol.	Volume (m³)
Restroom	1,00				18,46		18,46
Lower Lounge	1,00			0,30	2,85		0,86
Lower Restroom	1,00			0,30	8,17		2,45
							3,31
						-	1,90
							1,41

B. THE USAGE OF INDIGENOUS MATERIALS AND NATURAL RESOURCES.

The **habitat challenges to use the available extraterrestrial resources,** besides of terrestrial ones, found on our closest habitable planet with the aim to establish a possible human settlement, **changing as little as possible the planet** to be colonized.

Taking into account the previously outlined philosophy, the proposed habitat embraces **four key concepts**:

1. **"In situ" resources**;
2. **Recycling**; and
3. **Geoethics and Astrobioethics**.

The following explains the importance of each of these four concepts in the development of our project.

1. "In situ" Resources

- **The mixture**:

For part of the construction of the habitat (inside the walls) we propose using a mixture consisting in most part of **lunar regolith**, as component of the dust on the surface of Moon, and **water**. This will provide the tenants of the habitat with a natural form of protection against radiation.

In this respect, the **site proposed for the construction of the habitat** is located at the **South Pole of the Moon**, more specifically **close at 89.54 degrees south latitude and 0.0 degrees east longitude**; an **area close to the crater Shackleton**. The two main reasons for the choice of this location are: a) the peaks on the edge of the crater are exposed to the sunlight in an almost continuous ways and, b) the proximity to possible ice made out of water.

- **Sunlight** as a **natural source of energy, in addition to nuclear energy**:

  The plan is to use **Solar panels** –with solar collectors- **to capture caloric energy and Photovoltaic panels** for electrical generation. (The use of nuclear energy for periods of low luminosity is TBD)

- **Luminosity Control Mechanisms and Human Motion Detectors**: these will consist of computer controlled devices located inside the habitat with the end goal of **saving energy and making the habitat more environmentally friendly**.

2. Recycling.

Resources supply containers will be available **in the spacecraft** used for the Moobn mission. These containers will be recycled and their specific shape altogether will be used as **exterior walls and** a **suspended floor in the habitat** achieving the following benefits: **a) to contribute to the recycling of the materials coming from Earth; b) to decrease the take-off weight of the spacecraft when, once the moment arrives, returning to Earth; c) to make the most of the habitat surface; d) to facilitate wiring and piping; e) to improve the habitat isolation (temperature and radiation); f) to provide, orderly, space for food storage and equipment that the crew need for stay in the habitat.**

3. Geoethics and Astrobioethics.

One of the main tasks of a working group on astrobioethics which has been recently established, will be "to analyse the potencial societal and ethical implications related to

THE MOON SOCIETY

TEAM IDENTIFICATION NOUN: **FOCARIS**

astrobiology, **taking into account the complexity of the connections between its main scientific** issues and goals (see, for instance, the NASA Astrobiology Institute Astrobiology Roadmap), and **considering the synergies between both bioethical and geoethical approaches** (**from microbes to humans and from the Earth to space ennviorenments**)". (Martínez-Frías, J. and Gargaud, M.Hochberg D.)

In this sense, "whith the recent increase in the exploration and research of the planets and celestial bodies, planetary geoscience is one of the fastest –growing branches of the geosciences, and there is a great variety of geoscientific aspects which connect with astrobiology". (Martínez-Frías J and Hochberg D (2007) Inter. Sci. Rev. 32-4:315-319)

The **proposed habitat aims to avoid possible hazards of settlement provoked by man** by taking care of the new land which shall provide shelter for the colonists. In this way, we agree with Holmes Roston III, who states **"We confront a projective nature, one restlessly full of projects – stars, comets, planets, moons, and also rocks, crystals, rivers, canyons, seas. The life in which these astronomical and geological processes culminate is still more impressive, but it is of a piece with the whole projective system… Nature is a fountain of life, and the whole fountain – not just the life that issues from it – is of value"** (Rolston, 1988, p.197).

C. THE AUTONOMOUS CONSTRUCTION

As detailed in the PDF panels**, the habitat can be built by means of parts of the rocket itself and lightweight precast material, easy to assemble**.

The envelopes of the rooms will include:

- **Space-Grade Insulation**: to insulating the habitat and keeping astronauts comfortable in their spacesuites.

- **Pleated Domes**: with the **operation like folding paper fans**, with several peripheral hooks to effect an airtight closure, occupying the minimum space inside the rocket and opening once on the outside; of little weight. They will hold the structural stresses created by the atmospheric pressure inside the habitat rooms, and they will also reduce the construction time, increase the durability and mitigate the effects of icing/de-icing cycles, abrasion, and shock impacts of the habitat, as retractable plastic covers.

All the **supple containers and the metal parts** from the envelope of the habitat, are designed with diameters and radius curves similar to the possible rockets used for the mission, as the BFR Starship/super heavy, from SpaceX, or anotherone. This **allows us to reuse materials easily, and reduce costs**, by **standardizing** the shapes.

On the other hand, the **upper structural shell** of the building, with its **hexagonal shapes of light,** provides a **shelter and protects its tenants** from possible external contingencies and inclemencies. In addition, it **serves as a reference point** for astronauts who must move away from the habitat during exploration hours.

New technologies and a more developed design have been integrated according to a new era in an environment where there is still much more to explore.

D. THE SAFETY

In case of emergencies, such as depressurization, contaminated atmosphere, fire or any system failure jeopardizing the crew life, the following **procedures have been planned** for:

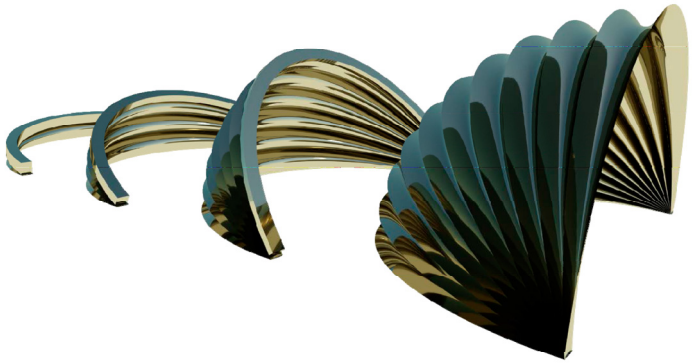
1) When the **habitat** exists **as an independent module** the **possible escape exits** are: **via the two main access** existing, through which **a group of fourteen users, either regular or visitors, can go outside at a time**.

2) When the **habitat** is a **part of a larger colony** (or more than one habitat exist): in any case of emergency the possible colony arrangement of the habitats allows the evacuation of any habitat: **a) through flexible booths at the interconnection point to the adjacent habitat**; and b) **nearby connected habitats**.

In both options, there are planned **points of access with open/closed doors detection system** to avoid depressurization in areas vital for crew survival.

On the other hand, the **structural plain shell** of the building, with its **hexagonal illuminated shapes,** provides a **shelter and protects its tenants** from possible external contingencies, as possible impacts of celestial bodies, and it is shown as an easy point visible from a long distance, outside as a **support for exploration outside the habitat**.

ASSEMBLING THE PLEATED DOMES



E. EDUCATION: THE ADVANCEMENT AND THE TRANSMISSION OF KNOWLEDGE

We consider it important to project a habitat intrinsically capable of having the ability to approach open / shared and closed spaces, from which to analyze, learn and transmit. Thus, we intend that, from there, you can connect with society, transmitting each of the new research results that arise from within these spaces, including those related to the possible habitability inside the enclosure itself, and with the technological contributions that this entails, in order to facilitate the human being (as an independent individual, and as an integral part of a society) its evolution in the field of scientific-technical knowledge, among others, also setting learning, as an objective, so that We can expand our ability to react, in advance, to the challenges that the environment offers us today, as well as the thousands of them that it may offer us in the future. In this way, we will be able to expand our chances of survival both in the terrestrial environment and in the extraterrestrial environment.

THE MOON SOCIETY

TEAM IDENTIFICATION NOUN: **FOCARIS**

F. THE ECONOMY

We present a model of habitat of easy construction, taking into account that it must be built in the lunar enviorennment (by humans in rather uncomfortable suits), **and economic**, **given the seven main points on which the project idea is raised,** as it has been explained in the previous text, and it can be observed:

1) The **Prefabrication**, with convertible elements, making the minimum space, prepared on Earth;

2) The **Speed of Assembly**, given the previous point;

3) The **Modulation**, based on the rocket, of the constructive and mobile elements;

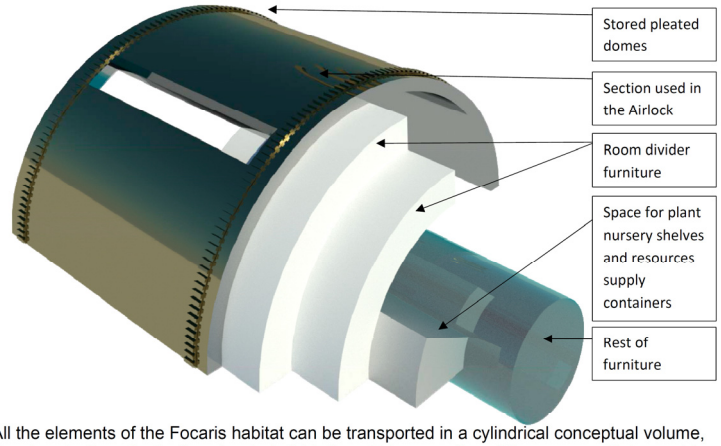
4) The **Standarization**, using similar measures for construction elements and furniture, in the maximum spaces where it has been possible;

5) The **Efficient Use of Interior Space**, with maximum use of walkable space;

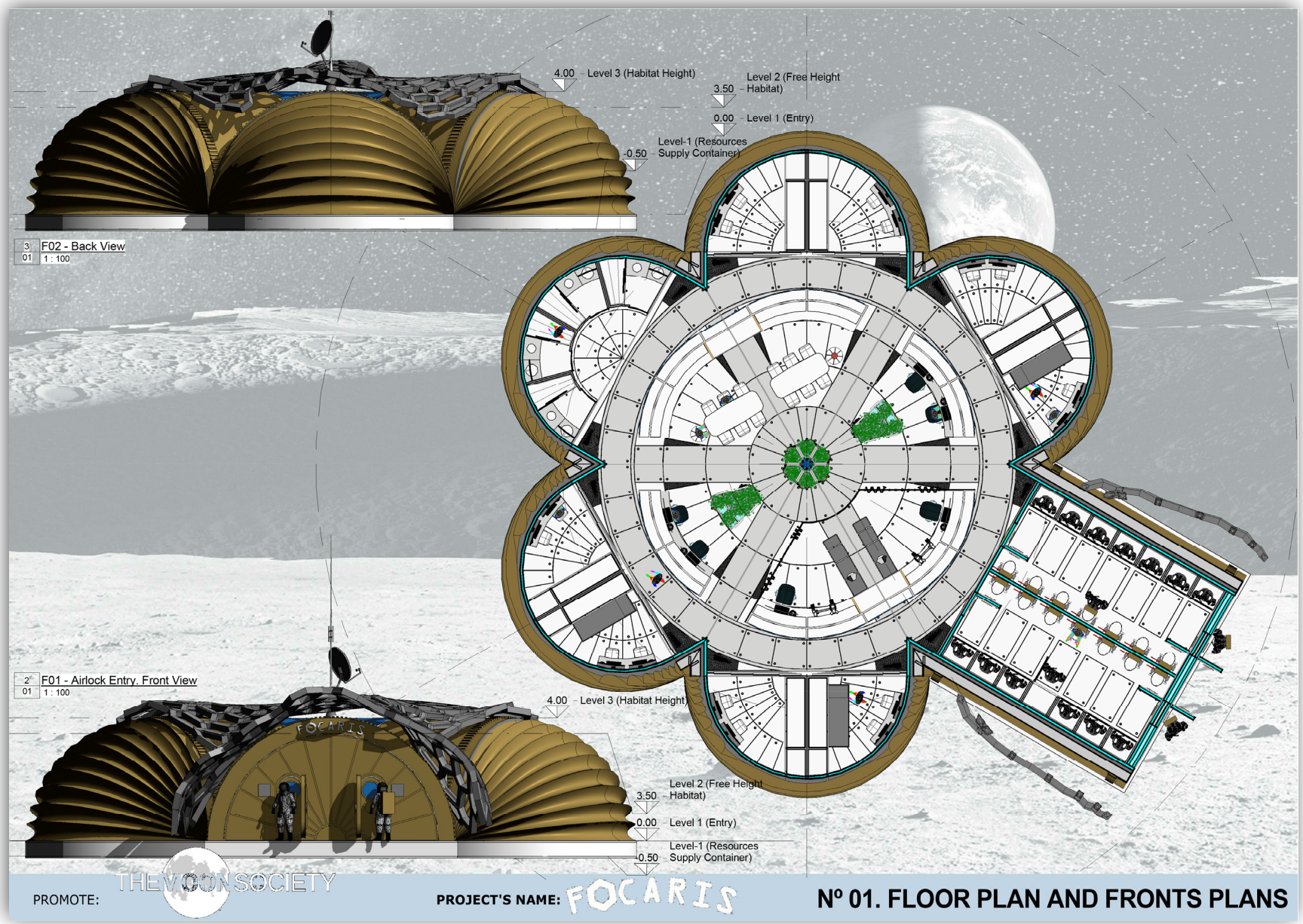
6) The **Tipe of the Materials** used, all known and feasible; and,

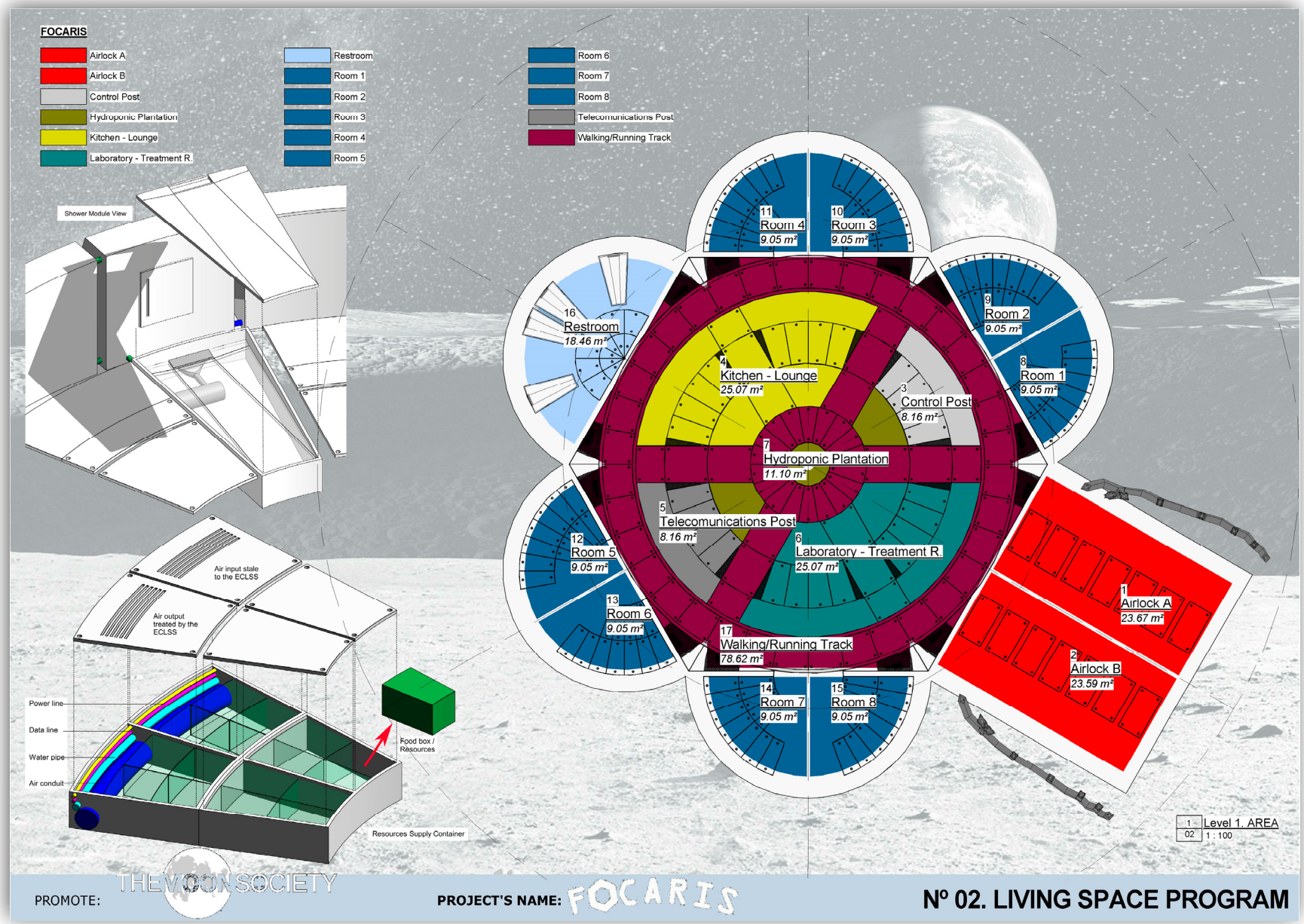
7) The **Usage of Indigenous Materials and Natural Resources,** very easy to group from the lunar surface, reducing the cost of fuel and weight of the rocket, during its journey…

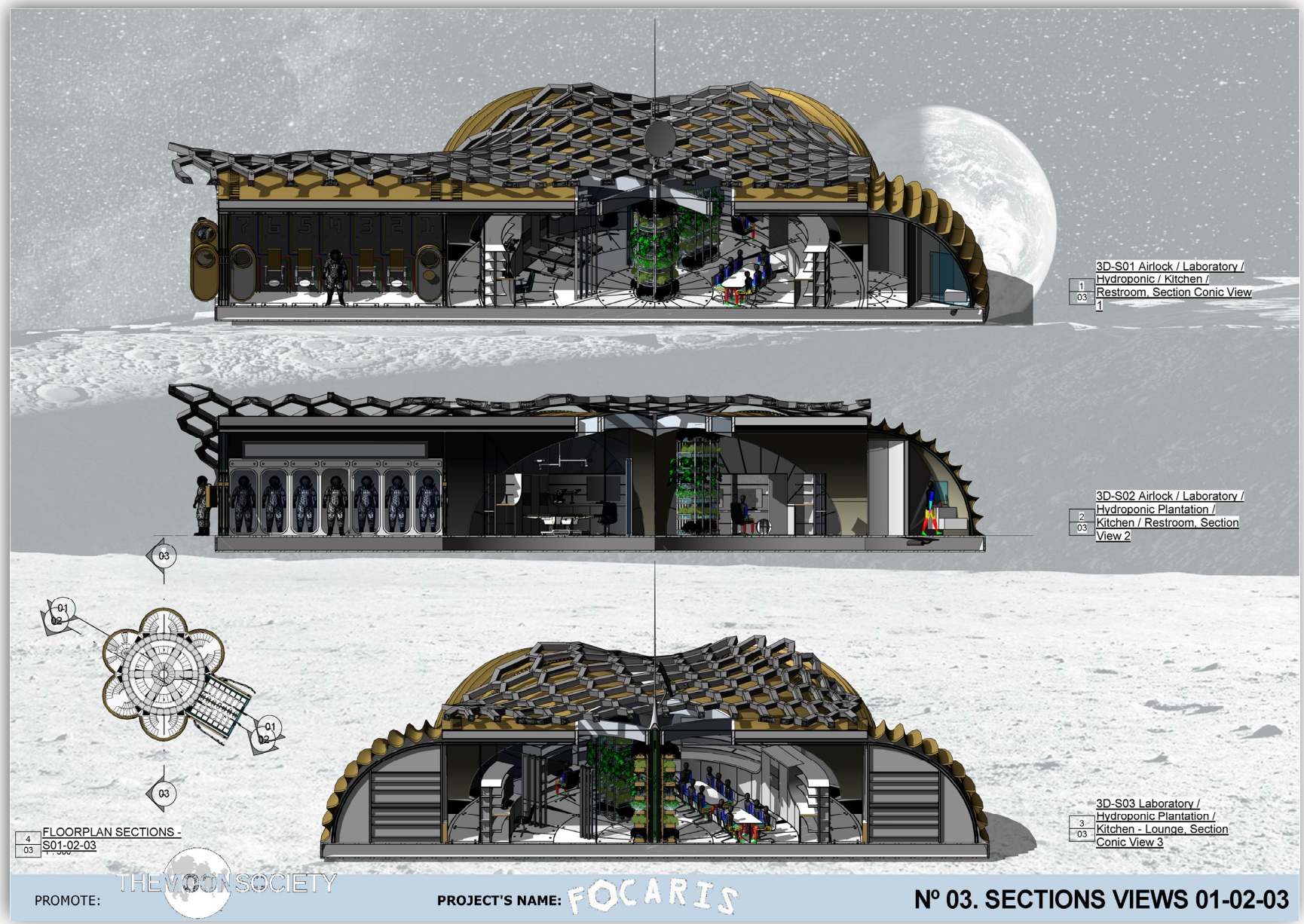
STORAGE FOR THE TRANSPORT OF PARTS OF THE FOCARIS HABITAT

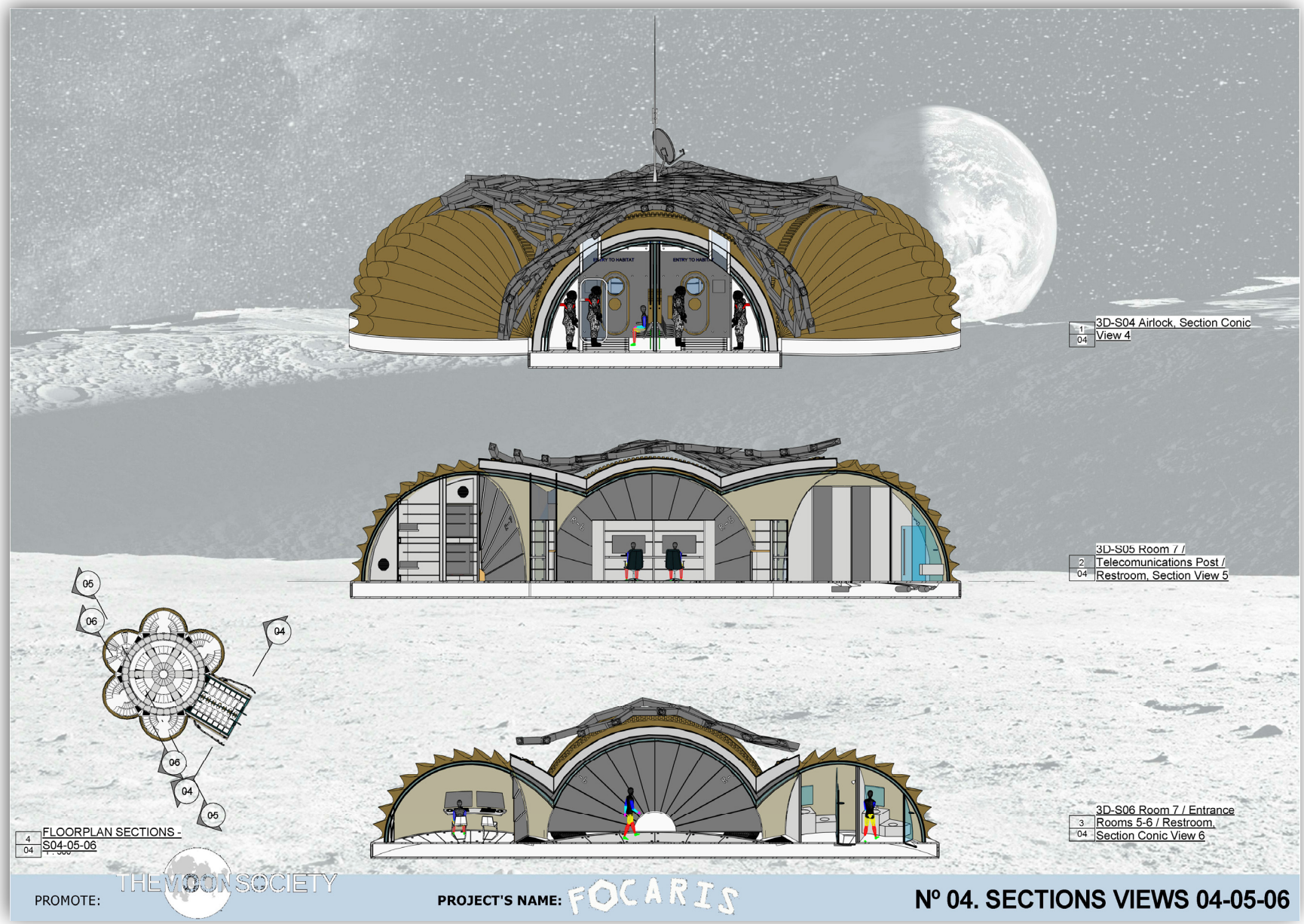


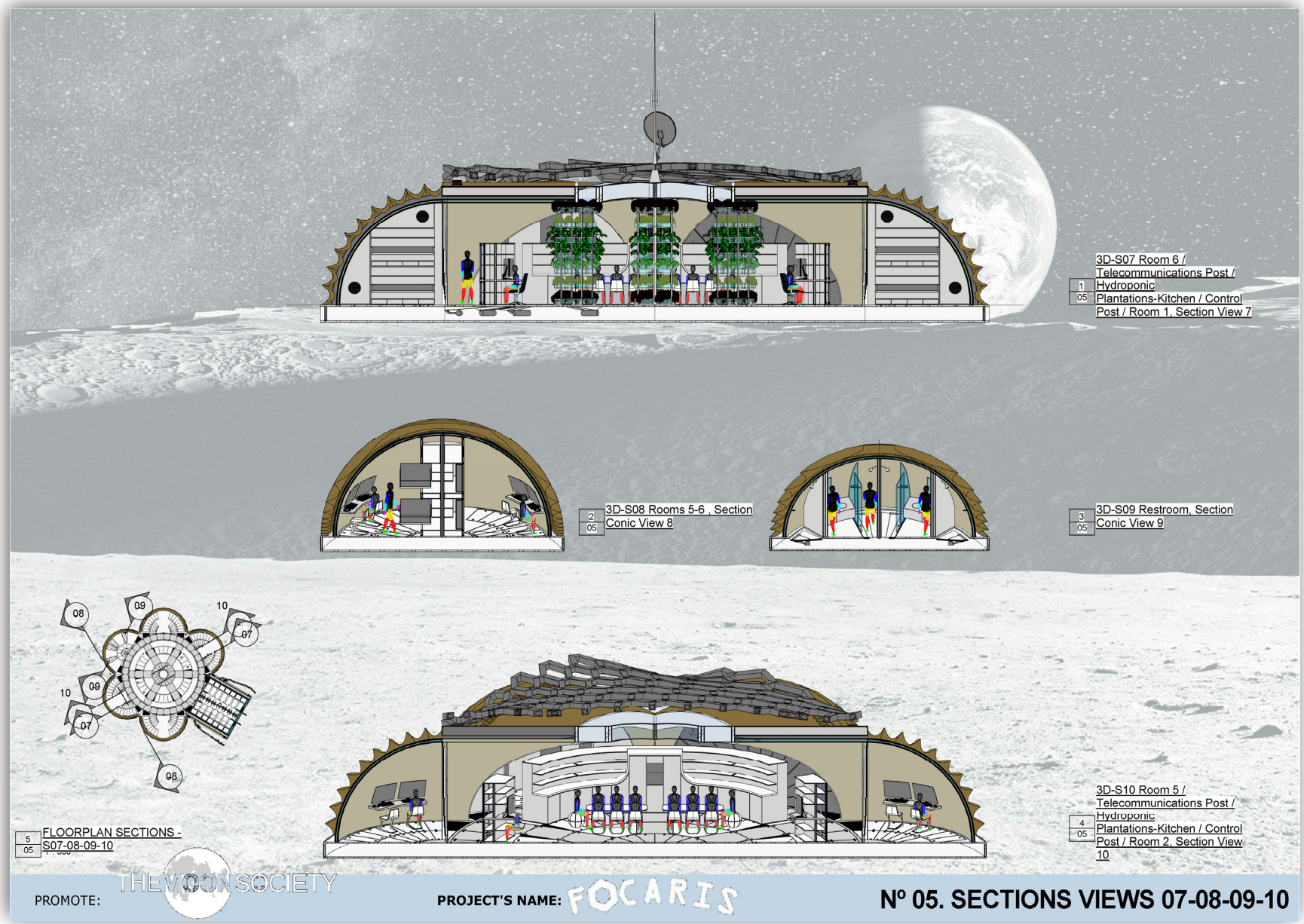
All the elements of the Focaris habitat can be transported in a cylindrical conceptual volume, 8 meters in diameter by 8 meters in height. It could be a section of the space vehicle used to travel to the Moon.

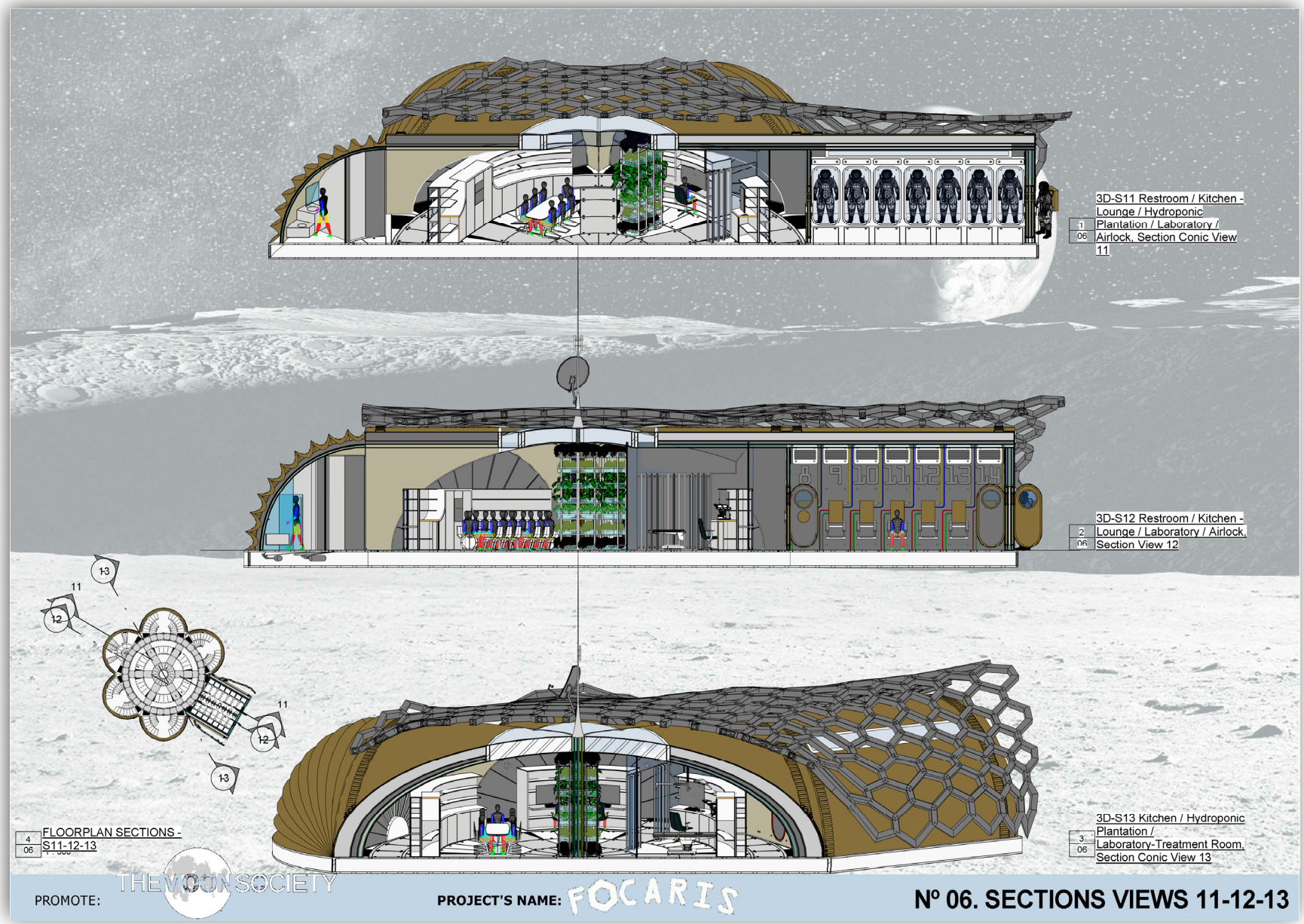

4.00 Level 3 (Habitat Height)
3.50 Level 2 (Free Height Habitat)
0.00 Level 1 (Entry)
-0.50 Level-1 (Resources Supply Container)
3 01 F02 - Back View 1 : 100
2 01 F01 - Airlock Entry. Front View 1 : 100
FOCARIS
PROMOTE:
THE MOON SOCIETY
PROJECT'S NAME: FOCARIS
Nº 01. FLOOR PLAN AND FRONTS PLANS

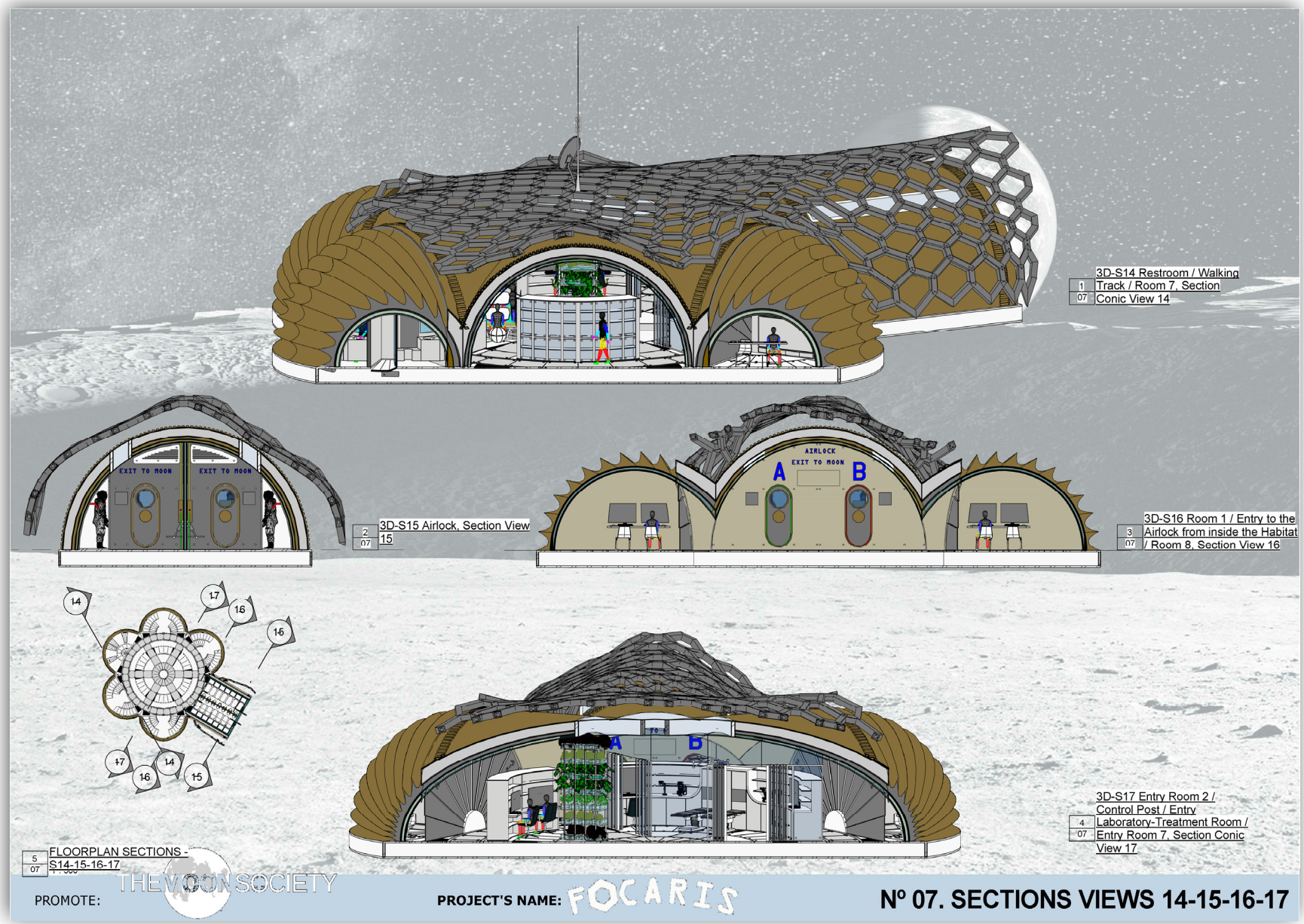

FOCARIS
Airlock A
Airlock B
Control Post
Hydroponic Plantation
Kitchen - Lounge
Laboratory - Treatment R.
Restroom
Room 1
Room 2
Room 3
Room 4
Room 5
Room 6
Room 7
Room 8
Telecomunications Post
Walking/Running Track
Shower Module View
16 Restroom 18.46 m²
11 Room 4 9.05 m²
10 Room 3 9.05 m²
9 Room 2 9.05 m²
8 Room 1 9.05 m²
4 Kitchen - Lounge 25.07 m²
3 Control Post 8.16 m²
7 Hydroponic Plantation 11.10 m²
5 Telecomunications Post 8.16 m²
6 Laboratory - Treatment R. 25.07 m²
12 Room 5 9.05 m²
13 Room 6 9.05 m²
17 Walking/Running Track 78.62 m²
1 Airlock A 23.67 m²
2 Airlock B 23.59 m²
14 Room 7 9.05 m²
15 Room 8 9.05 m²
Air input stale to the ECLSS
Air output treated by the ECLSS
Power line
Data line
Water pipe
Air conduit
Food box / Resources
Resources Supply Container
1 - 02 Level 1. AREA
1 : 100
PROMOTE:
THE MOON SOCIETY
PROJECT'S NAME: FOCARIS
Nº 02. LIVING SPACE PROGRAM

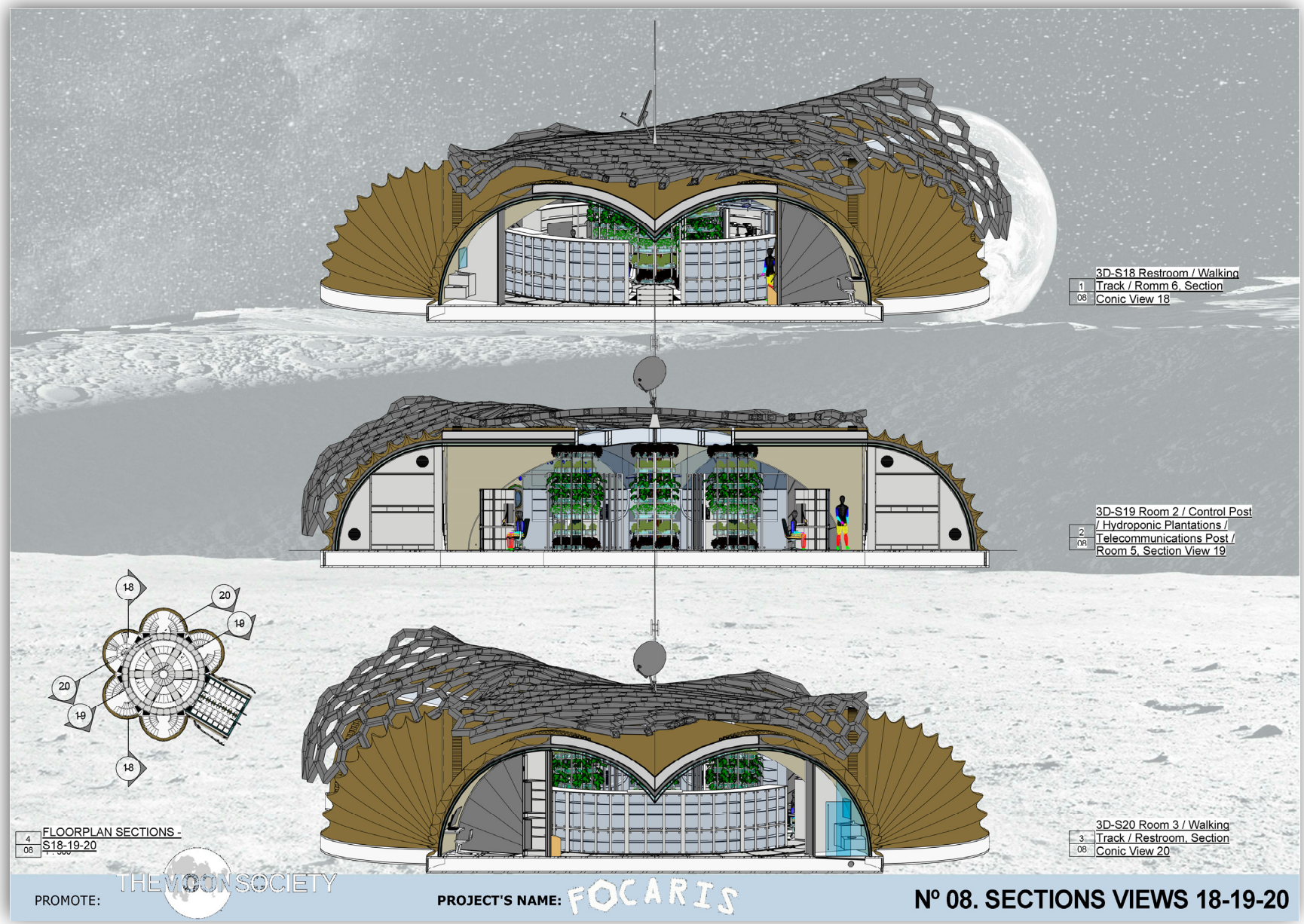

3D-S01 Airlock / Laboratory / Hydroponic / Kitchen / Restroom, Section Conic View 1
1
03
3D-S02 Airlock / Laboratory / Hydroponic Plantation / Kitchen / Restroom, Section View 2
2
03
3D-S03 Laboratory / Hydroponic Plantation / Kitchen - Lounge, Section Conic View 3
3
03
03
01
02
01
02
03
FLOORPLAN SECTIONS - S01-02-03
4
03
PROMOTE:
THE MOON SOCIETY
PROJECT'S NAME:
FOCARIS
Nº 03. SECTIONS VIEWS 01-02-03

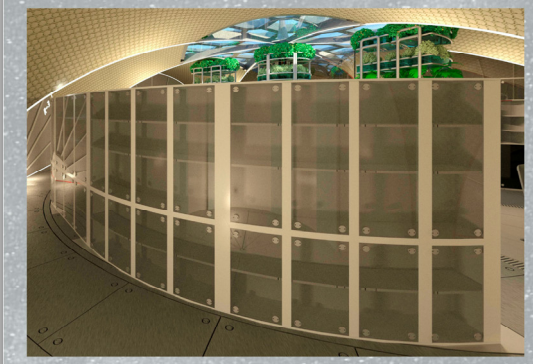

1 04 3D-S04 Airlock, Section Conic View 4
2 04 3D-S05 Room 7 / Telecomunications Post / Restroom, Section View 5
3 04 3D-S06 Room 7 / Entrance Rooms 5-6 / Restroom, Section Conic View 6
4 04 FLOORPLAN SECTIONS - S04-05-06
05
06
04
05
06
04
05
PROMOTE:
THE MOON SOCIETY
PROJECT'S NAME: FOCARIS
Nº 04. SECTIONS VIEWS 04-05-06


3D-S07 Room 6 / Telecommunications Post / Hydroponic Plantations-Kitchen / Control Post / Room 1, Section View 7
1 05
3D-S08 Rooms 5-6 , Section Conic View 8
2 05
3D-S09 Restroom, Section Conic View 9
3 05
08
09
10
07
FLOORPLAN SECTIONS - S07-08-09-10
5 05
3D-S10 Room 5 / Telecommunications Post / Hydroponic Plantations-Kitchen / Control Post / Room 2, Section View 10
4 05
PROMOTE:
THE MOON SOCIETY
PROJECT'S NAME:
FOCARIS
Nº 05. SECTIONS VIEWS 07-08-09-10

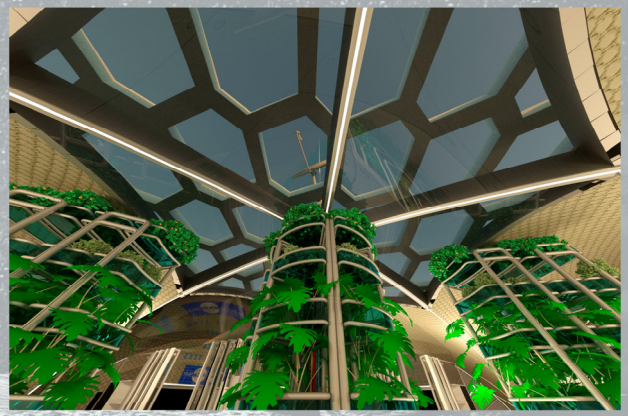

3D-S11 Restroom / Kitchen - Lounge / Hydroponic Plantation / Laboratory / Airlock, Section Conic View 11
1
06
3D-S12 Restroom / Kitchen - Lounge / Laboratory / Airlock, Section View 12
2
06
3D-S13 Kitchen / Hydroponic Plantation / Laboratory-Treatment Room, Section Conic View 13
3
06
FLOORPLAN SECTIONS - S11-12-13
4
06
11
12
13
PROMOTE:
THE MOON SOCIETY
PROJECT'S NAME: FOCARIS
Nº 06. SECTIONS VIEWS 11-12-13


3D-S14 Restroom / Walking Track / Room 7, Section 1 07 Conic View 14
EXIT TO MOON
EXIT TO MOON
3D-S15 Airlock, Section View 2 07 15
AIRLOCK
EXIT TO MOON
A
B
3D-S16 Room 1 / Entry to the Airlock from inside the Habitat / Room 8, Section View 16 3 07
14
17
16
15
17
14
16
15
A
B
3D-S17 Entry Room 2 / Control Post / Entry Laboratory-Treatment Room / Entry Room 7, Section Conic View 17 4 07
FLOORPLAN SECTIONS - S14-15-16-17 5 07
PROMOTE:
THE MOON SOCIETY
PROJECT'S NAME: FOCARIS
Nº 07. SECTIONS VIEWS 14-15-16-17


3D-S18 Restroom / Walking Track / Romm 6, Section
1
08
Conic View 18
3D-S19 Room 2 / Control Post / Hydroponic Plantations / Telecommunications Post / Room 5, Section View 19
2
08
3D-S20 Room 3 / Walking Track / Restroom, Section
3
08
Conic View 20
18
20
19
20
19
18
4
08
FLOORPLAN SECTIONS - S18-19-20
PROMOTE:
THE MOON SOCIETY
PROJECT'S NAME:
FOCARIS
Nº 08. SECTIONS VIEWS 18-19-20

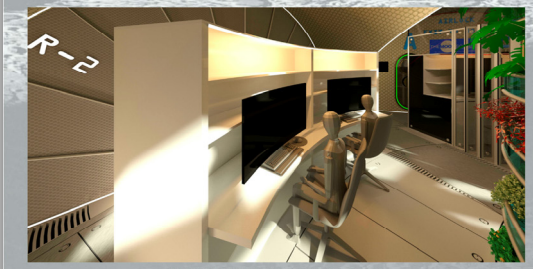


CURVED CORRIDOR VIEW



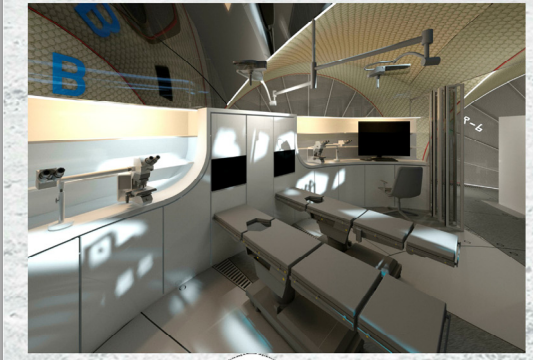
CENTRAL AREA VIEW

CORRIDOR VIEW



HABITAT CONTROL POST VIEW

KITCHEN VIEW



LABORATORY-TREATMENT VIEW_01

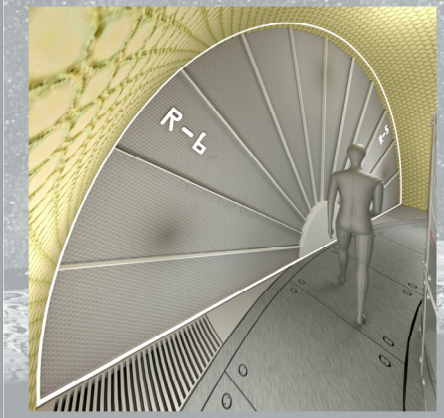
INTERIOR HIDROPONIC PLANTATIONS

LABORATORY-TREATMENT VIEW_02

PROMOTE: THE MOON SOCIETY

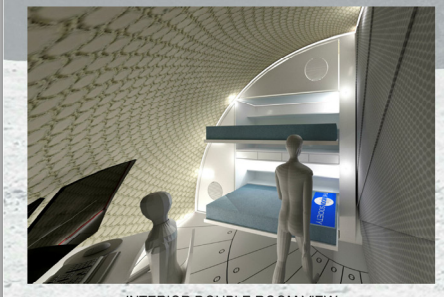
PROJECT'S NAME: FOCARIS

Nº 09. INTERIOR VIEWS_01



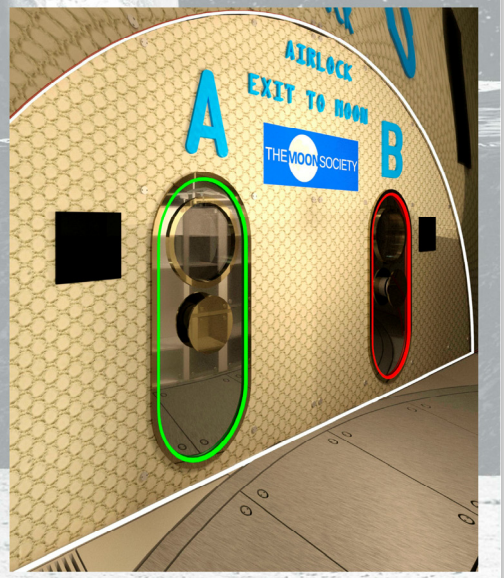
ACCESS TO ROOMS VIEW

AIRLOCK AREA VIEW 01 (Nº 8 - 14 EXCHANGE POSTS)



INTERIOR DOUBLE ROOM VIEW

AIRLOCK AREA VIEW 02 (Nº 1 - 07 EXCHANGE POSTS)

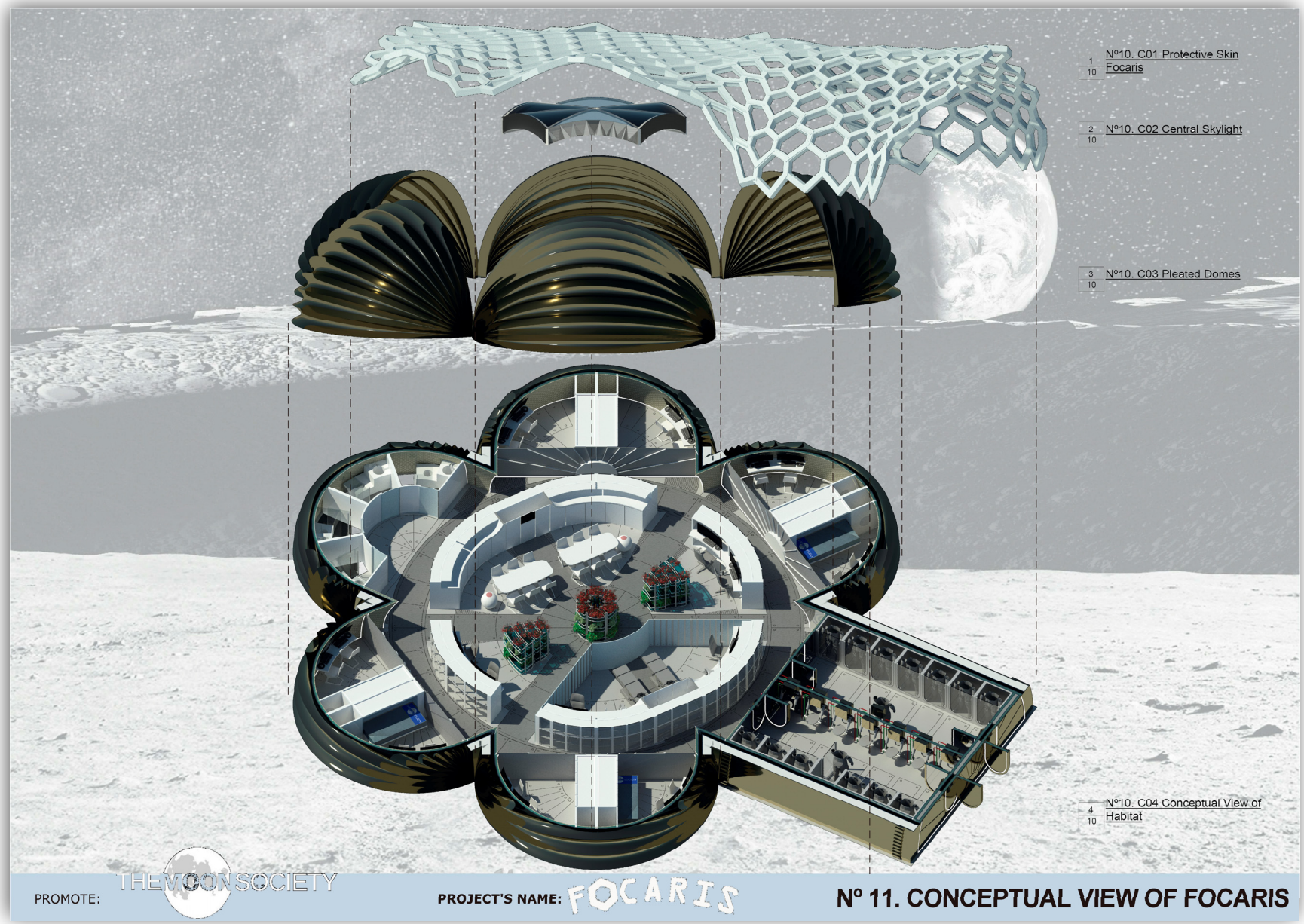


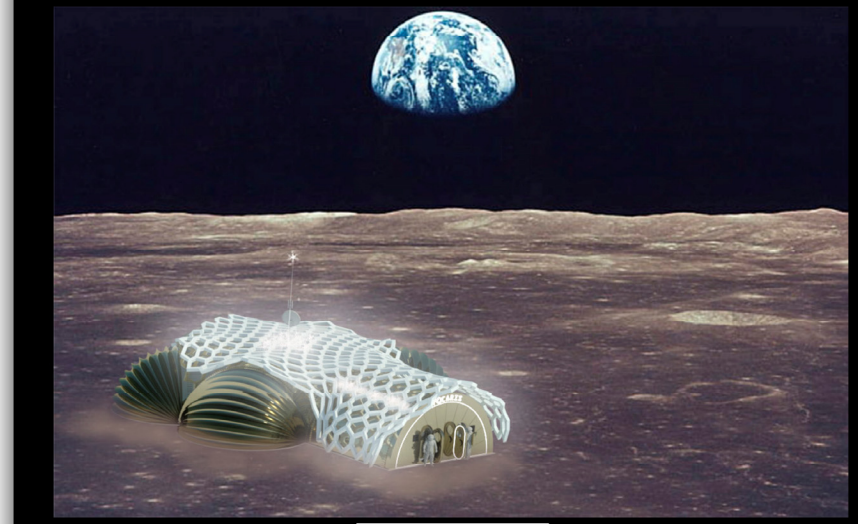
INPUT/OUTPUT TO AIRLOCK AREAS VIEW

PROMOTE: THE MOON SOCIETY

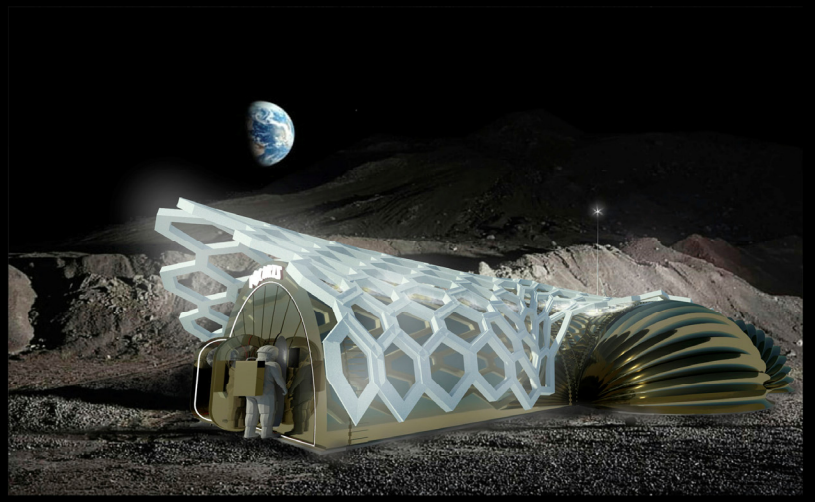
PROJECT'S NAME: FOCARIS

Nº 10. INTERIOR VIEWS_02

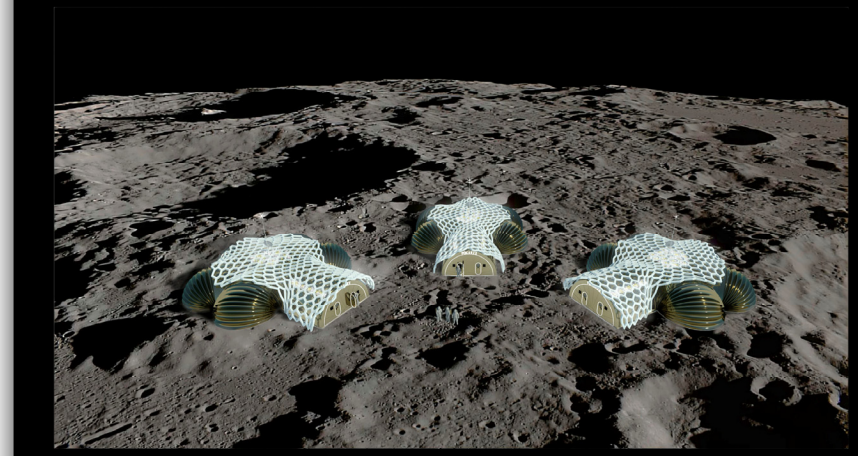

1 10 Nº10. C01 Protective Skin Focaris
2 10 Nº10. C02 Central Skylight
3 10 Nº10. C03 Pleated Domes
4 10 Nº10. C04 Conceptual View of Habitat
PROMOTE:
THE MOON SOCIETY
PROJECT'S NAME: FOCARIS
Nº 11. CONCEPTUAL VIEW OF FOCARIS



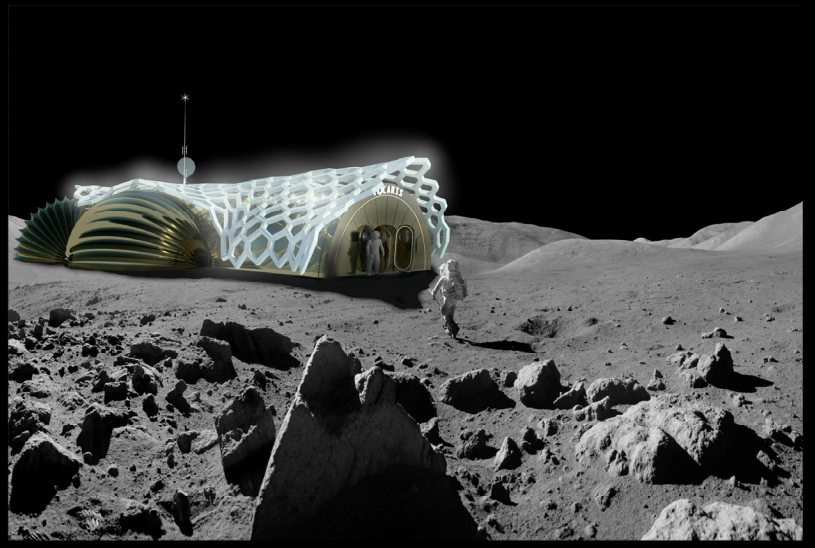
CONICAL AEREAL VIEW 1_R



CONICAL FRONT VIEW ENTRY TO THE AIRLOCK 1_R



COLONY CONICAL AEREAL VIEWS_R

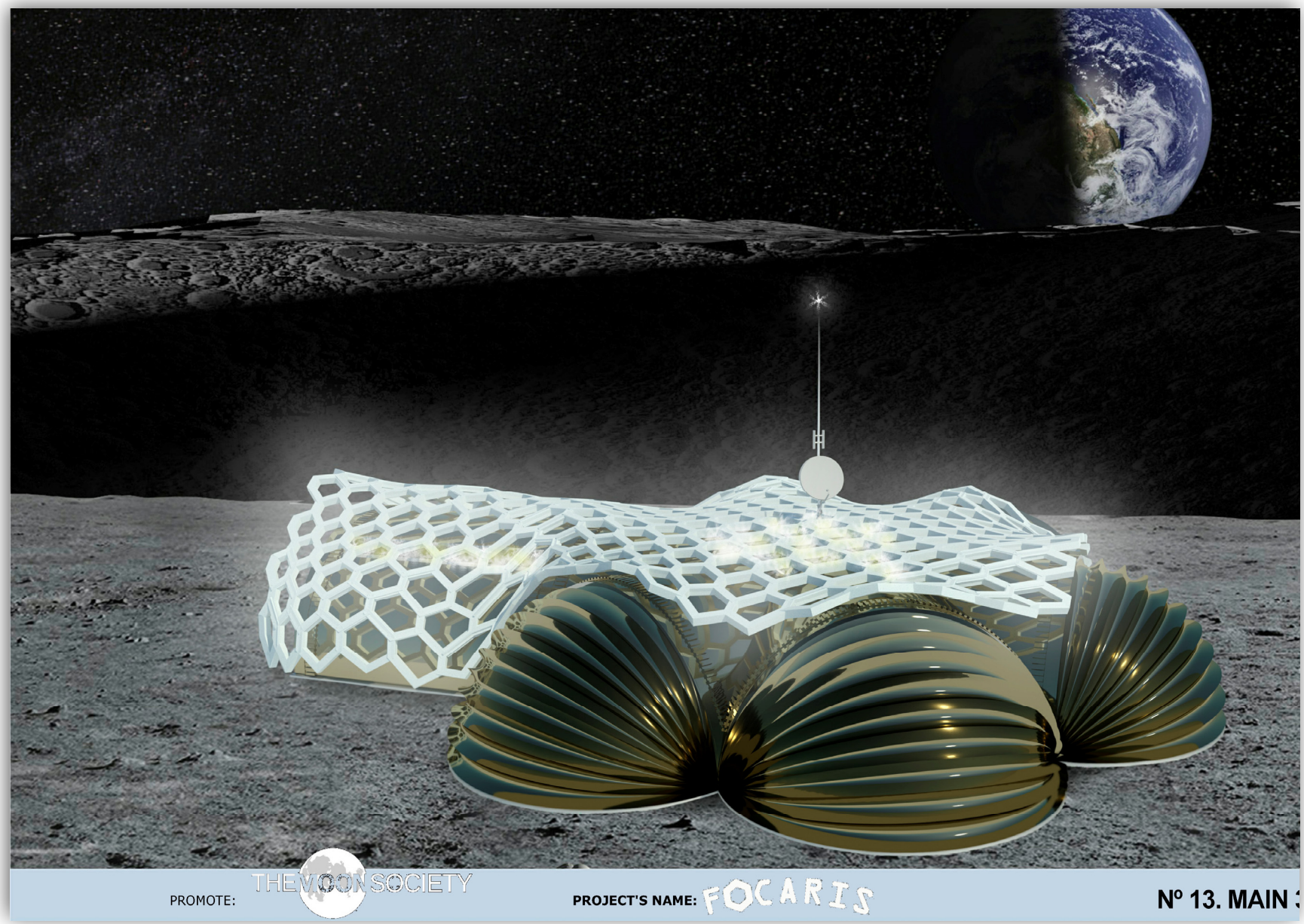


CONICAL FRONT VIEW ENTRY TO THE AIRLOCK 2_R

PROMOTE: THE MOON SOCIETY

PROJECT'S NAME: FOCARIS

Nº 12. CONICAL VIEWS


PROMOTE:
THE MOON SOCIETY
PROJECT'S NAME: FOCARIS
Nº 13. MAIN

Anexo 4. Tabla de filiación y datos de todos los astronautas

		NOMBRE	APELLIDOS	DATO	CONTACTO	AGENCIA	F. NACIMIENTO	EDAD	GÉNERO	Nacionalidad	Nacionalidad	F.DECESO	Nº:	Misiones	Días	h:m:s	Nº:	EVA
	https://	Francisco Carlos "Frank"	Rubio	Actualmente en el espacio		NASA	11/12/1975	49 años	V	USA			1	Soyuz MS-22 (Expedición 67 / 68)	-	0:00:00	3	21:24:00
	https://	Gennady Ivanovich	Padalka	879 días en el Espacio		RKA	21/06/1958	66 años	V	Rusia			5	Soyuz TM-28 , Soyuz TMA-4 (Expedición 9), Soyuz TMA-14 (Expedición 19/20) , Soyuz TM	878 días	11:31:00	10	38:37:00
	https://	Yuri Ivánovich	Malenchenko			RKA	22/12/1961	63 años	V	Ucrania	Rusia		5	Soyuz TM-19 (Mir EO-16) STS-106, Soyuz TMA-2 (Expedición 7), Soyuz TMA-11 (Expedic	827 días	9:20:00	6	34:52:00
	https://	Serguéi	Krikaliov			RKA	27/08/1958	66 años	V	Rusia			6	Mir EO-4 (Soyuz TM-7), Mir LD-3 (Soyuz TM-12 , Soyuz TM-13), STS-60 , STS-88 , Expedici	803 días	9:39:00	8	41:08:00
	https://	Aleksandr Yúrievich	Kaleri			RKA	13/05/1956	68 años	V	Letonia			5	Soyuz TM-14, Soyuz TM-24, Soyuz TM-30, Expedición 8 (Soyuz TMA-3), Expedición 25/26 (	769 días	6:37:00	5	25:46:00
	https://	Serguéi Vasílievich	Avdéyev			RKA	01/01/1956	68 años	V	Rusia			3	Soyuz TM-15 (Mir EO-12), Soyuz TM-22 (Mir EO-20), Soyuz TM-28 / Soyuz TM-29 (Mir EO-	747 días	14:14:00	0	0:00:00
	https://	Oleg Dmitriyevich	Kononenko			RKA	21/06/1964	60 años	V	Turkmenistá	Rusia		5	Soyuz TMA-12 (Expedición 17), Soyuz TMA-03M (Expedición 30 / 31), Soyuz TMA-17M (	736 días	18:43:00	4	24:28:00
	https://	Anton Nikolaevich	Shkaplerov			RKA	20/02/1972	52 años	V	Rusia			4	Soyuz TMA-22 (Expedition 29/30), Soyuz TMA-15M (Expedition 42/43), Soyuz MS-07 (Expe	709 días	8:04:00	3	21:39:00
	https://	Valeri	Poliakov	438 días en el Espacio		RKA	27/04/1942	80 años	V	Rusia		07/09/2022	2	Mir EO-3 / Mir EO-4 (Soyuz TM-6 / Soyuz TM-7), Mir EO-15 / Mir EO-16 / Mir EO-17 (Soyu	678 días	16:32:00	0	0:00:00
	https	X Peggy Annette	Whitson	377 días en el Espacio		NASA	09/02/1960	64 años	M	USA			4	Expedición 5 (STS-111/STS-113), Expedición 16 (Soyuz TMA-11), Expedición 50/51/52 (Soy	675 días	3:49:00	10	60:21:00
	https://	Fiódor Nikolajevich	Yurchijin			RKA	03/01/1959	65 años	V	Rusia			5	STS -112 , Soyuz TMA-10 (Expedición 15) , Soyuz TMA-19 (Expedición 24/25) , Soyuz TMA	672 días	20:38:00	9	59:28:00
	https://	Anatoli	Soloviov			RKA	16/01/1948	76 años	V	Rusia			5	Soyuz TM-5 / Mir EP-2 / Soyuz TM-4 , Soyuz TM-9 / Mir EO-6 , Soyuz TM-15 / Mir EO-12 , ST	651 días	0:02:00	16	82:22:00
	https://	Yury Vladimirovich	Usachov			RKA	09/10/1957	67 años	V	Rusia			4	Mir EO-15 (Soyuz TM-18), Mir EO-21 (Soyuz TM-23), STS-101 , Expedición 2 (STS-102 / ST	552 días	22:25:00	7	30:40:00
	https://	Serguéi Alexandrovich	Vólkov			RKA	01/04/1973	51 años	V	Rusia			4	Soyuz TMA-12, Expedición 17 Soyuz TMA-02M, Expedición 28/29 Soyuz TMA-18M,	547 días	22:21:00	4	23:20:00
	https://	Pável Vladímirovich	Vinográdov	Persona mas edad EVA (19/04		RKA	31/08/1953	71 años	V	Rusia			3	Soyuz TM-26 , Soyuz TMA-8 (Expedición 13), Soyuz TMA- 08M (Expedición 35/36)	546 días	22:32:00	7	38:25:00
	https://	Aleksandr Aleksandrovich	Skvortsov			RKA	06/05/1966	58 años	V	Rusia			3	Soyuz TMA-18 (Expedición 23/24) , Soyuz TMA-12M (Expedición 39/40) , Soyuz MS- 13 (	545 días	23:08:00	2	12:34:00
	https://	Oleg Ivánovich	Skrípochka			RKA	24/12/1969	55 años	V	Rusia			3	Soyuz TMA-01M (Expedition 25/26), Soyuz TMA-20M (Expedition 47/48), Soyuz MS-15 (Ex	536 días	3:49:00	3	16:40:00
	https://	Jeffrey Nels	Williams			NASA	18/01/1958	66 años	V	USA			4	STS-101 , Soyuz TMA-8 (Expedición 13), Soyuz TMA-16 (Expedición 21/22), Soyuz TMA-2	534 días	2:48:00	5	31:55:00
	https://	Mijaíl Vladislávovich	Tiurin			RKA	02/03/1960	64 años	V	Rusia			3	STS-105 / STS-108 (Expedición 3), Soyuz TMA-9 (Expedición 14), Soyuz TMA- 11M (Expe	532 días	2:50:00	4	17:14:00
	https://	Oleg Viktorovich	Novitski			RKA	12/10/1971	53 años	V	Bielorusia	Rusia		3	Soyuz TMA-06M (Expedición 33/34) , Soyuz MS -03 (Expedición 50/51) , Soyuz MS-18 (E	531 días	6:58:00	3	22:38:00
	https://	Oleg Valérievich	Kótov			RKA	27/10/1965	59 años	V	Rusia			3	Soyuz TMA-10 (Expedición 15), Soyuz TMA-17 (Expedición 22 / 23), Soyuz TMA-10M (Ex	526 días	5:04:00	6	63:51:00
	https://	Mark Thomas	Vande Hei			NASA	10/11/1966	58 años	V	USA			2	Soyuz MS -06 (Expedición 53/54), Soyuz MS -18 / Soyuz MS-19 (Expedición 64/65/66)	523 días	8:59:00	4	26:42:00
	https://	Scott Joseph	Kelly			NASA	21/02/1964	60 años	V	USA			4	STS-103, STS-118, Soyuz TMA - 01M (Expedición 25/26), Soyuz TMA-16M / Soyuz TMA-18M	520 días	0:00:00	3	18:20:00
	https://	Mijaíl Borísovich	Korniyenko			RKA	15/04/1960	64 años	V	Rusia			2	Soyuz TMA-18 (Expedición 23/24) , Soyuz TMA -16M / Soyuz TMA -18M (Expedición 43/4	516 días	10:01:00	2	12:13:00
	https://	Koichi	Wakata			JAXA	01/08/1963	61 años	V	Japón			5	STS-72, STS - 92, STS-119 / 127 (Expedición 18/19/20), Soyuz TMA-11M (Expedición 38/39	504 días	18:33:00	2	14:02:00
	https://	Anatoli Alekseyevich	Ivanishin			RKA	15/01/1969	55 años	V	Rusia			3	Soyuz TMA-22 (Expedición 29 / 30), Soyuz MS-01 (Expedición 48 / 49), Soyuz MS-16 (Exp	476 días	4:41:00	1	6:15:00
	https://	Nikolai Mikhailovich	Budarin			RKA	29/04/1953	71 años	V	Rusia			3	STS-71/Soyuz TM-21 (Mir EO-19), Soyuz TM-27, STS-113/Soyuz TMA-1 (Expedition 6)	444 días	1:25:00	8	44:25:00
	https://	Thomas	Pesquet			ESA	27/02/1973	51 años	V	Francia			2	Soyuz MS-03 (Expedición 50 / 51)SpaceX Crew-2 (Expedición 65 / 66)	396 días	11:34:00	6	39:54:00
	https://	Yuri Ivanovich	Onufrienko			RKA	06/02/1961	63 años	V	Rusia			2	Soyuz TM-23 (Mir EO-21), Expedición 4 (STS-108 / STS-111)	389 días	14:46:00	8	42:33:00
	https://	Robert Shane	Kimbrough			NASA	04/06/1967	57 años	V	USA			3	STS-126, Soyuz MS-02 (Expedición 49/50), SpaceX Crew-2 (Expedición 65/66)	388 días	17:28:00	9	59:28:00
	https://	Valery Grigoryevich	Korzun			RKA	05/03/1953	71 años	V	Rusia			2	Soyuz TM-24 , Expedición 5 (STS-111 / STS-113)	381 días	15:41:00	4	22:19:00
	https://	Vasily	Tsibliyev			RKA	20/02/1954	70 años	V	Rusia			2	Soyuz TM-17, Soyuz TM-25	381 días	15:22:00	0	0:00:00
	https://	Edward Michael "Mike"	Fincke			NASA	14/03/1967	57 años	V	USA			3	Expedición 9 (Soyuz TMA-4), Expedición 18 (Soyuz TMA-13), STS-134	381 días	15:11:00	9	48:37:00
	https	X Christopher John	Cassidy	Número 500 en el espacio.		NASA	04/01/1970	54 años	V	USA			3	STS-127, Soyuz TMA-08M (Expedition 35/36), Soyuz MS-16 (Expedition 62/63)	377 días	17:49:00	10	54:51:00
	https://	Aleksei	Ovchinin			RKA	28/09/1971	53 años	V	Rusia			3	Soyuz TMA-20M (Expedición 47/48), Soyuz MS-10, Soyuz MS-12 (Expedición 59/60)	374 días	19:31:00	0	0:00:00
	https://	Colin Michael	Foale			NASA	06/06/1957	67 años	V	USA	Gran Bretaña		6	STS-45, STS-56, STS-63, STS-84 (up), Mir NASA-5 (Mir EO-23 and 24), STS-86 (down), STS-1	374 días	11:19:00	4	16:44:00
	https://	Valeri	Ryumin			RKA	16/08/1939	83 años	V	Rusia		06/06/2022	4	Soyuz 25 , Soyuz 32 / Soyuz 34 , Soyuz 35 / Soyuz 37 , STS-91	371 días	17:24:00	1	1:23:00
	https://	Samantha	Cristoforetti			ESA	26/04/1977	47 años	M	Italia			2	Soyuz TMA-15M (Expedición 42 / 43), SpaceX Crew-4 (Expedición 67 / 68)	370 días	5:45:00	1	7:05:00
	https://	Donald Roy	Pettit			NASA	20/04/1955	69 años	V	USA			3	Expedición 6 (STS-113/Soyuz TMA-1), STS-126, Soyuz TMA-03M (Expedición 30/31)	369 días	16:41:00	2	13:17:00
	https	X Luca	Parmitano			ESA	27/09/1976	48 años	V	Italia			2	Soyuz TMA-09M (Expedición 36 / 37), Soyuz MS-13 (Expedición 60 / 61)	366 días	23:01:00	6	33:09:00
	https://	Alexander	Gerst			ESA	03/05/1976	48 años	V	Alemania			2	Soyuz TMA-13M (Expedición 40 / 41), Soyuz MS-09 (Expedición 56 / 57)	362 días	1:50:00	1	6:13:00
	https://	Vladímir Alekséyevich	Soloviov			RKA	11/11/1946	78 años	V	Rusia			2	Soyuz T-10 / Soyuz T-11 , Soyuz T-15	361 días	22:49:00	0	0:00:00
	https://	Serguéi Nikoláyevich	Ryzhikov			RKA	19/08/1974	50 años	V	Rusia			3	Soyuz MS-02 (Expedición 49 / 50), Soyuz MS-17 (Expedición 63 / 64), Soyuz MS-25	358 días	2:25:00	1	6:48:00
	https://	Piotr	Dubrov			RKA	30/01/1978	46 años	V	Rusia			1	Soyuz MS-18 / Soyuz MS - 19 (Expedición 64/65/66)	355 días	3:45:00	4	29:49:00
	https://	Thomas Arthur	Reiter	1º alemán EVA y 1º de larga du		ESA	23/05/1958	66 años	V	Alemania			2	Expedición 13 (Soyuz TM-22), Expedición 14 (STS-121/STS-116)	350 días	4:55:00	3	14:15:00
	https://	Soichi	Noguchi			NASA	15/04/1965	59 años	V	Japón			3	STS -114, Soyuz TMA-17 (Expedición 22/23), SpaceX Crew-1 (Expedición 64/65)	344 días	9:33:00	4	27:01:00
	https://	Talgat Amangeldyuly	Musabayev	1º Kazajo (4/11/1994)		RKA	07/01/1951	73 años	V	Kazajistán			3	Mir EO-16 (Soyuz TM-19), Mir EO-25 (Soyuz TM-27), ISS EP-1 (Soyuz TM-32 / Soyuz TM-3	341 días	9:48:00	7	41:13:00
	https://	Akihiko	Hoshide			JAXA	28/12/1968	56 años	V	Japón			3	STS-124, Soyuz TMA-05M (Expedición 32/33), SpaceX Crew-2 (Expedición 65/66)	340 días	11:41:00	4	28:17:00
	https	X Thomas Henry	Marshburn			NASA	29/08/1960	64 años	V	USA			3	STS-127, Soyuz TMA-07M (Expedición 34/35), SpaceX Crew-3 (Expedición 66/67)	337 días	9:43:00	5	31:01:00
	https://	Andrey Ivanovich	Borisenko			RKA	17/04/1964	60 años	V	Rusia			2	Soyuz TMA-21 (Expedición 27 / 28), Soyuz MS-02 (Expedición 49 / 50)	337 días	8:57:00	0	0:00:00
	https://	Maksim Viktorovich	Surayev			RKA	24/05/1972	52 años	V	Rusia			2	Soyuz TMA-16 (Expedición 21 / 22), Soyuz TMA-13M (Expedición 40 / 41)	334 días	12:11:00	2	9:22:00
	https://	Román Yurievich	Romanenko			RKA	09/08/1971	53 años	V	Rusia			2	Soyuz TMA-15 (Expedición 20 / 21), Soyuz TMA-07M (Expedición 34 / 35)	333 días	11:01:00	1	6:38:00
	https://	Shannon	Walker	Casada con Andy Thomas		NASA	04/06/1965	59 años	M	USA			2	Soyuz TMA -19 (Expedición 24/25), SpaceX Crew - 1 (Expedición 64/65)	330 días	13:40:00	0	0:00:00
	https://	Yuri Pavlovich	Guidzenko			RKA	26/03/1962	62 años	V	Ucrania	Rusia		6	Soyuz TM-22, Mir EO-20, Soyuz TM-31, Expedición 1, STS-102, Soyuz TM-34 / TM-33	329 días	22:44:00	2	3:43:00
	https://	Christina Hamaca	Koch	ARTEMISA		NASA	29/01/1979	45 años	M	USA			1	Soyuz MS-12/Soyuz MS-13 (Expedition 59/60/61)	328 días	13:58:00	6	42:15:00
	https://	Sunita	Williams			NASA	19/09/1965	59 años	M	USA			3	STS-116 / 117 (Expedición 14/15), Soyuz TMA-05M (Expedición 32/33), Prueba de vuelo	321 días	17:15:00	7	50:40:00
	https	X Paolo	Angelo Nespoli			ESA	06/04/1957	67 años	V	Italia			3	STS -120, Soyuz TMA-20 (Expedición 26/27), Soyuz MS-05 (Expedición 52/53)	313 días	2:36:00	0	0:00:00
	https://	Kjell N.	Lindgren			NASA	23/01/1973	51 años	V	Taiwán	USA		2	Soyuz TMA-17M (Expedición 44/45), SpaceX Crew- 4 (Expedición 67/68)	312 días	5:11:00	2	15:04:00
	https://	Joseph	Acaba			NASA	17/05/1967	57 años	V	USA			3	STS -119, Soyuz TMA-04M (Expedición 31/32), Soyuz MS-06 (Expedición 53/54)	306 días	0:34:00	3	19:46:00

https://	Kathleen Hallisey	Rubins			NASA	14/10/1978	46 años	M	USA		2	Soyuz MS -01 (Expedición 48/49), Soyuz MS-17 (Expedición 63/64)	300 días	1:31:00	4	26:46:00
https	X Miguel Eladio	López-Alegría	1º Español-USA (20/10/1995)		NASA	30/05/1958	66 años	V	España	USA/España	5	STS-73, STS-92, STS-113, Expedición 14 (Soyuz TMA-9), Expedición 67-Visita AX-1	275 días	0:35:00	10	67:40:76
https://	Vladimir Nikolayevich	Dezhurov			RKA	30/06/1962	62 años	V	Rusia		2	Mir EO-18 (Soyuz TM-21/STS-71), Expedición 3 (STS-105/STS-108)	244 días	5:28:00	9	37:02:00
https://	Timothy Lennart "Tim"	Kopra			NASA	09/04/1963	61 años	V	USA		2	STS-127/128 (Expedición 20), Soyuz TMA- 19M (Expedición 46/47)	244 días	1:01:00	3	13:31:00
https://	Oleg Yur'yevich	At'kov			RKA	09/05/1949	75 años	V	Rusia		2	Soyuz T-10 / Soyuz T-11	236 días	22:49:00	0	0:00:00
https://	Carl Erwin	Walz			NASA	06/09/1955	69 años	V	USA		4	STS-51, STS-65, STS-79, Expedición 4 (STS-108/STS-111)	230 días	13:04:00	2	11:52:00
https://	Leroy	Chiao			NASA	28/08/1960	64 años	V	USA		4	STS-65, STS-72, STS-92, Expedición 10 (Soyuz TMA-5)	229 días	7:38:05	6	36:07:00
https://	Richard Alan "Rick"	Mastracchio			NASA	11/02/1960	64 años	V	USA		4	STS-106, STS-118, STS-131, Soyuz TMA- 11M (Expedición 38/39)	227 días	13:38:00	9	53:04:00
https://	Daniel Wheeler	Bursch			NASA	25/07/1957	67 años	V	USA		4	STS-51, STS-68, STS-77, Expedición 4 (STS-108/STS-111)	226 días	22:16:00	2	11:48:00
https://	Andrew Jay	Feustel			NASA	25/08/1965	59 años	V	USA		3	STS-125 , STS -134 , Soyuz MS-08 (Expedición 55/56)	225 días	9:15:00	9	61:48:00
https://	William Surles	McArthur Jr.			NASA	26/07/1951	73 años	V	USA		4	STS-58, STS-74, STS-92, Soyuz TMA-7 (Expedition 12)	224 días	22:19:00	2	11:05:00
https://	Shannon	Lucid			NASA	14/01/1943	81 años	M	USA		5	STS-51-G, STS-34, STS-43, STS-58, STS-76 / STS-79 (Mir EO-21 / 22)	223 días	2:50:00	0	0:00:00
https://	Chen	Dong			CNSA	12/12/1978	46 años	V	China		2	Shenzhou 11, Shenzhou 14	214 días	15:54:00	3	15:53:00
https://	Terry Wayne	Virts			NASA	01/12/1967	57 años	V	USA		2	STS-130, Soyuz TMA- 15M (Expedición 42/43)	213 días	10:48:00	3	19:02:00
https://	Katherine Megan	McArthur			NASA	30/08/1971	53 años	M	USA		2	STS - 125, SpaceX Crew-2 (Expedición 65/66)	212 días	15:21:00	0	0:00:00
https://	Kenneth Dwane " Sox "	Bowersox			NASA	14/11/1956	68 años	V	USA		5	STS-50, STS-61, STS-73, STS-82, Expedición 6 (STS-113/Soyuz TMA-1)	211 días	14:12:00	2	13:17:00
https://	Michael Reed	Barratt			NASA	16/04/1959	65 años	V	USA		2	Soyuz TMA-14 (Expedición 19 / 20), STS-133	211 días	11:46:00	2	5:06:00
https://	Susan Jane	Helms			NASA	26/02/1958	66 años	M	USA		5	STS-54, STS-64, STS-78, STS-101, Expedición 2 (STS-102/STS-105)	210 días	23:06:00	1	8:56:00
https://	Richard Robert "Ricky"	Arnold II			NASA	26/11/1963	61 años	V	USA		2	STS - 119, Soyuz MS-08 (Expedición 55/56)	209 días	13:29:00	5	32:04:00
https://	Jean-Pierre	Haignere			ESA	19/05/1948	76 años	V	Francia		2	Mir-Altair (Soyuz TM-17/Soyuz TM-16), Mir-Perseus (Soyuz TM-29)	209 días	12:25:00	0	0:00:00
https://	Edward Tsang "Ed"	Lu			NASA	01/07/1963	61 años	V	USA		3	STS-84, STS-106, Expedición 7 (Soyuz TMA-2)	205 días	23:18:00	1	6:00:00
https	X Robert Brent	Thirsk	Record canadiense en permar		CSA	17/08/1953	71 años	V	Canadá		2	STS -78 , Soyuz TMA-15 (Expedición 20/21)	204 días	18:29:00	0	0:00:00
https://	Jessica Ulrika	Meir			NASA	01/07/1977	47 años	M	USA		1	Soyuz MS-15 (Expedición 61 / 62)	204 días	15:19:00	3	21:44:00
https://	John Lynch	Phillips			NASA	15/04/1951	73 años	V	USA		3	STS-100, Expedición 11 (Soyuz TMA-6), STS-119	203 días	17:22:00	1	5:00:00
https://	André	Kuipers			ESA	05/10/1958	66 años	V	Paises Bajos		2	Soyuz TMA-4 / TMA-3, Soyuz TMA- 03M (Expedición 30/31)	203 días	15:50:00	0	0:00:00
https://	Anne Charlotte	McClain			NASA	07/06/1979	45 años	M	USA		1	Soyuz MS-11 (Expedición 58 / 59)	203 días	15:16:00	2	13:09:00
https://	Nick	Hague			NASA	24/09/1975	49 años	V	USA		2	Soyuz MS-10 , Soyuz MS -12 (Expedición 59/60)	202 días	15:44:00	3	19:56:00
https://	James Shelton	Voss			NASA	03/03/1949	75 años	V	USA		5	STS-44, STS-53, STS-69, STS-101, Expedición 2 (STS-102/STS-105)	202 días	5:28:00	4	22:45:00
https://	Salizhan Shakirovich	Sharipov			RKA	24/08/1964	60 años	V	Rusia		2	STS-89 , Soyuz TMA-5 (Expedición 10)	201 días	14:50:00	2	9:58:00
https://	Yury Valentinovich	Lonchakov			RKA	04/03/1965	59 años	V	Rusia		3	STS-100, Soyuz TMA-1/Soyuz TM-34, Expedición 18 (Soyuz TMA-13)	200 días	18:39:00	2	10:27:00
https://	Valeri Ivanovich	Tokarev			RKA	29/10/1952	72 años	V	Rusia		2	STS-96, Soyuz TMA-7 (Expedition 12)	199 días	15:06:00	2	11:05:00
https://	Gregory Errol	Chamitoff			NASA	06/08/1962	62 años	V	USA		2	Expedición 17/Expedición 18 (STS-124/STS-126), STS-134	198 días	18:02:00	2	13:43:00
https://	Frank	De Winne			ESA	25/04/1961	63 años	V	Bélgica		2	Soyuz TMA-1/Soyuz TM-34, Expedición 20/21 (Soyuz TMA-15)	198 días	17:34:00	0	0:00:00
https://	Wang	Yaping			CNSA	01/01/1980	44 años	M	China		2	Shenzhou 10, Shenzhen 13	197 días	0:01:00	1	6:25:00
https://	Serena M.	Auñón-Chancellor			NASA	09/04/1976	48 años	M	USA		1	Soyuz MS-09 (Expedición 56 / 57)	196 días	17:49:00	0	0:00:00
https://	Serguéi Valérievich	Prokópiev	Actualmente en el espacio		RKA	19/02/1975	49 años	V	Rusia		2	Soyuz MS-09 (Expedición 56/57), Soyuz MS-22 (Expedición 67/68)	196 días	0:00:00	3	21:56:00
https	X Steven Ray	Swanson			NASA	02/12/1960	64 años	V	USA		3	STS-117, STS-119, Soyuz TMA- 12M (Expedición 39/40)	195 días	20:47:00	5	27:58:00
https://	Ivan Viktorovich	Vagner			RKA	10/07/1985	39 años	V	Rusia		1	Soyuz MS-16 (Expedición 62 / 63)	195 días	18:49:00	0	0:00:00
https://	Liu	Yang			CNSA	06/10/1978	46 años	M	China		2	Shenzhou 9, Shenzhen 14	195 días	0:50:00	1	6:07:00
https://	Michael Edward	Fossum			NASA	19/12/1957	67 años	V	USA		3	STS-121, STS-124, Soyuz TMA- 02M (Expedición 28/29)	193 días	19:02:00	7	48:32:00
https://	Tracy Ellen	Caldwell-Dyson			NASA	14/08/1969	55 años	V	USA		2	STS-118, Expedición 23/24 (Soyuz TMA-18)	188 días	19:14:00	3	22:49:00
https://	Daniel Christopher	Burbank			NASA	27/07/1961	63 años	V	USA		3	STS-106 , STS -115 , Soyuz TMA-22 (Expedición 29/30)	188 días	0:00:00	2	14:11:00
https://	Timothy	Nigel Peake			ESA	07/04/1972	52 años	V	UK		1	Soyuz TMA-19M (Expedición 46 / 47)	185 días	22:11:00	1	4:43:00
https://	Zhai	Zhigang			CNSA	05/10/1966	58 años	V	China		2	Shenzhou 7, Shenzhen 13	185 días	6:00:00	3	12:58:00
https://	Serguéi Vladímirovich	Kud-Sverchkov			RKA	23/08/1983	41 años	V	Rusia		1	Soyuz MS-17 (Expedición 63 / 64), [[Soyuz MS-26]]	184 días	23:10:00	1	6:48:00
https://	Sergei Yevgenyevich	Treschev			RKA	18/08/1958	66 años	V	Rusia		1	Expedición 5 (STS-111/STS-113)	184 días	22:15:00	1	5:21:00
https://	Aleksandr Ivanovich	Lazutkin			RKA	30/10/1957	67 años	V	Rusia		1	Soyuz TM-25	184 días	22:07:00	0	0:00:00
https://	Ye	Guangfu			CNSA	01/09/1980	44 años	V	China		1	Shenzhou 13	182 días	9:32:00	1	6:11:00
https://	Cai	Xuzhe			CNSA	01/05/1976	48 años	V	China		1	Shenzhou 14	182 días	9:25:00	2	9:46:00
https://	Karen Lujean	Nyberg			NASA	07/10/1969	55 años	M	USA		2	STS-124, Soyuz TMA- 09M (Expedición 36/37)	180 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	Alexander Fiodorovich	Poleshchuk			RKA	30/10/1953	71 años	V	Rusia		1	Soyuz TM-16	179 días	0:43:00	2	9:58:00
https://	Yelena Vladimirovna	Kondakova			RKA	30/03/1957	67 años	M	Rusia		2	Soyuz TM-20, STS-84	178 días	10:41:00	0	0:00:00
https://	Douglas Harry "Wheels"	Wheelock	En el programa Artemisa		NASA	05/05/1960	64 años	V	USA		2	STS-120, Expedición 24/25 (Soyuz TMA-19)	178 días	9:34:00	6	43:30:00
https://	Barry Eugene "Butch"	Wilmore			NASA	29/12/1962	62 años	V	USA		3	STS-129, Soyuz TMA-14M (Expedición 41/42), Prueba de vuelo con tripulación de Boeing	178 días	1:00:00	4	25:36:00
https://	Ronald John	Garan Jr.			NASA	30/10/1961	63 años	V	USA		2	STS -124, Soyuz TMA-21 (Expedición 27/28)	177 días	23:54:00	4	27:03:00
https	X Andrew Sydney Withiel	"An Thomas	1º Nacido Australia (19/05/19		NASA	18/12/1951	73 años	V	Australia	USA	4	STS-77 , STS-89 / 91 (Mir EO-24 /EO-25), STS-102 , STS-114	177 días	9:14:00	1	6:30:00
https://	Kayla Jane	Barron			NASA	19/09/1987	37 años	M	USA		1	SpaceX Crew-3 (Expedición 66 / 67)	176 días	2:39:00	2	13:26:00
https://	Raja Jon Vurputoor	Chari			NASA	24/06/1977	47 años	V	USA		1	SpaceX Crew-3 (Expedición 66 / 67)	176 días	2:39:00	2	13:48:00
https://	Matthias	Maurer			ESA	18/03/1970	54 años	V	Alemania		1	SpaceX Crew-3 (Expedición 66 / 67)	176 días	2:39:00	1	6:54:00
https://	Robert	Hines			NASA	11/01/1975	49 años	V	USA		1	SpaceX Crew-4 (Expedición 67 / 68)	170 días	13:03:00	0	0:00:00

	https://	Jessica Andrea	Watkins			NASA	14/05/1988	36 años	M	USA			1	SpaceX Crew-4 (Expedición 67 / 68)	170 días	13:03:00	0	0:00:00
	https://	David Alexander	Wolf			NASA	23/08/1956	68 años	V	USA			4	STS-58, Mir 24 (STS-86 / STS-89), STS-112, STS-127	168 días	8:57:00	7	41:17:00
	https://	Scott D.	Tingle			NASA	19/07/1965	59 años	V	USA			2	Soyuz MS-07 (Expedición 54/55), Boeing Starliner-1	168 días	5:18:00	1	7:24:00
	https://	Victor Jerome	Glover	ARTEMISA		NASA	30/04/1976	48 años	V	USA			1	SpaceX Crew-1 (Expedición 64 / 65)	167 días	6:29:00	4	26:07:00
	https://	Yelena Olégovna	Serova			RKA	22/04/1976	48 años	M	Rusia			1	Soyuz TMA-14M (Expedición 41 / 42)	167 días	5:42:00	0	0:00:00
	https://	Satoshi	Furukawa			JAXA	04/04/1964	60 años	V	Japón			1	Soyuz TMA-02M (Expedición 28 / 29)	167 días	0:00:00	0	0:00:00
	https://	Clayton Conrad	Anderson			NASA	23/02/1959	65 años	V	USA			2	Expedición 15/Expedición 16 (STS-117/STS-120), STS-131	166 días	21:10:00	6	38:28:00
	https://	Chris	Hadfield			CSA	29/08/1959	65 años	V	Canadá			3	STS-74 , STS-100 , Soyuz TMA- 07M (Expedición 34/35)	166 días	0:00:00	2	14:53:38
	https://	Gregory Reid "Tonto"	Wiseman	ARTEMISA		NASA	11/11/1975	49 años	V	USA			1	Soyuz TMA-13M (Expedición 40 / 41)	165 días	8:01:00	2	12:47:00
	https://	Alexander Mijailovich	Samokutiáyev			RKA	13/03/1970	54 años	V	Rusia			1	Soyuz TMA-21 (Expedición 27 / 28)	164 días	0:00:00	1	6:23:00
	https://	Timothy John	Creamer			NASA	15/11/1959	65 años	V	USA			1	Soyuz TMA-17 (Expedición 22 / 23)	163 días	5:33:00	0	0:00:00
	https://	John Elmer	Blaha			NASA	26/08/1942	82 años	V	USA			5	STS-29, STS-33, STS-43, STS-58, STS-79/81	161 días	2:45:00	0	0:00:00
	https://	William McMichael "Bill"	Shepherd			NASA	26/07/1949	75 años	V	USA			4	STS-27, STS-41, STS-52, Expedición 1 (Soyuz TM-31/STS-102)	159 días	7:49:00	0	0:00:00
	https://	Dmitri Yurievich	Kondrátiev			RKA	25/05/1969	55 años	V	Rusia			1	Soyuz TMA-20 (Expedición 26 / 27)	159 días	7:17:00	2	10:13:00
	https	X Kevin Anthony	Ford			NASA	07/07/1960	64 años	V	USA			2	STS-128, Soyuz TMA- 06M (Expedición 33/34)	157 días	13:09:00	0	0:00:00
	https://	Nicole Aunapu	Mann	Actualmente en el espacio		NASA	27/06/1977	47 años	M	USA			1	SpaceX Crew-5 (Expedición 68 / 69)	157 días	10:01:00	2	14:02:00
	https://	Sandra Hall	Magnus			NASA	30/10/1964	60 años	M	USA			3	STS-112, Expedición 18 (STS-126/STS-119), STS-135	157 días	8:42:00	0	0:00:00
	https://	Randolph James "Komrade"	Bresnik			NASA	11/09/1967	57 años	V	USA			2	STS - 129, Soyuz MS-05 (Expedición 52/53)	149 días	12:12:00	5	32:42:00
	https://	Vladímir Aleksandrovich	Dzhanibekov			RKA	13/05/1942	82 años	V	Rusia			5	Soyuz 27 / Soyuz 26 , Soyuz 39 , Soyuz T-6 , Soyuz T-12 , Soyuz T-13	145 días	15:56:00	2	8:35:00
	https://	Anna Yúrievna	Kíkina	Actualmente en el espacio		RKA	27/08/1984	40 años	M	Rusia			1	SpaceX Crew-5 (Expedición 68 / 69)	145 días	0:00:00	0	0:00:00
	https://	Yevgueni Ígorevich	Tarelkin			RKA	29/12/1974	50 años	V	Rusia			1	Soyuz TMA-06M (Expedición 33 / 34)	143 días	16:15:00	0	0:00:00
	https://	Frank Lee	Culbertson Jr.			NASA	15/05/1949	75 años	V	USA			3	STS-38, STS-51, Expedición 3 (STS-105/STS-108)	143 días	14:50:00	1	5:04:00
	https://	Jerry Michael	Linenger			NASA	16/01/1955	69 años	V	USA			2	STS-64 , STS-81 / 84 (Mir EO-22 / 23)	143 días	2:50:00	1	5:00:00
	https://	Norman Earl	Thagard			NASA	03/07/1943	81 años	V	USA			5	STS-7, STS-51-B, STS-30, STS-42, Mir EO-18 (Soyuz TM-21/STS-71)	140 días	13:24:00	0	0:00:00
	https://	Jack David	Fischer			NASA	23/01/1974	50 años	V	USA			1	Soyuz MS-04 (Expedición 51 / 52)	135 días	18:08:00	2	6:54:00
	https://	Daniel Michio	Tani			NASA	01/02/1961	63 años	V	USA			2	STS-108, Expedición 16 (STS-120/STS-122).	131 días	18:29:00	5	32:02:00
	https://	Nie	Haisheng			CNSA	13/10/1964	60 años	V	China			3	Shenzhen 6, Shenzhen 10, Shenzhen 12	111 días	14:12:00	1	5:55:00
	https://	Garrett Erin	Reisman			NASA	10/02/1968	56 años	V	USA			2	Expedición 16/Expedición 17 (STS-123/STS-124), STS-132	107 días	3:15:00	3	21:21:00
	https	X Nicole Marie Passonno	Stott			NASA	19/11/1962	62 años	M	USA			2	Expedición 20/Expedición 21 (STS-128/STS-129), STS-133	103 días	5:49:00	1	6:35:00
	https://	Liu	Boming			CNSA	29/10/1966	58 años	V	China			2	Shenzhou 7, Shenzhen 12	95 días	0:29:00	3	13:03:00
	https://	Robert Louis	Behnken	1º Astronautas en una nave pr		NASA	28/07/1970	54 años	V	USA			3	STS-123, STS-130, SpX-DM2 (Expedición 63)	93 días	11:42:00	10	61:10:00
	https://	Douglas Gerald	Hurley	1º Astronautas en una nave pr		NASA	21/10/1966	58 años	V	USA			3	STS-127 , STS-135 , SpX-DM2 (Expedición 63)	92 días	10:38:00	0	0:00:00
	https://	Tang	Hongbo			CNSA	01/10/1975	49 años	V	China			1	Shenzhou 12	92 días	4:11:00	1	6:46:00
	https://	Gerald Paul	Carr			NASA	22/08/1932	88 años	V	USA		26/08/2020	1	Skylab 4	84 días	1:15:00	3	15:51:00
	https://	Edward George	Gibson			NASA	08/11/1936	88 años	V	USA			1	Skylab 4	84 días	1:15:00	3	15:22:00
	https://	William Reid	Pogue			NASA	23/01/1930	84 años	V	USA		03/03/2014	1	Skylab 4	84 días	1:15:00	2	13:34:00
	https://	Serguéi Viktorovich	Zaliotin			RKA	21/04/1962	62 años	V	Rusia			2	Soyuz TM-30, Soyuz TMA-1/Soyuz TM-34	83 días	16:36:00	1	5:03:00
	https://	Owen Kay	Garriott			NASA	22/11/1930	89 años	V	USA		15/04/2019	2	Skylab 3, STS-9	69 días	18:56:00	3	13:43:00
	https://	Alan LaVern	Bean	Apolo 12-4º Pisar Luna		NASA	15/03/1932	86 años	V	USA		26/05/2018	2	Apolo 12, Skylab 3	69 días	15:45:00	3	10:12:00
	https://	Léopold "Leo"	Eyharts			ESA	28/04/1957	67 años	V	Francia			2	Mir-Pégase (Soyuz TM-27/Soyuz TM-26), Expedición 16 (STS-122/STS-123)	68 días	21:31:00	0	0:00:00
	https://	Jack Robert	Lousma			NASA	29/02/1936	88 años	V	USA			2	Skylab 3, STS-3	67 días	11:13:00	2	11:01:00
	https://	Kent Vernon	Rominger			NASA	07/08/1956	68 años	V	USA			5	STS-73, STS-80, STS-85, STS-96, STS-100	67 días	2:58:00	0	0:00:00
	https://	Franklin Ramón	Chang-Díaz	7 Vuelos espaciales		NASA	05/04/1950	74 años	V	USA	Costa Rica		7	STS-61-C, STS-34, STS-46, STS-60, STS-75, STS-91, STS-111	66 días	18:16:00	3	19:27:00
	https://	James Donald "Jim Wxb"	Wetherbee			NASA	27/11/1952	72 años	V	USA			6	STS-32, STS-52, STS-63, STS-86, STS-102, STS-113	66 días	10:23:00	0	0:00:00
	https://	Kenneth Dale " Taco "	Cockrell			NASA	09/04/1950	74 años	V	USA			5	STS-56, STS-69, STS-80, STS-98, STS-111	64 días	12:24:00	0	0:00:00
	https://	Tamara Elizabeth "Tammy"	Jernigan	Casada con Peter Wisoff		NASA	07/05/1959	65 años	M	USA			5	STS-40, STS-52, STS-67, STS-80, STS-96	63 días	1:24:00	1	7:55:00
	https://	Steven Wayne	Lindsey			NASA	24/08/1960	64 años	V	USA			5	STS-87, STS-95, STS-104, STS-121, STS-133	62 días	22:33:00	0	0:00:00
	https://	Richard Michael	Linnehan			NASA	19/09/1957	67 años	V	USA			4	STS-78, STS-90, STS-109, STS-123	59 días	20:49:00	6	42:11:00
	https://	John Mace	Grunsfeld			NASA	10/10/1958	66 años	V	USA			5	STS-67, STS-81, STS-103, STS-109, STS-125	58 días	15:03:00	8	58:30:00
	https://	Jerry Lynn	Ross	7 Vuelos espaciales		NASA	20/01/1948	76 años	V	USA			7	STS-61-B, STS-27, STS-37, STS-55, STS-74, STS-88, STS-110	58 días	0:52:00	9	57:55:00
	https://	Curtis	Brown			NASA	11/03/1956	68 años	V	USA			6	STS-47, STS-66, STS-77, STS-85, STS-95, STS-103	57 días	17:07:00	0	0:00:00
	https	X Scott Edward	Parazynski			NASA	28/07/1961	63 años	V	USA			5	STS-66, STS-86, STS-95, STS-100, STS-120	57 días	15:34:00	7	47:05:00
	https://	Marsha Sue	Ivins			NASA	15/04/1951	73 años	M	USA			5	STS-32, STS-46, STS-62, STS-81, STS-98	55 días	21:48:00	0	0:00:00
	https://	Mark Edward	Kelly			NASA	21/02/1964	60 años	V	USA			4	STS-108, STS-121, STS-124, STS-134	54 días	2:04:00	0	0:00:00
	https://	Franklin Story	Musgrave			NASA	19/08/1935	89 años	V	USA			6	STS-6, STS-51-F, STS-33, STS-44, STS-61, STS-80	53 días	9:55:00	4	26:19:00
	https://	Thomas David	Jones			NASA	22/01/1955	69 años	V	USA			4	STS-59, STS-68, STS-80, STS-98	53 días	0:49:00	3	19:49:00
	https://	Kevin Richard	Kregel			NASA	16/09/1956	68 años	V	USA			4	STS-70, STS-78, STS-87, STS-99	52 días	18:21:00	0	0:00:00
	https://	James Donald	Halsell Jr.			NASA	29/09/1956	68 años	V	USA	Delito homicidio imprude		5	STS-65, STS-74, STS-83, STS-94, STS-101	52 días	10:34:00	0	0:00:00
	https://	Borís Valentínovich	Volynov			RKA	18/12/1934	90 años	V	Rusia			2	Soyuz 5, Soyuz 21	52 días	7:17:00	0	0:00:00
	https	X Scott Douglas	Altman			NASA	15/08/1959	65 años	V	USA			4	STS-90, STS-106, STS-109, STS-125	51 días	12:47:00	0	0:00:00

https://	Frederick Wilford "Rick"	Sturckow			NASA	11/08/1961	63 años	V	USA			6	STS-88, STS-105, STS-117, STS-128, VP-03, Unidad 21	51 días	9:36:00	0	0:00:00
https://	Wendy Barrien	Lawrence			NASA	02/07/1959	65 años	M	USA			4	STS-67, STS-86, STS-91, STS-114	51 días	3:56:00	0	0:00:00
https://	Jeffrey Alan	Hoffman			NASA	02/11/1944	80 años	V	USA			5	STS-51-D, STS-35, STS-46, STS-61, STS-75	50 días	11:54:00	4	25:08:00
https://	Bonnie Jeanne	Dunbar			NASA	03/03/1949	75 años	V	USA			5	STS-61-A, STS-32, STS-50, STS-71, STS-89	50 días	8:24:00	0	0:00:00
https://	Ulf	Merbold Dietrich	1º No USA en volar NASA		ESA	20/06/1941	83 años	V	Alemania			3	STS-9, STS-42, Euromir94 (Soyuz TM-20/Soyuz TM-19)	49 días	21:36:00	0	0:00:00
https://	Janice Elaine	Voss			NASA	08/10/1956	56 años	M	USA		06/02/2012	5	STS-57, STS-63, STS-83, STS-94, STS-99	49 días	3:49:00	0	0:00:00
https://	Charles "Pete"	Conrad, Jr.	Apolo 12-3º Pisar Luna		NASA	02/06/1930	69 años	V	USA		08/07/1999	4	Gemini 5, Gemini 11, Apolo 12, Skylab 2	49 días	3:38:00	4	12:46:00
https://	Dominic Lee Pudwill	Gorie			NASA	02/05/1957	67 años	V	USA			4	STS-91, STS-99, STS-108, STS-123	49 días	0:06:00	0	0:00:00
https://	Stephen Kern	Robinson			NASA	26/10/1955	69 años	V	USA			4	STS-85, STS-95, STS-114, STS-130	48 días	9:52:00	3	20:05:00
https://	Jing	Haipeng			CNSA	24/10/1966	58 años	V	China			3	Shenzhou 7, Shenzhou 9, Shenzhen 11	47 días	18:17:00	0	0:00:00
https	X Jean-Loup Jacques Marie	Chrétien	1º Francés y 1º Europa Occide		ESA	20/08/1938	86 años	V	Francia			3	PVH (Soyuz T-6), Mir-Aragatz (Soyuz TM-7/Soyuz TM-6), STS-86	47 días	11:19:00	1	5:57:00
https://	Scott Jay "Doc"	Horowitz			NASA	24/03/1957	67 años	V	USA			4	STS-75, STS-82, STS-101, STS-105	47 días	10:41:00	0	0:00:00
https://	Peter Jeffrey Kelsay	Wisoff	Casado con Tamara Jernigan		NASA	16/08/1958	66 años	V	USA			4	STS-57, STS-68, STS-81, STS-92	44 días	8:09:00	3	19:53:00
https://	Joseph Richard "Joe"	Tanner			NASA	21/01/1950	74 años	V	USA			4	STS-66, STS-82, STS-97, STS-115	43 días	13:15:00	7	46:29:00
https://	James Hansen	Newman			NASA	16/10/1956	68 años	V	USA			4	STS-51, STS-69, STS-88, STS-109	43 días	10:07:00	6	43:01:00
https://	Donald Alan	Thomas			NASA	06/05/1955	69 años	V	USA			4	STS-65, STS-70, STS-83, STS-94	43 días	8:13:00	0	0:00:00
https://	Michael Landon	Gernhardt			NASA	04/05/1956	68 años	V	USA			4	STS-69, STS-83, STS-94, STS-104	43 días	7:01:00	4	23:16:00
https://	Stephanie Diana	Wilson	En el programa Artemisa		NASA	27/09/1966	58 años	M	USA			3	STS-121, STS-120, STS-131	42 días	23:46:00	0	0:00:00
https://	Terence Thomas	Henricks			NASA	05/07/1952	72 años	V	USA			4	STS-44, STS-55, STS-70, STS-78	42 días	18:38:00	0	0:00:00
https	X Claude	Nicollier	1º Suizo (31/07/1992)		ESA	02/09/1944	80 años	V	Suiza			4	STS-46, STS-61, STS-75, STS-103	42 días	12:05:00	1	8:10:00
https://	Terrence Wade	Wilcutt			NASA	31/10/1949	75 años	V	USA			4	STS-68, STS-79, STS-89, STS-106	42 días	0:05:00	0	0:00:00
https://	Ellen Lauri	Ochoa			NASA	10/05/1958	66 años	M	USA			4	STS-56, STS-66, STS-96, STS-110	41 días	19:35:00	0	0:00:00
https://	Brent Ward	Jett, Jr.			NASA	15/10/1958	66 años	V	USA			4	STS-72, STS-81, STS-97, STS-115	41 días	18:01:00	0	0:00:00
https://	Nancy Jane	Currie-Gregg			NASA	29/12/1958	66 años	M	USA			4	STS-57, STS-70, STS-88, STS-109	41 días	15:32:00	0	0:00:00
https://	Mark Lewis	Polansky			NASA	02/06/1956	68 años	V	USA			3	STS-98, STS-116, STS-127	41 días	10:50:00	0	0:00:00
https://	Brian	Duffy			NASA	20/06/1953	71 años	V	USA			4	STS-45, STS-57, STS-72, STS-92	40 días	17:37:00	0	0:00:00
https://	Kathryn Ryan Cordell	Thornton			NASA	17/08/1952	72 años	M	USA			4	STS-33, STS-49, STS-61, STS-73	40 días	15:14:00	3	21:01:00
https://	Christopher John	Ferguson			NASA	01/09/1961	63 años	V	USA			3	STS-115, STS-126, STS-135	40 días	10:03:00	0	0:00:00
https://	Stephen Gerard "Steve"	Bowen			NASA	13/02/1964	60 años	V	USA			4	STS-126, STS -132, STS-133, SpaceX Crew-6 (Expedición 68/69)	40 días	10:02:00	7	47:18:00
https://	Michael Allen	Baker			NASA	27/10/1953	71 años	V	USA			4	STS-43, STS-52, STS-68, STS-81	40 días	4:59:00	0	0:00:00
https://	Steven Lee	Smith			NASA	30/12/1958	66 años	V	USA			4	STS-68, STS-82, STS-103, STS-110	40 días	0:16:00	7	49:25:00
https://	Patrick Graham	Forrester			ESA	31/03/1956	68 años	V	USA			3	STS-105, STS-117, STS-128	39 días	14:18:00	4	25:22:00
https://	Richard Alan	Searfoss			NASA	05/06/1956	62 años	V	USA		29/09/2018	3	STS-58, STS-76, STS-90	39 días	3:18:00	0	0:00:00
https://	Charles Joseph	Precourt			NASA	29/06/1955	69 años	V	USA			4	STS-55, STS-71, STS-84, STS-91	38 días	20:16:00	0	0:00:00
https://	Pamela Anne	Melroy			NASA	17/09/1961	63 años	V	USA			3	STS-92, STS-112, STS-120	38 días	20:06:00	0	0:00:00
https://	Eileen	Collins			NASA	19/11/1956	68 años	M	USA			4	STS-63, STS-84, STS-93, STS-114	38 días	8:20:00	0	0:00:00
https://	Linda Maxine	Godwin			NASA	02/07/1952	72 años	M	USA			4	STS-37, STS-59, STS-76, STS-108	38 días	6:13:00	2	10:14:28
https://	Robert Donald	Cabana			NASA	23/01/1949	75 años	V	USA			4	STS-41, STS-53, STS-65, STS-88	37 días	22:42:00	0	0:00:00
https://	Andrew Michael "Andy"	Allen			NASA	04/08/1955	69 años	V	USA			3	STS-46, STS-62, STS-75	37 días	16:12:00	0	0:00:00
https://	Robert Lee	Curbeam			NASA	05/03/1962	62 años	V	USA			3	STS-85, STS-98, STS-116	37 días	14:33:23	7	45:34:00
https://	Rex Joseph	Walheim			NASA	10/10/1962	62 años	V	USA			3	STS-110, STS-122, STS-135	36 días	8:31:00	5	36:23:00
https://	Charles Owen	Hobaugh			NASA	05/11/1961	63 años	V	USA			3	STS-104, STS-118, STS-129	36 días	7:47:00	0	0:00:00
https://	Robert Lee "Hoot"	Gibson	Casado con Margaret Rhea Se		NASA	30/10/1946	78 años	V	USA			5	STS-41-B, STS-61-C, STS-27, STS-47, STS-71	36 días	4:15:00	0	0:00:00
https://	Roberto	Vittori			ESA	15/10/1964	60 años	V	Italia			3	Soyuz TM-34/Soyuz TM-33, Soyuz TMA-6/Soyuz TMA-5, STS-134	35 días	12:26:00	0	0:00:00
https://	James Francis	Reilly II			NASA	18/03/1954	70 años	V	USA			3	STS-89, STS-104, STS-117	35 días	10:34:00	3	16:30:00
https://	Piers John	Sellers			NASA	11/04/1955	61 años	V	USA		23/12/2016	3	STS-112, STS-121, STS-132	35 días	9:02:00	6	41:10:00
https://	Jerome "Jay"	Apt III			NASA	28/04/1949	75 años	V	USA			4	STS-37, STS-47, STS-59, STS-79	35 días	7:10:00	2	10:29:00
https://	John Watts	Young	Apolo 16-9º Pisar Luna		NASA	24/09/1930	88 años	V	USA		05/01/2018	6	Gemini 3, Gemini 10, Apolo 10, Apolo 16, STS-1, STS-9	34 días	19:39:00	3	20:14:14
https://	John Howard	Casper			NASA	09/07/1943	81 años	V	USA			4	STS-36, STS-54, STS-62, STS-77	34 días	9:52:00	0	0:00:00
https://	Gregory Jordan	Harbaugh			NASA	15/04/1956	68 años	V	USA			4	STS-39, STS-54, STS-71, STS-82	34 días	1:59:00	3	18:29:00
https://	Thomas Dale	Akers			NASA	20/05/1951	73 años	V	USA			4	STS-41, STS-49, STS-61, STS-79	33 días	22:44:00	4	29:40:00
https://	Stephen Scot	Oswald			NASA	30/06/1951	73 años	V	USA			3	STS-42, STS-56, STS-67	33 días	22:30:00	0	0:00:00
https://	Richard Noel "Dick"	Richards			NASA	24/08/1946	78 años	V	USA			4	STS-28, STS-41, STS-50, STS-64	33 días	21:29:00	0	0:00:00
https://	Janet Lynn	Kavandi			NASA	17/07/1959	65 años	M	USA			3	STS-91, STS-99, STS-104	33 días	20:08:00	0	0:00:00
https://	Paul Joseph	Weitz			NASA	25/07/1932	85 años	V	USA		22/10/2017	2	Skylab 2, STS-6	33 días	1:13:00	1	1:36:00
https://	Mark Charles	Lee	Se casó con Nancy Jan Smothe		NASA	14/08/1952	72 años	V	USA			4	STS-30, STS-47, STS-64, STS-82	32 días	21:46:00	3	19:10:00
https://	Daniel Charles	Brandenstein			NASA	17/01/1943	81 años	V	USA			4	STS-8, STS-51-G, STS-32, STS-49	32 días	21:03:00	0	0:00:00
https://	Michael John "Bloomer"	Bloomfield			NASA	16/03/1959	65 años	V	USA			3	STS-86, STS-97, STS-110	32 días	11:02:00	0	0:00:00
https://	Steven Alan	Hawley			NASA	12/12/1951	73 años	V	USA			5	STS-41-D, STS-61-C, STS-31, STS-82, STS-93	32 días	2:42:00	0	0:00:00
https://	Richard James	Hieb			NASA	21/09/1955	69 años	V	USA			3	STS-39, STS-49, STS-65	31 días	22:34:00	3	17:42:00

	https://	Takao	Doi			JAXA	18/09/1954	70 años	V	Japón			2	STS-87, STS-123	31 días	19:35:00	2	12:43:00
	https://	Kalpana	Chawla			NASA	01/07/1961	42 años	M	India		01/02/2003	2	STS-87, STS-107	31 días	14:54:00	0	0:00:00
	https://	Gregory Harold "Box"	Johnson			NASA	12/05/1962	62 años	V	USA			2	STS-123, STS-134	31 días	11:50:00	0	0:00:00
	https://	Vance DeVoe	Brand			NASA	09/05/1931	93 años	V	USA			4	ASTP, STS-5, STS-41-B, STS-35	31 días	2:02:00	0	0:00:00
	https://	Daniel Thomas	Barry			NASA	30/12/1953	71 años	V	USA			3	STS-72, STS-96, STS-105	30 días	14:27:00	2	11:45:00
	https://	David Mathieson "Dave"	Walker			NASA	20/05/1944	-44 años	V	USA			4	STS-51-A, STS-30, STS-53, STS-69	30 días	4:27:00	0	0:00:00
	https://	Margaret Rhea	Seddon	Casada con Robert Lee "Hoot"		NASA	08/11/1947	77 años	M	USA			3	STS-51-D, STS-40, STS-58	30 días	2:21:00	0	0:00:00
	https://	Steven Ray	Nagel			NASA	27/10/1946	68 años	V	USA		21/08/2014	4	STS-51-G, STS-61-A, STS-37, STS-55	30 días	1:34:00	0	0:00:00
	https://	James Arthur	Lovell, Jr.	Humano más alejado de la Tie		NASA	25/03/1928	96 años	V	USA			4	Gemini 7, Gemini 12, Apolo 8, Apolo 13	29 días	19:05:00	0	0:00:00
	https://	George David	Low			NASA	19/02/1956	52 años	V	USA		15/03/2008	3	STS-32, STS-43, STS-57	29 días	18:05:00	0	0:00:00
	https	X Carl Joseph	Meade			NASA	16/11/1950	74 años	V	USA			3	STS-38, STS-50, STS-64	29 días	16:14:00	2	10:30:00
	https://	Kathryn Patricia	Hire			NASA	26/08/1959	65 años	M	USA			2	STS-90, STS-130	29 días	15:59:01	0	0:00:00
	https://	Kevin Patrick "Chilli"	Chilton			NASA	03/11/1954	70 años	V	USA			3	STS-49, STS-59, STS-76	29 días	8:22:00	0	0:00:00
	https://	Joseph Jean-Pierre Marc	Garneau	1º Canadiense (13/10/1984)		CSA	23/02/1949	75 años	V	Canadá			3	STS-41-G, STS-77, STS-97	29 días	2:01:00	0	0:00:00
	https://	George David	Zamka			NASA	29/06/1962	62 años	V	USA			2	STS-120, STS-130	28 días	20:32:00	0	0:00:00
	https://	Guion Stewart	Bluford	1º Afroamericano en el Espaci		NASA	22/11/1942	82 años	V	USA			4	STS-8, STS-61-A, STS-39, STS-53	28 días	16:33:00	0	0:00:00
	https://	Dafydd Rhys	Williams			CSA	16/05/1954	70 años	V	Canadá			2	STS-90, STS-118	28 días	15:47:00	3	17:47:00
	https://	Eric Allen	Boe			NASA	01/10/1964	60 años	V	USA			2	STS-126, STS-133	28 días	15:34:00	0	0:00:00
	https	X Ellen Louise	Shulman Baker			NASA	27/04/1953	71 años	M	USA			3	STS-34, STS-50, STS-71	28 días	14:31:00	0	0:00:00
	https://	Charles F.	Bolden, Jr.			NASA	19/08/1946	78 años	V	USA			4	STS-61-C, STS-31, STS-45, STS-60	28 días	8:37:00	0	0:00:00
	https://	Jean-François André	Clervoy			ESA	19/11/1958	66 años	V	Francia			3	STS-66, STS-84, STS-103	28 días	3:05:00	0	0:00:00
	https://	Nancy Jan	Davis	Se casó con Mark C. Lee, 1ª pa		NASA	01/11/1953	71 años	M	USA			3	STS-47, STS-60, STS-85	28 días	2:07:00	0	0:00:00
	https://	Joseph Peter	Kerwin			NASA	19/02/1932	92 años	V	USA			1	Skylab 2	28 días	0:50:00	1	3:23:00
	https://	William Francis	Ready			NASA	24/01/1972	52 años	V	USA			3	STS-42, STS-51, STS-79	28 días	0:44:00	0	0:00:00
	https://	Alan Goodwin "Dex"	Poindexter			NASA	05/11/1961	51 años	V	USA		01/07/2012	2	STS-122, STS-131	27 días	21:09:00	0	0:00:00
	https://	Michael Richard	Clifford			NASA	13/10/1952	69 años	V	USA		28/12/2021	3	STS-53, STS-59, STS-76	27 días	18:24:00	1	6:00:00
	https://	John Daniel	Olivas			NASA	25/05/1965	59 años	V	USA			2	STS-117, STS-128	27 días	17:05:00	5	34:28:00
	https://	Jeffrey Shears	Ashby			NASA	16/06/1954	70 años	V	USA			3	STS-93, STS-100, STS-112	27 días	16:19:00	0	0:00:00
	https://	Heidemarie Martha	Stefanyshyn-Piper			NASA	07/02/1963	61 años	M	USA			2	STS-115, STS-126	27 días	15:36:12	5	33:42:00
	https://	Paul Scott	Lockhart			NASA	28/04/1956	68 años	V	USA			2	STS-111, STS-113	27 días	15:23:00	0	0:00:00
	https://	Umberto	Guidoni			ESA	18/08/1954	70 años	V	Italia			2	STS-75, STS-100	27 días	15:12:00	0	0:00:00
	https://	Pierre Joseph	Thuot			NASA	19/05/1955	69 años	V	USA			3	STS-36, STS-49, STS-62	27 días	6:51:00	3	17:42:00
	https://	Richard Oswalt	Covey			NASA	01/08/1946	78 años	V	USA			4	STS-51-I, STS-26, STS-38, STS-61	26 días	21:09:00	0	0:00:00
	https://	Christer	Fuglesang			ESA	18/03/1957	67 años	V	Suecia			2	STS-116, STS-128	26 días	17:38:00	5	31:54:00
	https://	James McNeal "Vegas"	Kelly			NASA	14/05/1964	60 años	V	USA			2	STS-102, STS-114	26 días	17:21:00	0	0:00:00
	https://	Lee Joseph "Bru"	Archambault			NASA	25/08/1960	64 años	V	USA			2	STS-117, STS-119	26 días	15:33:17	0	0:00:00
	https://	Nicholas James MacDonald	Patrick			NASA	19/11/1964	60 años	V	USA			2	STS-116, STS-130	26 días	14:52:00	3	18:14:00
	https://	Charles	Simonyi			TURISTA ESP.	10/09/1948	76 años	V	Hungría	USA		2	Soyuz TMA-10/Soyuz TMA-9, Soyuz TMA-14/Soyuz TMA-13	26 días	14:27:00	0	0:00:00
	https://	Michael James	Foreman			NASA	29/03/1957	67 años	V	USA			2	STS-123, STS-129	26 días	13:27:00	5	32:19:00
	https://	Ronald John	Grabe			NASA	13/06/1945	79 años	V	USA			4	STS-51-J, STS-30, STS-42, STS-57	26 días	3:38:00	0	0:00:00
	https://	Rick Douglas	Husband			NASA	12/07/1957	46 años	V	USA		01/02/2003	2	STS-96, STS-107	25 días	17:33:00	0	0:00:00
	https://	Claudie	Haigneré			ESA	13/05/1957	67 años	M	Francia			2	Mir-Cassiopée (Soyuz TM-24/Soyuz TM-23), ISS Andromède (Soyuz TM-33/Soyuz TM-32)	25 días	14:22:00	0	0:00:00
	https://	Samuel Thornton	Durrance			ESA	17/09/1943	80 años	V	USA		05/05/2023	3	STS-35, STS-67, STS-61-E	25 días	14:13:00	0	0:00:00
	https://	Ronald Anthony	Parise			NASA	24/05/1951	57 años	V	USA		09/05/2008	2	STS-35, STS-67	25 días	14:13:00	0	0:00:00
	https://	Benjamin Alvin	Drew			NASA	05/11/1962	62 años	V	USA			2	STS-118, STS-133	25 días	13:00:00	2	12:48:00
	https://	Kenneth Todd "Hock"	Ham			NASA	12/12/1964	60 años	V	USA			2	STS-124, STS-132	25 días	12:41:00	0	0:00:00
	https://	Julie	Payette			CSA	20/10/1963	61 años	M	Canadá			2	STS-96, STS-127	25 días	11:57:00	0	0:00:00
	https://	Donald Ray "Don"	McMonagle			NASA	14/05/1952	72 años	V	USA			3	STS-39, STS-54, STS-66	25 días	5:34:00	0	0:00:00
	https://	Michael Philip	Anderson			NASA	25/12/1959	44 años	V	USA		01/02/2003	2	STS-89, STS-107	24 días	18:08:00	0	0:00:00
	https://	Michael Timothy	Good			NASA	13/10/1962	62 años	V	USA			2	STS-125, STS-132	24 días	18:06:00	4	29:53:00
	https://	Winston Elliott	Scott			NASA	06/08/1950	74 años	V	USA			2	STS-72, STS-87	24 días	14:35:00	3	19:26:00
	https://	Dominic Anthony "Tony"	Antonelli			NASA	23/08/1967	57 años	V	USA			2	STS-119, STS-132	24 días	13:58:00	0	0:00:00
	https	X Charles Donald	Gemar			NASA	04/08/1955	69 años	V	USA			3	STS-38, STS-48, STS-62	24 días	5:38:00	0	0:00:00
	https://	Michael "Mike" James	Massimino			NASA	19/08/1962	62 años	V	USA			2	STS-109, STS-125	23 días	19:47:00	4	30:32:00
	https://	Eugene Andrew	Cernan	Apolo 10 y 17-11º Pisar Luna		NASA	14/03/1934	83 años	V	USA		16/01/2017	3	Gemini 9, Apolo 10, Apolo 17	23 días	14:15:00	4	24:11:00
	https://	Stephen Nathaniel	Frick			NASA	30/09/1964	60 años	V	USA			2	STS-110, STS-122	23 días	14:04:00	0	0:00:00
	https://	Robert Laurel	Crippen			NASA	11/09/1937	87 años	V	USA			4	STS-1, STS-7, STS-41-C, STS-41-G	23 días	13:46:00	0	0:00:00
	https://	Leland Devon	Melvin			NASA	15/02/1964	60 años	V	USA			2	STS-122, STS-129	23 días	13:28:00	0	0:00:00
	https://	Kenneth Donald	Cameron			NASA	29/11/1949	75 años	V	USA			3	STS-37, STS-56, STS-74	23 días	10:11:00	0	0:00:00
	https://	Mario	Runco Jr.			NASA	26/01/1952	72 años	V	USA			3	STS-44, STS-54, STS-77	22 días	23:08:00	1	4:28:00

	https://	David Randolph	Scott	Apolo 15-7º Pisar Luna		NASA	06/06/1932	92 años	V	USA			3	Gemini 8, Apollo 9, Apolo 15	22 días	18:54:00	12	20:46:00
	https://	Hans Wilhelm	Schlegel	Último alemán en misión tran		ESA	03/08/1951	73 años	V	Alemania			2	STS-55, STS-122	22 días	18:02:00	1	6:45:00
	https://	Brewster Hopkinson	Shaw Jr.			NASA	16/05/1945	79 años	V	USA			3	STS-9, STS-61-B, STS-28	22 días	5:51:00	0	0:00:00
	https://	Kathryn Dwyer	Sullivan			NASA	03/10/1951	73 años	M	USA			3	STS-41-G, STS-31, STS-45	22 días	4:49:00	1	3:29:00
	https://	David Cornell	Leestma			NASA	06/05/1949	75 años	V	USA			3	STS-41-G, STS-28, STS-45	22 días	4:32:00	1	3:29:00
	https://	Steven Glenwood	MacLean			CSA	14/12/1954	70 años	V	Canadá			2	STS-52, STS-115	21 días	16:02:00	0	0:00:00
	https://	Thomas Kenneth	Mattingly II	Apolo 16		NASA	17/03/1936	88 años	V	USA			3	Apolo 16, STS-4, STS-51-C	21 días	4:34:00	1	1:23:00
	https://	Thomas Patten "Tom"	Stafford	Apolo 10		NASA	17/09/1930	94 años	V	USA			4	Gemini 6A, Gemini 9, Apolo 10, Apolo-Soyuz Test Project	21 días	3:42:00	0	0:00:00
	https	X	David Carl	Hilmers			NASA	28/01/1950	74 años	V	USA			4	STS-51-J, STS-26, STS-36, STS-42	20 días	14:16:00	0	0:00:00
	https://		James Frederick	Buchli			NASA	20/06/1945	79 años	V	USA			4	STS-51-C, STS-61-A, STS-29, STS-48	20 días	10:25:00	0	0:00:00
	https://		Sidney McNeill	Gutierrez			NASA	27/06/1951	73 años	V	USA			2	STS-40, STS-59	20 días	8:03:00	0	0:00:00
	https://		Henry Warren	Hartsfield Jr.			NASA	21/11/1933	81 años	V	USA		17/07/2014	3	STS-4 , STS-41-D , STS-61-A	20 días	2:50:00	0	0:00:00
	https://		John Michael "Mike"	Lounge			NASA	28/06/1946	65 años	V	USA		01/03/2011	3	STS-51-I, STS-26, STS-35	20 días	2:23:00	0	0:00:00
	https://		Carlos Ismael	Noriega Jiménez			NASA	08/10/1959	65 años	V	USA	Perú		2	STS-84, STS-97	20 días	1:18:00	3	19:20:00
	https://		Charles David "Charlie"	Walker			NASA	29/08/1948	76 años	V	USA			3	STS-41-D, STS-51-D, STS-61-B	19 días	21:56:00	0	0:00:00
	https://		Frank Frederick	Borman II	Apolo 8		NASA	14/03/1928	96 años	V	USA			2	Gemini 7, Apolo 8	19 días	21:35:00	0	0:00:00
	https://		Pedro Francisco	Duque Duque	1º Español (7/11/1998)		ESA	14/03/1963	61 años	V	España			2	STS-95, ISS Cervantes (Soyuz TMA-3/Soyuz TMA-2)	19 días	18:46:00	0	0:00:00
	https://		Yuri Mijailovich	Baturin			RKA	12/06/1949	75 años	V	Rusia			2	Mir EP-4 (Soyuz TM-28 / Soyuz TM-27), ISS EP-1 (Soyuz TM-32 / Soyuz TM-31)	19 días	17:44:00	0	0:00:00
	https://		Svetlana Yevguénievna	Savitskaya			RKA	08/08/1948	76 años	M	Rusia			2	Salyut 7 -EP2 (Soyuz T-7 arriba, Soyuz T-5 abajo), Salyut 7-EP4 (Soyuz T-12)	19 días	17:06:00	1	3:35:00
	https://		Reinhold	Ewald			ESA	18/12/1956	68 años	V	Alemania			1	Mir92 (Soyuz TM-25/Soyuz TM-24)	19 días	16:34:00	0	0:00:00
	https://		Roger Keith	Crouch			NASA	12/09/1940	84 años	V	USA			2	STS-83, STS-94	19 días	15:58:00	0	0:00:00
	https://		Gregory Thomas	Linteris			NASA	04/10/1957	67 años	V	USA			2	STS-83, STS-94	19 días	15:58:00	0	0:00:00
	https://		Susan Leigh	Still-Kilrain			NASA	24/10/1961	63 años	M	USA			2	STS-83, STS-94	19 días	15:58:00	0	0:00:00
	https://		Michael Lloyd	Coats			NASA	16/06/1946	78 años	V	USA			3	STS-41-D, STS-29, STS-39	19 días	7:56:00	0	0:00:00
	https://		Robert Allan Ridley	Parker			NASA	14/12/1936	88 años	V	USA			2	STS-9, STS-35	19 días	6:52:00	0	0:00:00
	https://		Lloyd Blaine	Hammond Jr.			NASA	16/01/1952	72 años	V	USA			2	STS-39, STS-64	19 días	6:11:00	0	0:00:00
	https://		Byron Kurt	Lichtenberg			NASA	19/02/1948	76 años	V	USA			2	STS-9, STS-45	19 días	5:56:00	0	0:00:00
	https://		Mamoru "Mark"	Mohri			JAXA	29/01/1948	76 años	V	Japón			2	STS-47, STS-99	19 días	4:09:00	0	0:00:00
	https://		Chiaki	Mukai	1ª mujer Japón		JAXA	06/05/1952	72 años	V	Japón			2	STS-65, STS-95	19 días	4:09:00	0	0:00:00
	https://		Frederick Drew	Gregory			NASA	07/01/1941	83 años	V	USA			3	STS-51-B, STS-33, STS-44	18 días	23:04:00	0	0:00:00
	https://		Mary Ellen	Weber			NASA	24/08/1962	62 años	M	USA			2	STS-70, STS-101	18 días	18:30:00	0	0:00:00
	https	X	Michel Ange-Charles	Tognini			ESA	30/09/1949	75 años	V	Francia			2	Mir-Antares (Soyuz TM-15/Soyuz TM-14), STS-93	18 días	17:46:00	0	0:00:00
	https://		Bernard Anthony	Harris Jr.			NASA	26/06/1956	68 años	V	USA			2	STS-55, STS-63	18 días	6:08:00	1	4:39:00
	https://		Charles Lacy	Veach			NASA	18/09/1944	51 años	V	USA		03/10/1995	2	STS-39, STS-52	18 días	4:18:00	0	0:00:00
	https://		Catherine Grace	Coleman			NASA	14/12/1960	64 años	M	USA			3	STS -73 , STS-93 , Soyuz TMA-20 (Expedición 26/27)	18 días	4:00:00	0	0:00:00
	https://		Frederick Hamilton "Rick"	Hauck			NASA	11/04/1941	83 años	V	USA			3	STS-7, STS-51-A, STS-26	18 días	3:07:00	0	0:00:00
	https://		Ronald "Ron" Michael	Sega			NASA	04/12/1952	72 años	V	USA			2	STS-60, STS-76	17 días	12:25:00	0	0:00:00
	https://		George Driver "Pinky"	Nelson			NASA	13/07/1950	74 años	V	USA			3	STS-41-C, STS-61-C, STS-26	17 días	2:43:00	2	10:06:00
	https://		Charles Eldon	Brady Jr.			NASA	12/08/1951	55 años	V	USA		23/07/2006	1	STS-78	16 días	21:48:00	0	0:00:00
	https://		Jean-Jacques	Favier			ESA	13/04/1949	75 años	V	Francia			1	STS-78	16 días	21:48:00	0	0:00:00
	https://		John Oliver	Creighton			NASA	28/04/1943	81 años	V	USA			3	STS-51-G, STS-36, STS-48	16 días	20:24:00	0	0:00:00
	https://		William George "Borneo"	Gregory			NASA	14/05/1957	67 años	V	USA			1	STS-67	16 días	15:08:00	0	0:00:00
	https://		Loren James	Shriver			NASA	23/09/1944	80 años	V	USA			3	STS-51-C, STS-31, STS-46	16 días	2:04:00	0	0:00:00
	https://		Karol Joseph "Bo"	Bobko			NASA	23/12/1937	87 años	V	USA			3	STS-6, STS-51-D, STS-51-J	16 días	2:03:00	0	0:00:00
	https://		Bryan Daniel	O'Connor			NASA	06/09/1946	78 años	V	USA			2	STS-61-B, STS-40	15 días	23:18:00	0	0:00:00
	https://		Charles Gordon	Fullerton			NASA	11/10/1936	77 años	V	USA		21/08/2013	3	ALT , STS-3 , STS-51-F	15 días	22:50:00	0	0:00:00
	https://		David McDowell	Brown			NASA	16/04/1956	47 años	V	USA		01/02/2003	1	STS-107	15 días	22:20:00	0	0:00:00
	https://		William Cameron	McCool			NASA	23/09/1961	42 años	V	USA		01/02/2003	1	STS-107	15 días	22:20:00	0	0:00:00
	https://		Ilan	Ramon	1º Israelí en el Espacio		NASA	20/06/1954	49 años	V	Israel	USA	01/02/2003	1	STS-107	15 días	22:20:00	0	0:00:00
	https://		Laurel Blair	Salton Clark			NASA	10/03/1961	42 años	M	USA		01/02/2003	1	STS-107	15 días	22:20:00	0	0:00:00
	https	X	Jay Clark	Buckey, Jr.			NASA	06/06/1956	68 años	V	USA			1	STS-90	15 días	21:50:00	0	0:00:00
	https://		James Anthony "Jim"	Pawelczyk			NASA	20/09/1960	64 años	V	USA			1	STS-90	15 días	21:50:00	0	0:00:00
	https://		Fred Weldon	Leslie			NASA	19/12/1951	73 años	V	USA			1	STS-73	15 días	21:34:00	0	0:00:00
	https://		Albert	Sacco Jr.			NASA	03/05/1949	75 años	V	USA			1	STS-73	15 días	21:34:00	0	0:00:00
	https://		Maurizio	Cheli			ESA	04/05/1959	65 años	V	Italia			1	STS-75	15 días	17:41:00	0	0:00:00
	https	X	James Patrick "Mash"	Dutton, Jr.			NASA	20/11/1968	56 años	V	USA			1	STS-131	15 días	2:47:00	0	0:00:00
	https	X	Dorothy Marie	Metcalf-Lindenburger			NASA	02/05/1975	49 años	M	USA			1	STS-131	15 días	2:47:00	0	0:00:00
	https://		Naoko	Yamazaki			JAXA	27/12/1970	54 años	M	Japón			1	STS-131	15 días	2:47:00	0	0:00:00
	https://		Richard Michael "Mike"	Mullane			NASA	10/09/1945	79 años	V	USA			3	STS-41-D, STS-27, STS-36	14 días	20:20:00	0	0:00:00
	https://		Zhang	Xiaoguang			CNSA	01/05/1966	58 años	V	China			1	Shenzhou 10	14 días	14:29:00	0	0:00:00

	https://	Sally Kristen	Ride	La 1ª mujer USA	NASA	26/05/1951	61 años	M	USA		23/07/2012	2	STS-7, STS-41-G (18 de junio de 1983)	14 días	7:46:00	0	0:00:00
	https://	James Alton	McDivitt	Apolo 9	NASA	10/06/1929	93 años	V	USA		13/10/2022	2	Gemini 4, Apolo 9	14 días	2:56:00	0	0:00:00
	https://	James Dougal Adrianus "Ox"	van Hoften		NASA	11/06/1944	80 años	V	USA			2	STS-41-C, STS-51-I	14 días	1:57:00	4	21:57:00
	https://	James Philipp	Bagian		NASA	22/02/1952	72 años	V	USA			2	STS-29, STS-40	14 días	1:53:00	0	0:00:00
	https://	Dale Allan	Gardner		NASA	08/11/1948	66 años	V	USA		19/02/2014	2	STS-8, STS-51-A	14 días	0:52:00	2	12:14:00
	https://	Martin Joseph	Fettman		NASA	31/12/1956	68 años	V	USA			1	STS-58	14 días	0:12:00	0	0:00:00
	https://	James Craig	Adamson		NASA	03/03/1946	78 años	V	USA			2	STS-28, STS-43	13 días	22:21:00	0	0:00:00
	https://	Charles Joseph	Camarda		NASA	08/05/1952	72 años	V	USA			1	STS-114	13 días	21:32:00	0	0:00:00
	https	X José Moreno	Hernández		NASA	07/08/1962	62 años	V	USA			1	STS-128	13 días	20:54:00	0	0:00:00
	https://	Philippe	Perrin		ESA	06/06/1963	61 años	V	Francia			1	STS-111	13 días	20:35:00	3	19:27:00
	https://	Lawrence James "Larry"	DeLucas		NASA	11/07/1950	74 años	V	USA			1	STS-50	13 días	19:30:00	0	0:00:00
	https://	Eugene Huu-Chau "Gene"	Trinh	1º Vietnamita-USA en el Espa	NASA	14/09/1950	74 años	V	Vietnam	USA		1	STS-50	13 días	19:30:00	0	0:00:00
	https://	John Bennett	Herrington		NASA	14/09/1958	66 años	V	USA			1	STS-113	13 días	18:47:00	3	19:55:00
	https://	Kenneth Stanley	Reightler Jr.		NASA	24/03/1951	73 años	V	USA			2	STS-48, STS-60	13 días	15:36:00	0	0:00:00
	https://	Guy Spence	Gardner		NASA	06/01/1948	76 años	V	USA			2	STS-27, STS-35	13 días	8:10:00	0	0:00:00
	https://	John McCreary	Fabian		NASA	28/01/1939	85 años	V	USA			2	STS-7, STS-51-G	13 días	4:02:00	0	0:00:00
	https://	Richard Francis	Gordon Jr.	Apolo 12	NASA	05/10/1929	88 años	V	USA		06/11/2017	2	Gemini 11, Apolo 12	13 días	3:53:00	2	2:41:00
	https://	Joseph Percival "Joe"	Allen IV		NASA	27/06/1937	87 años	V	USA			2	STS-5, STS-51-A	13 días	1:58:00	0	0:00:00
	https://	William Edgar	Thornton		NASA	14/04/1929	92 años	V	USA		11/01/2021	2	STS-8, STS-51-B	13 días	1:16:00	0	0:00:00
	https://	Bruce	McCandless II	1º EVA sin unión (02/1984)	NASA	08/06/1937	80 años	V	USA		21/12/2017	2	STS-41-B, STS-31	13 días	0:31:00	2	12:12:00
	https://	Bruce Edward	Melnick		NASA	05/12/1949	75 años	V	USA			2	STS-41, STS-49	12 días	23:27:00	0	0:00:00
	https	X Gregory Carl "Ray J"	Johnson		NASA	30/07/1954	70 años	V	USA			1	STS-125	12 días	21:38:00	0	0:00:00
	https://	Joan Elizabeth	Higginbotham		NASA	03/08/1964	60 años	M	USA			1	STS-116	12 días	20:45:00	0	0:00:00
	https://	William Anthony "Bill"	Oefelein		NASA	29/03/1965	59 años	V	USA			1	STS-116	12 días	20:45:00	0	0:00:00
	https://	Paul William	Richards		NASA	20/05/1964	60 años	V	USA			1	STS-102	12 días	19:49:00	1	6:21:00
	https://	Lisa Marie	Nowak		NASA	10/05/1963	61 años	M	USA		Acusada	1	STS-121	12 días	18:36:00	0	0:00:00
	https://	Stanley Glen	Love		NASA	08/06/1965	59 años	V	USA			1	STS-122	12 días	18:22:00	2	15:23:00
	https://	Barbara Radding "Barb"	Morgan		NASA	28/11/1951	73 años	V	USA			1	STS-118	12 días	17:53:00	0	0:00:00
	https://	Liu	Wang		CNSA	25/03/1969	55 años	V	China			1	Shenzhou 9	12 días	15:25:00	0	0:00:00
	https://	Ronald Ellwin	Evans Jr.	Apolo 17	NASA	10/11/1933	57 años	V	USA		07/04/1990	1	Apolo 17	12 días	13:52:00	1	1:05:00
	https://	Harrison Hagan	Schmitt	Apolo 17-12º Pisar Luna	NASA	03/07/1935	89 años	V	USA			1	Apolo 17	12 días	13:52:00	3	20:35:00
	https://	James Benson	Irwin	Apolo 15-8º Pisar Luna	NASA	17/03/1930	61 años	V	USA		08/08/1991	1	Apolo 15	12 días	7:12:00	4	18:35:00
	https://	Walter Marty	Schirra, Jr.	Apolo 7	NASA	12/03/1923	84 años	V	USA		03/05/2007	3	Mercury-Atlas 8, Gemini 6A, Apolo 7	12 días	7:12:00	0	0:00:00
	https://	Alfred Merrill	Worden	Apolo 15	NASA	07/02/1932	88 años	V	USA		17/03/2020	1	Apolo 15	12 días	7:12:00	1	38:12:00
	https://	Robert Franklyn "Bob"	Overmyer		NASA	14/07/1936	60 años	V	USA		22/03/1996	2	STS-5, STS-51-B	12 días	2:22:00	0	0:00:00
	https://	Edwin Eugene	Aldrin	Apolo 11-2º Pisar Luna	NASA	20/01/1930	94 años	V	USA			2	Gemini 12, Apolo 11	12 días	1:53:00	4	7:52:00
	https://	Robert Lee	Stewart		NASA	13/08/1942	82 años	V	USA			2	STS-41-B, STS-51-J	12 días	0:49:00	2	12:12:00
	https://	Donald Edward	Williams		NASA	13/02/1942	74 años	V	USA		23/02/2016	2	STS-51-D, STS-34	11 días	23:34:00	0	0:00:00
	https://	Richard	Garriott		TURISTA ESP.	04/07/1961	63 años	V	USA			1	Soyuz TMA-13/Soyuz TMA-12	11 días	20:35:00	0	0:00:00
	https://	Bjarni Valdimar	Tryggvason		CSA	21/09/1945	77 años	V	Canadá		05/04/2022	1	STS-85	11 días	20:28:00	0	0:00:00
	https://	Yusaku	Maezawa		TURISTA ESP.	22/11/1975	49 años	V	Japón			1	Soyuz MS-20 , proyecto dearMoon (planeado)	11 días	19:34:00	0	0:00:00
	https://	Boris Vladimirovich	Morukov		RKA	01/10/1950	65 años	V	Rusia		01/01/2015	1	STS-106	11 días	19:12:00	0	0:00:00
	https://	Gerhard Paul	Julius Thiele		ESA	02/09/1953	71 años	V	Alemania			1	STS-99	11 días	5:39:00	0	0:00:00
	https://	Michael	Collins	Apolo 11	NASA	31/10/1930	91 años	V	USA		28/04/2021	2	Gemini 10, Apolo 11	11 días	2:04:43	2	1:28:00
	https://	Charles Moss	Duke	Apolo 16-10º Pisar Luna	NASA	03/10/1935	89 años	V	USA			1	Apolo 16	11 días	1:51:00	3	21:38:00
	https	X Duane Gene "Digger"	Carey		NASA	30/04/1957	67 años	V	USA			1	STS-109	10 días	22:10:00	0	0:00:00
	https://	Mary Louise	Cleave		NASA	05/02/1947	77 años	M	USA			2	STS-61-B, STS-30	10 días	22:02:00	0	0:00:00
	https://	Guy	Laliberté		TURISTA ESP	02/09/1959	65 años	V	Canadá			1	Soyuz TMA-16 / TMA-14	10 días	21:17:00	0	0:00:00
	https://	Anousheh	Ansari	1ª Mujer turista espacial y ast	TURISTA ESP.	12/09/1966	58 años	M	Irán	USA		1	Soyuz TMA-9 / 8	10 días	21:05:00	0	0:00:00
	https://	Yi	So-yeon	1ª surcoreano	RKA	02/06/1978	46 años	M	Corea Sur			1	Soyuz TMA-12/Soyuz TMA-11	10 días	21:00:00	0	0:00:00
	https://	Sheikh Muszaphar	Shukor	1º Malayo (10/10/2007)	ANGKASA	27/07/1972	52 años	V	Malasia			2	Soyuz TMA-11 , Soyuz TMA-10	10 días	20:14:00	0	0:00:00
	https://	Ronnie Walter	Cunningham	Apolo 7	NASA	16/03/1932	91 años	V	USA		03/01/2023	1	Apolo 7	10 días	20:08:00	0	0:00:00
	https://	Donn Fulton	Eisele	Apolo 7	NASA	23/06/1930	57 años	V	USA		02/12/1987	1	Apolo 7	10 días	20:08:00	0	0:00:00
	https://	Lee Miller Emile	Morin		NASA	09/09/1952	72 años	V	USA			1	STS-110	10 días	19:42:00	2	14:07:00
	https://	Robert	Satcher		NASA	22/09/1965	59 años	V	USA			1	STS-129	10 días	19:16:00	2	12:19:00
	https://	Mark Neil	Brown		NASA	18/11/1951	73 años	V	USA			2	STS-28, STS-48	10 días	9:27:00	0	0:00:00
	https://	Russell Louis "Rusty"	Schweickart	Apolo 9	NASA	25/10/1935	89 años	V	USA			1	Apolo 9	10 días	1:00:00	1	1:17:00
	https://	Ulrich Hans	Walter		DLR	09/02/1954	70 años	V	Alemania			1	STS-55	9 días	23:40:00	0	0:00:00
	https://	Robert Clyde "Bob"	Springer		NASA	21/05/1942	82 años	V	USA			2	STS-29, STS-38	9 días	21:32:00	0	0:00:00
	https://	Yuri Georgiyevich	Shargin		RKA	20/03/1960	64 años	V	Rusia			1	Soyuz TMA-4/Soyuz TMA-5	9 días	21:30:00	0	0:00:00

https://	Mark Richard	Shuttleworth	1º Ciudadano Africa en el Esp	TURISTA ESP.	18/09/1973	51 años	V	Sudáfrica			1	Soyuz TM-34 / TM-33	9 días	21:25:00	0	0:00:00
https://	Marcos Cesar	Pontes	1º brasileño (30/03/2006)	NASA	11/03/1963	61 años	V	Brasil			1	ISS AF-12S Soyuz TMA-8/Soyuz TMA-7	9 días	21:17:00	0	0:00:00
https://	Gregory	Olsen		TURISTA ESP.	20/04/1945	79 años	V	USA			1	Soyuz TMA-7/Soyuz TMA-6	9 días	21:15:00	0	0:00:00
https://	Andreas	Mogensen Enevold		ESA	02/11/1976	48 años	V	Dinamarca			2	Soyuz TMA-18M / Soyuz TMA-16M , Expedición SpaceX Crew-7 69/70	9 días	20:14:00	0	0:00:00
https://	Aleksandr	Aleksándrov		RKA	01/12/1951	73 años	V	Bulgaria			1	Mir EP-2 (Soyuz TM-5 / Soyuz TM-4)	9 días	20:10:00	0	0:00:00
https://	Konstantin Mirovich	Kozeyev		RKA	01/12/1967	57 años	V	Rusia			1	Soyuz TM-33 / TM-32	9 días	19:59:00	0	0:00:00
https://	John Herschel	Glenn Jr.	1º USA en órbita (20/02/1962)	NASA	18/07/1921	95 años	V	USA		08/12/2016	2	Mercury-Atlas 6, STS-95	9 días	19:54:02	0	0:00:00
https://	Leroy Gordon	Cooper		NASA	06/03/1927	77 años	V	USA		04/10/2004	2	Mercury-Atlas 9, Gemini 5	9 días	9:14:00	0	0:00:00
https://	Joe Henry	Engle		NASA	26/08/1932	92 años	V	USA			6	X-15 Vuelo 138, X-15 Vuelo 143, X-15 Vuelo 153, ALT, STS-2, STS-51-I	9 días	8:30:00	0	0:00:00
https://	Joseph Henry "Joe"	Engle		NASA	26/08/1932	92 años	V	USA			6	X-15 Flight 138, X-15 Flight 143, X-15 Flight 153, ALT, STS-2, STS-51-I	9 días	8:30:00	0	0:00:00
https://	Francis Andrew "Drew"	Gaffney		NASA	09/06/1946	78 años	V	USA			1	STS-40	9 días	2:14:00	0	0:00:00
https://	Millie Elizabeth	Hughes-Fulford		NASA	21/12/1945	76 años	M	USA		02/02/2021	1	STS-40	9 días	2:14:00	0	0:00:00
https://	Donald Kent "Deke"	Slayton		NASA	01/03/1924	69 años	V	USA		13/06/1993	1	ASTP	9 días	1:28:00	0	0:00:00
https://	Alan Bartlett	Shepard, Jr.	1º USA en Espacio (5/5/1961).	NASA	18/11/1923	75 años	V	USA		21/07/1998	2	Mercury-Redstone 3, Apolo 14	9 días	0:57:00	2	9:23:00
https://	Edgar Dean	Mitchell	Apolo 14-6º Pisar Luna	NASA	17/09/1930	86 años	V	USA		04/02/2016	1	Apolo 14	9 días	0:01:00	2	9:23:00
https://	Stuart Allen	Roosa	Apolo 14	NASA	16/08/1933	61 años	V	USA		12/12/1994	1	Apolo 14	9 días	0:01:00	0	0:00:00
https://	Dirk	Frimout	1º belga (2/4/1992)	ESA	21/03/1941	83 años	V	Bélgica			1	STS-45	8 días	22:09:00	0	0:00:00
https://	Abdul Ahad	Momand	1º Afgano (7/9/1988)	RKA	01/01/1959	65 años	V	Afganistán			1	Mir EP-3 (Soyuz TM-6 / Soyuz TM-5)	8 días	20:26:00	0	0:00:00
https://	Joe Frank	Edwards Jr.		NASA	03/02/1958	66 años	V	USA			1	STS-89	8 días	19:48:00	0	0:00:00
https://	Neil Alden	Armstrong	1º Humano en pisar la Luna (2	NASA	05/08/1930	82 años	V	USA		25/08/2012	2	Gemini 8, Apolo 11	8 días	14:12:30	1	2:31:00
https://	Richard Harrison	Truly		NASA	12/11/1937	87 años	V	USA			3	ALT, STS-2, STS-8	8 días	7:21:00	0	0:00:00
https://	Jon Andrew	McBride		NASA	14/08/1943	81 años	V	USA			1	STS-41-G	8 días	5:23:00	0	0:00:00
https://	Paul Desmond	Scully-Power	1º Australiano en el Espacio	NASA	28/05/1944	80 años	V	Australia	USA		1	STS-41-G	8 días	5:23:00	0	0:00:00
https://	Roberta Lynn	Bondar		NASA	04/12/1945	79 años	V	Canadá			1	STS-42	8 días	1:14:00	0	0:00:00
https://	Anna Lee	Fisher		NASA	24/08/1949	75 años	V	USA			1	STS-51-A	7 días	23:45:00	0	0:00:00
https://	Franco Egidio	Malerba	1º Italiano (8/08/1992)	ESA	10/10/1946	78 años	V	Italia			1	STS-46	7 días	23:15:00	0	0:00:00
https://	Ronald Ervin	McNair		NASA	21/10/1950	36 años	V	USA		28/01/1986	2	STS-41-B, STS-51-L	7 días	23:15:00	0	0:00:00
https://	John-David Francis	Bartoe		NASA	17/11/1944	80 años	V	USA			1	STS-51-F	7 días	22:45:00	0	0:00:00
https://	Roy Dubard	Bridges Jr.		NASA	19/07/1943	81 años	V	USA			1	STS-51-F	7 días	22:45:00	0	0:00:00
https://	Anthony Wayne	England		NASA	15/05/1942	82 años	V	USA			1	STS-51-F	7 días	22:45:00	0	0:00:00
https://	Karl Gordon	Henize		NASA	17/10/1926	67 años	V	USA		05/10/1993	1	STS-51-F	7 días	22:45:00	0	0:00:00
https://	Loren	Wilber Acton		NASA	07/03/1936	88 años	V	USA			1	STS-51-F	7 días	22:45:00	0	0:00:00
https://	Mae Carol	Jemison	1ª Mujer Afroamericana en el	NASA	17/10/1956	68 años	M	USA			1	STS-47	7 días	22:30:00	0	0:00:00
https://	Vladimír	Remek	1º Checo en el Espacio	RKA	26/09/1948	76 años	V	Checoslovaquia			1	Soyuz 28	7 días	22:17:00	0	0:00:00
https	X Franz Artur	Viehböck	1º austríaco (10/10/1991)	RKA	24/08/1960	64 años	V	Austria			1	Mir (Soyuz TM-13/Soyuz TM-12)	7 días	22:12:00	0	0:00:00
https://	Dennis	Anthony "Tito"	1º turista espacial (28/04/2001	TURISTA ESP.	08/08/1940	84 años	V	USA			1	ISS EP-1 (Soyuz TM-32 / Soyuz TM-31)	7 días	22:04:00	0	0:00:00
https://	Mirosław	Hermaszewski	1º Polaco (27/06/1978)	RKA	15/09/1941	81 años	V	Polonia		12/12/2022	1	Soyuz 30	7 días	22:02:59	0	0:00:00
https://	Klaus-Dietrich	Flade		DLR	23/08/1952	72 años	V	Alemania			1	Mir-92 (Soyuz TM-14/Soyuz TM-13)	7 días	21:57:00	0	0:00:00
https://	Ivan	Bella	1º Eslovaco (28/02/1999)	RKA	21/05/1964	60 años	V	Eslovaquia			1	Mir-Štefánik (Soyuz TM-29/Soyuz TM-28)	7 días	21:56:00	0	0:00:00
https://	Toyohiro	Akiyama	1º Periodista y en pagar por ir	TURISTA ESP.	22/06/1942	82 años	V	Japón			1	Soyuz TM-11/Soyuz TM-10	7 días	21:54:40	0	0:00:00
https://	Rakesh	Sharma	1º Indio en Espacio (11/04/19	RKA	13/01/1949	75 años	V	India			1	Soyuz T-11/Soyuz T-10	7 días	21:40:00	0	0:00:00
https://	Helen Patricia	Sharman	1ª Británica en el Espacio (26/	ESA	30/05/1963	61 años	M	Gran Bretaña			1	Mir Juno (Soyuz TM-12/Soyuz TM-11)	7 días	21:13:00	0	0:00:00
https://	Sigmund	Jähn	1º alemán RDA (3/9/1978)	RKA	13/02/1937	82 años	V	Alemania		21/09/2019	1	Saliut 6 (Soyuz 31/Soyuz 29)	7 días	20:49:00	0	0:00:00
https://	Bertalan	Farkas	1º Húngaro (3/06/1980)	RKA	02/08/1949	75 años	V	Hungría			1	Soyuz 36 / Soyuz 35	7 días	20:45:00	0	0:00:00
https://	Arnaldo	Tamayo Méndez	1º Ascendencia hispana en el	RKA	29/01/1942	82 años	V	Cuba			1	Soyuz 38	7 días	20:43:00	0	0:00:00
https://	Jügderdemidiin	Gürragchaa	1º Mongol (30/03/1981)	RKA	15/12/1947	77 años	V	Mongolia			1	Soyuz 39	7 días	20:42:00	0	0:00:00
https://	Dumitru-Dorin	Prunariu	1º Rumano (22/05/1981)	RKA	27/09/1952	72 años	V	Rumanía			1	Soyuz 40	7 días	20:42:00	0	0:00:00
https://	Phạm	Tuân	1º Asiático en el Espacio	RKA	14/02/1947	77 años	V	Vietnam			1	Soyuz 37 / 36	7 días	20:42:00	0	0:00:00
https://	William Frederick	Fisher		NASA	01/04/1946	78 años	V	USA			1	STS-51-I	7 días	2:17:00	2	11:46:00
https://	Sultan bin Salman	Al Saud	1º Árabe musulmán en el Esp	RFAS	27/06/1956	68 años	V	Arabia Saudita			1	STS-51-G	7 días	1:38:00	0	0:00:00
https://	Patrick Pierre	Roger Baudry	1º Persona nacida en Africa (C	ESA	06/03/1946	78 años	V	Francia			1	STS-51G	7 días	1:38:00	0	0:00:00
https://	Reinhard	Furrer		DLR	25/11/1940	55 años	V	Alemania		09/09/1995	1	STS-61-A	7 días	0:44:00	0	0:00:00
https://	Ernst	Messerschmid		DLR	21/05/1945	79 años	V	Alemania			1	STS-61-A	7 días	0:44:00	0	0:00:00
https://	Wubbo	Ockels	1º Neerlandés (6/11/1985)	ESA	28/03/1946	68 años	V	Holanda		18/05/2014	1	STS-61-A	7 días	0:44:00	0	0:00:00
https://	Alexei Arkhipovich	Leonov	1º EVA	RKA	30/05/1934	85 años	V	Rusia		11/10/2019	2	Voskhod 2, Soyuz 19 (ASTP)	7 días	0:33:03	1	0:12:09
https://	Donald Leslie "Don"	Lind		NASA	18/05/1930	92 años	V	USA		30/08/2022	1	STS-51-B	7 días	0:08:00	0	0:00:00
https://	Taylor Gun-Jin	Wang	1º Etnia china en el Espacio	NASA	16/06/1940	84 años	V	China	USA		1	STS-51-B	7 días	0:08:00	0	0:00:00
https://	Lodewijk	van den Berg		NASA	24/03/1932	90 años	V	Holanda	USA	16/10/2022	1	STS-51-B	7 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	Edwin Jacob "Jake"	Gran		NASA	12/10/1932	92 años	V	USA			1	STS-51-D	6 días	23:55:00	0	0:00:00
https://	Stanley David	Griggs		NASA	07/09/1939	50 años	V	USA		17/06/1989	1	STS-51-D	6 días	23:55:00	1	3:06:00

https://	Terry Jonathan "T.J."	Hart		NASA	27/10/1946	78 años	V	USA			1	STS-41-C	6 días	23:40:00	0	0:00:00
https://	Francis Richard "Dick"	Scobee		NASA	19/05/1939	47 años	V	USA		28/01/1986	1	STS-41-C, STS-51-L	6 días	23:40:00	0	0:00:00
https://	Thomas John	Hennen		NASA	17/08/1952	72 años	V	USA			1	STS-44	6 días	22:50:00	0	0:00:00
https://	Rodolfo	Neri Vela	1º nacido en México (3/12/19	NASA	19/02/1952	72 años	V	México			1	STS-61-B	6 días	21:04:00	0	0:00:00
https://	Sherwood Clark	Spring		NASA	03/09/1944	80 años	V	USA			1	STS-61-B	6 días	21:04:00	2	12:14:00
https://	William Alison	Anders	1º Misión tripulada en orbitar	NASA	17/10/1933	91 años	V	USA			1	Apolo 8	6 días	3:00:00	0	0:00:00
https://	Robert Joseph " Bob "	Cenker		NASA	05/11/1948	76 años	V	USA			1	STS-61-C	6 días	2:03:00	0	0:00:00
https://	Clarence William	Nelson	Administrador actual NASA	NASA	29/09/1942	82 años	V	USA			1	STS-61-C	6 días	2:03:00	0	0:00:00
https://	Judith Arlene	Resnik		NASA	05/04/1949	37 años	M	USA		28/01/1986	2	STS-41-D, STS-51-L	6 días	0:56:00	0	0:00:00
https://	Fred Wallace	Haise, Jr.	Humano más alejado de la Tie	NASA	14/11/1933	91 años	V	USA			1	Apolo 13	5 días	22:54:00	0	0:00:00
https://	John Leonard "Jack"	Swigert, Jr.	Humano más alejado de la Tie	NASA	30/08/1931	51 años	V	USA		27/12/1982	1	Apolo 13	5 días	22:54:00	0	0:00:00
https://	William Benjamin "Bill"	Lenoir		NASA	14/03/1939	71 años	V	USA		26/08/2010	1	STS-5	5 días	2:14:00	0	0:00:00
https://	Donald Herod	Peterson		NASA	22/10/1933	85 años	V	USA		27/05/2018	1	STS-6	5 días	0:23:00	1	4:17:00
https://	Manley Lanier "Sonny"	Carter Jr.		NASA	15/08/1947	44 años	V	USA		05/04/1991	1	STS-33	5 días	0:06:00	0	0:00:00
https://	Michael James "Mike"	McCulley		NASA	04/08/1943	81 años	V	USA			1	STS-34	4 días	23:39:00	0	0:00:00
https://	Fei	Junlong	Actualmente en el espacio	CNSA	05/05/1965	59 años	V	China			2	Shenzhou 6, Shenzhen 15	4 días	19:33:00	1	7:06:00
https://	Edward Higgins	White II	1º EVA USA (03/06/1965)	NASA	14/11/1930	37 años	V	USA		27/01/1967	1	Gemini 4, estuvo previsto para el Apolo 1	4 días	1:56:00	1	0:36:00
https://	William Arthur	Pailes		NASA	26/06/1952	72 años	V	USA			1	STS-51-J	4 días	1:44:00	0	0:00:00
https://	Ellison Shoji	Onizuka		NASA	24/06/1946	40 años	V	USA		28/01/1986	2	STS-51-C, STS-51-L	3 días	1:33:00	0	0:00:00
https://	Gary Eugene	Payton		NASA	20/06/1948	76 años	V	USA			1	STS-51-C	3 días	1:33:00	0	0:00:00
https://	Jared	Isaacman		TURISTA ESP.	11/02/1983	41 años	V	USA			1	Inspiration4-Polaris Dawn	2 días	23:03:00	0	0:00:00
https://	Sian	Proctor		SPACE X	28/03/1970	54 años	V	USA			1	Inspiración4	2 días	23:03:00	0	0:00:00
https://	Valentina Vladímirovna	Tereshkova	1ª Mujer en el Espacio	RKA	06/03/1937	87 años	M	Rusia			1	Vostok 6	2 días	22:50:00	0	0:00:00
https://	Yevgueni Vasilivich	Jrunov		RKA	10/09/1933	67 años	V	Rusia		19/05/2000	2	Soyuz 5, Soyuz 4	1 días	23:45:00	1	0:37:00
https://	Georgi	Ivanov	1º búlgaro (12/04/1979)	RKA	02/07/1940	84 años	V	Bulgaria			1	Soyuz 33	1 días	23:01:00	0	0:00:00
https://	Gherman Stepanovich	Titov		RKA	11/09/1935	65 años	V	Rusia		20/09/2000	1	Vostok 2	1 días	1:18:00	0	0:00:00
https://	Konstantin Petrovich	Feoktistov		RKA	07/02/1926	83 años	V	Rusia		21/11/2009	1	Voskhod 1	1 días	0:17:00	0	0:00:00
https://	Boris Borisovich	Yegorov	1º Médico en el Espacio	RKA	26/11/1936	58 años	V	Rusia		12/09/1994	1	Voskhod 1	1 días	0:17:00	0	0:00:00
https://	Yang	Liwei	1º Chino en el Espacio (15/10/	CNSA	21/06/1965	59 años	V	China			1	Shenzhou 5	0 días	21:22:45	0	0:00:00
https://	Virgil Ivan	"Gus" Grissom		NASA	03/04/1926	41 años	V	USA		27/01/1967	3	Mercury-Redstone 4, Gemini 3, Apolo 1	0 días	5:07:00	0	0:00:00
https://	Malcolm Scott	Carpenter		NASA	01/05/1925	88 años	V	USA		10/10/2013	1	Mercury-Atlas 7	0 días	4:56:00	0	0:00:00
https://	Yuri Alekséyevich	Gagarin	1º Humano en el Espacio	RKA	09/03/1934	34 años	V	Rusia		27/03/1968	1	Vostok 1	0 días	1:48:00	0	0:00:00
https://	Joseph Albert	Walker	Mercury	NASA	20/02/1921	45 años	V	USA		08/06/1966	3	X-15 Flight 77, X-15 Flight 90, X-15 Flight 91	0 días	0:22:00	0	0:00:00
https://	Oliver	Daemen	Persona más joven en el Espa	TURISTA ESP.	20/08/2002	22 años	V	Holanda			1	NS-16	0 días	0:10:18	0	0:00:00
https://	William	Shatner	Actor y Mayor edad en el Espa	TURISTA ESP.	22/03/1931	93 años	V	USA			1	Blue Origin	0 días	0:10:17	0	0:00:00
https://	Michael Winston	Melvill	1ª persona en volar en una mi	ASTRONAUT.	30/11/1940	84 años	V	Sudáfrica	USA		2	SpaceShipOne 15P, SpaceShipOne 16P	0 días	0:07:00	0	0:00:00
https://	Brian	Binnie		ASTRONAUT.	26/04/1953	69 años	V	USA		15/09/2022	1	SpaceShipOne 17P	0 días	0:05:00	0	0:00:00
https://	Sophie	Adenot	CANDIDATO	ESA	05/07/1982	42 años	M	Francia				-	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	Sultan	Al Neyadi	CANDIDATO	MBRSC	23/05/1981	43 años	V	EAU			1	SpaceX Crew-6 (Expedición 68 / 69)	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	Nora	AlMatroushi	CANDIDATO	MBRSC	01/01/1993	31 años	M	EAU				-	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	Mohammad	Almulla	CANDIDATO	MBRSC	01/01/1988	36 años	V	EAU				-	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	Ali	Al-Qarni	Previsto para 12/05/2023	RFAS	01/01/1992	32 años	M	Arabia Saudita			1	Axiom Mission 2	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https	X Christopher	Altman	Astronauta comercial entrena	NASA	01/01/1977	47 años	V	USA				-	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	Nichole	Ayers	CANDIDATO	NASA	01/01/1988	36 años	M	USA				-	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	Rayyanah	Barnawi	Es la primera mujer árabe en e	RFAS	01/01/1990	34 años	M	Arabia Saudita			1	Axiom Mission 2	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	Charles Arthur	Bassett II		NASA	30/12/1931	35 años	V	USA		28/02/1966	0	Previsto para Gemini 9	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	Marcos	Berríos	CANDIDATO	NASA	01/01/1984	40 años	V	Puerto Rico	USA			-	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	Christina	Birch	CANDIDATO	NASA	17/11/1986	38 años	M	USA				-	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	Yvonne Darlene	Cagle		NASA	24/04/1959	65 años	V	USA				Hawái Space Exploration Analog and Simulation (HI-SEAS)	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	Zena	Cardman		NASA	26/10/1987	37 años	M	USA				-	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	Roger Bruce	Chaffee	Apolo 1	NASA	15/02/1935	32 años	V	USA		27/01/1967	1	Apolo 1	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	Anthea	Comellini	CANDIDATO	ESA	01/01/1992	32 años	M	Italia				-	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	Luke	Delaney		NASA	01/01/1979	45 años	V	USA				-	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	Matthew	Dominick		NASA	07/12/1981	43 años	V	USA				-	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	Andre	Douglas	CANDIDATO	NASA	01/01/1986	38 años	V	USA				-	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	Jeanette Jo	Epps		NASA	03/11/1970	54 años	M	USA				-	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	Pablo Álvarez	Fernández	CANDIDATO	ESA	01/01/1988	36 años	V	España				-	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	Sara	García-Alonso	CANDIDATO	ESA	01/01/1988	36 años	M	España				-	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	Jeremy Roger	Hansen	ARTEMISA	CSA	27/01/1976	48 años	V	Canadá				-	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	Jack	Hathaway	CANDIDATO	NASA	01/01/1982	42 años	V	USA				-	0 días	0:00:00	0	0:00:00

https://	Jack	Hathaway	CANDIDATO	NASA	01/01/1982	42 años	V	USA			-	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	Warren Woodrow	Hoburg	En el programa Artemisa	NASA	16/09/1985	39 años	V	USA		1	SpaceX Crew-6 (Expedición 68 / 69)	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	Gregory Bruce	Jarvis		NASA	24/08/1944	42 años	V	USA	28/01/1986	1	STS-51-L	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	Jonathan	Kim	En el programa Artemisa	NASA	05/02/1984	40 años	V	USA			-	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	Tatiana Dmitrievna	Kuznetsova		RKA	14/07/1941	77 años	V	Rusia	28/08/2018	0	-	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	Raphaël	Liégeois	CANDIDATO	ESA	08/01/1988	36 años	V	Bélgica			-	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	Sharon Christa Corrigan	McAuliffe		NASA	02/09/1948	38 años	M	USA	28/01/1986	1	STS-51-L	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	**Michael**	**McKay**		**CSA**	**10/05/1963**	**61 años**	**V**	**Canadá**			-	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	Anil	Menon	CANDIDATO	NASA	01/01/1976	48 años	V	USA			-	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	**Marianne**	**Merchez**		**ESA**	**25/10/1960**	**64 años**	**M**	**Bélgica**			-	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	Jasmin	Moghbeli	Prevista para Agosto 2023	NASA	24/06/1983	41 años	M	Alemania	USA/Irán	1	Tripulación SpaceX-7	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	**Loral Ashley**	**O'Hara**	**Previsto para 09/2023**	**NASA**	**03/05/1983**	**41 años**	**M**	**USA**		1	Soyuz MS-24 (69 / 70)	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	Elliot McKay	See Jr.		NASA	23/07/1927	39 años	V	USA	28/02/1966	0	-	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	Michael John	Smith		NASA	30/04/1945	41 años	V	USA	28/01/1986	1	STS-51-L	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	**Nikolái Vladímirovich**	**Tijonov**		**RKA**	**23/05/1982**	**42 años**	**V**	**Rusia**			-	0 días	0:00:00	0	0:00:00
https://	**Jessica**	**Wittner**	**CANDIDATO**	**NASA**	**01/01/1983**	**41 años**	**M**	**USA**			-	0 días	0:00:00	0	0:00:00

TOTAL ASTRONAUTS: 554

MUERTOS:	91	Acidentes en servicio:	21	(De la USSR no se tienen datos)	
EN SERVICIO:	104	SIN MISIÓN:	25	Contactados:	311
ASTRONAUTAS RETIRADOS:	342				
RESERVA:	17				

Astronautas a participar: 463 — ENCUESTADOS: 28 — 6'05% — 9'00%

DIAS ESPACIO: 3582 días de los astronautas encuestados.

$$n = \frac{Z_\alpha^2 N p q}{e^2(N-1) + Z_\alpha^2 p q}$$

Valor de Z_α	1.28	1.65	1.69	1.75	1.81	1.88	1.96
Nivel de confianza	80%	90%	91%	92%	93%	94%	95%

Valor	1'15	1'3	1'44	1'65	1'96	2'24	2'58
Nivel de	75%	80%	85%	90%	95%	97,5%	99%

n: 28 **Astronautas necesarios** — **e:** 17'81%

Zα: 1'96 es una constante que depende del nivel de confianza que asignemos.

N: 463 es el tamaño de la población o universo (número total de posibles encuestados).

p: 0'5 proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que p=q=0.5 que es la opción más segura.

q: 0'5 proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es 1-p.

e: 17'81% es el error muestral deseado, en tanto por ciento. El error muestral es la diferencia que puede haber entre el resultado que obtenemos preguntando a una muestra de la población y el que obtendríamos si preguntáramos al total de ella.

Únicamente experiencia en el espacio: 427 — ENCUESTADOS: 28 — 6'56% — DIAS ESPACIO: 3582 días de los astronautas encuestados.

n: 202 **Astronautas necesarios** — **e:** 5'00%

Zα: 1'96 es una constante que depende del nivel de confianza que asignemos.

N: 427 es el tamaño de la población o universo (número total de posibles encuestados).

p: 0'5 proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que p=q=0.5 que es la opción más segura.

q: 0'5 proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es 1-p.

e: 0'05 es el error muestral deseado, en tanto por ciento. El error muestral es la diferencia que puede haber entre el resultado que obtenemos preguntando a una muestra de la población y el que obtendríamos si preguntáramos al total de ella.

Los datos de cada una de las columnas –de izquierda a derecha– recogidos en estas tablas, son (a fecha 1 de agosto de 2023):

1. Estatus actual del astronauta, según colores: Rojo/muerto; Verde/en servicio; Azul oscuro/retirado, y; Naranja/reserva.
2. Datos abiertos en la web.
3. Cuadro con “X” Verde: ha participado en la investigación.

   Las 11 columnas siguientes en color, significan: Blanca/imposible contactar, Azul claro/contactado, Azul/está dispuesto a participar (tiene incompatibilidad en la participación), Morado/no puede participar y, Verde/ha participado.
4. Nombre.
5. Apellidos.
6. Dato relevante.
7. Contacto.
8. Agencia espacial a la que pertenece.
9. Fecha de nacimiento.
10. Edad.
11. Género.
12. Nacionalidad.
13. Doble nacionalidad.
14. Fecha de deceso.
15. Nº de misiones realizadas.
16. Nombre de las misiones realizadas.
17. Días en el espacio.
18. Horas, minutos y segundos.
19. Nº de EVAs realizadas.

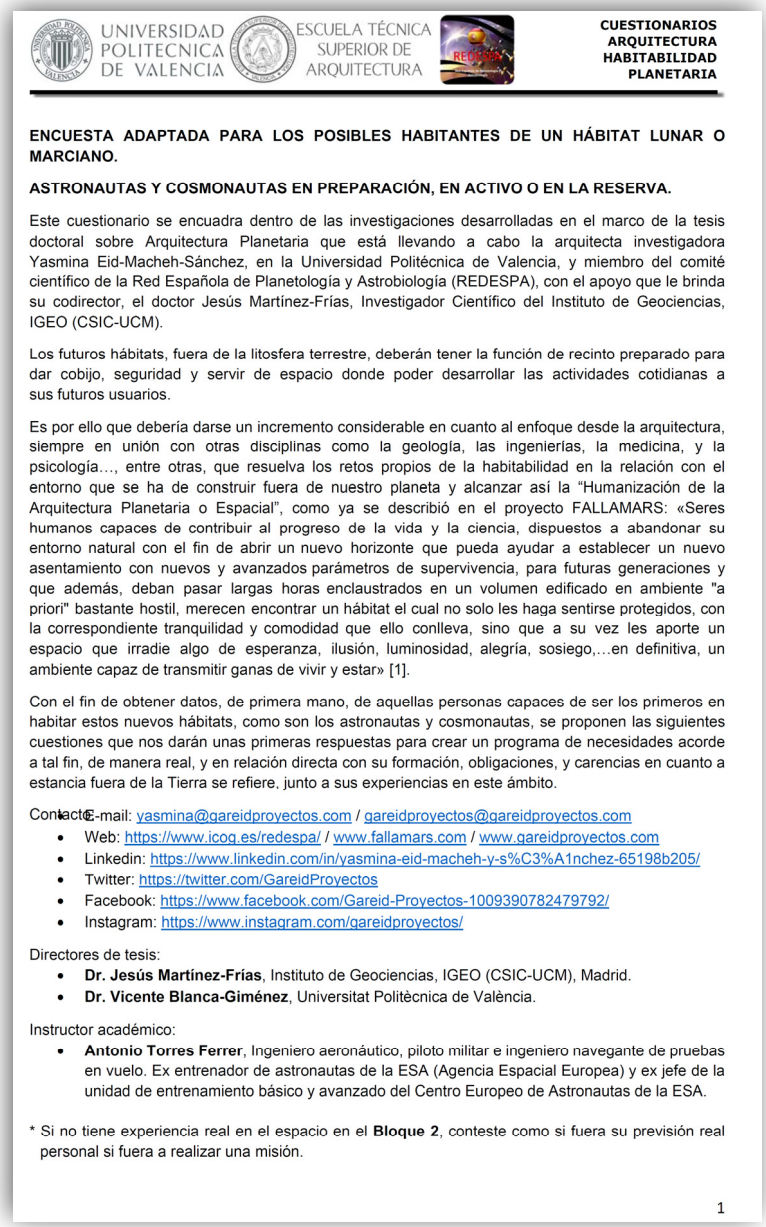
Se posee más información que forma parte del proceso relativo al contacto, envío y recepción de documentación, práctica de conversaciones y seguimiento sobre la investigación realizada.

Actualmente, se sigue recibiendo información de más astronautas que se interesan por la investigación llevada a cabo, lo que ayudará a la ampliación de la misma, y futura prosecución, como nuevas líneas de investigación realizadas por Gareid Proyectos y dirigidas por la autora de la presente tesis doctoral.

Anexo 5. Encuesta a los participantes en la investigación

Se adjunta el cuestionario en español, realizado como documento que ha servido al fin de aunar unas cuestiones comunes, realizadas a todos los participantes. Este, ha permitido, *a posteriori,* la posibilidad de hablar con más detalle de alguna de las cuestiones planteadas y poder recabar mayor información relevante para esta investigación.

En su totalidad, la lengua utilizada con los participantes fue el inglés, y así fue como se les hizo llegar este documento.



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

CUESTIONARIOS
ARQUITECTURA
HABITABILIDAD
PLANETARIA

ENCUESTA ADAPTADA PARA LOS POSIBLES HABITANTES DE UN HÁBITAT LUNAR O MARCIANO.

ASTRONAUTAS Y COSMONAUTAS EN PREPARACIÓN, EN ACTIVO O EN LA RESERVA.

Este cuestionario se encuadra dentro de las investigaciones desarrolladas en el marco de la tesis doctoral sobre Arquitectura Planetaria que está llevando a cabo la arquitecta investigadora Yasmina Eid-Macheh-Sánchez, en la Universidad Politécnica de Valencia, y miembro del comité científico de la Red Española de Planetología y Astrobiología (REDESPA), con el apoyo que le brinda su codirector, el doctor Jesús Martínez-Frías, Investigador Científico del Instituto de Geociencias, IGEO (CSIC-UCM).

Los futuros hábitats, fuera de la litosfera terrestre, deberán tener la función de recinto preparado para dar cobijo, seguridad y servir de espacio donde poder desarrollar las actividades cotidianas a sus futuros usuarios.

Es por ello que debería darse un incremento considerable en cuanto al enfoque desde la arquitectura, siempre en unión con otras disciplinas como la geología, las ingenierías, la medicina, y la psicología…, entre otras, que resuelva los retos propios de la habitabilidad en la relación con el entorno que se ha de construir fuera de nuestro planeta y alcanzar así la "Humanización de la Arquitectura Planetaria o Espacial", como ya se describió en el proyecto FALLAMARS: «Seres humanos capaces de contribuir al progreso de la vida y la ciencia, dispuestos a abandonar su entorno natural con el fin de abrir un nuevo horizonte que pueda ayudar a establecer un nuevo asentamiento con nuevos y avanzados parámetros de supervivencia, para futuras generaciones y que además, deban pasar largas horas enclaustrados en un volumen edificado en ambiente "a priori" bastante hostil, merecen encontrar un hábitat el cual no solo les haga sentirse protegidos, con la correspondiente tranquilidad y comodidad que ello conlleva, sino que a su vez les aporte un espacio que irradie algo de esperanza, ilusión, luminosidad, alegría, sosiego,…en definitiva, un ambiente capaz de transmitir ganas de vivir y estar» [1].

Con el fin de obtener datos, de primera mano, de aquellas personas capaces de ser los primeros en habitar estos nuevos hábitats, como son los astronautas y cosmonautas, se proponen las siguientes cuestiones que nos darán unas primeras respuestas para crear un programa de necesidades acorde a tal fin, de manera real, y en relación directa con su formación, obligaciones, y carencias en cuanto a estancia fuera de la Tierra se refiere, junto a sus experiencias en este ámbito.

Contacto: E-mail: yasmina@gareidproyectos.com / gareidproyectos@gareidproyectos.com

- Web: https://www.icog.es/redespa/ / www.fallamars.com / www.gareidproyectos.com
- Linkedin: https://www.linkedin.com/in/yasmina-eid-macheh-y-s%C3%A1nchez-65198b205/
- Twitter: https://twitter.com/GareidProyectos
- Facebook: https://www.facebook.com/Gareid-Proyectos-1009390782479792/
- Instagram: https://www.instagram.com/gareidproyectos/

Directores de tesis:

- **Dr. Jesús Martínez-Frías**, Instituto de Geociencias, IGEO (CSIC-UCM), Madrid.
- **Dr. Vicente Blanca-Giménez**, Universitat Politècnica de València.

Instructor académico:

- **Antonio Torres Ferrer**, Ingeniero aeronáutico, piloto militar e ingeniero navegante de pruebas en vuelo. Ex entrenador de astronautas de la ESA (Agencia Espacial Europea) y ex jefe de la unidad de entrenamiento básico y avanzado del Centro Europeo de Astronautas de la ESA.

* Si no tiene experiencia real en el espacio en el **Bloque 2**, conteste como si fuera su previsión real personal si fuera a realizar una misión.

1

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

CUESTIONARIOS ARQUITECTURA HABITABILIDAD PLANETARIA

BLOQUE 1. PERFIL DEL HABITANTE

DATOS PERSONALES:

1. Agencia Espacial / Institución a la que pretende pertenecer, pertenece o ha pertenecido:
2. Años de pertenencia en la misma:
3. Año de nacimiento:
4. Sexo:
5. País de origen:

TRABAJO / ACTIVIDAD:

6. Marque las que corresponda:
   a. Quiero ser astronauta / cosmonauta
   b. Me he presentado a las pruebas de acceso, ¿cuándo?:
   c. Astronauta Análogo
   d. Activo como astronauta / cosmonauta
   e. Reserva
7. ¿Qué formación académica universitaria ha recibido?
8. En la actualidad, ¿desempeña algún tipo de actividad relacionado con el espacio?:
9. Número de misiones que ha realizado:
10. Permanencia en el espacio de cada una de las misiones:
11. Permanencia total en el espacio:

2

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

CUESTIONARIOS ARQUITECTURA HABITABILIDAD PLANETARIA

BLOQUE 2. EXPERIENCIAS EN EL ESPACIO *

EN LAS MISIONES REALIZADAS:

12. En su permanencia en el espacio, ¿qué es lo primero que echó de menos de la vida cotidiana en la Tierra?:
13. En su permanencia en el espacio, ¿cuánto tiempo diario dedicaba al descanso, y otras actividades no científicas (**sin** contar el tiempo de sueño, o dormir)?:
14. En su permanencia en el espacio, ¿cuánto tiempo dedicaba al día para dormir (tiempo continuado)?:
15. En su permanencia en el espacio, ¿daba importancia a la iluminación de las estancias cuando debía dormir?
    - ☐ Sí
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más:
16. En su permanencia en el espacio, ¿daba importancia a poder mirar por una ventana al exterior?
    - ☐ Sí
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más:
17. En su permanencia en el espacio, ¿cuánto tiempo al día, de media, dedicaba a mirar por una ventana al exterior?:
18. En su permanencia en el espacio, ¿echaba de menos poder ver o tocar plantas?
    - ☐ Sí
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más:
19. En su permanencia en el espacio, ¿echaba de menos poder ver o tocar animales?
    - ☐ Sí
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más:

3

20. En su permanencia en el espacio, ¿tuvo la posibilidad de momentos de estar solo en una estancia?
    - ☐ Sí
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más:

21. En su permanencia en el espacio, ¿valora positivamente poder tener momentos de estar solo en una estancia?
    - ☐ Sí
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más:

22. En su permanencia en el espacio, ¿daba importancia a los olores?
    - ☐ Sí
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más:

23. En su permanencia en el espacio, ¿daba importancia a los ruidos?
    - ☐ Sí
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más:

24. En su permanencia en el espacio, ¿notaba que le afectaba físicamente la suplencia de oxígeno directo por aquel suministrado de forma artificial por medio de los ECLSS, dados los niveles altos de CO2 que a veces pueden concentrarse?
    - ☐ Sí
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más:

25. En su permanencia en el espacio, ¿se hubiera sentido más cómodo al beber agua reciclada que no fuera de los propios fluidos de la tripulación?
    - ☐ Sí
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más:

26. En su permanencia en el espacio, ¿notaba dolor de ojos?
    - ☐ Sí
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más:

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

CUESTIONARIOS
ARQUITECTURA
HABITABILIDAD
PLANETARIA

27. En su permanencia en el espacio, ¿notaba pérdida de visión progresiva?
    - ☐ Sí
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más:

28. En su permanencia en el espacio, ¿anhelaba un espacio amplio para la práctica del deporte?
    - ☐ Sí
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más:

BLOQUE 3. EXPECTATIVAS EN UNA MISIÓN LUNA O MARTE

MISIÓN LUNA:

29. ¿Cuántos días continuados estaría dispuesto a permanecer en la Luna, al interior de un hábitat?:

    Entendiendo día de 24 horas terrestres
    - ☐ Menos de 5 días
    - ☐ Entre 6 y 15 días
    - ☐ Entre 16 y 30 días
    - ☐ Entre 31 y 60 días
    - ☐ Entre 61 y 90 días
    - ☐ Más de 90 días
    - ☐ Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más:

30. ¿Cuántos días continuados estimaría que debería permanecer una misma persona en la Luna, formando parte de una misión?:

    Entendiendo día de 24 horas terrestres
    - ☐ Menos de 5 días
    - ☐ Entre 6 y 15 días
    - ☐ Entre 16 y 30 días
    - ☐ Entre 31 y 60 días
    - ☐ Entre 61 y 90 días
    - ☐ Más de 90 días
    - ☐ Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más:

MISIÓN MARTE:

31. ¿Cuántos días continuados estaría dispuesto a permanecer en Marte, al interior de un hábitat?:

    Entendiendo día de 24 horas terrestres
    - ☐ Menos de 5 días
    - ☐ Entre 6 y 15 días
    - ☐ Entre 16 y 30 días
    - ☐ Entre 31 y 60 días

- ☐ Entre 61 y 90 días
- ☐ Más de 90 días
- ☐ Irrelevante

Si lo desea puede aportar más:

32. ¿Cuántos días continuados estimaría que debería permanecer una misma persona en Marte, formando parte de una misión?:

Entendiendo día de 24 horas terrestres

- ☐ Menos de 5 días
- ☐ Entre 6 y 15 días
- ☐ Entre 16 y 30 días
- ☐ Entre 31 y 60 días
- ☐ Entre 61 y 90 días
- ☐ Más de 90 días
- ☐ Irrelevante

Si lo desea puede aportar más:

MISIÓN LUNA O MARTE:

33. ¿Qué recinto habitable le resulta más idóneo ante una estancia prolongada en los cuerpos celestes indicados?

- ☐ Artificial, sobre superficie
- ☐ Natural, en cuevas o formaciones como tubos de lava
- ☐ Unión mixta de los anteriores recintos

¿Podría razonar brevemente la respuesta?:

34. ¿Valoraría positivamente que el hábitat se desarrollase en un único nivel?

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☐ Irrelevante

Si lo desea puede aportar más:

35. ¿Qué tipos de superficies preferiría –visualmente hablando– que tuviera un hábitat a desarrollar?

- ☐ Rectas
- ☐ Curvas
- ☐ Irrelevante

Si lo desea puede aportar más:

36. ¿Ha notado algún cambio en su estado de ánimo en función del color empleado en algún habitáculo o recinto tras días sin salir del mismo?

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☐ Irrelevante

Si lo desea puede aportar más:

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA · ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

CUESTIONARIOS
ARQUITECTURA
HABITABILIDAD
PLANETARIA

37. ¿Daría importancia a los colores empleados en las diferentes superficies del hábitat?

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☐ Irrelevante

Si lo desea puede aportar más:

38. ¿Daría importancia a la posibilidad de participar en la elección de los colores de las superficies del hábitat?

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☐ Irrelevante

Si lo desea puede aportar más:

39. ¿Qué tipo de habitación preferiría ocupar en este tipo de misión?

- ☐ Individual
- ☐ Compartida, ¿cuántas personas máximo?:
- ☐ Irrelevante

Si lo desea puede aportar más:

40. ¿Valora positivamente la existencia de espacios que permitan la intimidad, distinto del baño / aseo?

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☐ Irrelevante

Si lo desea puede aportar más:

41. ¿Prefiere disponer de ventana al exterior, dentro de la habitación donde se duerme?

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☐ Irrelevante

Si lo desea puede aportar más:

42. ¿Consideraría suficiente disponer de ventana al interior del hábitat, dentro de la habitación donde se duerme?

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☐ Irrelevante

Si lo desea puede aportar más:

43. ¿Prefiere disponer de escritorio personal con silla, dentro de la habitación donde duerme?

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☐ Irrelevante

Si lo desea puede aportar más:

44. ¿Valoraría positivamente la posibilidad de poder identificar por el olor cada una de las estancias del hábitat?
    - ☐ Sí
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más:

45. Al no poder salir libremente al exterior, necesitando traje EVA para ello, ¿valoraría positivamente espacios de circulación amplios en el interior del hábitat, que incluso permitan el desarrollo de actividades deportivas?
    - ☐ Sí
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más:

46. ¿Valoraría positivamente espacios verdes -con plantas, productoras de oxígeno-, no únicamente utilizados para la producción de alimentos, sino destinados al esparcimiento y la relajación?
    - ☐ Sí
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más:

47. ¿Valoraría positivamente espacios destinados a pequeños animales domésticos?
    - ☐ Sí
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más:

48. ¿Valoraría positivamente la existencia de una o más ventanas superiores, en las zonas comunes del hábitat, por medio de las que se pudiese visualizar cenitalmente el espacio exterior?
    - ☐ Sí
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más:

49. ¿Valoraría positivamente la posibilidad de tener referencias de tiempo transcurrido **similares a las terrestres**, con el fin de mantener la conciencia sobre las necesidades biológicas del organismo humano –ciclos circadianos-, en paralelo al horario día y noche, terrestre, y así establecer pautas lo más saludables posibles al interior de una hábitat que se mantiene como burbuja hacia su entorno?
    - ☐ Sí
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más:

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

CUESTIONARIOS
ARQUITECTURA
HABITABILIDAD
PLANETARIA

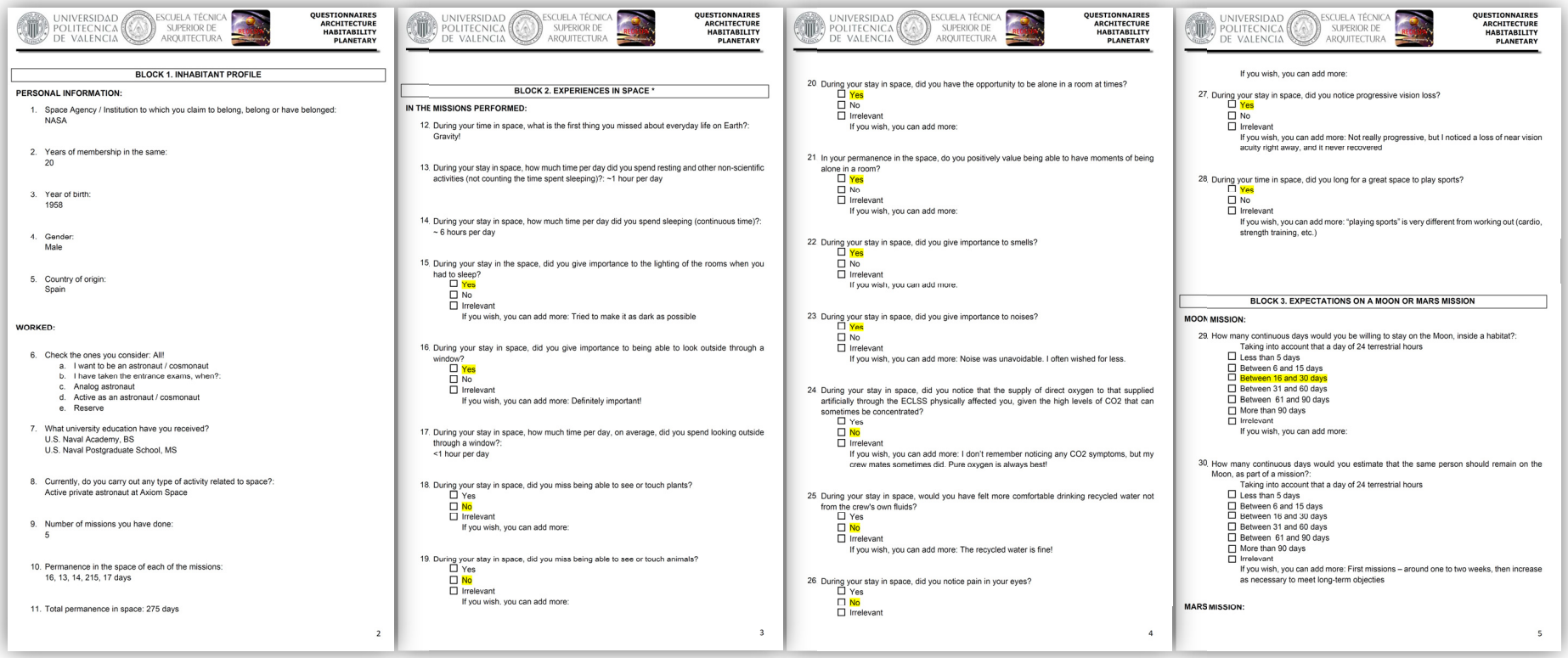
50. ¿Cómo visualiza el interior de una cápsula de supervivencia o búnker -para su cobijo junto con más individuos de su especie-, pensando que no va a poder abandonarla, como si de una situación de catástrofe extrema se tratase? ¿Podría hacer un croquis a mano, en planta?

* Si no tiene experiencia real en el espacio en el **Bloque 2**, conteste como si fuera su previsión real personal si fuera a realizar una misión.

[1] Fuente: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez, Jesús Matínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

Anexo 6. Encuestas recibidas de los participantes en la investigación

Sujeto 1



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged:
   NASA
2. Years of membership in the same:
   20
3. Year of birth:
   1958
4. Gender:
   Male
5. Country of origin:
   Spain

WORKED:

6. Check the ones you consider: All!
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. I have taken the entrance exams, when?:
   c. Analog astronaut
   d. Active as an astronaut / cosmonaut
   e. Reserve
7. What university education have you received?
   U.S. Naval Academy, BS
   U.S. Naval Postgraduate School, MS
8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?:
   Active private astronaut at Axiom Space
9. Number of missions you have done:
   5
10. Permanence in the space of each of the missions:
    16, 13, 14, 215, 17 days
11. Total permanence in space: 275 days

2

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?:
    Gravity!
13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?: ~1 hour per day
14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:
    ~ 6 hours per day
15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: Tried to make it as dark as possible
16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: Definitely important!
17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?:
    <1 hour per day
18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

3

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
21. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
22. During your stay in space, did you give importance to smells?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
23. During your stay in space, did you give importance to noises?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: Noise was unavoidable. I often wished for less.
24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: I don't remember noticing any CO2 symptoms, but my crew mates sometimes did. Pure oxygen is always best!
25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: The recycled water is fine!
26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant

4

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

If you wish, you can add more:

27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: Not really progressive, but I noticed a loss of near vision acuity right away, and it never recovered
28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: "playing sports" is very different from working out (cardio, strength training, etc.)

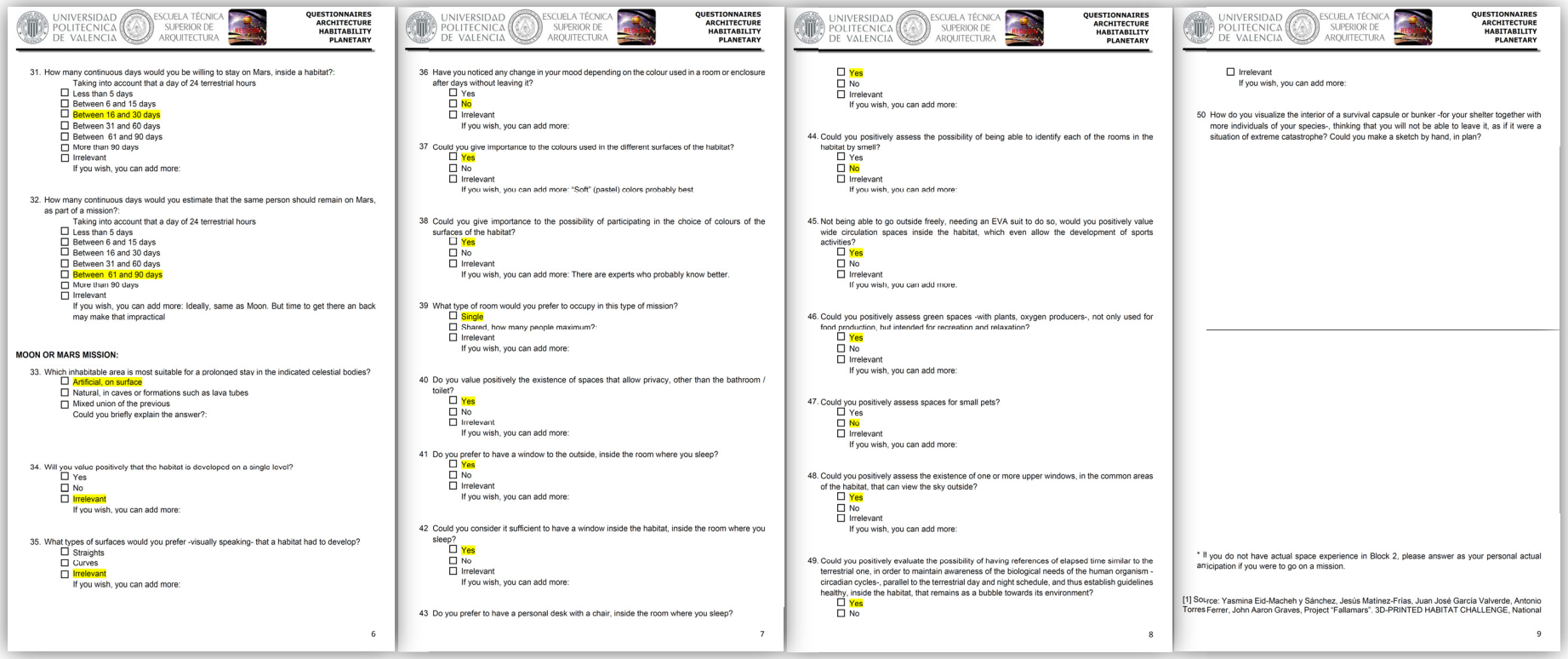
BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

MOON MISSION:

29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: First missions – around one to two weeks, then increase as necessary to meet long-term objectives

MARS MISSION:

5



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more: Ideally, same as Moon. But time to get there an back may make that impractical

MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?
☐ Artificial, on surface
☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes
☐ Mixed union of the previous
Could you briefly explain the answer?:

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?
☐ Straights
☐ Curves
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

6

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

36 Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

37 Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more: "Soft" (pastel) colors probably best

38 Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more: There are experts who probably know better.

39 What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?
☐ Single
☐ Shared, how many people maximum?:
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

40 Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

41 Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

42 Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

43 Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?

7

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

44. Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

45. Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

46. Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

47. Could you positively assess spaces for small pets?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

48. Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

49. Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism -circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?
☐ Yes
☐ No

8

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

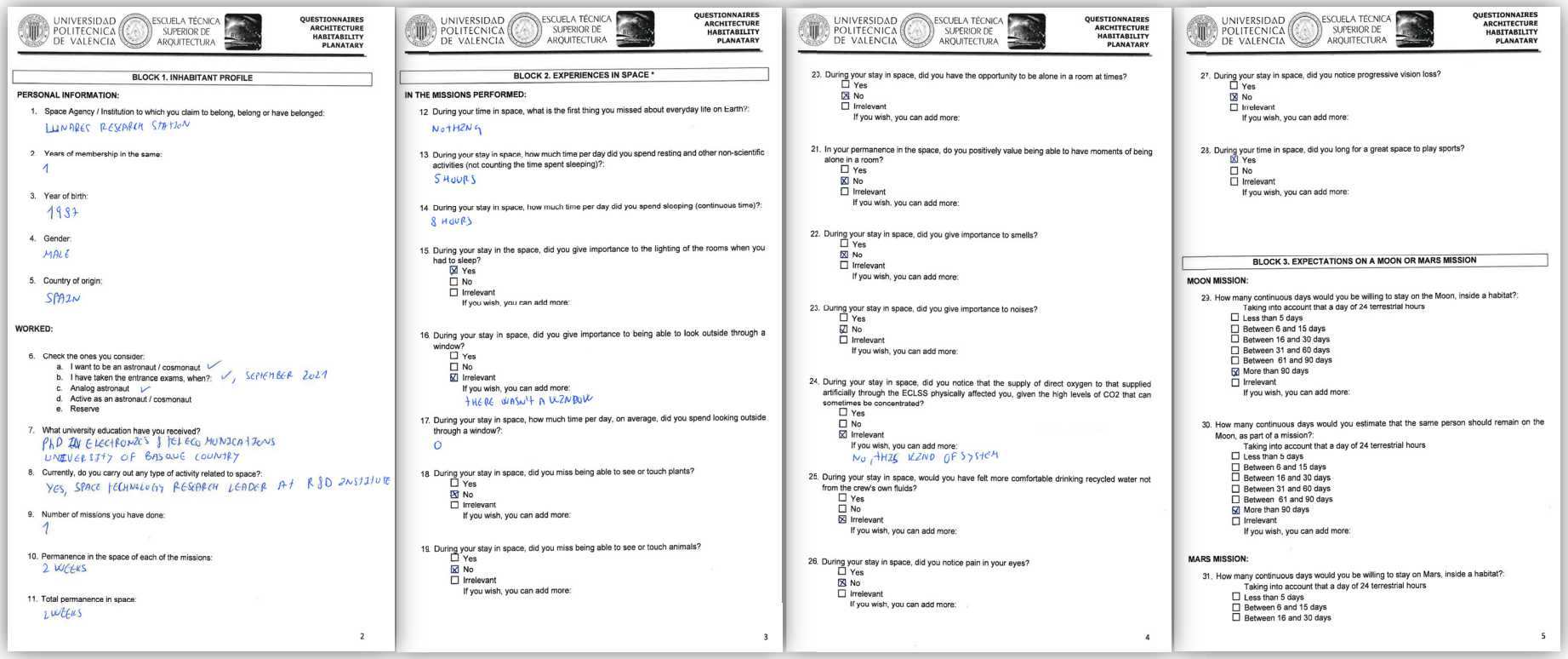
50 How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez, Jesús Matinez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National

9

Sujeto 2



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANATARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged:
   LUNARES RESEARCH STATION
2. Years of membership in the same:
   1
3. Year of birth:
   1997
4. Gender:
   MALE
5. Country of origin:
   SPAIN

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut ✓
   b. I have taken the entrance exams, when?: ✓, SEPTEMBER 2021
   c. Analog astronaut ✓
   d. Active as an astronaut / cosmonaut
   e. Reserve
7. What university education have you received?
   PhD IN ELECTRONICS & TELECOMUNICATIONS
   UNIVERSITY OF BASQUE COUNTRY
8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?:
   YES, SPACE TECHNOLOGY RESEARCH LEADER AT R&D INSTITUTE
9. Number of missions you have done:
   1
10. Permanence in the space of each of the missions:
    2 WEEKS
11. Total permanence in space:
    2 WEEKS

2

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANATARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?:
    NOTHING
13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?:
    5 HOURS
14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:
    8 HOURS
15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    ☒ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☒ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
    THERE WASN'T A WINDOW
17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?:
    0
18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    ☐ Yes
    ☒ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?
    ☐ Yes
    ☒ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

3

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANATARY

20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
    ☐ Yes
    ☒ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
21. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
    ☐ Yes
    ☒ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
22. During your stay in space, did you give importance to smells?
    ☐ Yes
    ☒ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
23. During your stay in space, did you give importance to noises?
    ☐ Yes
    ☒ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☒ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
    NO, THIS KIND OF SYSTEM
25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☒ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
    ☐ Yes
    ☒ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

4

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANATARY

27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
    ☐ Yes
    ☒ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
    ☒ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

MOON MISSION:

29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☒ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☒ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days

5

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANATARY

- ☐ Between 31 and 60 days
- ☐ Between 61 and 90 days
- ☒ More than 90 days
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
- ☐ Less than 5 days
- ☐ Between 6 and 15 days
- ☐ Between 16 and 30 days
- ☐ Between 31 and 60 days
- ☐ Between 61 and 90 days
- ☒ More than 90 days
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?
- ☐ Artificial, on surface
- ☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes
- ☒ Mixed union of the previous

Could you briefly explain the answer?:
BOTH ARE NECESSARY, LAVA TUBES PROTECT MORE FROM RADIATION BUT HABITATS ARE MORE HUMAN

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?
- ☐ Yes
- ☒ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?
- ☒ Straights
- ☐ Curves
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?
- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANATARY

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?
- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?
- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?
- ☒ Single
- ☐ Shared, how many people maximum?:
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?
- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?
- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?
- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

43. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☒ Irrelevant

If you wish, you can add more:

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANATARY

44. Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☒ Irrelevant

If you wish, you can add more:

45. Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?
- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

46. Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☒ Irrelevant

If you wish, you can add more:
NOT ENOUGH SPACE IN THE SPACECRAFT FOR THIS PURPOUSE

47. Could you positively assess spaces for small pets?
- ☐ Yes
- ☒ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

48. Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?
- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

49. Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism - circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?
- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

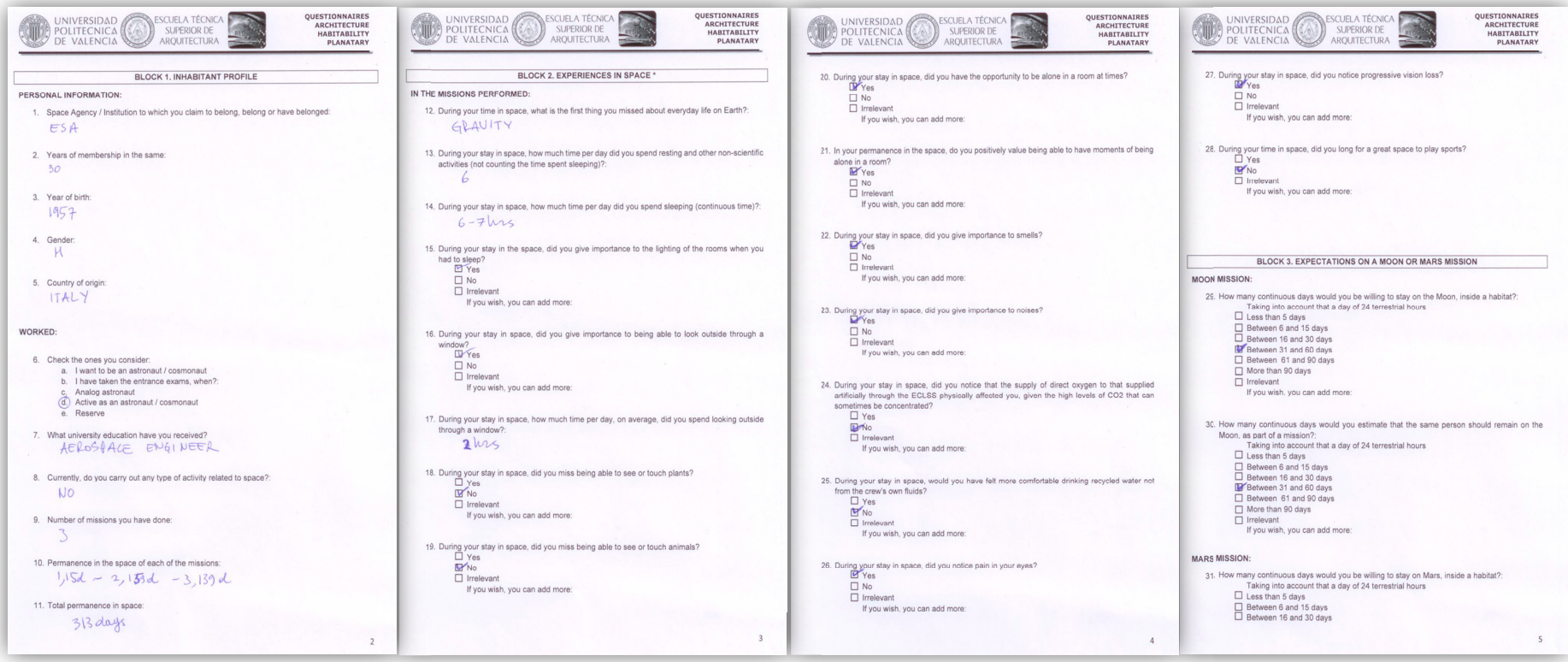
QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANATARY

50. How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez, Jesús Matínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars", 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

Sujeto 3



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANATARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged: ESA
2. Years of membership in the same: 30
3. Year of birth: 1957
4. Gender: M
5. Country of origin: ITALY

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. I have taken the entrance exams, when?:
   c. Analog astronaut
   d. (d) Active as an astronaut / cosmonaut
   e. Reserve
7. What university education have you received? AEROSPACE ENGINEER
8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?: NO
9. Number of missions you have done: 3
10. Permanence in the space of each of the missions: 1,15d – 2,15d – 3,139d
11. Total permanence in space: 313 days

2

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANATARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth? GRAVITY
13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?: 6
14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?: 6-7hrs
15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    ☑ Yes ☐ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    ☑ Yes ☐ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?: 2hrs
18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    ☐ Yes ☑ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?
    ☐ Yes ☑ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

3

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANATARY

20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
    ☑ Yes ☐ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
21. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
    ☑ Yes ☐ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
22. During your stay in space, did you give importance to smells?
    ☑ Yes ☐ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
23. During your stay in space, did you give importance to noises?
    ☑ Yes ☐ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
    ☐ Yes ☑ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
    ☐ Yes ☑ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
    ☑ Yes ☐ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

4

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANATARY

27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
    ☑ Yes ☐ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
    ☐ Yes ☑ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

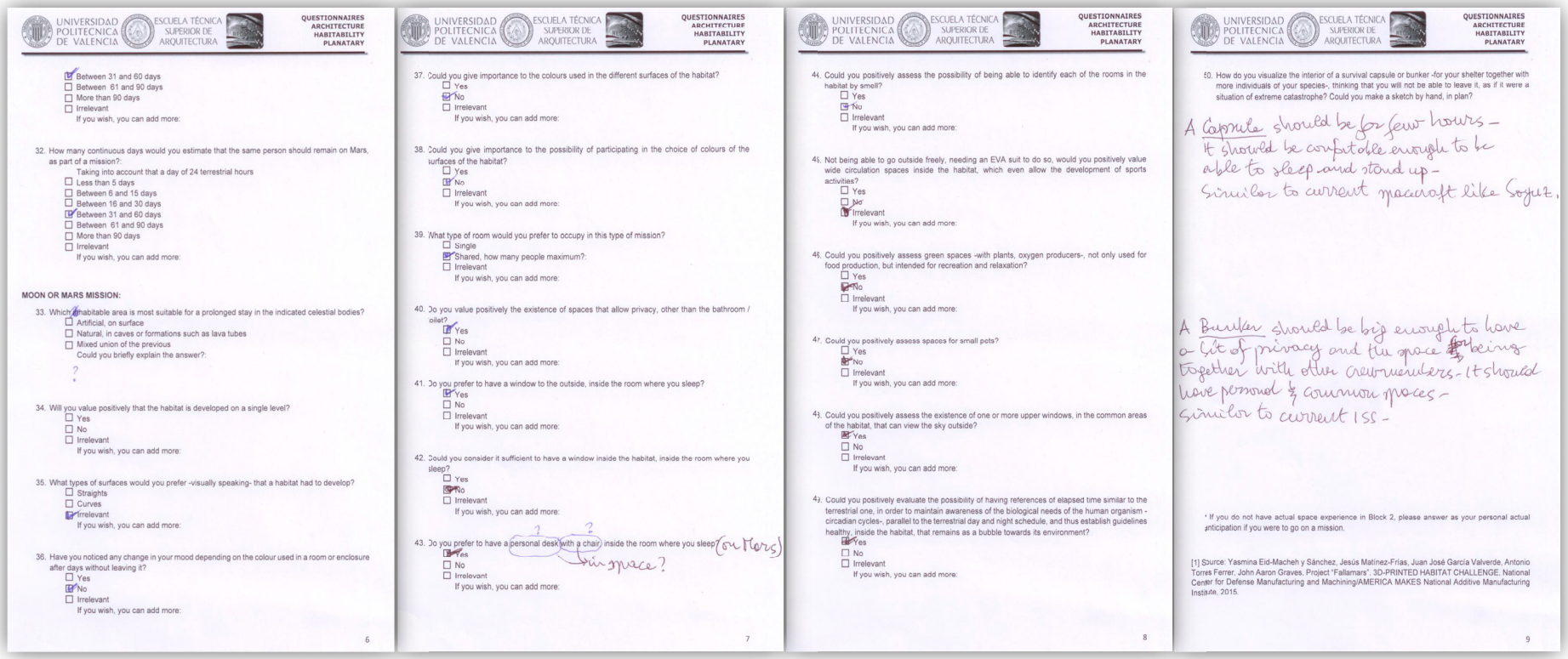
MOON MISSION:

29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☑ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☑ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days

5



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANATARY

- [x] Between 31 and 60 days
- [ ] Between 61 and 90 days
- [ ] More than 90 days
- [ ] Irrelevant

If you wish, you can add more:

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:

Taking into account that a day of 24 terrestrial hours

- [ ] Less than 5 days
- [ ] Between 6 and 15 days
- [ ] Between 16 and 30 days
- [x] Between 31 and 60 days
- [ ] Between 61 and 90 days
- [ ] More than 90 days
- [ ] Irrelevant

If you wish, you can add more:

MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?

- [ ] Artificial, on surface
- [ ] Natural, in caves or formations such as lava tubes
- [ ] Mixed union of the previous

Could you briefly explain the answer?:

?

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?

- [ ] Yes
- [ ] No
- [ ] Irrelevant

If you wish, you can add more:

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?

- [ ] Straights
- [ ] Curves
- [x] Irrelevant

If you wish, you can add more:

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?

- [ ] Yes
- [x] No
- [ ] Irrelevant

If you wish, you can add more:

6

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANATARY

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?

- [ ] Yes
- [x] No
- [ ] Irrelevant

If you wish, you can add more:

38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?

- [ ] Yes
- [x] No
- [ ] Irrelevant

If you wish, you can add more:

39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?

- [ ] Single
- [x] Shared, how many people maximum?:
- [ ] Irrelevant

If you wish, you can add more:

40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?

- [x] Yes
- [ ] No
- [ ] Irrelevant

If you wish, you can add more:

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?

- [x] Yes
- [ ] No
- [ ] Irrelevant

If you wish, you can add more:

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?

- [ ] Yes
- [x] No
- [ ] Irrelevant

If you wish, you can add more:

43. Do you prefer to have a personal desk with a chair inside the room where you sleep? (on Mars)

- [x] Yes
- [ ] No
- [ ] Irrelevant

in space?

If you wish, you can add more:

7

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANATARY

44. Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?

- [ ] Yes
- [x] No
- [ ] Irrelevant

If you wish, you can add more:

45. Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?

- [ ] Yes
- [ ] No
- [x] Irrelevant

If you wish, you can add more:

46. Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?

- [ ] Yes
- [x] No
- [ ] Irrelevant

If you wish, you can add more:

47. Could you positively assess spaces for small pets?

- [ ] Yes
- [x] No
- [ ] Irrelevant

If you wish, you can add more:

48. Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?

- [x] Yes
- [ ] No
- [ ] Irrelevant

If you wish, you can add more:

49. Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism - circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?

- [x] Yes
- [ ] No
- [ ] Irrelevant

If you wish, you can add more:

8

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANATARY

50. How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?

A Capsule should be for few hours -
It should be comfortable enough to be able to sleep and stand up -
Similar to current spacecraft like Soyuz.

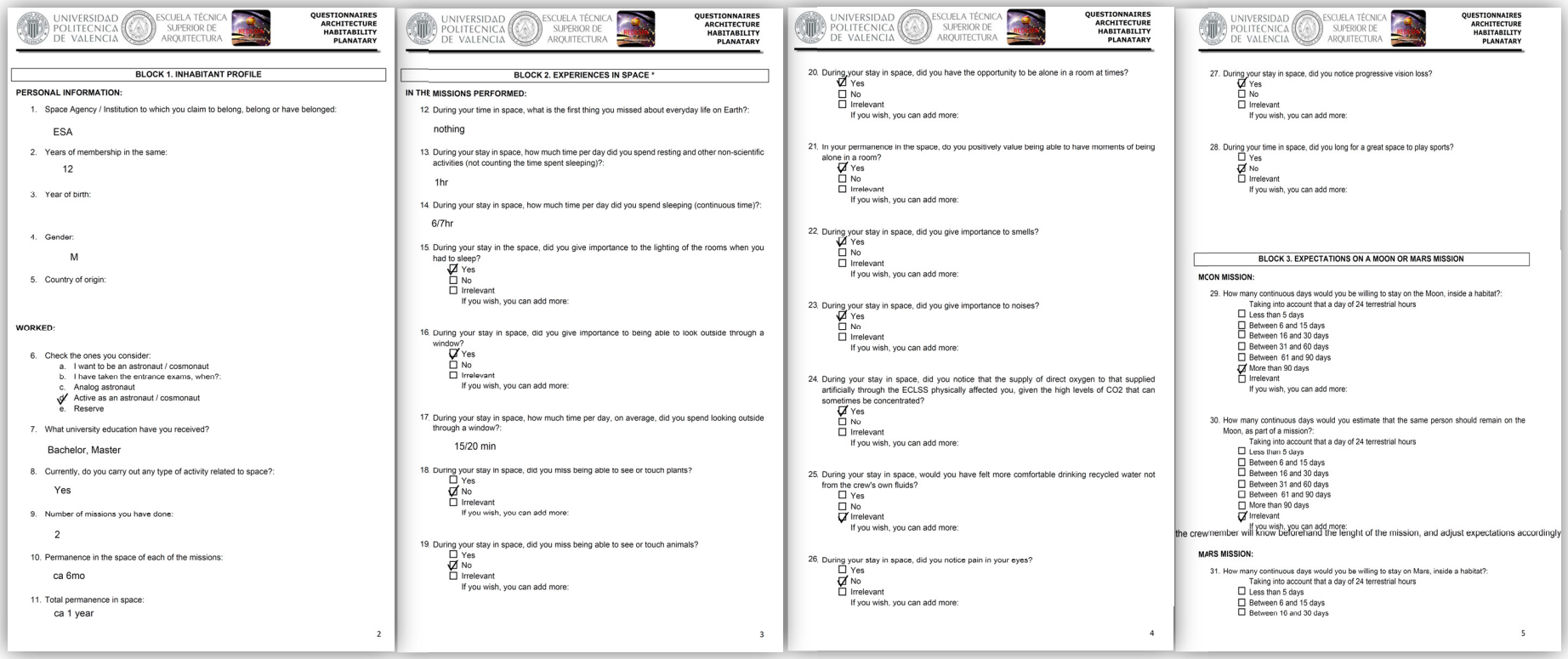
A Bunker should be big enough to have a bit of privacy and the space for being together with other crewmembers - It should have personal & common spaces -
Similar to current ISS -

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez, Jesús Matínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

9

Sujeto 4



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANATARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged:
   ESA
2. Years of membership in the same:
   12
3. Year of birth:
4. Gender:
   M
5. Country of origin:

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. I have taken the entrance exams, when?:
   c. Analog astronaut
   ☑ d. Active as an astronaut / cosmonaut
   e. Reserve
7. What university education have you received?
   Bachelor, Master
8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?:
   Yes
9. Number of missions you have done:
   2
10. Permanence in the space of each of the missions:
    ca 6mo
11. Total permanence in space:
    ca 1 year

2

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANATARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?:
    nothing
13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?:
    1hr
14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:
    6/7hr
15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    ☑ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    ☑ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?:
    15/20 min
18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    ☐ Yes
    ☑ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?
    ☐ Yes
    ☑ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

3

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANATARY

20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
    ☑ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
21. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
    ☑ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
22. During your stay in space, did you give importance to smells?
    ☑ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
23. During your stay in space, did you give importance to noises?
    ☑ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
    ☑ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☑ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
    ☐ Yes
    ☑ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

4

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANATARY

27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
    ☑ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
    ☐ Yes
    ☑ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

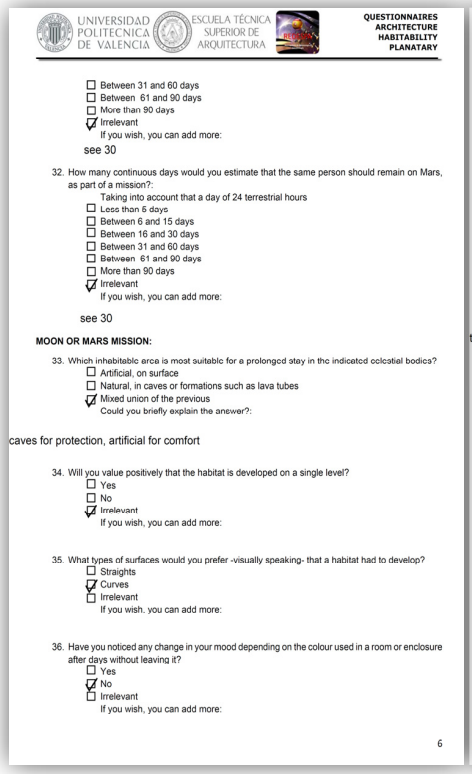
MCON MISSION:

29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☑ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days
    ☑ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
the crewmember will know beforehand the lenght of the mission, and adjust expectations accordingly

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days

5



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANATARY

☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days
☑ Irrelevant
If you wish, you can add more:
see 30

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
☐ Less than 6 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days
☑ Irrelevant
If you wish, you can add more:
see 30

MOON OR MARS MISSION:

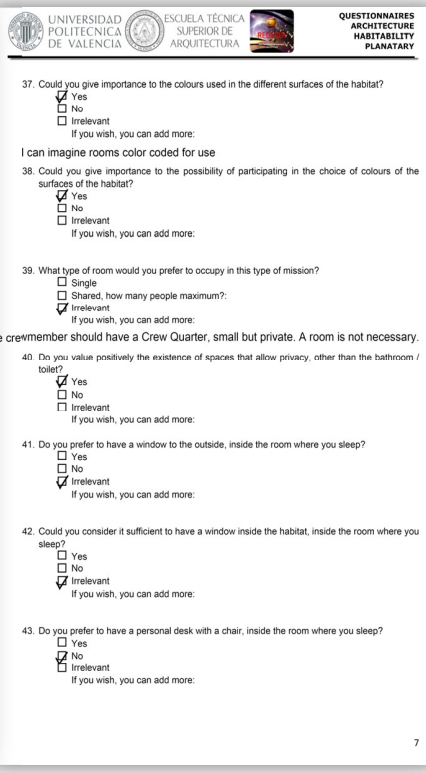
33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?
☐ Artificial, on surface
☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes
☑ Mixed union of the previous
Could you briefly explain the answer?:
caves for protection, artificial for comfort

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?
☐ Yes
☐ No
☑ Irrelevant
If you wish, you can add more:

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?
☐ Straights
☑ Curves
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?
☐ Yes
☑ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

6



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANATARY

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?
☑ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
I can imagine rooms color coded for use

38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?
☑ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?
☐ Single
☐ Shared, how many people maximum?:
☑ Irrelevant
If you wish, you can add more:
the crewmember should have a Crew Quarter, small but private. A room is not necessary.

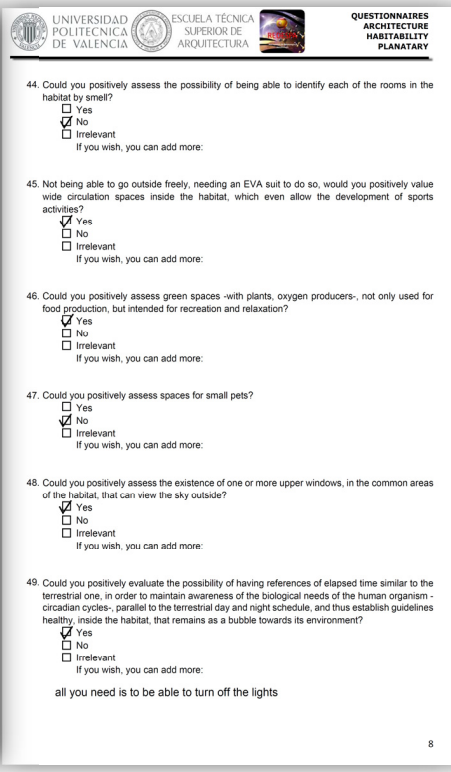
40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?
☑ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☑ Irrelevant
If you wish, you can add more:

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☑ Irrelevant
If you wish, you can add more:

43. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☑ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

7



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANATARY

44. Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?
☐ Yes
☑ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

45. Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?
☑ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

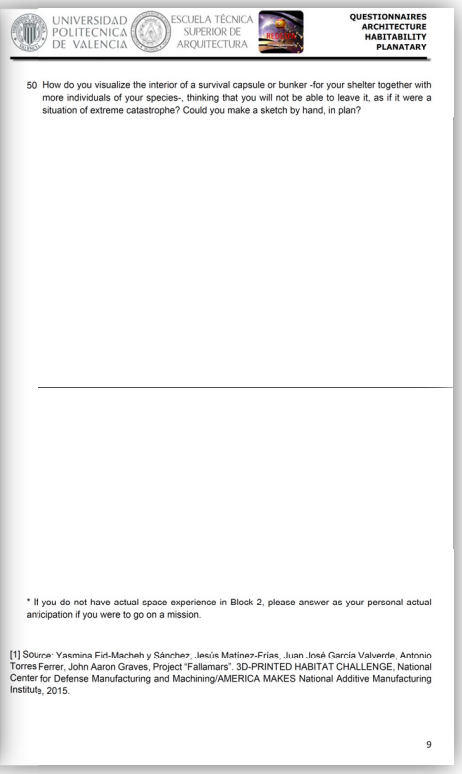
46. Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?
☑ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

47. Could you positively assess spaces for small pets?
☐ Yes
☑ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

48. Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?
☑ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

49. Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism -circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?
☑ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
all you need is to be able to turn off the lights

8



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANATARY

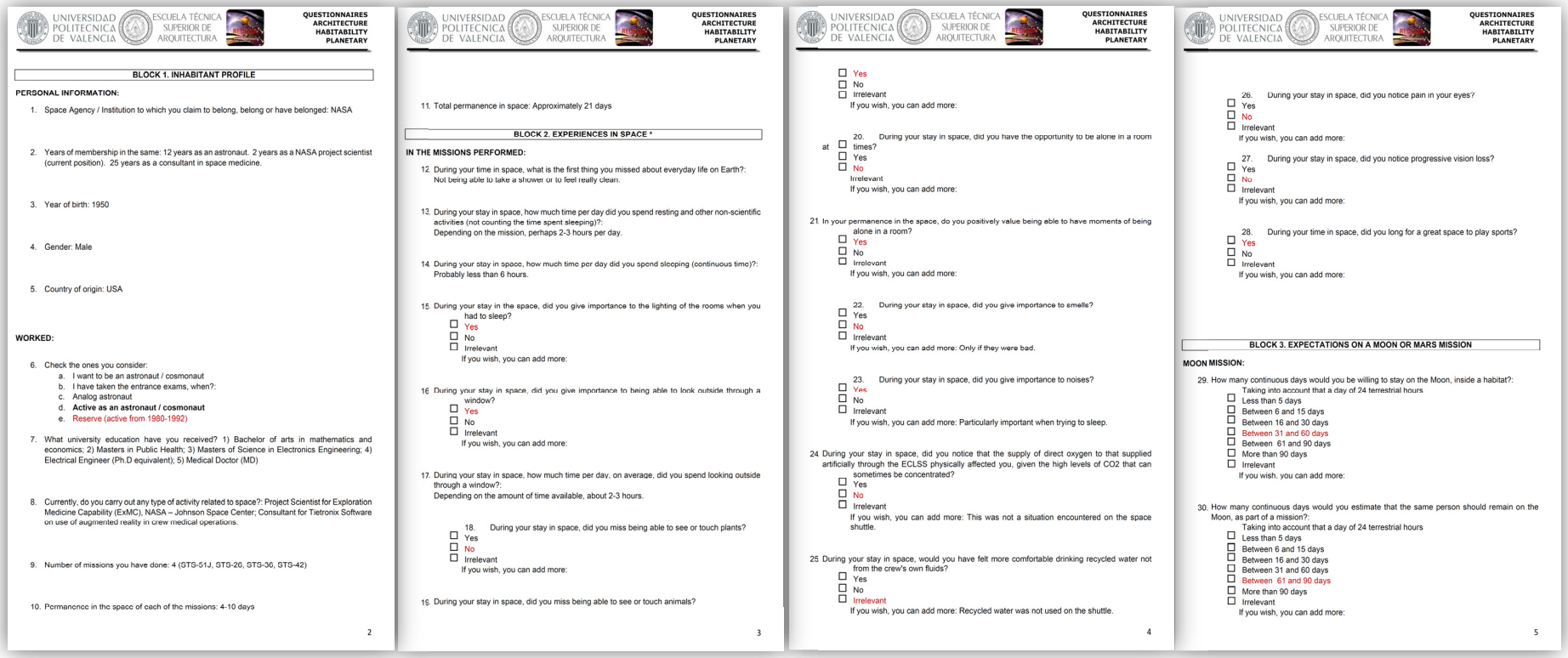
50 How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Fid-Macheb y Sánchez, Jesús Martínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

9

Sujeto 5



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged: NASA
2. Years of membership in the same: 12 years as an astronaut. 2 years as a NASA project scientist (current position). 25 years as a consultant in space medicine.
3. Year of birth: 1950
4. Gender: Male
5. Country of origin: USA

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. I have taken the entrance exams, when?:
   c. Analog astronaut
   d. **Active as an astronaut / cosmonaut**
   e. Reserve (active from 1980-1992)
7. What university education have you received? 1) Bachelor of arts in mathematics and economics; 2) Masters in Public Health; 3) Masters of Science in Electronics Engineering; 4) Electrical Engineer (Ph.D equivalent); 5) Medical Doctor (MD)
8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?: Project Scientist for Exploration Medicine Capability (ExMC), NASA – Johnson Space Center; Consultant for Tietronix Software on use of augmented reality in crew medical operations.
9. Number of missions you have done: 4 (STS-51J, STS-26, STS-36, STS-42)
10. Permanence in the space of each of the missions: 4-10 days

2

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

11. Total permanence in space: Approximately 21 days

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?:
    Not being able to take a shower or to feel really clean.
13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?:
    Depending on the mission, perhaps 2-3 hours per day.
14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:
    Probably less than 6 hours.
15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    - ☐ Yes
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevant

    If you wish, you can add more:
16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    - ☐ Yes
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevant

    If you wish, you can add more:
17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?:
    Depending on the amount of time available, about 2-3 hours.
18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    - ☐ Yes
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevant

    If you wish, you can add more:
19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?

3

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
    - ☐ Yes
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevant

    If you wish, you can add more:
21. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
    - ☐ Yes
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevant

    If you wish, you can add more:
22. During your stay in space, did you give importance to smells?
    - ☐ Yes
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevant

    If you wish, you can add more: Only if they were bad.
23. During your stay in space, did you give importance to noises?
    - ☐ Yes
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevant

    If you wish, you can add more: Particularly important when trying to sleep.
24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
    - ☐ Yes
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevant

    If you wish, you can add more: This was not a situation encountered on the space shuttle.
25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
    - ☐ Yes
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevant

    If you wish, you can add more: Recycled water was not used on the shuttle.

4

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
    - ☐ Yes
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevant

    If you wish, you can add more:
27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
    - ☐ Yes
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevant

    If you wish, you can add more:
28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
    - ☐ Yes
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevant

    If you wish, you can add more:

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

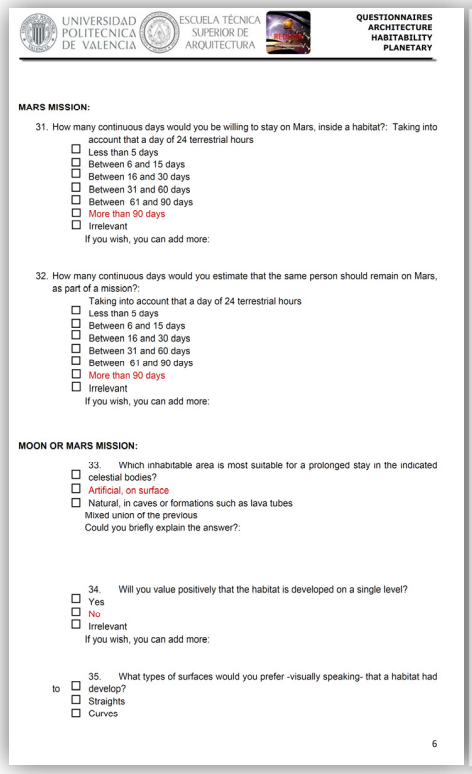
MOON MISSION:

29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    - ☐ Less than 5 days
    - ☐ Between 6 and 15 days
    - ☐ Between 16 and 30 days
    - ☐ Between 31 and 60 days
    - ☐ Between 61 and 90 days
    - ☐ More than 90 days
    - ☐ Irrelevant

    If you wish, you can add more:
30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    - ☐ Less than 5 days
    - ☐ Between 6 and 15 days
    - ☐ Between 16 and 30 days
    - ☐ Between 31 and 60 days
    - ☐ Between 61 and 90 days
    - ☐ More than 90 days
    - ☐ Irrelevant

    If you wish, you can add more:

5



MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?: Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
- ☐ Less than 5 days
- ☐ Between 6 and 15 days
- ☐ Between 16 and 30 days
- ☐ Between 31 and 60 days
- ☐ Between 61 and 90 days
- ☐ More than 90 days
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
- ☐ Less than 5 days
- ☐ Between 6 and 15 days
- ☐ Between 16 and 30 days
- ☐ Between 31 and 60 days
- ☐ Between 61 and 90 days
- ☐ More than 90 days
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?
- ☐ Artificial, on surface
- ☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes
- Mixed union of the previous

Could you briefly explain the answer?:

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?
- ☐ Straights
- ☐ Curves

Irrelevant

If you wish, you can add more:

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?
- ☐ Yes
- ☐ No
- Irrelevant

If you wish, you can add more:

38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission? Single
- ☐ Shared, how many people maximum?:
- ☐ Irrelevant
- ☐ If you wish, you can add more:

40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?
- ☐ Yes
- ☐ No
- Irrelevant

If you wish, you can add more: As long as light can be blocked through the window during sleep periods.

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

43. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?
- ☐ Yes
- ☐ No
- Irrelevant

If you wish, you can add more:

44. Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

45. Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

46. Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

47. Could you positively assess spaces for small pets?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

48. Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

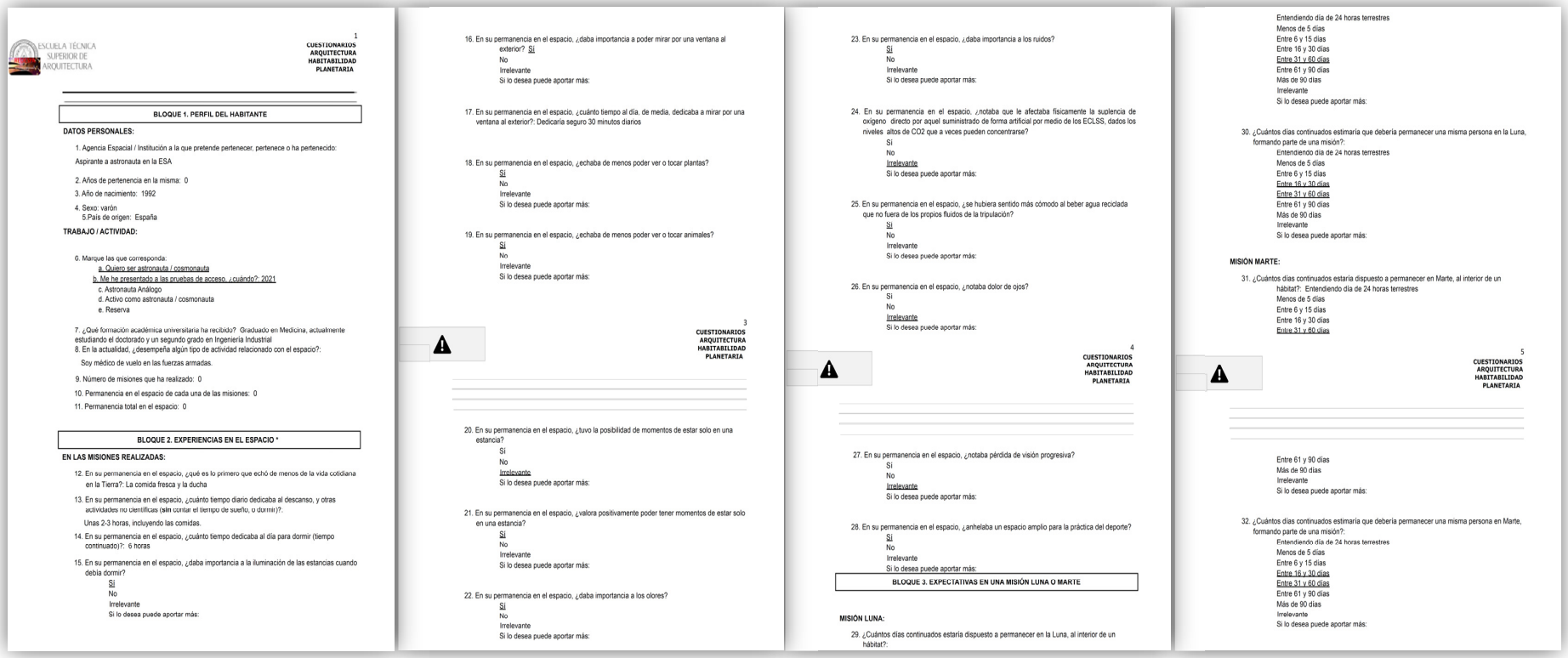
49. Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

50. How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?

I don't have a specific plan in mind. It might be more practical to use a nearby lava tube as a shelter than trying to build a survival enclosure within the habitat. There may be times where short-term shelter is required, such as during large solar particle events; in this case, having a small shelter within the habitat would be best since warning times might be minimal. The shelter should be well shielded from radiation and of sufficient volume to provide food and water for several weeks.

Sujeto 6



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

1
CUESTIONARIOS ARQUITECTURA HABITABILIDAD PLANETARIA

BLOQUE 1. PERFIL DEL HABITANTE

DATOS PERSONALES:

1. Agencia Espacial / Institución a la que pretende pertenecer, pertenece o ha pertenecido:
Aspirante a astronauta en la ESA
2. Años de pertenencia en la misma: 0
3. Año de nacimiento: 1992
4. Sexo: varón
5. País de origen: España

TRABAJO / ACTIVIDAD:

0. Marque las que corresponda:
a. Quiero ser astronauta / cosmonauta
b. Me he presentado a las pruebas de acceso, ¿cuándo?: 2021
c. Astronauta Análogo
d. Activo como astronauta / cosmonauta
e. Reserva

7. ¿Qué formación académica universitaria ha recibido? Graduado en Medicina, actualmente estudiando el doctorado y un segundo grado en Ingeniería Industrial
8. En la actualidad, ¿desempeña algún tipo de actividad relacionado con el espacio?:
Soy médico de vuelo en las fuerzas armadas.
9. Número de misiones que ha realizado: 0
10. Permanencia en el espacio de cada una de las misiones: 0
11. Permanencia total en el espacio: 0

BLOQUE 2. EXPERIENCIAS EN EL ESPACIO *

EN LAS MISIONES REALIZADAS:

12. En su permanencia en el espacio, ¿qué es lo primero que echó de menos de la vida cotidiana en la Tierra?: La comida fresca y la ducha
13. En su permanencia en el espacio, ¿cuánto tiempo diario dedicaba al descanso, y otras actividades no científicas (**sin** contar el tiempo de sueño, o dormir)?:
Unas 2-3 horas, incluyendo las comidas.
14. En su permanencia en el espacio, ¿cuánto tiempo dedicaba al día para dormir (tiempo continuado)?: 6 horas
15. En su permanencia en el espacio, ¿daba importancia a la iluminación de las estancias cuando debía dormir?
Sí
No
Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:

16. En su permanencia en el espacio, ¿daba importancia a poder mirar por una ventana al exterior? Sí
No
Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:

17. En su permanencia en el espacio, ¿cuánto tiempo al día, de media, dedicaba a mirar por una ventana al exterior?: Dedicaría seguro 30 minutos diarios

18. En su permanencia en el espacio, ¿echaba de menos poder ver o tocar plantas?
Sí
No
Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:

19. En su permanencia en el espacio, ¿echaba de menos poder ver o tocar animales?
Sí
No
Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:

3
CUESTIONARIOS ARQUITECTURA HABITABILIDAD PLANETARIA

20. En su permanencia en el espacio, ¿tuvo la posibilidad de momentos de estar solo en una estancia?
Sí
No
Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:

21. En su permanencia en el espacio, ¿valora positivamente poder tener momentos de estar solo en una estancia?
Sí
No
Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:

22. En su permanencia en el espacio, ¿daba importancia a los olores?
Sí
No
Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:

23. En su permanencia en el espacio, ¿daba importancia a los ruidos?
Sí
No
Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:

24. En su permanencia en el espacio, ¿notaba que le afectaba físicamente la suplencia de oxígeno directo por aquel suministrado de forma artificial por medio de los ECLSS, dados los niveles altos de CO_2 que a veces pueden concentrarse?
Sí
No
Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:

25. En su permanencia en el espacio, ¿se hubiera sentido más cómodo al beber agua reciclada que no fuera de los propios fluidos de la tripulación?
Sí
No
Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:

26. En su permanencia en el espacio, ¿notaba dolor de ojos?
Sí
No
Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:

4
CUESTIONARIOS ARQUITECTURA HABITABILIDAD PLANETARIA

27. En su permanencia en el espacio, ¿notaba pérdida de visión progresiva?
Sí
No
Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:

28. En su permanencia en el espacio, ¿anhelaba un espacio amplio para la práctica del deporte?
Sí
No
Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:

BLOQUE 3. EXPECTATIVAS EN UNA MISIÓN LUNA O MARTE

MISIÓN LUNA:

29. ¿Cuántos días continuados estaría dispuesto a permanecer en la Luna, al interior de un hábitat?:
Entendiendo día de 24 horas terrestres
Menos de 5 días
Entre 6 y 15 días
Entre 16 y 30 días
Entre 31 y 60 días
Entre 61 y 90 días
Más de 90 días
Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:

30. ¿Cuántos días continuados estimaría que debería permanecer una misma persona en la Luna, formando parte de una misión?:
Entendiendo día de 24 horas terrestres
Menos de 5 días
Entre 6 y 15 días
Entre 16 y 30 días
Entre 31 y 60 días
Entre 61 y 90 días
Más de 90 días
Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:

MISIÓN MARTE:

31. ¿Cuántos días continuados estaría dispuesto a permanecer en Marte, al interior de un hábitat?: Entendiendo día de 24 horas terrestres
Menos de 5 días
Entre 6 y 15 días
Entre 16 y 30 días
Entre 31 y 60 días

5
CUESTIONARIOS ARQUITECTURA HABITABILIDAD PLANETARIA

Entre 61 y 90 días
Más de 90 días
Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:

32. ¿Cuántos días continuados estimaría que debería permanecer una misma persona en Marte, formando parte de una misión?:
Entendiendo día de 24 horas terrestres
Menos de 5 días
Entre 6 y 15 días
Entre 16 y 30 días
Entre 31 y 60 días
Entre 61 y 90 días
Más de 90 días
Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:

MISIÓN LUNA O MARTE:

33. ¿Qué recinto habitable le resulta más idóneo ante una estancia prolongada en los cuerpos celestes indicados?
    - Artificial, sobre superficie
    - Natural, en cuevas o formaciones como tubos de lava
    - Unión mixta de los anteriores recintos

    ¿Podría razonar brevemente la respuesta?: El hecho de que el hábitat sea artificial transmite seguridad, por garantizar que se trata de un entorno diseñado para ser habitado por el ser humano, en el que es menos probable que ocurran imprevistos. El hehco de que tenga una unión con el mundo natural es interesante en tanto que psicológicamente ayuda a percibir que se está realmente en otro cuerpo celeste. Los espacios cerrados y aislados del entorno que los rodea pueden acabar resultando algo "alucinatorios" por transmitir sensación de irrealidad.

34. ¿Valoraría positivamente que el hábitat se desarrollase en un único nivel?

    Si
    No
    Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más: Pienso que si hay varios niveles se percibiría el hábitat como más grande y habría más oportunidades para moverse o encontrarse con otra persona, reduciendo la sensación de hacinamiento.

35. ¿Qué tipos de superficies preferiría –visualmente hablando- que tuviera un hábitat a desarrollar?
    - Rectas
    - Curvas
    - Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más:

36. ¿Ha notado algún cambio en su estado de ánimo en función del color empleado en algún habitáculo o recinto tras días sin salir del mismo?
    - Si
    - No
    - Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más: los entornos muy brillantes (paredes blancas o de colores muy claros, iluminadas por fluorescentes, como en los hospitales) resultan estresantes a largo plazo por transmitir frialdad. La suciedad además se hace rápidamente aparente; aunque esto es importante para mantener la higiene también resulta algo desagradable si no existe una solución fácil.

37. ¿Daría importancia a los colores empleados en las diferentes superficies del hábitat?

    Si
    No
    Irrelevante
    Si lo desea puede aportar más:

38. ¿Daría importancia a la posibilidad de participar en la elección de los colores de las superficies del hábitat?
    - Si
    - No
    - Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más: me haría sentirme más en un hogar propio.

39. ¿Qué tipo de habitación preferiría ocupar en este tipo de misión?
    - Individual
    - Compartida. ¿cuántas personas máximo?:
    - Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más: Si no pueden ser individuales, es mejor que las habitaciones sean de 3 personas para crear una atmósfera menos dicotómica, y por lo tanto más dinámica y menos proclive a los enfrentamientos.

40. ¿Valora positivamente la existencia de espacios que permitan la intimidad, distinto del baño / aseo?
    - Si
    - No
    - Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más:

41. ¿Prefiere disponer de ventana al exterior, dentro de la habitación donde se duerme?

    Si
    No
    Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más:

42. ¿Consideraría suficiente disponer de ventana al interior del hábitat, dentro de la habitación donde se duerme?
    - Si
    - No
    - Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más:

43. ¿Prefiere disponer de escritorio personal con silla, dentro de la habitación donde duerme?

    Si
    No
    Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más:

44. ¿Valoraría positivamente la posibilidad de poder identificar por el olor cada una de las estancias del hábitat?
    - Si
    - No
    - Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más:

45. Al no poder salir libremente al exterior, necesitando traje EVA para ello, ¿valoraría positivamente espacios de circulación amplios en el interior del hábitat, que incluso permitan el desarrollo de actividades deportivas?
    - Si
    - No
    - Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más:

46. ¿Valoraría positivamente espacios verdes -con plantas, productoras de oxígeno-, no únicamente utilizados para la producción de alimentos, sino destinados al esparcimiento y la relajación?
    - Si
    - No
    - Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más:

47. ¿Valoraría positivamente espacios destinados a pequeños animales domésticos?
    - Si
    - No
    - Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más: son particularmente relajantes los acuarios con peces, con el interés añadido que tienen este tipo de instalaciones para los cultivos hidropónicos (ejemplo: https://www.youtube.com/watch?v=yhcAOEJOVs). Estos sistemas no tienen grandes requerrimientos energéticos, así que parte de la energía necesaria para el funcionamiento de las bombas que se necesitan, podría obtenerse a partir de otros elementos también de interés en habitabilidad (por ejemplo, una bicicleta estática que permite al astronauta ejercitarse).

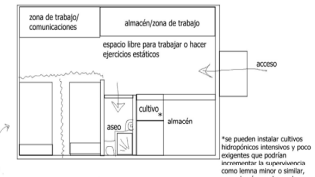
48. ¿Valoraría positivamente la existencia de una o más ventanas superiores, en las zonas comunes del hábitat, por medio de las que se pudiese visualizar cenitalmente el espacio exterior?
    - Si
    - No
    - Irrelevante

    Si lo desea puede aportar más: lo valoraría muy positivamente

49. ¿Valoraría positivamente la posibilidad de tener referencias de tiempo transcurrido **similares a las terrestres**, con el fin de mantener la conciencia sobre las necesidades biológicas del organismo humano –ciclos circadianos-, en paralelo al horario día y noche, terrestre, y así establecer pautas lo más saludables posibles al interior de una hábitat que se mantiene como burbuja hacia su entorno?
    - Si
    - No
    - Irrelevante

Si lo desea puede aportar más:

50. ¿Cómo visualiza el interior de una cápsula de supervivencia o búnker -para su cobijo junto con más individuos de su especie-, pensando que no va a poder abandonarla, como si de una situación de catástrofe extrema se tratase? ¿Podría hacer un croquis a mano, en planta?



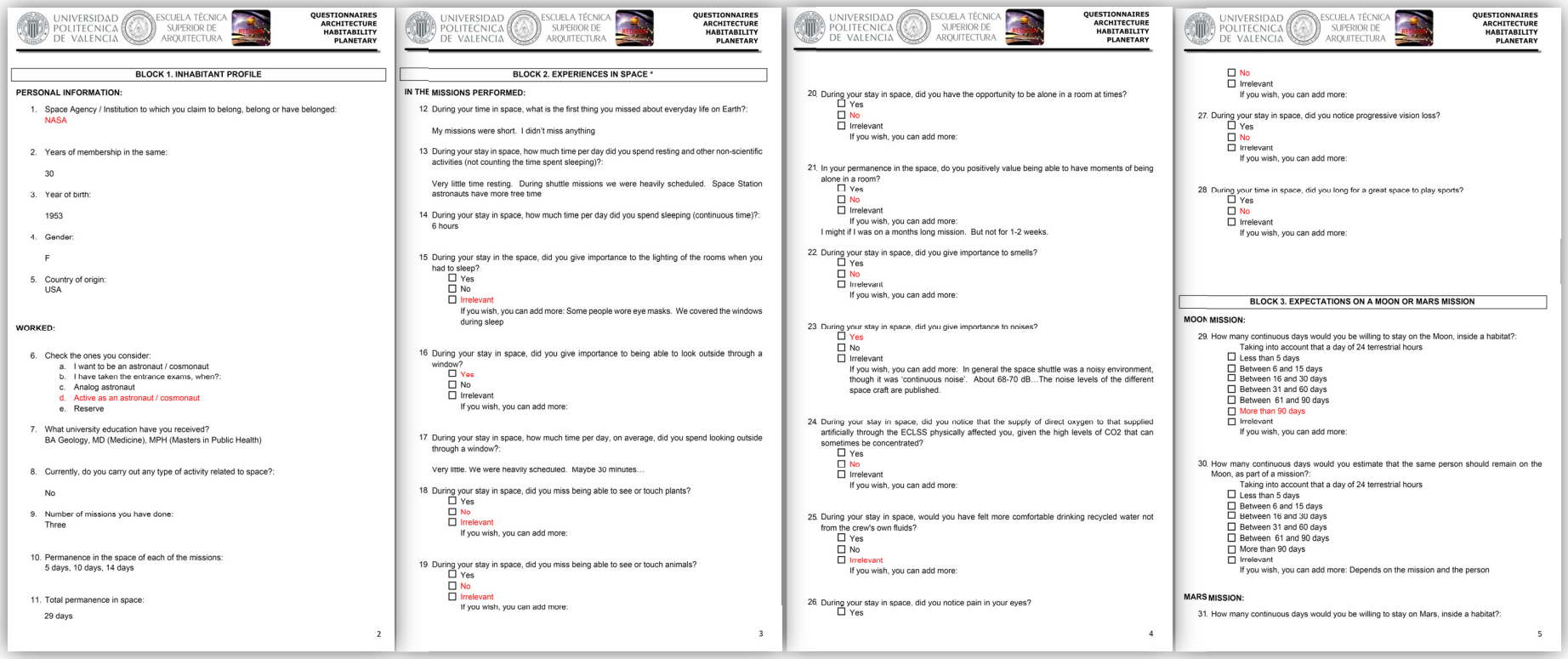
zona de descanso, se pueden albergar hasta
4 personas si se duerme "en cama caliente",
cada cabe puede separarse con cortinas para facilitar descanso.

*se pueden instalar cultivos hidropónicos intensivos y poco exigentes que podrían incrementar la supervivencia como lemna minor o similar, que además puede ayudar a reciclar agua.

* Si no tiene experiencia real en el espacio en el **Bloque 2**, conteste como si fuera su previsión real personal si fuera a realizar una misión.

[1] Fuente: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez, Jesús Matínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

Sujeto 7



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged:
   NASA
2. Years of membership in the same:
   30
3. Year of birth:
   1953
4. Gender:
   F
5. Country of origin:
   USA

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. I have taken the entrance exams, when?:
   c. Analog astronaut
   d. Active as an astronaut / cosmonaut
   e. Reserve
7. What university education have you received?
   BA Geology, MD (Medicine), MPH (Masters in Public Health)
8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?:
   No
9. Number of missions you have done:
   Three
10. Permanence in the space of each of the missions:
    5 days, 10 days, 14 days
11. Total permanence in space:
    29 days

2

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?:
    My missions were short. I didn't miss anything
13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?:
    Very little time resting. During shuttle missions we were heavily scheduled. Space Station astronauts have more free time
14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:
    6 hours
15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: Some people wore eye masks. We covered the windows during sleep
16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?:
    Very little. We were heavily scheduled. Maybe 30 minutes…
18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

3

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
21. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
    I might if I was on a months long mission. But not for 1-2 weeks.
22. During your stay in space, did you give importance to smells?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
23. During your stay in space, did you give importance to noises?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: In general the space shuttle was a noisy environment, though it was 'continuous noise'. About 68-70 dB…The noise levels of the different space craft are published.
24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
    ☐ Yes

4

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

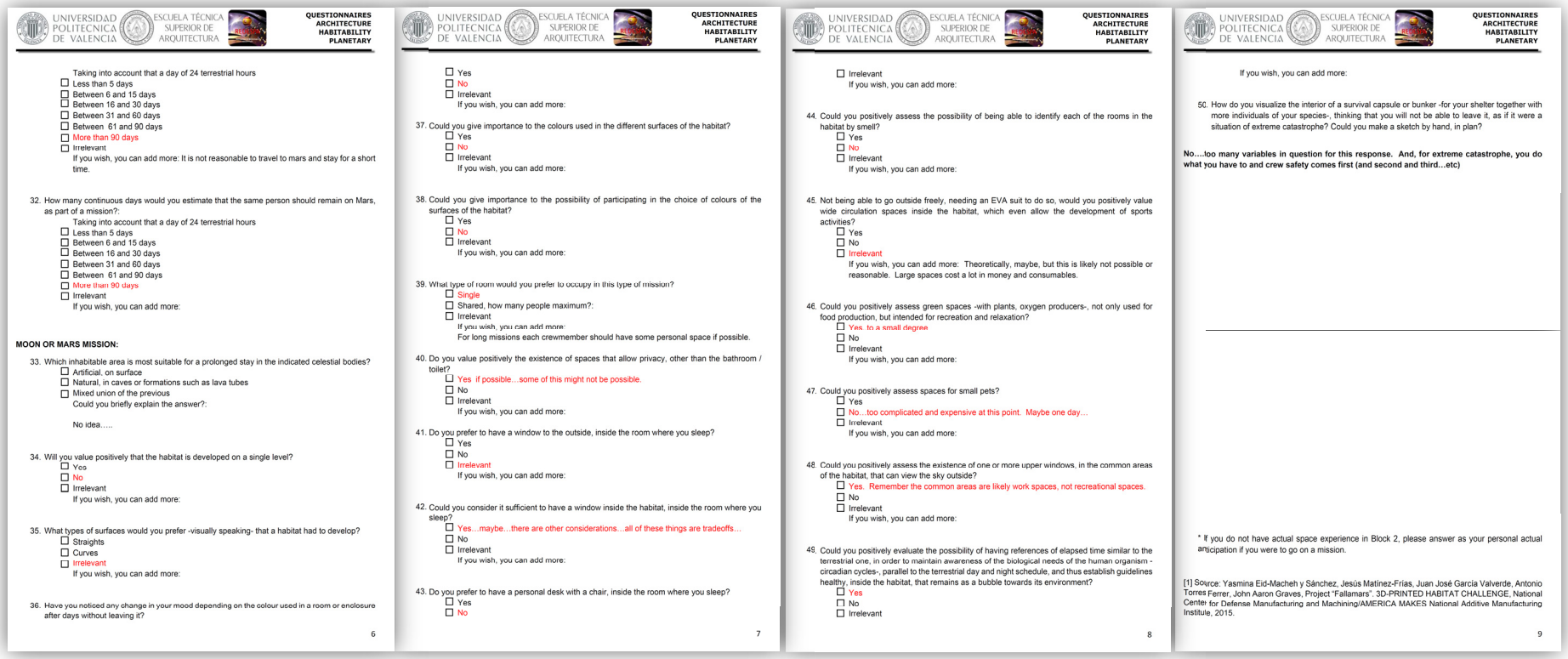
MOON MISSION:

29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: Depends on the mission and the person

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:

5



Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
- ☐ Less than 5 days
- ☐ Between 6 and 15 days
- ☐ Between 16 and 30 days
- ☐ Between 31 and 60 days
- ☐ Between 61 and 90 days
- ☐ More than 90 days
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more: It is not reasonable to travel to mars and stay for a short time.

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:

Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
- ☐ Less than 5 days
- ☐ Between 6 and 15 days
- ☐ Between 16 and 30 days
- ☐ Between 31 and 60 days
- ☐ Between 61 and 90 days
- ☐ More than 90 days
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?
- ☐ Artificial, on surface
- ☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes
- ☐ Mixed union of the previous

Could you briefly explain the answer?:

No idea…..

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?
- ☐ Straights
- ☐ Curves
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?
- ☐ Single
- ☐ Shared, how many people maximum?:
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:
For long missions each crewmember should have some personal space if possible.

40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?
- ☐ Yes if possible…some of this might not be possible.
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?
- ☐ Yes…maybe…there are other considerations…all of these things are tradeoffs…
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

43. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?
- ☐ Yes
- ☐ No

- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

44. Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

45. Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more: Theoretically, maybe, but this is likely not possible or reasonable. Large spaces cost a lot in money and consumables.

46. Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?
- ☐ Yes, to a small degree
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

47. Could you positively assess spaces for small pets?
- ☐ Yes
- ☐ No…too complicated and expensive at this point. Maybe one day…
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

48. Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?
- ☐ Yes. Remember the common areas are likely work spaces, not recreational spaces.
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

49. Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism -circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

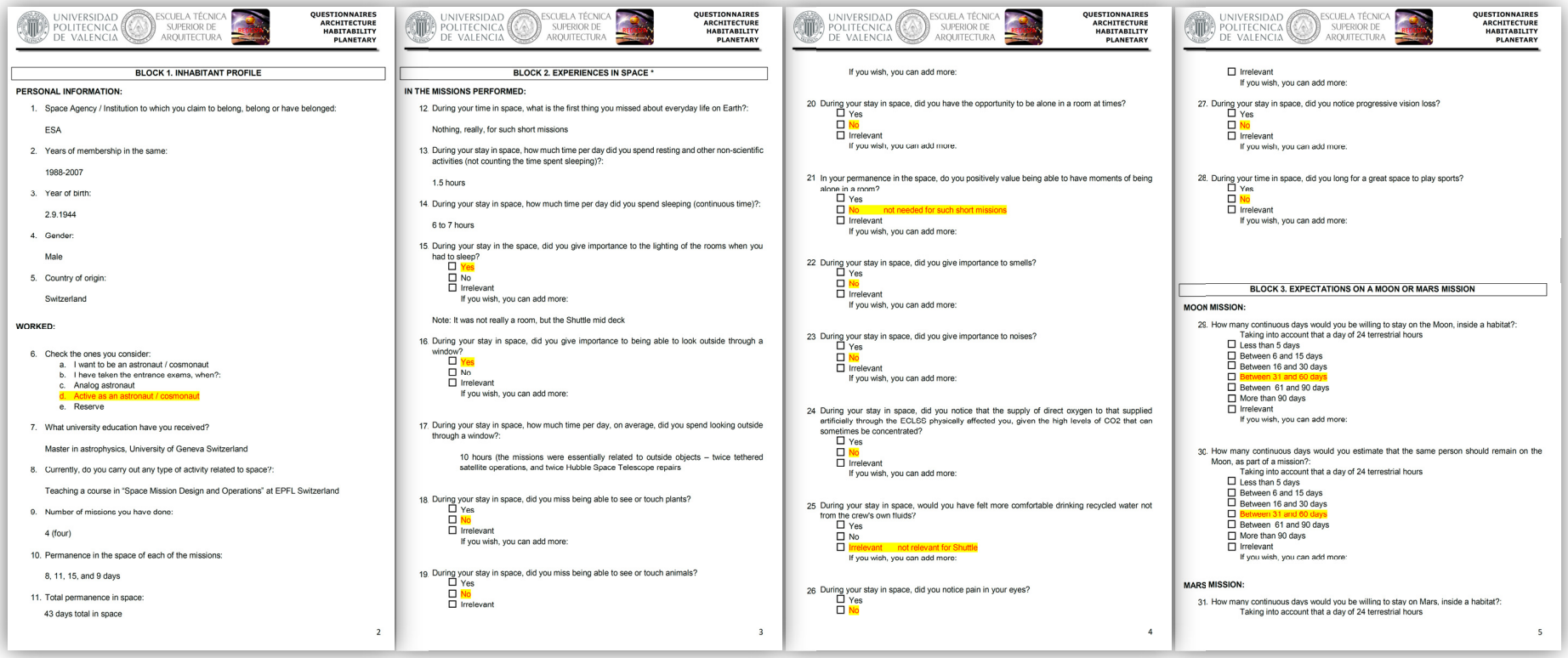
50. How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?

No….too many variables in question for this response. And, for extreme catastrophe, you do what you have to and crew safety comes first (and second and third…etc)

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez, Jesús Matínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

Sujeto 8



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged:

   ESA

2. Years of membership in the same:

   1988-2007

3. Year of birth:

   2.9.1944

4. Gender:

   Male

5. Country of origin:

   Switzerland

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. I have taken the entrance exams, when?:
   c. Analog astronaut
   d. Active as an astronaut / cosmonaut
   e. Reserve

7. What university education have you received?

   Master in astrophysics, University of Geneva Switzerland

8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?:

   Teaching a course in "Space Mission Design and Operations" at EPFL Switzerland

9. Number of missions you have done:

   4 (four)

10. Permanence in the space of each of the missions:

    8, 11, 15, and 9 days

11. Total permanence in space:

    43 days total in space

2

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?:

    Nothing, really, for such short missions

13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?:

    1.5 hours

14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:

    6 to 7 hours

15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

    Note: It was not really a room, but the Shuttle mid deck

16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?:

    10 hours (the missions were essentially related to outside objects – twice tethered satellite operations, and twice Hubble Space Telescope repairs

18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant

3

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

If you wish, you can add more:

20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

21. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
    ☐ Yes
    ☐ No not needed for such short missions
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

22. During your stay in space, did you give importance to smells?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

23. During your stay in space, did you give importance to noises?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant not relevant for Shuttle
    If you wish, you can add more:

26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
    ☐ Yes
    ☐ No

4

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

MOON MISSION:

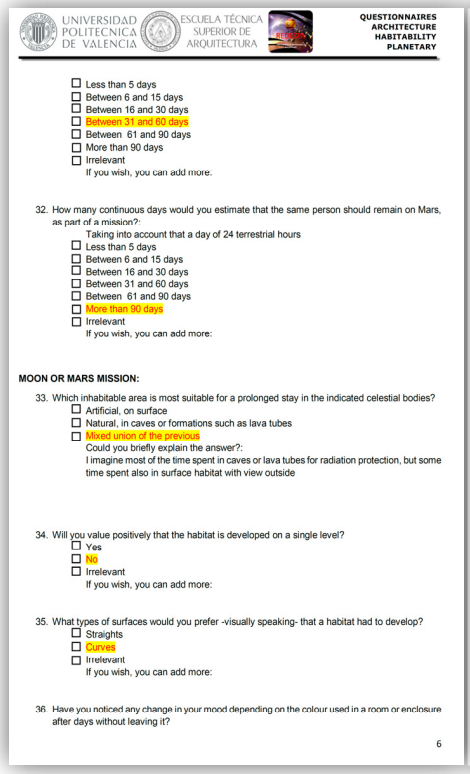
29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours

5



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

MOON OR MARS MISSION:

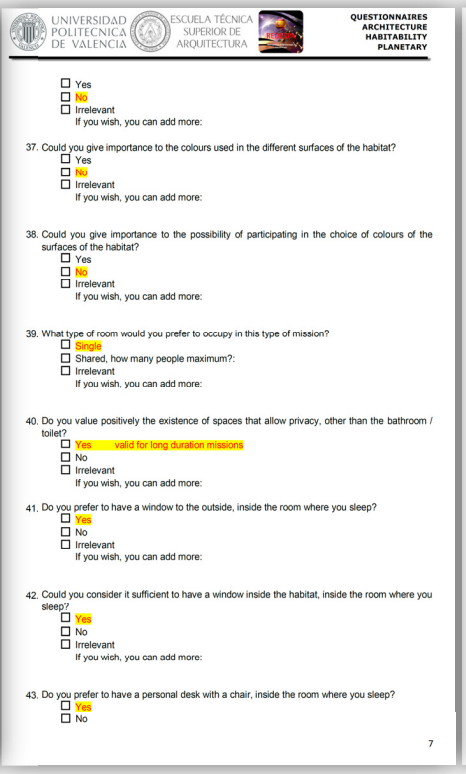
33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?
☐ Artificial, on surface
☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes
☐ Mixed union of the previous
Could you briefly explain the answer?:
I imagine most of the time spent in caves or lava tubes for radiation protection, but some time spent also in surface habitat with view outside

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?
☐ Straights
☐ Curves
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?

6



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?
☐ Single
☐ Shared, how many people maximum?:
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

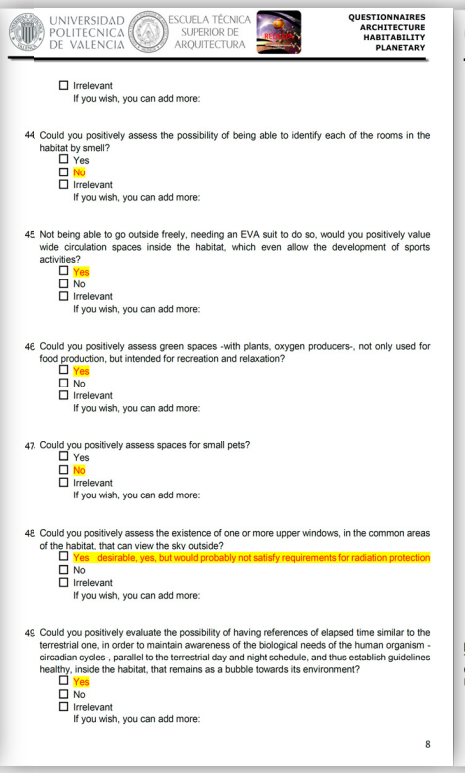
40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?
☐ Yes valid for long duration missions
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

43. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No

7



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

44. Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

45. Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

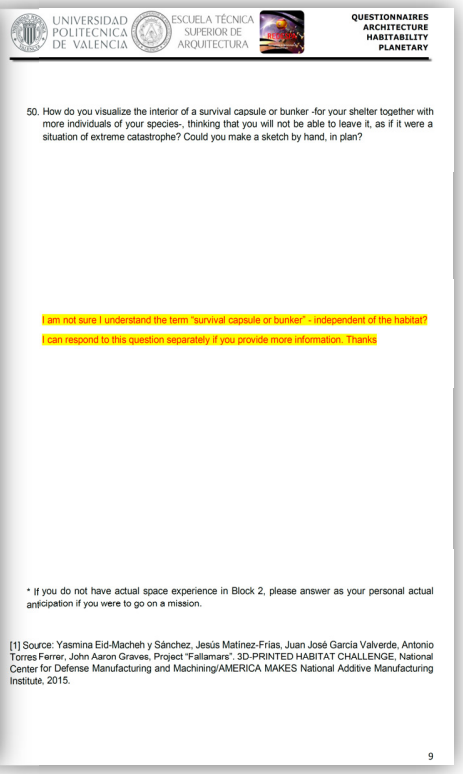
46. Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

47. Could you positively assess spaces for small pets?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

48. Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?
☐ Yes desirable, yes, but would probably not satisfy requirements for radiation protection
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

49. Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism - circadian cycles -, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

8



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

50. How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?

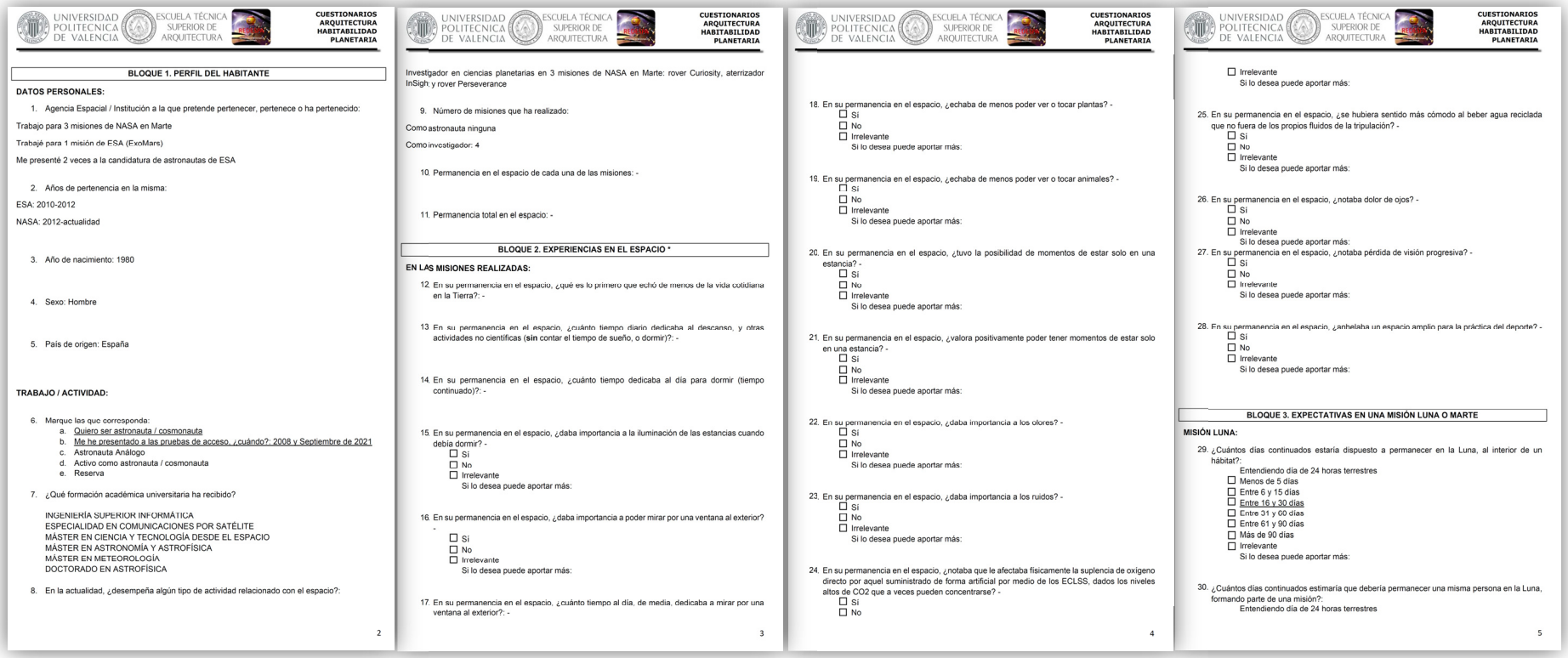
I am not sure I understand the term "survival capsule or bunker" - independent of the habitat?
I can respond to this question separately if you provide more information. Thanks

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez, Jesús Matínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars", 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

9

Sujeto 9



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

CUESTIONARIOS ARQUITECTURA HABITABILIDAD PLANETARIA

BLOQUE 1. PERFIL DEL HABITANTE

DATOS PERSONALES:

1. Agencia Espacial / Institución a la que pretende pertenecer, pertenece o ha pertenecido:

Trabajo para 3 misiones de NASA en Marte

Trabajé para 1 misión de ESA (ExoMars)

Me presenté 2 veces a la candidatura de astronautas de ESA

2. Años de pertenencia en la misma:

ESA: 2010-2012

NASA: 2012-actualidad

3. Año de nacimiento: 1980

4. Sexo: Hombre

5. País de origen: España

TRABAJO / ACTIVIDAD:

6. Marque las que corresponda:
   a. Quiero ser astronauta / cosmonauta
   b. Me he presentado a las pruebas de acceso, ¿cuándo?: 2008 y Septiembre de 2021
   c. Astronauta Análogo
   d. Activo como astronauta / cosmonauta
   e. Reserva

7. ¿Qué formación académica universitaria ha recibido?

INGENIERÍA SUPERIOR INFORMÁTICA
ESPECIALIDAD EN COMUNICACIONES POR SATÉLITE
MÁSTER EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DESDE EL ESPACIO
MÁSTER EN ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA
MÁSTER EN METEOROLOGÍA
DOCTORADO EN ASTROFÍSICA

8. En la actualidad, ¿desempeña algún tipo de actividad relacionado con el espacio?:

2

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

CUESTIONARIOS ARQUITECTURA HABITABILIDAD PLANETARIA

Investigador en ciencias planetarias en 3 misiones de NASA en Marte: rover Curiosity, aterrizador InSigh y rover Perseverance

9. Número de misiones que ha realizado:

Como astronauta ninguna

Como investigador: 4

10. Permanencia en el espacio de cada una de las misiones: -

11. Permanencia total en el espacio: -

BLOQUE 2. EXPERIENCIAS EN EL ESPACIO *

EN LAS MISIONES REALIZADAS:

12. En su permanencia en el espacio, ¿qué es lo primero que echó de menos de la vida cotidiana en la Tierra?: -

13. En su permanencia en el espacio, ¿cuánto tiempo diario dedicaba al descanso, y otras actividades no científicas (**sin** contar el tiempo de sueño, o dormir)?: -

14. En su permanencia en el espacio, ¿cuánto tiempo dedicaba al día para dormir (tiempo continuado)?: -

15. En su permanencia en el espacio, ¿daba importancia a la iluminación de las estancias cuando debía dormir? -
    ☐ Sí
    ☐ No
    ☐ Irrelevante
    Si lo desea puede aportar más:

16. En su permanencia en el espacio, ¿daba importancia a poder mirar por una ventana al exterior? -
    ☐ Sí
    ☐ No
    ☐ Irrelevante
    Si lo desea puede aportar más:

17. En su permanencia en el espacio, ¿cuánto tiempo al día, de media, dedicaba a mirar por una ventana al exterior?: -

3

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

CUESTIONARIOS ARQUITECTURA HABITABILIDAD PLANETARIA

18. En su permanencia en el espacio, ¿echaba de menos poder ver o tocar plantas? -
    ☐ Sí
    ☐ No
    ☐ Irrelevante
    Si lo desea puede aportar más:

19. En su permanencia en el espacio, ¿echaba de menos poder ver o tocar animales? -
    ☐ Sí
    ☐ No
    ☐ Irrelevante
    Si lo desea puede aportar más:

20. En su permanencia en el espacio, ¿tuvo la posibilidad de momentos de estar solo en una estancia? -
    ☐ Sí
    ☐ No
    ☐ Irrelevante
    Si lo desea puede aportar más:

21. En su permanencia en el espacio, ¿valora positivamente poder tener momentos de estar solo en una estancia? -
    ☐ Sí
    ☐ No
    ☐ Irrelevante
    Si lo desea puede aportar más:

22. En su permanencia en el espacio, ¿daba importancia a los olores? -
    ☐ Sí
    ☐ No
    ☐ Irrelevante
    Si lo desea puede aportar más:

23. En su permanencia en el espacio, ¿daba importancia a los ruidos? -
    ☐ Sí
    ☐ No
    ☐ Irrelevante
    Si lo desea puede aportar más:

24. En su permanencia en el espacio, ¿notaba que le afectaba físicamente la suplencia de oxígeno directo por aquel suministrado de forma artificial por medio de los ECLSS, dados los niveles altos de CO2 que a veces pueden concentrarse? -
    ☐ Sí
    ☐ No

4

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

CUESTIONARIOS ARQUITECTURA HABITABILIDAD PLANETARIA

☐ Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:

25. En su permanencia en el espacio, ¿se hubiera sentido más cómodo al beber agua reciclada que no fuera de los propios fluidos de la tripulación? -
    ☐ Sí
    ☐ No
    ☐ Irrelevante
    Si lo desea puede aportar más:

26. En su permanencia en el espacio, ¿notaba dolor de ojos? -
    ☐ Sí
    ☐ No
    ☐ Irrelevante
    Si lo desea puede aportar más:

27. En su permanencia en el espacio, ¿notaba pérdida de visión progresiva? -
    ☐ Sí
    ☐ No
    ☐ Irrelevante
    Si lo desea puede aportar más:

28. En su permanencia en el espacio, ¿anhelaba un espacio amplio para la práctica del deporte? -
    ☐ Sí
    ☐ No
    ☐ Irrelevante
    Si lo desea puede aportar más:

BLOQUE 3. EXPECTATIVAS EN UNA MISIÓN LUNA O MARTE

MISIÓN LUNA:

29. ¿Cuántos días continuados estaría dispuesto a permanecer en la Luna, al interior de un hábitat?:
    Entendiendo día de 24 horas terrestres
    ☐ Menos de 5 días
    ☐ Entre 6 y 15 días
    ☐ Entre 16 y 30 días
    ☐ Entre 31 y 60 días
    ☐ Entre 61 y 90 días
    ☐ Más de 90 días
    ☐ Irrelevante
    Si lo desea puede aportar más:

30. ¿Cuántos días continuados estimaría que debería permanecer una misma persona en la Luna, formando parte de una misión?:
    Entendiendo día de 24 horas terrestres

5

- ☐ Menos de 5 días
- ☐ Entre 6 y 15 días
- ☐ Entre 16 y 30 días
- ☐ Entre 31 y 60 días
- ☐ Entre 61 y 90 días
- ☐ Más de 90 días
- ☐ Irrelevante

Si lo desea puede aportar más:

MISIÓN MARTE:

31. ¿Cuántos días continuados estaría dispuesto a permanecer en Marte, al interior de un hábitat?:
Entendiendo día de 24 horas terrestres
- ☐ Menos de 5 días
- ☐ Entre 6 y 15 días
- ☐ Entre 16 y 30 días
- ☐ Entre 31 y 60 días
- ☐ Entre 61 y 90 días
- ☐ Más de 90 días
- ☐ Irrelevante

Si lo desea puede aportar más:

32. ¿Cuántos días continuados estimaría que debería permanecer una misma persona en Marte, formando parte de una misión?:
Entendiendo día de 24 horas terrestres
- ☐ Menos de 5 días
- ☐ Entre 6 y 15 días
- ☐ Entre 16 y 30 días
- ☐ Entre 31 y 60 días
- ☐ Entre 61 y 90 días
- ☐ Más de 90 días
- ☐ Irrelevante

Si lo desea puede aportar más:

MISIÓN LUNA O MARTE:

33. ¿Qué recinto habitable le resulta más idóneo ante una estancia prolongada en los cuerpos celestes indicados?
- ☐ Artificial, sobre superficie
- ☐ Natural, en cuevas o formaciones como tubos de lava
- ☐ Unión mixta de los anteriores recintos

¿Podría razonar brevemente la respuesta?: En la Luna, debido a su proximidad, quizá podría ser más fácil la construcción de hábitats artificiales. En Marte me decanto más por una opción mixta para minimizar los costes de lanzamiento.

34. ¿Valoraría positivamente que el hábitat se desarrollase en un único nivel?
- ☐ Si

- ☐ No
- ☐ Irrelevante

Si lo desea puede aportar más:

35. ¿Qué tipos de superficies preferiría –visualmente hablando- que tuviera un hábitat a desarrollar?
- ☐ Rectas
- ☐ Curvas
- ☐ Irrelevante

Si lo desea puede aportar más:

36. ¿Ha notado algún cambio en su estado de ánimo en función del color empleado en algún habitáculo o recinto tras días sin salir del mismo?
- ☐ Si
- ☐ No
- ☐ Irrelevante

Si lo desea puede aportar más:

37. ¿Daría importancia a los colores empleados en las diferentes superficies del hábitat?
- ☐ Si
- ☐ No
- ☐ Irrelevante

Si lo desea puede aportar más:

38. ¿Daría importancia a la posibilidad de participar en la elección de los colores de las superficies del hábitat?
- ☐ Si
- ☐ No
- ☐ Irrelevante

Si lo desea puede aportar más:

39. ¿Qué tipo de habitación preferiría ocupar en este tipo de misión?
- ☐ Individual
- ☐ Compartida, ¿cuántas personas máximo?:
- ☐ Irrelevante

Si lo desea puede aportar más:

40. ¿Valora positivamente la existencia de espacios que permitan la intimidad, distinto del baño / aseo?
- ☐ Si
- ☐ No
- ☐ Irrelevante

Si lo desea puede aportar más:

41. ¿Prefiere disponer de ventana al exterior, dentro de la habitación donde se duerme?
- ☐ Si
- ☐ No

- ☐ Irrelevante

Si lo desea puede aportar más:

42. ¿Consideraría suficiente disponer de ventana al interior del hábitat, dentro de la habitación donde se duerme?
- ☐ Si
- ☐ No
- ☐ Irrelevante

Si lo desea puede aportar más:

43. ¿Prefiere disponer de escritorio personal con silla, dentro de la habitación donde duerme?
- ☐ Si
- ☐ No
- ☐ Irrelevante

Si lo desea puede aportar más:

44. ¿Valoraría positivamente la posibilidad de poder identificar por el olor cada una de las estancias del hábitat?
- ☐ Si
- ☐ No
- ☐ Irrelevante

Si lo desea puede aportar más:

45. Al no poder salir libremente al exterior, necesitando traje EVA para ello, ¿valoraría positivamente espacios de circulación amplios en el interior del hábitat, que incluso permitan el desarrollo de actividades deportivas?
- ☐ Si
- ☐ No
- ☐ Irrelevante

Si lo desea puede aportar más: Creo que es un aspecto absolutamente fundamental.

46. ¿Valoraría positivamente espacios verdes -con plantas, productoras de oxígeno-, no únicamente utilizados para la producción de alimentos, sino destinados al esparcimiento y la relajación?
- ☐ Si
- ☐ No
- ☐ Irrelevante

Si lo desea puede aportar más: Creo que es un aspecto absolutamente fundamental.

47. ¿Valoraría positivamente espacios destinados a pequeños animales domésticos?
- ☐ Si
- ☐ No
- ☐ Irrelevante

Si lo desea puede aportar más:

48. ¿Valoraría positivamente la existencia de una o más ventanas superiores, en las zonas comunes del hábitat, por medio de las que se pudiese visualizar cenitalmente el espacio exterior?
- ☐ Si
- ☐ No
- ☐ Irrelevante

Si lo desea puede aportar más: Lo valoro positivamente, pero no creo que sea imprescindible.

49. ¿Valoraría positivamente la posibilidad de tener referencias de tiempo transcurrido **similares a las terrestres**, con el fin de mantener la conciencia sobre las necesidades biológicas del organismo humano –ciclos circadianos-, en paralelo al horario día y noche, terrestre, y así establecer pautas lo más saludables posibles al interior de una hábitat que se mantiene como burbuja hacia su entorno?
- ☐ Si
- ☐ No
- ☐ Irrelevante

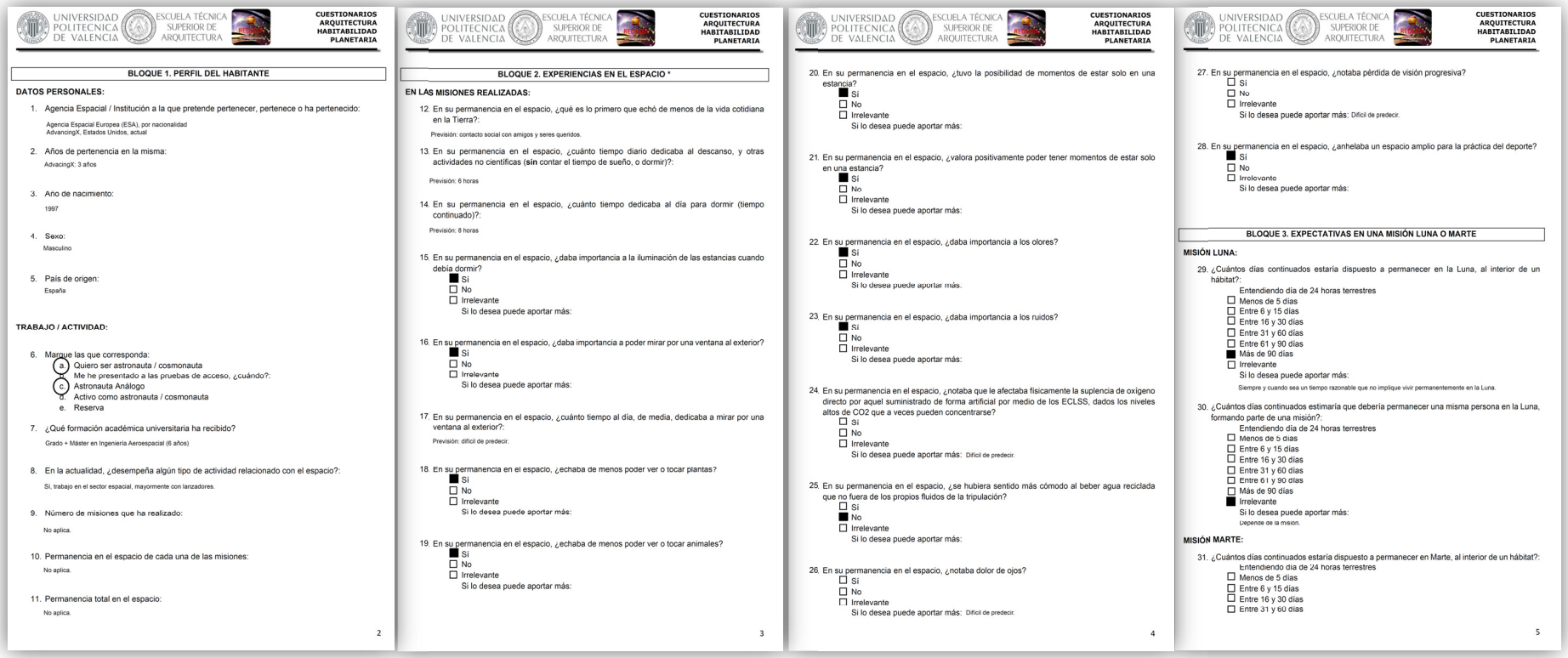
Si lo desea puede aportar más:

50. ¿Cómo visualiza el interior de una cápsula de supervivencia o búnker -para su cobijo junto con más individuos de su especie-, pensando que no va a poder abandonarla, como si de una situación de catástrofe extrema se tratase? ¿Podría hacer un croquis a mano, en planta?

* Si no tiene experiencia real en el espacio en el **Bloque 2**, conteste como si fuera su previsión real personal si fuera a realizar una misión.

[1] Fuente: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez, Jesús Matínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

Sujeto 10



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

CUESTIONARIOS ARQUITECTURA HABITABILIDAD PLANETARIA

BLOQUE 1. PERFIL DEL HABITANTE

DATOS PERSONALES:

1. Agencia Espacial / Institución a la que pretende pertenecer, pertenece o ha pertenecido:
   Agencia Espacial Europea (ESA). por nacionalidad
   AdvancingX, Estados Unidos, actual
2. Años de pertenencia en la misma:
   AdvacingX: 3 años
3. Año de nacimiento:
   1997
4. Sexo:
   Masculino
5. País de origen:
   España

TRABAJO / ACTIVIDAD:

6. Marque las que corresponda:
   a. Quiero ser astronauta / cosmonauta
   b. Me he presentado a las pruebas de acceso, ¿cuándo?:
   c. Astronauta Análogo
   d. Activo como astronauta / cosmonauta
   e. Reserva
7. ¿Qué formación académica universitaria ha recibido?
   Grado + Máster en Ingeniería Aeroespacial (6 años)
8. En la actualidad, ¿desempeña algún tipo de actividad relacionado con el espacio?:
   Si, trabajo en el sector espacial, mayormente con lanzadores.
9. Número de misiones que ha realizado:
   No aplica.
10. Permanencia en el espacio de cada una de las misiones:
    No aplica.
11. Permanencia total en el espacio:
    No aplica.

2

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

CUESTIONARIOS ARQUITECTURA HABITABILIDAD PLANETARIA

BLOQUE 2. EXPERIENCIAS EN EL ESPACIO *

EN LAS MISIONES REALIZADAS:

12. En su permanencia en el espacio, ¿qué es lo primero que echó de menos de la vida cotidiana en la Tierra?:
    Previsión: contacto social con amigos y seres queridos.
13. En su permanencia en el espacio, ¿cuánto tiempo diario dedicaba al descanso, y otras actividades no científicas (**sin** contar el tiempo de sueño, o dormir)?:
    Previsión: 6 horas
14. En su permanencia en el espacio, ¿cuánto tiempo dedicaba al día para dormir (tiempo continuado)?:
    Previsión: 8 horas
15. En su permanencia en el espacio, ¿daba importancia a la iluminación de las estancias cuando debía dormir?
    ■ Si
    ☐ No
    ☐ Irrelevante
    Si lo desea puede aportar más:
16. En su permanencia en el espacio, ¿daba importancia a poder mirar por una ventana al exterior?
    ■ Si
    ☐ No
    ☐ Irrelevante
    Si lo desea puede aportar más:
17. En su permanencia en el espacio, ¿cuánto tiempo al día, de media, dedicaba a mirar por una ventana al exterior?:
    Previsión: difícil de predecir.
18. En su permanencia en el espacio, ¿echaba de menos poder ver o tocar plantas?
    ■ Si
    ☐ No
    ☐ Irrelevante
    Si lo desea puede aportar más:
19. En su permanencia en el espacio, ¿echaba de menos poder ver o tocar animales?
    ■ Si
    ☐ No
    ☐ Irrelevante
    Si lo desea puede aportar más:

3

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

CUESTIONARIOS ARQUITECTURA HABITABILIDAD PLANETARIA

20. En su permanencia en el espacio, ¿tuvo la posibilidad de momentos de estar solo en una estancia?
    ■ Si
    ☐ No
    ☐ Irrelevante
    Si lo desea puede aportar más:
21. En su permanencia en el espacio, ¿valora positivamente poder tener momentos de estar solo en una estancia?
    ■ Si
    ☐ No
    ☐ Irrelevante
    Si lo desea puede aportar más:
22. En su permanencia en el espacio, ¿daba importancia a los olores?
    ■ Si
    ☐ No
    ☐ Irrelevante
    Si lo desea puede aportar más:
23. En su permanencia en el espacio, ¿daba importancia a los ruidos?
    ■ Si
    ☐ No
    ☐ Irrelevante
    Si lo desea puede aportar más:
24. En su permanencia en el espacio, ¿notaba que le afectaba físicamente la suplencia de oxígeno directo por aquel suministrado de forma artificial por medio de los ECLSS, dados los niveles altos de CO2 que a veces pueden concentrarse?
    ☐ Si
    ☐ No
    ☐ Irrelevante
    Si lo desea puede aportar más: Difícil de predecir.
25. En su permanencia en el espacio, ¿se hubiera sentido más cómodo al beber agua reciclada que no fuera de los propios fluidos de la tripulación?
    ☐ Si
    ■ No
    ☐ Irrelevante
    Si lo desea puede aportar más:
26. En su permanencia en el espacio, ¿notaba dolor de ojos?
    ☐ Si
    ☐ No
    ☐ Irrelevante
    Si lo desea puede aportar más: Difícil de predecir.

4

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

CUESTIONARIOS ARQUITECTURA HABITABILIDAD PLANETARIA

27. En su permanencia en el espacio, ¿notaba pérdida de visión progresiva?
    ☐ Si
    ☐ No
    ☐ Irrelevante
    Si lo desea puede aportar más: Difícil de predecir.
28. En su permanencia en el espacio, ¿anhelaba un espacio amplio para la práctica del deporte?
    ■ Si
    ☐ No
    ☐ Irrelevante
    Si lo desea puede aportar más:

BLOQUE 3. EXPECTATIVAS EN UNA MISIÓN LUNA O MARTE

MISIÓN LUNA:

29. ¿Cuántos días continuados estaría dispuesto a permanecer en la Luna, al interior de un hábitat?:
    Entendiendo día de 24 horas terrestres
    ☐ Menos de 5 días
    ☐ Entre 6 y 15 días
    ☐ Entre 16 y 30 días
    ☐ Entre 31 y 60 días
    ☐ Entre 61 y 90 días
    ■ Más de 90 días
    ☐ Irrelevante
    Si lo desea puede aportar más:
    Siempre y cuando sea un tiempo razonable que no implique vivir permanentemente en la Luna.
30. ¿Cuántos días continuados estimaría que debería permanecer una misma persona en la Luna, formando parte de una misión?:
    Entendiendo día de 24 horas terrestres
    ☐ Menos de 5 días
    ☐ Entre 6 y 15 días
    ☐ Entre 16 y 30 días
    ☐ Entre 31 y 60 días
    ☐ Entre 61 y 90 días
    ☐ Más de 90 días
    ■ Irrelevante
    Si lo desea puede aportar más:
    Depende de la misión.

MISIÓN MARTE:

31. ¿Cuántos días continuados estaría dispuesto a permanecer en Marte, al interior de un hábitat?:
    Entendiendo día de 24 horas terrestres
    ☐ Menos de 5 días
    ☐ Entre 6 y 15 días
    ☐ Entre 16 y 30 días
    ☐ Entre 31 y 60 días

5

☐ Entre 61 y 90 días
■ Más de 90 días
☐ Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:
Siempre y cuando sea un tiempo razonable que no implique vivir permanentemente en Marte.

32. ¿Cuántos días continuados estimaría que debería permanecer una misma persona en Marte, formando parte de una misión?:
Entendiendo día de 24 horas terrestres
☐ Menos de 5 días
☐ Entre 6 y 15 días
☐ Entre 16 y 30 días
☐ Entre 31 y 60 días
☐ Entre 61 y 90 días
☐ Más de 90 días
■ Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:
Depende de la misión.

MISIÓN LUNA O MARTE:

33. ¿Qué recinto habitable le resulta más idóneo ante una estancia prolongada en los cuerpos celestes indicados?
☐ Artificial, sobre superficie
☐ Natural, en cuevas o formaciones como tubos de lava
■ Unión mixta de los anteriores recintos
¿Podría razonar brevemente la respuesta?:
Deberían utilizarse las propiedades naturales de las formaciones naturales, en el caso de un tubo de lava -a modo de ejemplo- la protección contra la radiación, entre otras, combinadas con hábitats artificiales capaces de proporcionar un entorno seguro para la vida humana.

34. ¿Valoraría positivamente que el hábitat se desarrollase en un único nivel?
☐ Si
☐ No
■ Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:

35. ¿Qué tipos de superficies preferiría -visualmente hablando- que tuviera un hábitat a desarrollar?
☐ Rectas
■ Curvas
☐ Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:

36. ¿Ha notado algún cambio en su estado de ánimo en función del color empleado en algún habitaculo o recinto tras dias sin salir del mismo?
■ Si
☐ No
☐ Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:

37 ¿Daría importancia a los colores empleados en las diferentes superficies del hábitat?
■ Si
☐ No
☐ Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:

38 ¿Daría importancia a la posibilidad de participar en la elección de los colores de las superficies del hábitat?
☐ Si
■ No
☐ Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:

39 ¿Qué tipo de habitación preferiría ocupar en este tipo de misión?
☐ Individual
☐ Compartida, ¿cuántas personas máximo?:
■ Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:

40 ¿Valora positivamente la existencia de espacios que permitan la intimidad, distinto del baño / aseo?
☐ Si
☐ No
■ Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:

41 ¿Prefiere disponer de ventana al exterior, dentro de la habitación donde se duerme?
☐ Si
☐ No
■ Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:

42 ¿Consideraría suficiente disponer de ventana al interior del hábitat, dentro de la habitación donde se duerme?
■ Si
☐ No
☐ Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:

43 ¿Prefiere disponer de escritorio personal con silla, dentro de la habitación donde duerme?
☐ Si
☐ No
■ Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:

44 ¿Valoraría positivamente la posibilidad de poder identificar por el olor cada una de las estancias del hábitat?
■ Si
☐ No
☐ Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:

45 Al no poder salir libremente al exterior, necesitando traje EVA para ello, ¿valoraría positivamente espacios de circulación amplios en el interior del hábitat, que incluso permitan el desarrollo de actividades deportivas?
■ Si
☐ No
☐ Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:

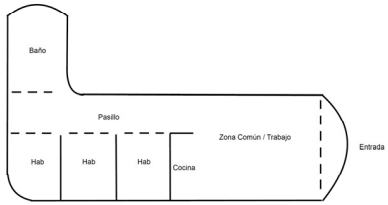
46 ¿Valoraría positivamente espacios verdes -con plantas, productoras de oxígeno-, no únicamente utilizados para la producción de alimentos, sino destinados al esparcimiento y la relajación?
■ Si
☐ No
☐ Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:

47 ¿Valoraría positivamente espacios destinados a pequeños animales domésticos?
■ Si
☐ No
☐ Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:

48 ¿Valoraría positivamente la existencia de una o más ventanas superiores, en las zonas comunes del hábitat, por medio de las que se pudiese visualizar cenitalmente el espacio exterior?
■ Si
☐ No
☐ Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:

49 ¿Valoraría positivamente la posibilidad de tener referencias de tiempo transcurrido **similares a las terrestres**, con el fin de mantener la conciencia sobre las necesidades biológicas del organismo humano –ciclos circadianos-, en paralelo al horario día y noche, terrestre, y así establecer pautas lo más saludables posibles al interior de una hábitat que se mantiene como burbuja hacia su entorno?
■ Si
☐ No
☐ Irrelevante
Si lo desea puede aportar más:

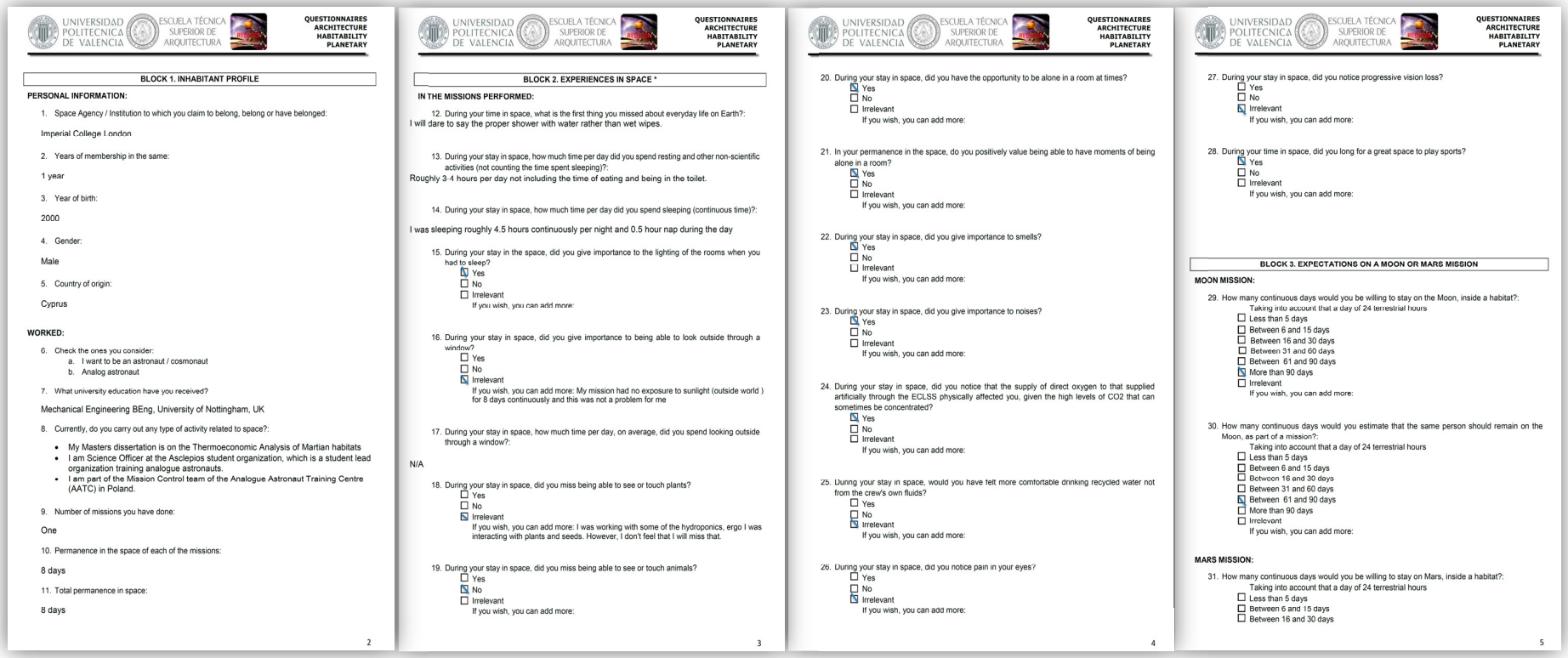
50 ¿Cómo visualiza el interior de una cápsula de supervivencia o búnker -para su cobijo junto con más individuos de su especie-, pensando que no va a poder abandonarla, como si de una situación de catástrofe extrema se tratase? ¿Podría hacer un croquis a mano, en planta?



* Si no tiene experiencia real en el espacio en el **Bloque 2**, conteste como si fuera su previsión real personal si fuera a realizar una misión.

[1] Fuente: Yasmina Fid-Macheb y Sánchez, Jesús Martínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

Sujeto 11



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged:

Imperial College London

2. Years of membership in the same:

1 year

3. Year of birth:

2000

4. Gender:

Male

5. Country of origin:

Cyprus

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. Analog astronaut

7. What university education have you received?

Mechanical Engineering BEng, University of Nottingham, UK

8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?:

- My Masters dissertation is on the Thermoeconomic Analysis of Martian habitats
- I am Science Officer at the Asclepios student organization, which is a student lead organization training analogue astronauts.
- I am part of the Mission Control team of the Analogue Astronaut Training Centre (AATC) in Poland.

9. Number of missions you have done:

One

10. Permanence in the space of each of the missions:

8 days

11. Total permanence in space:

8 days

2

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?:

I will dare to say the proper shower with water rather than wet wipes.

13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?:

Roughly 3-4 hours per day not including the time of eating and being in the toilet.

14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:

I was sleeping roughly 4.5 hours continuously per night and 0.5 hour nap during the day

15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
   ☒ Yes
   ☐ No
   ☐ Irrelevant
   If you wish, you can add more:

16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
   ☐ Yes
   ☐ No
   ☒ Irrelevant
   If you wish, you can add more: My mission had no exposure to sunlight (outside world) for 8 days continuously and this was not a problem for me

17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?:

N/A

18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
   ☐ Yes
   ☐ No
   ☒ Irrelevant
   If you wish, you can add more: I was working with some of the hydroponics, ergo I was interacting with plants and seeds. However, I don't feel that I will miss that.

19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?
   ☐ Yes
   ☒ No
   ☐ Irrelevant
   If you wish, you can add more:

3

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
   ☒ Yes
   ☐ No
   ☐ Irrelevant
   If you wish, you can add more:

21. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
   ☒ Yes
   ☐ No
   ☐ Irrelevant
   If you wish, you can add more:

22. During your stay in space, did you give importance to smells?
   ☒ Yes
   ☐ No
   ☐ Irrelevant
   If you wish, you can add more:

23. During your stay in space, did you give importance to noises?
   ☒ Yes
   ☐ No
   ☐ Irrelevant
   If you wish, you can add more:

24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
   ☒ Yes
   ☐ No
   ☐ Irrelevant
   If you wish, you can add more:

25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
   ☐ Yes
   ☐ No
   ☒ Irrelevant
   If you wish, you can add more:

26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
   ☐ Yes
   ☐ No
   ☒ Irrelevant
   If you wish, you can add more:

4

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
   ☐ Yes
   ☐ No
   ☒ Irrelevant
   If you wish, you can add more:

28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
   ☒ Yes
   ☐ No
   ☐ Irrelevant
   If you wish, you can add more:

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

MOON MISSION:

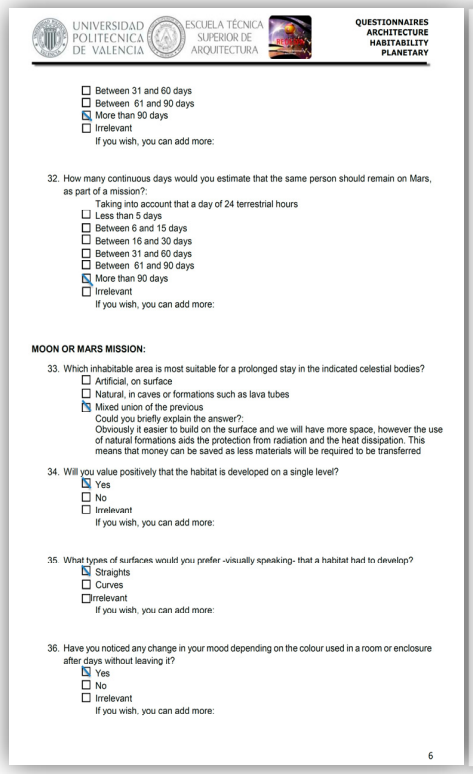
29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
   Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
   ☐ Less than 5 days
   ☐ Between 6 and 15 days
   ☐ Between 16 and 30 days
   ☐ Between 31 and 60 days
   ☐ Between 61 and 90 days
   ☒ More than 90 days
   ☐ Irrelevant
   If you wish, you can add more:

30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
   Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
   ☐ Less than 5 days
   ☐ Between 6 and 15 days
   ☐ Between 16 and 30 days
   ☐ Between 31 and 60 days
   ☒ Between 61 and 90 days
   ☐ More than 90 days
   ☐ Irrelevant
   If you wish, you can add more:

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:
   Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
   ☐ Less than 5 days
   ☐ Between 6 and 15 days
   ☐ Between 16 and 30 days

5



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☒ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☒ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

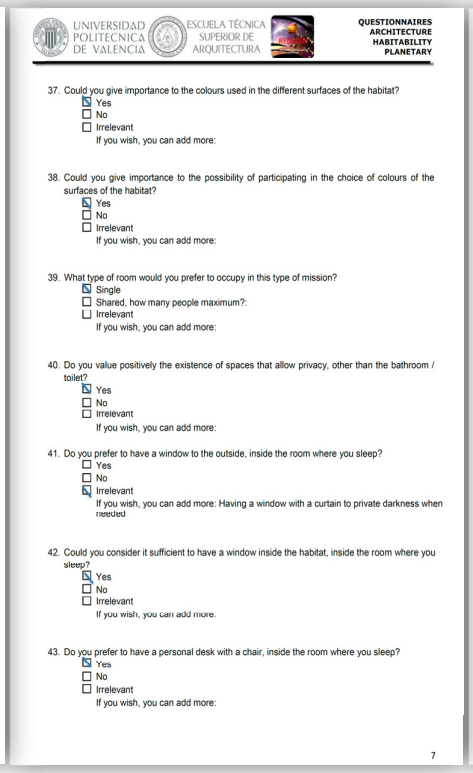
MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?
☐ Artificial, on surface
☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes
☒ Mixed union of the previous
Could you briefly explain the answer?:
Obviously it easier to build on the surface and we will have more space, however the use of natural formations aids the protection from radiation and the heat dissipation. This means that money can be saved as less materials will be required to be transferred

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?
☒ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?
☒ Straights
☐ Curves
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?
☒ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?
☒ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?
☒ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

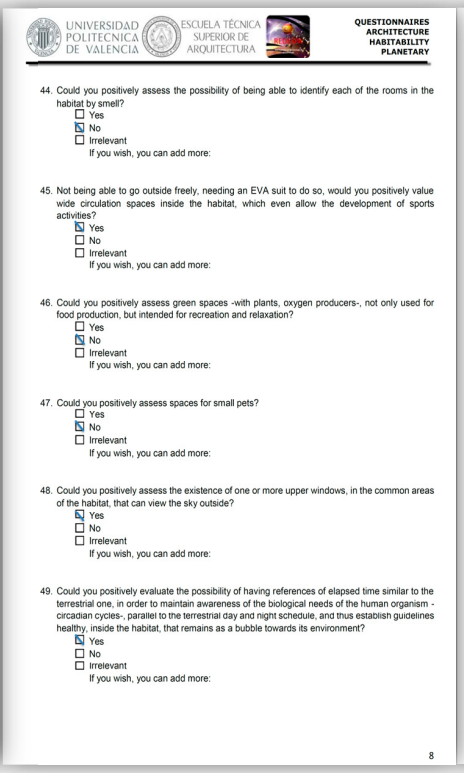
39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?
☒ Single
☐ Shared, how many people maximum?:
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?
☒ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☒ Irrelevant
If you wish, you can add more: Having a window with a curtain to private darkness when needed

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?
☒ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

43. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?
☒ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

44. Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?
☐ Yes
☒ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

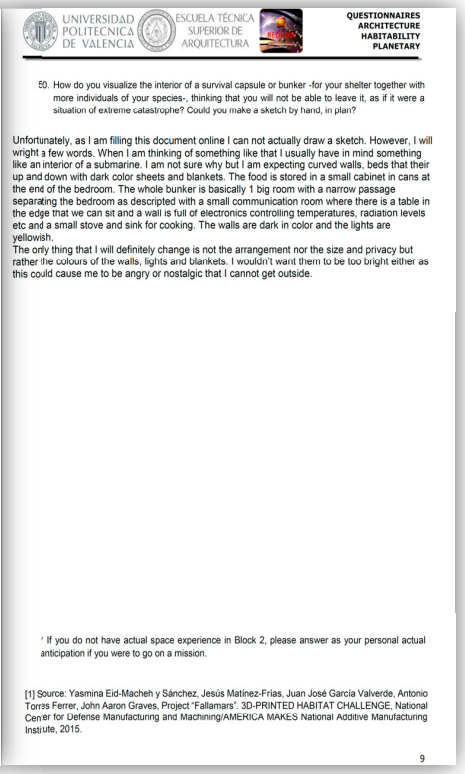
45. Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?
☒ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

46. Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?
☐ Yes
☒ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

47. Could you positively assess spaces for small pets?
☐ Yes
☒ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

48. Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?
☒ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

49. Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism -circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?
☒ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

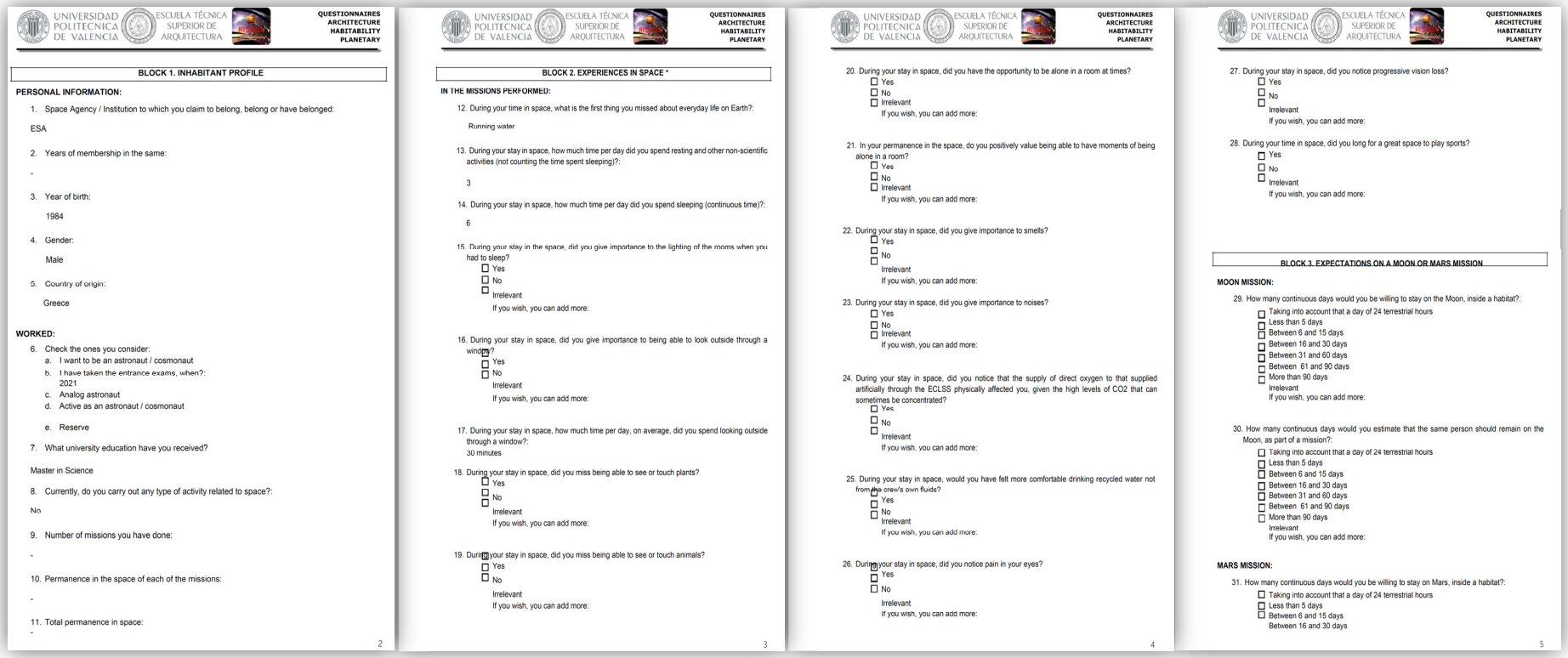
50. How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?

Unfortunately, as I am filling this document online I can not actually draw a sketch. However, I will wright a few words. When I am thinking of something like that I usually have in mind something like an interior of a submarine. I am not sure why but I am expecting curved walls, beds that their up and down with dark color sheets and blankets. The food is stored in a small cabinet in cans at the end of the bedroom. The whole bunker is basically 1 big room with a narrow passage separating the bedroom as descripted with a small communication room where there is a table in the edge that we can sit and a wall is full of electronics controlling temperatures, radiation levels etc and a small stove and sink for cooking. The walls are dark in color and the lights are yellowish.
The only thing that I will definitely change is not the arrangement nor the size and privacy but rather the colours of the walls, lights and blankets. I wouldn't want them to be too bright either as this could cause me to be angry or nostalgic that I cannot get outside.

' If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez, Jesús Matinez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars", 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

Sujeto 12



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged:

ESA

2. Years of membership in the same:

-

3. Year of birth:

1984

4. Gender:

Male

5. Country of origin:

Greece

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. I have taken the entrance exams, when?: 2021
   c. Analog astronaut
   d. Active as an astronaut / cosmonaut
   e. Reserve
7. What university education have you received?

Master in Science

8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?:

No

9. Number of missions you have done:

-

10. Permanence in the space of each of the missions:

-

11. Total permanence in space:

-

2

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?:

Running water

13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?:

3

14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:

6

15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
   ☐ Yes
   ☐ No
   ☐ Irrelevant
   If you wish, you can add more:

16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
   ☐ Yes
   ☐ No
   ☐ Irrelevant
   If you wish, you can add more:

17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?:
30 minutes

18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
   ☐ Yes
   ☐ No
   ☐ Irrelevant
   If you wish, you can add more:

19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?
   ☐ Yes
   ☐ No
   ☐ Irrelevant
   If you wish, you can add more:

3

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
   ☐ Yes
   ☐ No
   ☐ Irrelevant
   If you wish, you can add more:

21. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
   ☐ Yes
   ☐ No
   ☐ Irrelevant
   If you wish, you can add more:

22. During your stay in space, did you give importance to smells?
   ☐ Yes
   ☐ No
   ☐ Irrelevant
   If you wish, you can add more:

23. During your stay in space, did you give importance to noises?
   ☐ Yes
   ☐ No
   ☐ Irrelevant
   If you wish, you can add more:

24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
   ☐ Yes
   ☐ No
   ☐ Irrelevant
   If you wish, you can add more:

25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
   ☐ Yes
   ☐ No
   ☐ Irrelevant
   If you wish, you can add more:

26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
   ☐ Yes
   ☐ No
   ☐ Irrelevant
   If you wish, you can add more:

4

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
   ☐ Yes
   ☐ No
   ☐ Irrelevant
   If you wish, you can add more:

28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
   ☐ Yes
   ☐ No
   ☐ Irrelevant
   If you wish, you can add more:

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

MOON MISSION:

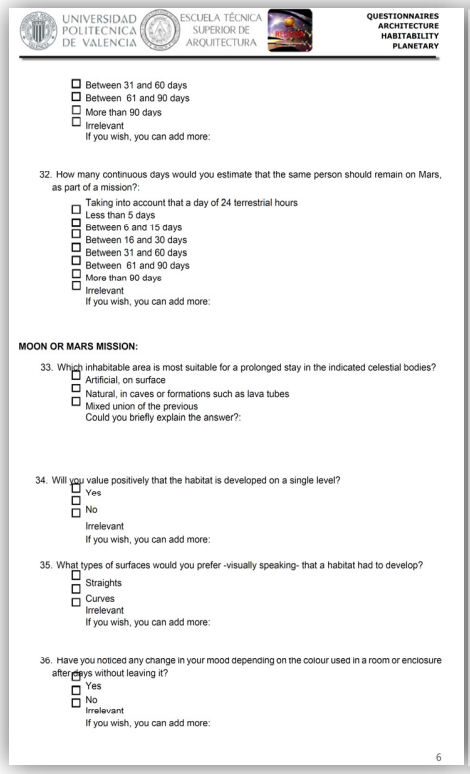
29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
   ☐ Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
   ☐ Less than 5 days
   ☐ Between 6 and 15 days
   ☐ Between 16 and 30 days
   ☐ Between 31 and 60 days
   ☐ Between 61 and 90 days
   ☐ More than 90 days
   Irrelevant
   If you wish, you can add more:

30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
   ☐ Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
   ☐ Less than 5 days
   ☐ Between 6 and 15 days
   ☐ Between 16 and 30 days
   ☐ Between 31 and 60 days
   ☐ Between 61 and 90 days
   ☐ More than 90 days
   Irrelevant
   If you wish, you can add more:

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:
   ☐ Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
   ☐ Less than 5 days
   ☐ Between 6 and 15 days
   Between 16 and 30 days

5



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

- ☐ Between 31 and 60 days
- ☐ Between 61 and 90 days
- ☐ More than 90 days
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:

Taking into account that a day of 24 terrestrial hours

- ☐ Less than 5 days
- ☐ Between 6 and 15 days
- ☐ Between 16 and 30 days
- ☐ Between 31 and 60 days
- ☐ Between 61 and 90 days
- ☐ More than 90 days
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?

- ☐ Artificial, on surface
- ☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes
- ☐ Mixed union of the previous

Could you briefly explain the answer?:

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?

- ☐ Straights
- ☐ Curves
- ☐ Irrelevant

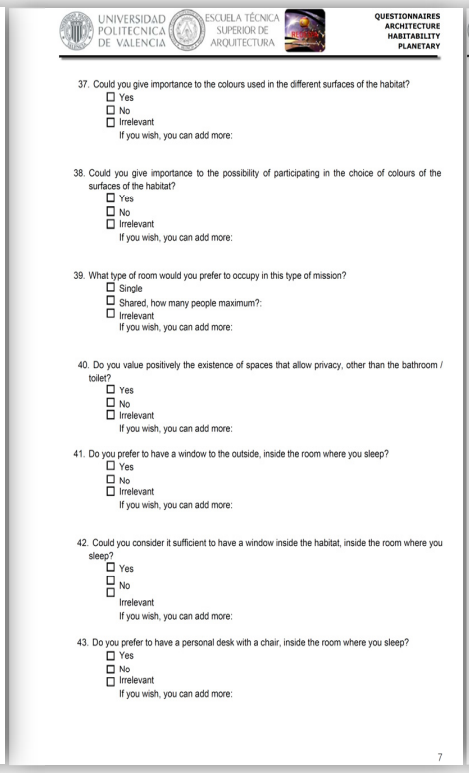
If you wish, you can add more:

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

6



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?

- ☐ Single
- ☐ Shared, how many people maximum?:
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

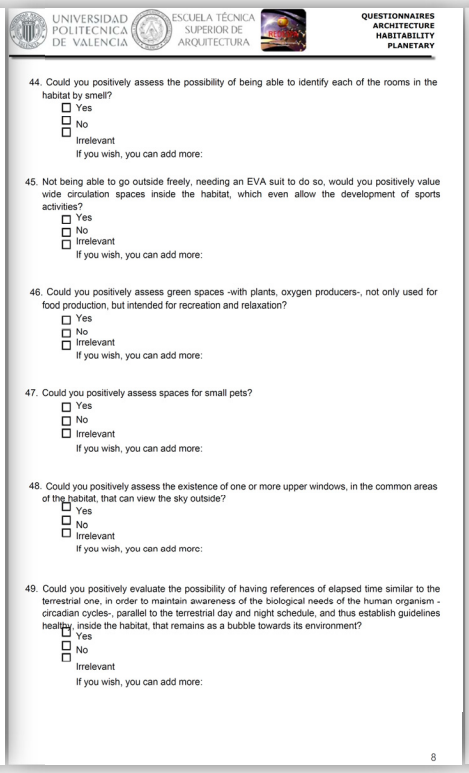
If you wish, you can add more:

43. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

7



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

44. Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

45. Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

46. Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

47. Could you positively assess spaces for small pets?

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

48. Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

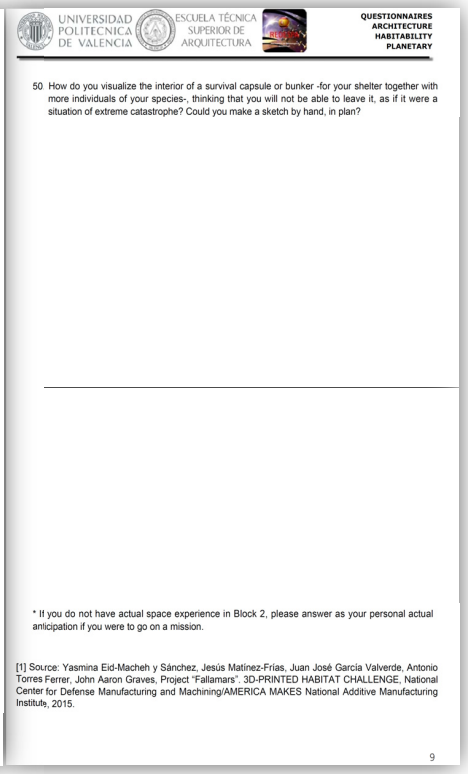
If you wish, you can add more:

49. Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism -circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

8



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

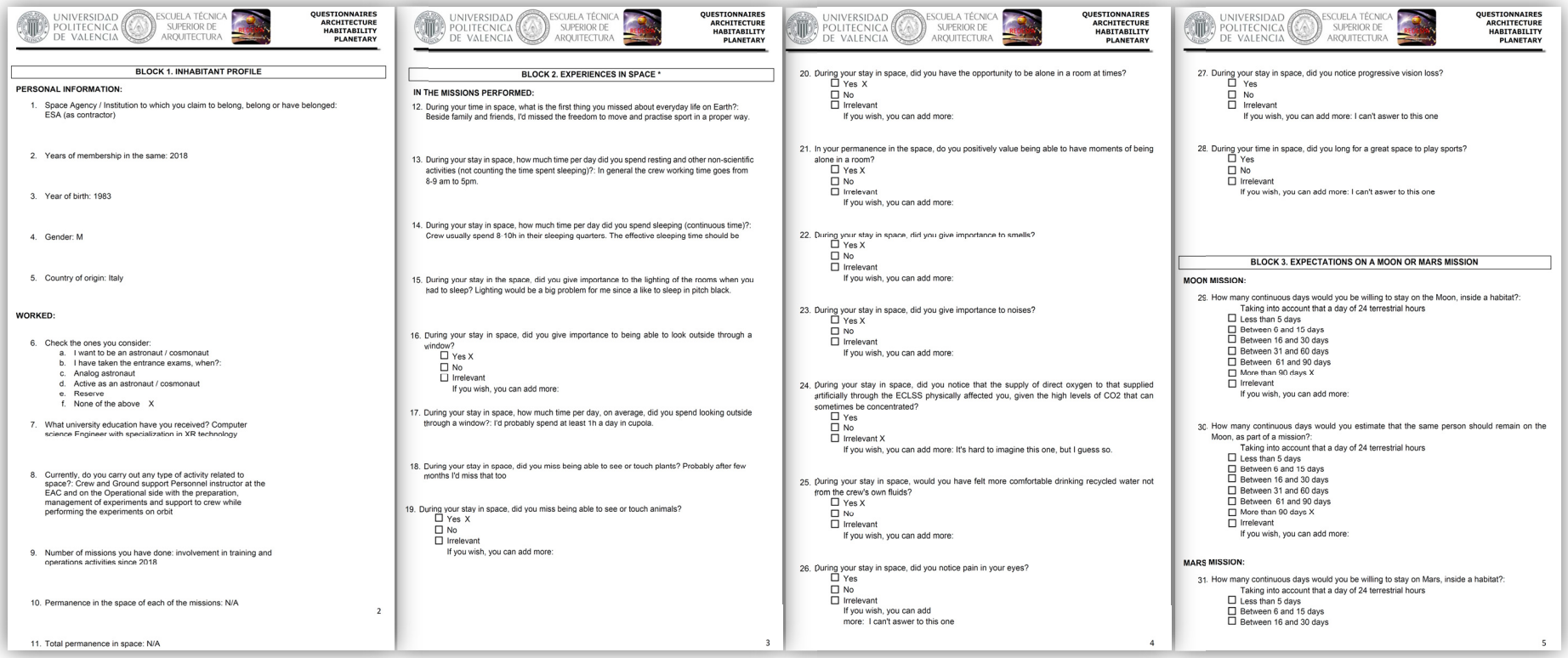
50. How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez, Jesús Matínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars": 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

9

Sujeto 13



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged: ESA (as contractor)
2. Years of membership in the same: 2018
3. Year of birth: 1983
4. Gender: M
5. Country of origin: Italy

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. I have taken the entrance exams, when?:
   c. Analog astronaut
   d. Active as an astronaut / cosmonaut
   e. Reserve
   f. None of the above X
7. What university education have you received? Computer science Engineer with specialization in XR technology
8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?: Crew and Ground support Personnel instructor at the EAC and on the Operational side with the preparation, management of experiments and support to crew while performing the experiments on orbit
9. Number of missions you have done: involvement in training and operations activities since 2018
10. Permanence in the space of each of the missions: N/A

2

11. Total permanence in space: N/A

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?: Beside family and friends, I'd missed the freedom to move and practise sport in a proper way.
13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?: In general the crew working time goes from 8-9 am to 5pm.
14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?: Crew usually spend 8-10h in their sleeping quarters. The effective sleeping time should be
15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep? Lighting would be a big problem for me since a like to sleep in pitch black.
16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    ☐ Yes X
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?: I'd probably spend at least 1h a day in cupola.
18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants? Probably after few months I'd miss that too
19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?
    ☐ Yes X
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

3

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
    ☐ Yes X
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
21. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
    ☐ Yes X
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
22. During your stay in space, did you give importance to smells?
    ☐ Yes X
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
23. During your stay in space, did you give importance to noises?
    ☐ Yes X
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant X
    If you wish, you can add more: It's hard to imagine this one, but I guess so.
25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
    ☐ Yes X
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: I can't aswer to this one

4

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: I can't aswer to this one
28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: I can't aswer to this one

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

MOON MISSION:

29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?: Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days X
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?: Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days X
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?: Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days

5

☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days X
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days X
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?
☐ Artificial, on surface X
☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes
☐ Mixed union of the previous
Could you briefly explain the answer?:

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant X
If you wish, you can add more:

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?
☐ Straights
☐ Curves
☐ Irrelevant X
If you wish, you can add more:

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?
☐ Yes
☐ No X
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?
☐ Yes
☐ No X
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?
☐ Yes X
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?
☐ Single X
☐ Shared, how many people maximum?:
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?
☐ Yes X
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?
☐ Yes X
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No X
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

43. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?
☐ Yes X
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

44. Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?
☐ Yes
☐ No X
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

45. Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?
☐ Yes X
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

46. Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?
☐ Yes X
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

47. Could you positively assess spaces for small pets?
☐ Yes
☐ No X
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

48. Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?
☐ Yes X
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

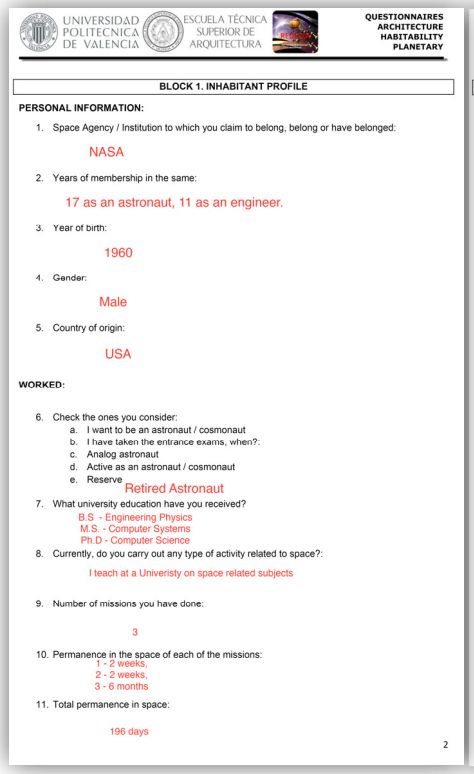
49. Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism -circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?
☐ Yes X
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

50. How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez, Jesús Matínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

Sujeto 14



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged:

   NASA

2. Years of membership in the same:

   17 as an astronaut, 11 as an engineer.

3. Year of birth:

   1960

4. Gender:

   Male

5. Country of origin:

   USA

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. I have taken the entrance exams, when?:
   c. Analog astronaut
   d. Active as an astronaut / cosmonaut
   e. Reserve

   Retired Astronaut

7. What university education have you received?

   B.S - Engineering Physics
   M.S. - Computer Systems
   Ph.D - Computer Science

8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?:

   I teach at a Univeristy on space related subjects

9. Number of missions you have done:

   3

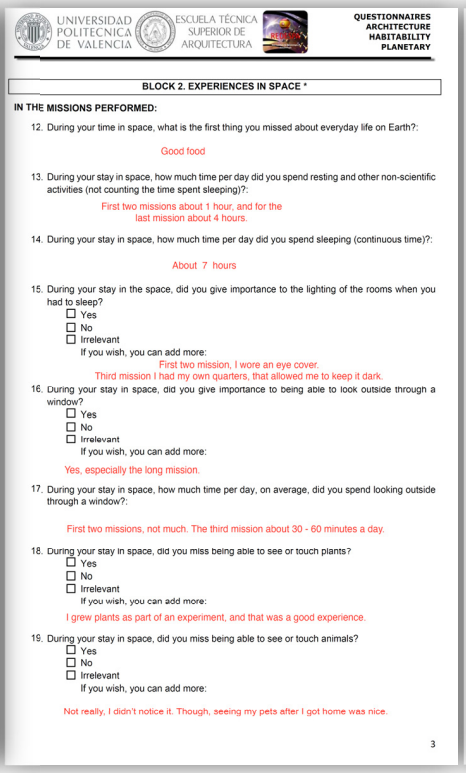
10. Permanence in the space of each of the missions:

    1 - 2 weeks,
    2 - 2 weeks,
    3 - 6 months

11. Total permanence in space:

    196 days

2



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?:

    Good food

13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?:

    First two missions about 1 hour, and for the last mission about 4 hours.

14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:

    About 7 hours

15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
    First two mission, I wore an eye cover.
    Third mission I had my own quarters, that allowed me to keep it dark.

16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

    Yes, especially the long mission.

17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?:

    First two missions, not much. The third mission about 30 - 60 minutes a day.

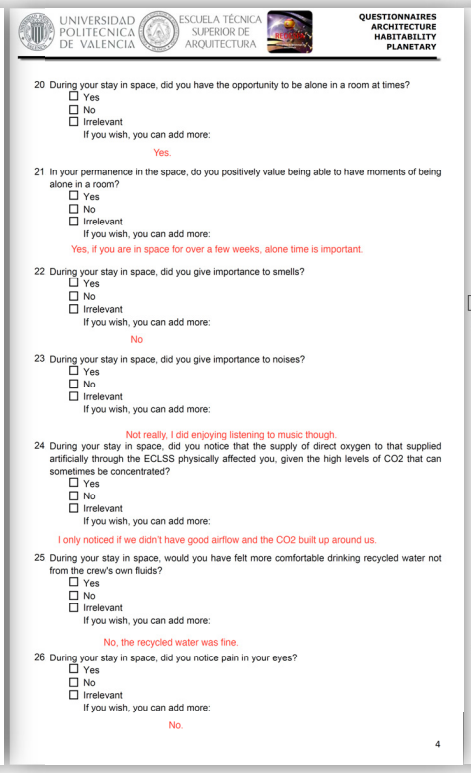
18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

    I grew plants as part of an experiment, and that was a good experience.

19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

    Not really, I didn't notice it. Though, seeing my pets after I got home was nice.

3



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

20 During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

Yes.

21 In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

Yes, if you are in space for over a few weeks, alone time is important.

22 During your stay in space, did you give importance to smells?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

No

23 During your stay in space, did you give importance to noises?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

Not really, I did enjoying listening to music though.

24 During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

I only noticed if we didn't have good airflow and the CO2 built up around us.

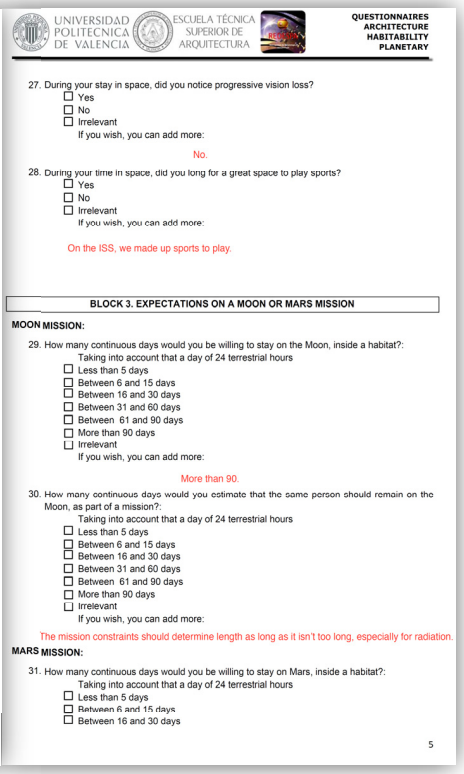
25 During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

No, the recycled water was fine.

26 During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

No.

4



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

No.

28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

On the ISS, we made up sports to play.

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

MOON MISSION:

29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

More than 90.

30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

The mission constraints should determine length as long as it isn't too long, especially for radiation.

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days

5

☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

More than 90.

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

Same as the moon answer.

MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?
☐ Artificial, on surface
☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes
☐ Mixed union of the previous
Could you briefly explain the answer?:

Mixed would be good. I think it is important to see outside, but also to have radiation protection.

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

Irrelevent.

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?
☐ Straights
☐ Curves
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

Irrelevent.

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

No, I think being able to look outside is more important.

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

There probably are bad colors, but besides that, no.

38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

No.

39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?
☐ Single
☐ Shared, how many people maximum?:
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

A small personal area would be nice.

40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

Yes.

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

Ne, the sun might not correspond to your sleep cycle and windows usually let in more radiation.

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

I would not want that.

43. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

Yes, a chair and desk with a computer.

44. Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

Irrelevent.

45. Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

Yes.

46. Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

Yes.

47. Could you positively assess spaces for small pets?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

Possible, but the extra care is probably not worth it.

48. Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

Yes, windows would be nice. Though they don't have to be upper windows.

49. Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism -circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

Yes, you would need to keep the same relative schedule.

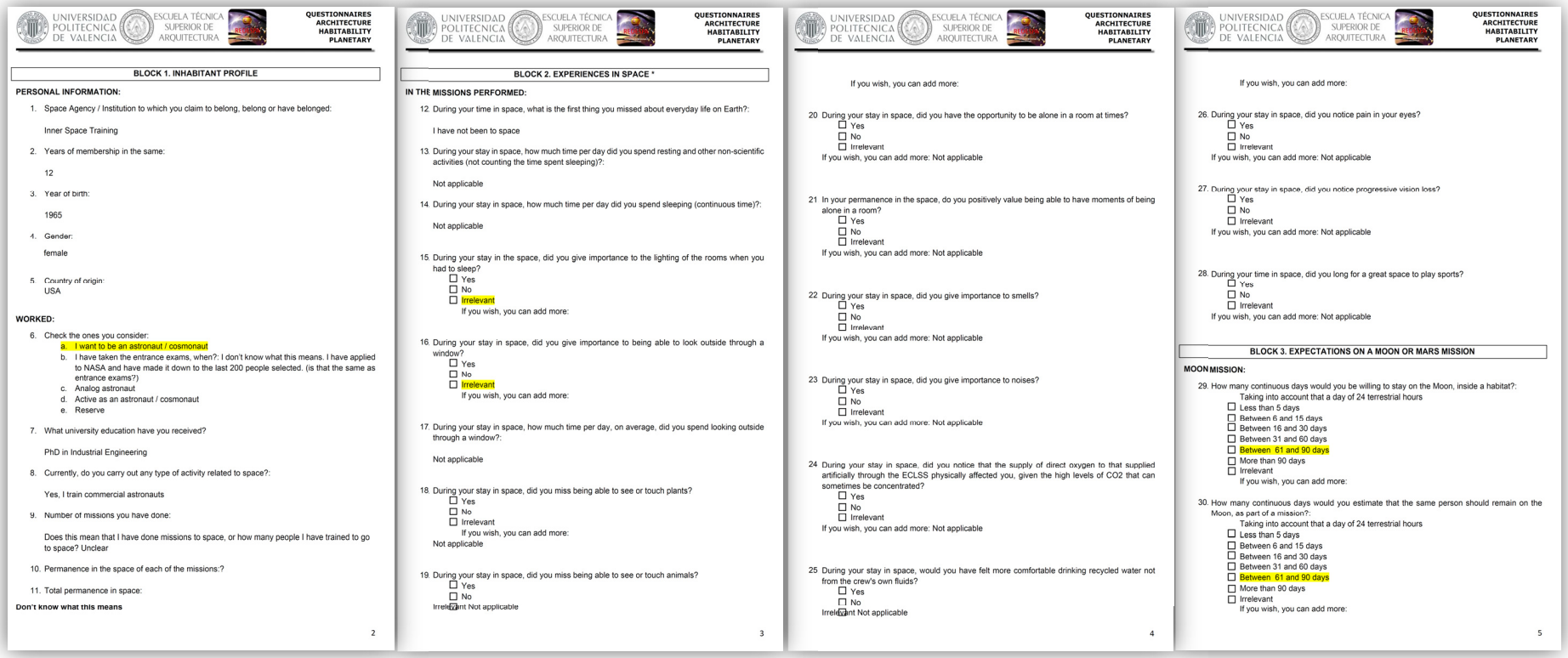
50. How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?

Very similar to a submarine.

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Fid-Macheb y Sánchez, Jesús Martínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

Sujeto 15



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged:

   Inner Space Training

2. Years of membership in the same:

   12

3. Year of birth:

   1965

4. Gender:

   female

5. Country of origin:
   USA

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. I have taken the entrance exams, when?: I don't know what this means. I have applied to NASA and have made it down to the last 200 people selected. (is that the same as entrance exams?)
   c. Analog astronaut
   d. Active as an astronaut / cosmonaut
   e. Reserve

7. What university education have you received?

   PhD in Industrial Engineering

8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?:

   Yes, I train commercial astronauts

9. Number of missions you have done:

   Does this mean that I have done missions to space, or how many people I have trained to go to space? Unclear

10. Permanence in the space of each of the missions:?

11. Total permanence in space:

Don't know what this means

2

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?:

    I have not been to space

13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?:

    Not applicable

14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:

    Not applicable

15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?:

    Not applicable

18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
    Not applicable

19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?
    ☐ Yes
    ☐ No
    Irrelevant Not applicable

3

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

If you wish, you can add more:

20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: Not applicable

21. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: Not applicable

22. During your stay in space, did you give importance to smells?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: Not applicable

23. During your stay in space, did you give importance to noises?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: Not applicable

24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: Not applicable

25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
    ☐ Yes
    ☐ No
    Irrelevant Not applicable

4

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

If you wish, you can add more:

26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: Not applicable

27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: Not applicable

28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: Not applicable

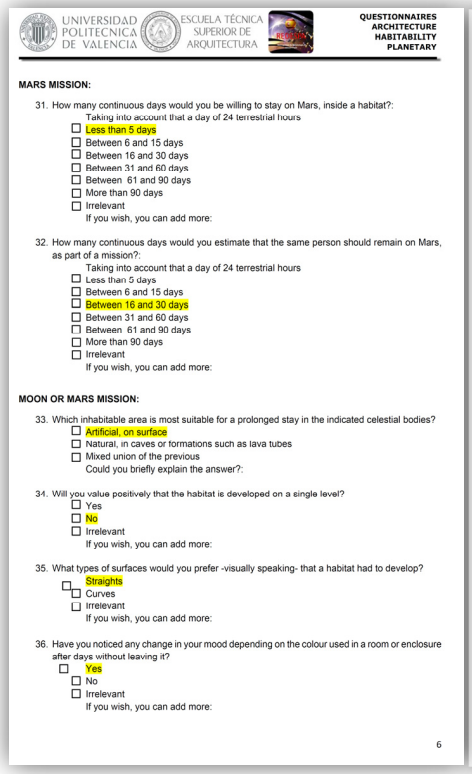
BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

MOON MISSION:

29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

5



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
- ☐ Less than 5 days
- ☐ Between 6 and 15 days
- ☐ Between 16 and 30 days
- ☐ Between 31 and 60 days
- ☐ Between 61 and 90 days
- ☐ More than 90 days
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
- ☐ Less than 5 days
- ☐ Between 6 and 15 days
- ☐ Between 16 and 30 days
- ☐ Between 31 and 60 days
- ☐ Between 61 and 90 days
- ☐ More than 90 days
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?
- ☐ Artificial, on surface
- ☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes
- ☐ Mixed union of the previous

Could you briefly explain the answer?:

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

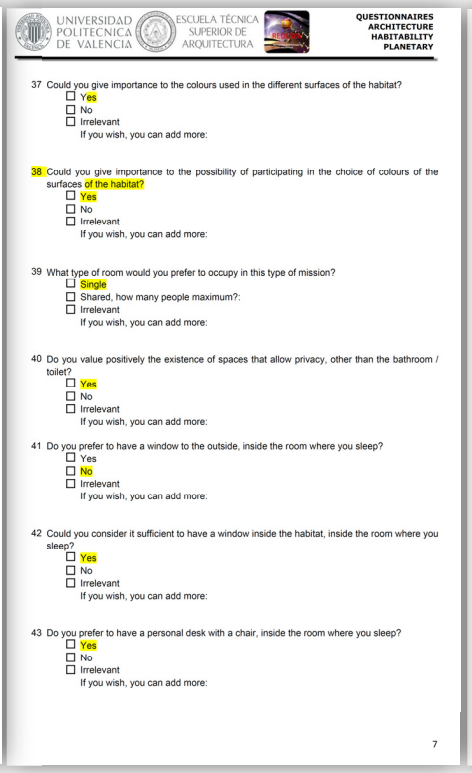
35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?
- ☐ Straights
- ☐ Curves
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

6



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?
- ☐ Single
- ☐ Shared, how many people maximum?:
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

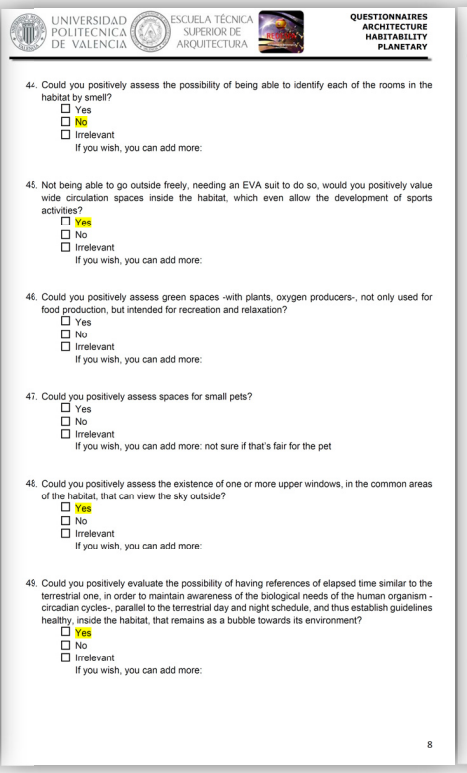
42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

43. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

7



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

44. Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

45. Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

46. Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

47. Could you positively assess spaces for small pets?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more: not sure if that's fair for the pet

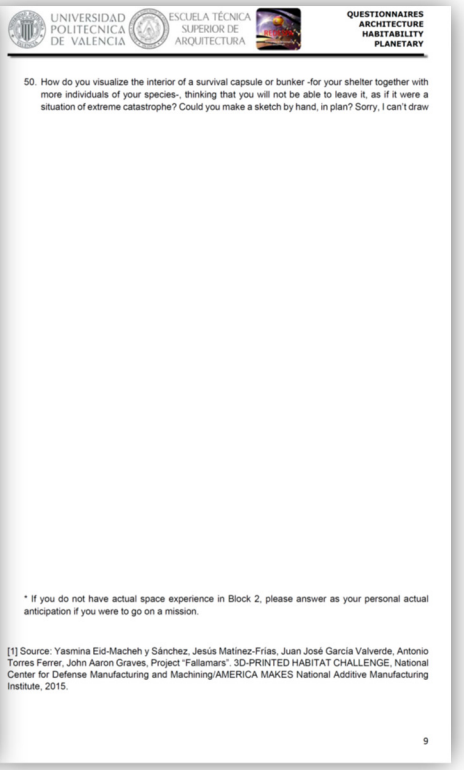
48. Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

49. Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism -circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

8



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

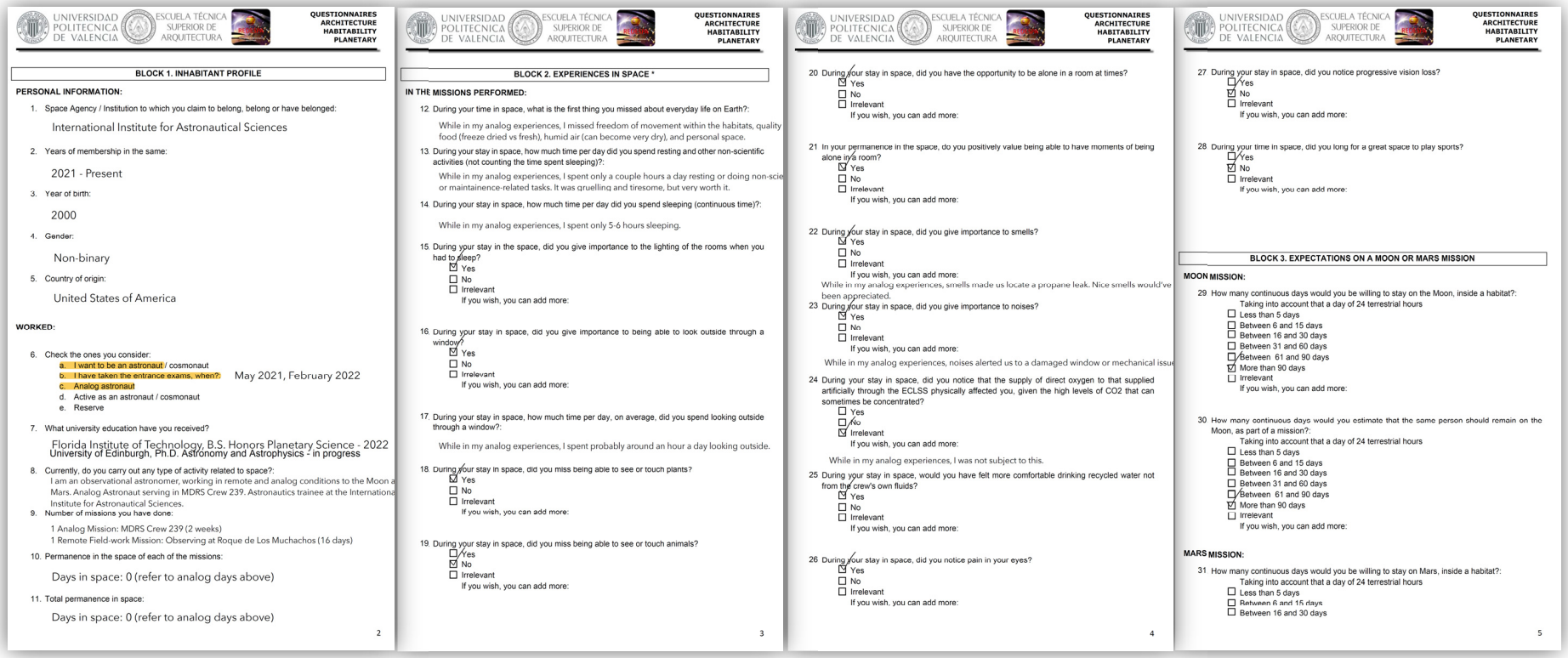
50. How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan? Sorry, I can't draw

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez, Jesús Matínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

9

Sujeto 16



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged:
   International Institute for Astronautical Sciences
2. Years of membership in the same:
   2021 - Present
3. Year of birth:
   2000
4. Gender:
   Non-binary
5. Country of origin:
   United States of America

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. I have taken the entrance exams, when?: May 2021, February 2022
   c. Analog astronaut
   d. Active as an astronaut / cosmonaut
   e. Reserve
7. What university education have you received?
   Florida Institute of Technology, B.S. Honors Planetary Science - 2022
   University of Edinburgh, Ph.D. Astronomy and Astrophysics - in progress
8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?:
   I am an observational astronomer, working in remote and analog conditions to the Moon a
   Mars. Analog Astronaut serving in MDRS Crew 239. Astronautics trainee at the Internationa
   Institute for Astronautical Sciences.
9. Number of missions you have done:
   1 Analog Mission: MDRS Crew 239 (2 weeks)
   1 Remote Field-work Mission: Observing at Roque de Los Muchachos (16 days)
10. Permanence in the space of each of the missions:
    Days in space: 0 (refer to analog days above)
11. Total permanence in space:
    Days in space: 0 (refer to analog days above)

2

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?:
    While in my analog experiences, I missed freedom of movement within the habitats, quality food (freeze dried vs fresh), humid air (can become very dry), and personal space.
13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?:
    While in my analog experiences, I spent only a couple hours a day resting or doing non-scie or maintainence-related tasks. It was gruelling and tiresome, but very worth it.
14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:
    While in my analog experiences, I spent only 5-6 hours sleeping.
15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    ☑ Yes ☐ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    ☑ Yes ☐ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?:
    While in my analog experiences, I spent probably around an hour a day looking outside.
18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    ☑ Yes ☐ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?
    ☐ Yes ☑ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

3

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
    ☑ Yes ☐ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
21. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
    ☑ Yes ☐ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
22. During your stay in space, did you give importance to smells?
    ☑ Yes ☐ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
    While in my analog experiences, smells made us locate a propane leak. Nice smells would've been appreciated.
23. During your stay in space, did you give importance to noises?
    ☑ Yes ☐ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
    While in my analog experiences, noises alerted us to a damaged window or mechanical issue
24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
    ☐ Yes ☐ No ☑ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
    While in my analog experiences, I was not subject to this.
25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
    ☑ Yes ☐ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
    ☑ Yes ☐ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

4

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
    ☐ Yes ☑ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
    ☐ Yes ☑ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

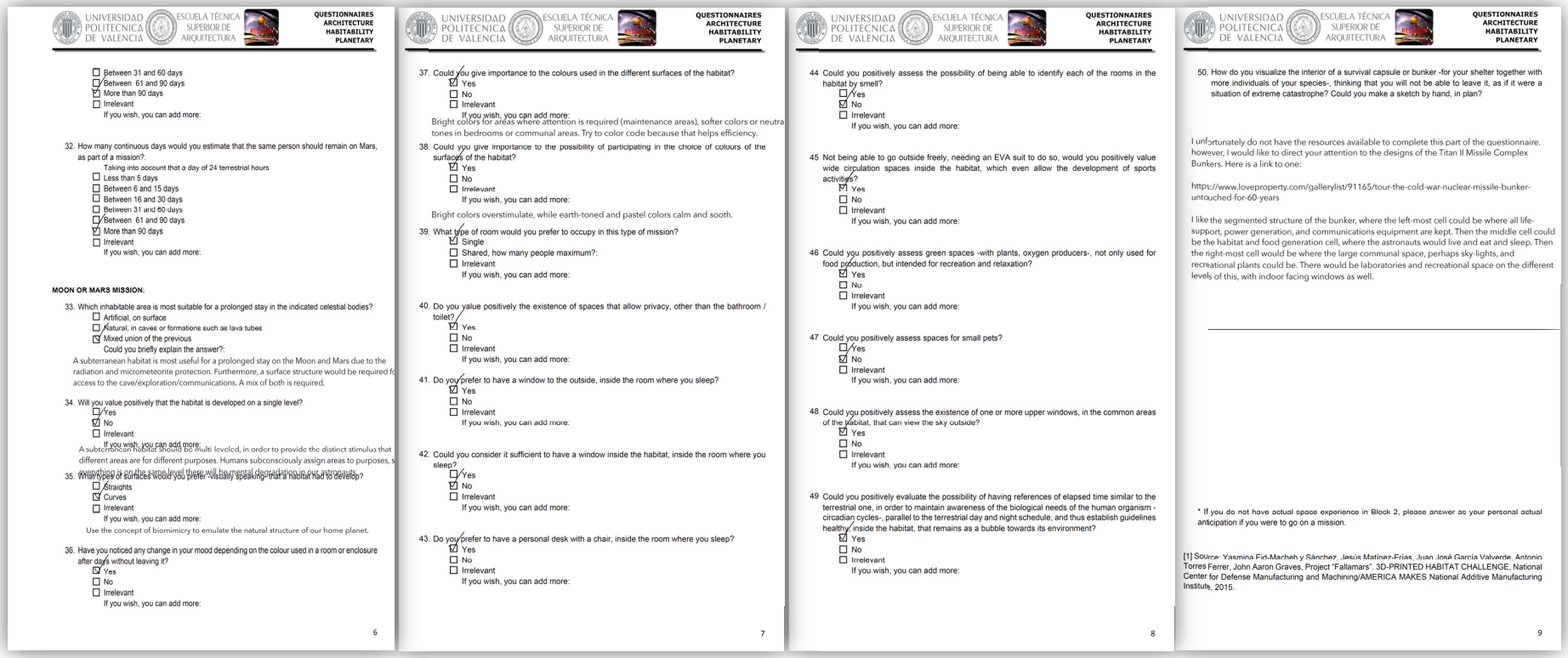
MOON MISSION:

29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☑ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☑ Between 61 and 90 days
    ☑ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days

5



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☑ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☑ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?
☐ Artificial, on surface
☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes
☑ Mixed union of the previous
Could you briefly explain the answer?:
A subterranean habitat is most useful for a prolonged stay on the Moon and Mars due to the radiation and micrometeorite protection. Furthermore, a surface structure would be required fo access to the cave/exploration/communications. A mix of both is required.

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?
☐ Yes
☑ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
A subterranean habitat should be multi leveled, in order to provide the distinct stimulus that different areas are for different purposes. Humans subconsciously assign areas to purposes, s everything is on the same level there will be mental disorientation in our astronauts.

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?
☐ Straights
☑ Curves
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
Use the concept of biomimicry to emulate the natural structure of our home planet.

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?
☑ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?
☑ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
Bright colors for areas where attention is required (maintenance areas), softer colors or neutra tones in bedrooms or communal areas. Try to color code because that helps efficiency.

38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?
☑ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
Bright colors overstimulate, while earth-toned and pastel colors calm and sooth.

39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?
☑ Single
☐ Shared, how many people maximum?:
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?
☑ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?
☑ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☑ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

43. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?
☑ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

44 Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?
☐ Yes
☑ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

45 Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?
☑ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

46 Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?
☑ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

47 Could you positively assess spaces for small pets?
☐ Yes
☑ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

48 Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?
☑ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

49 Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism -circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?
☑ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

50. How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?

I unfortunately do not have the resources available to complete this part of the questionnaire. however, I would like to direct your attention to the designs of the Titan II Missile Complex Bunkers. Here is a link to one:

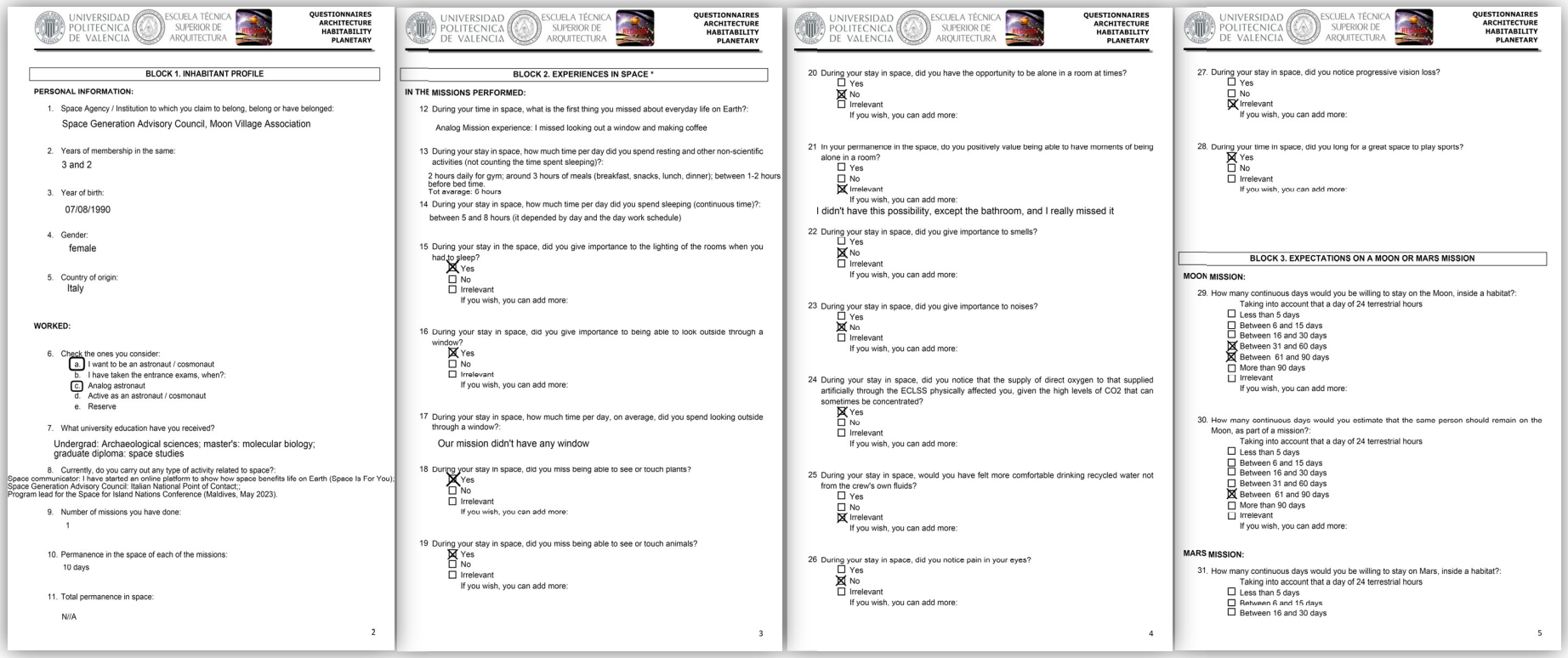
https://www.loveproperty.com/gallerylist/91165/tour-the-cold-war-nuclear-missile-bunker-untouched-for-60-years

I like the segmented structure of the bunker, where the left-most cell could be where all life-support, power generation, and communications equipment are kept. Then the middle cell could be the habitat and food generation cell, where the astronauts would live and eat and sleep. Then the right-most cell would be where the large communal space, perhaps sky-lights, and recreational plants could be. There would be laboratories and recreational space on the different levels of this, with indoor facing windows as well.

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Fid-Macheb y Sánchez, Jesús Martínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

Sujeto 17



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged:
   Space Generation Advisory Council, Moon Village Association
2. Years of membership in the same:
   3 and 2
3. Year of birth:
   07/08/1990
4. Gender:
   female
5. Country of origin:
   Italy

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   - [a] I want to be an astronaut / cosmonaut
   - b. I have taken the entrance exams, when?:
   - [c] Analog astronaut
   - d. Active as an astronaut / cosmonaut
   - e. Reserve
7. What university education have you received?
   Undergrad: Archaeological sciences; master's: molecular biology; graduate diploma: space studies
8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?:
   Space communicator: I have started an online platform to show how space benefits life on Earth (Space Is For You);
   Space Generation Advisory Council: Italian National Point of Contact;;
   Program lead for the Space for Island Nations Conference (Maldives, May 2023).
9. Number of missions you have done:
   1
10. Permanence in the space of each of the missions:
    10 days
11. Total permanence in space:
    N//A

2

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?:
    Analog Mission experience: I missed looking out a window and making coffee
13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?:
    2 hours daily for gym; around 3 hours of meals (breakfast, snacks, lunch, dinner); between 1-2 hours before bed time.
    Tot average: 6 hours
14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:
    between 5 and 8 hours (it depended by day and the day work schedule)
15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    - [x] Yes
    - [ ] No
    - [ ] Irrelevant
    If you wish, you can add more:
16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    - [x] Yes
    - [ ] No
    - [ ] Irrelevant
    If you wish, you can add more:
17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?:
    Our mission didn't have any window
18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    - [x] Yes
    - [ ] No
    - [ ] Irrelevant
    If you wish, you can add more:
19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?
    - [x] Yes
    - [ ] No
    - [ ] Irrelevant
    If you wish, you can add more:

3

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
    - [ ] Yes
    - [x] No
    - [ ] Irrelevant
    If you wish, you can add more:
21. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
    - [ ] Yes
    - [ ] No
    - [x] Irrelevant
    If you wish, you can add more:
    I didn't have this possibility, except the bathroom, and I really missed it
22. During your stay in space, did you give importance to smells?
    - [ ] Yes
    - [x] No
    - [ ] Irrelevant
    If you wish, you can add more:
23. During your stay in space, did you give importance to noises?
    - [ ] Yes
    - [x] No
    - [ ] Irrelevant
    If you wish, you can add more:
24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
    - [x] Yes
    - [ ] No
    - [ ] Irrelevant
    If you wish, you can add more:
25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
    - [ ] Yes
    - [ ] No
    - [x] Irrelevant
    If you wish, you can add more:
26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
    - [ ] Yes
    - [x] No
    - [ ] Irrelevant
    If you wish, you can add more:

4

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
    - [ ] Yes
    - [ ] No
    - [x] Irrelevant
    If you wish, you can add more:
28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
    - [x] Yes
    - [ ] No
    - [ ] Irrelevant
    If you wish, you can add more:

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

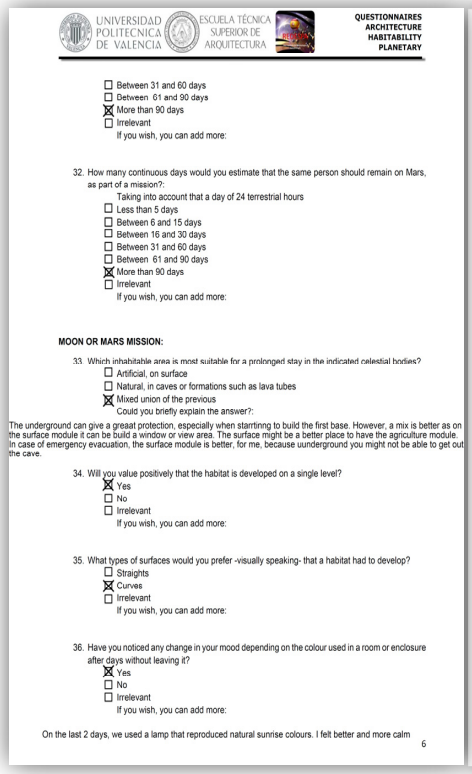
MOON MISSION:

29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    - [ ] Less than 5 days
    - [ ] Between 6 and 15 days
    - [ ] Between 16 and 30 days
    - [x] Between 31 and 60 days
    - [x] Between 61 and 90 days
    - [ ] More than 90 days
    - [ ] Irrelevant
    If you wish, you can add more:
30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    - [ ] Less than 5 days
    - [ ] Between 6 and 15 days
    - [ ] Between 16 and 30 days
    - [ ] Between 31 and 60 days
    - [x] Between 61 and 90 days
    - [ ] More than 90 days
    - [ ] Irrelevant
    If you wish, you can add more:

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    - [ ] Less than 5 days
    - [ ] Between 6 and 15 days
    - [ ] Between 16 and 30 days

5



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☒ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☒ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

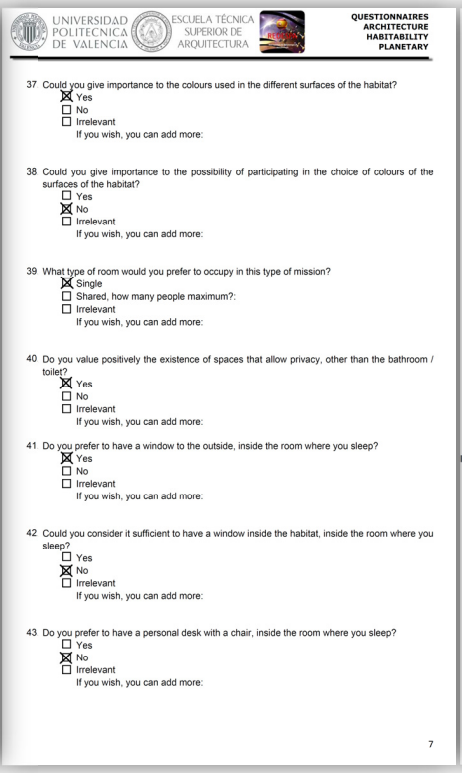
MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?
☐ Artificial, on surface
☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes
☒ Mixed union of the previous
Could you briefly explain the answer?:
The underground can give a greaat protection, especially when starrtinng to build the first base. However, a mix is better as on the surface module it can be build a window or view area. The surface might be a better place to have the agriculture module. In case of emergency evacuation, the surface module is better, for me, because uunderground you might not be able to get out the cave.

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?
☒ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?
☐ Straights
☒ Curves
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?
☒ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
On the last 2 days, we used a lamp that reproduced natural sunrise colours. I felt better and more calm



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?
☒ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?
☐ Yes
☒ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

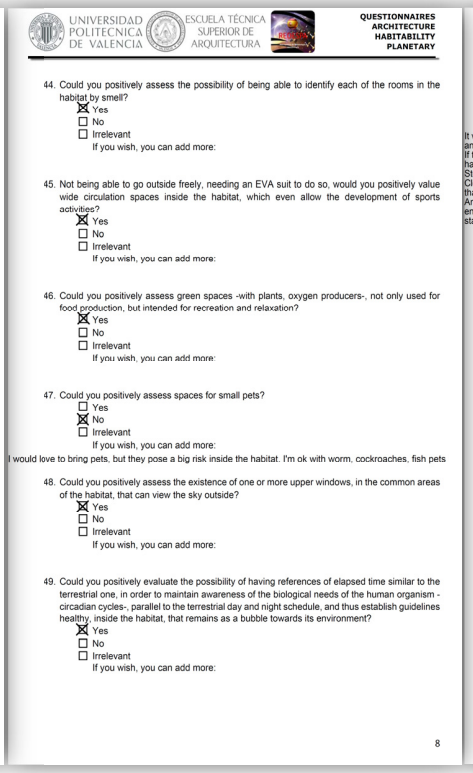
39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?
☒ Single
☐ Shared, how many people maximum?:
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?
☒ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?
☒ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☒ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

43. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☒ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

44. Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?
☒ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

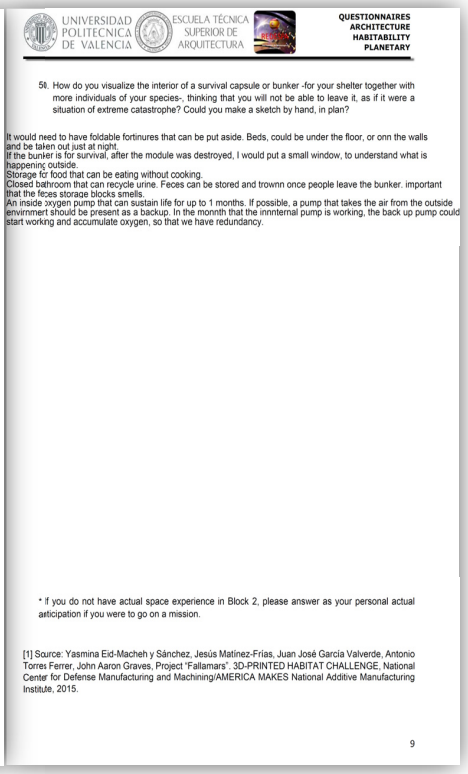
45. Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?
☒ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

46. Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?
☒ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

47. Could you positively assess spaces for small pets?
☐ Yes
☒ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
I would love to bring pets, but they pose a big risk inside the habitat. I'm ok with worm, cockroaches, fish pets

48. Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?
☒ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

49. Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism - circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?
☒ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

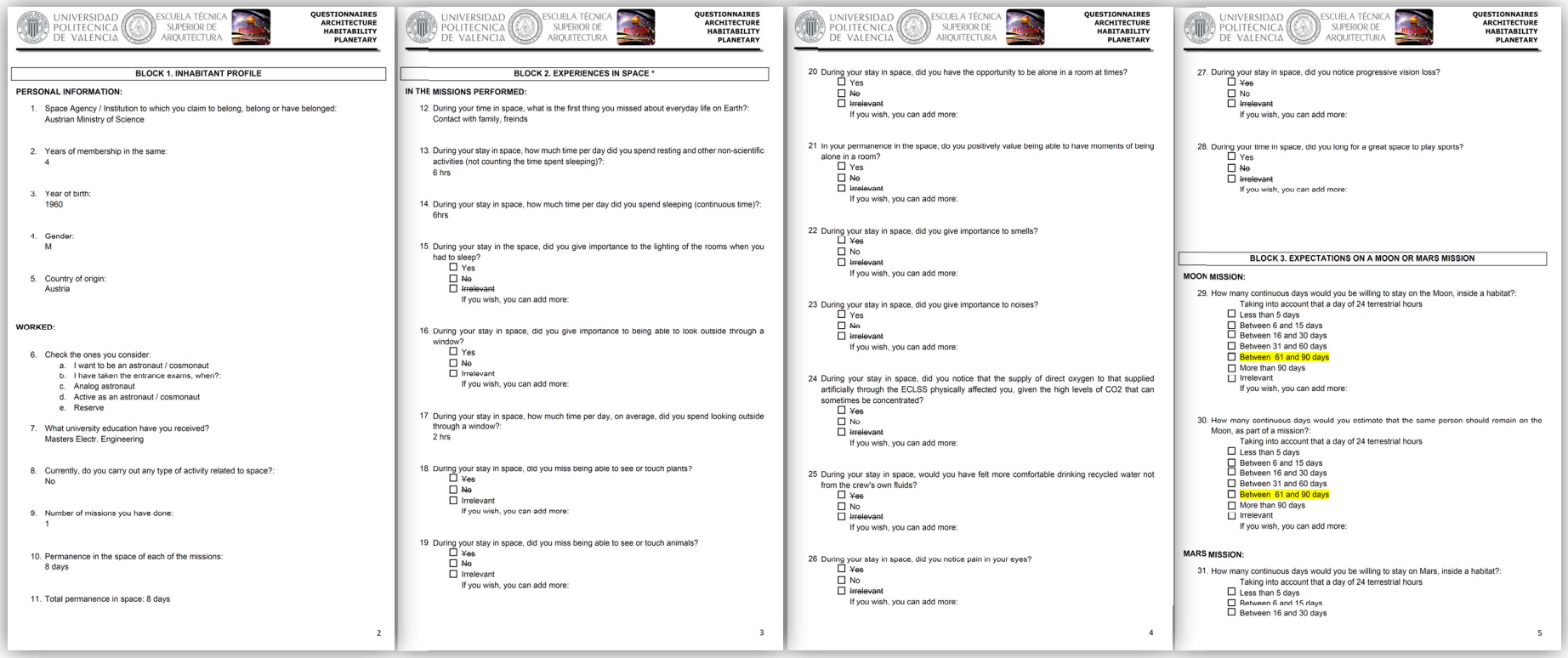
50. How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?

It would need to have foldable fortinures that can be put aside. Beds, could be under the floor, or onn the walls and be taken out just at night.
If the bunker is for survival, after the module was destroyed, I would put a small window, to understand what is happening outside.
Storage for food that can be eating without cooking.
Closed bathroom that can recycle urine. Feces can be stored and trownn once people leave the bunker. important that the feces storage blocks smells.
An inside oxygen pump that can sustain life for up to 1 months. If possible, a pump that takes the air from the outside envirnment should be present as a backup. In the monnth that the innternal pump is working, the back up pump could start workng and accumulate oxygen, so that we have redundancy.

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual artiicipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez, Jesús Matínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

Sujeto 18



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged:
   Austrian Ministry of Science
2. Years of membership in the same:
   4
3. Year of birth:
   1960
4. ~~Gender~~:
   M
5. Country of origin:
   Austria

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. I have taken the entrance exams, when?:
   c. Analog astronaut
   d. Active as an astronaut / cosmonaut
   e. Reserve
7. What university education have you received?
   Masters Electr. Engineering
8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?:
   No
9. Number of missions you have done:
   1
10. Permanence in the space of each of the missions:
    8 days
11. Total permanence in space: 8 days

2

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?:
    Contact with family, freinds
13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?:
    6 hrs
14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:
    6hrs
15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    ☐ Yes
    ☐ ~~No~~
    ☐ ~~Irrelevant~~
    If you wish, you can add more:
16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    ☐ Yes
    ☐ ~~No~~
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?:
    2 hrs
18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    ☐ ~~Yes~~
    ☐ ~~No~~
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?
    ☐ ~~Yes~~
    ☐ ~~No~~
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

3

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
    ☐ Yes
    ☐ ~~No~~
    ☐ ~~Irrelevant~~
    If you wish, you can add more:
21. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
    ☐ Yes
    ☐ ~~No~~
    ☐ ~~Irrelevant~~
    If you wish, you can add more:
22. During your stay in space, did you give importance to smells?
    ☐ ~~Yes~~
    ☐ No
    ☐ ~~Irrelevant~~
    If you wish, you can add more:
23. During your stay in space, did you give importance to noises?
    ☐ Yes
    ☐ ~~No~~
    ☐ ~~Irrelevant~~
    If you wish, you can add more:
24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
    ☐ ~~Yes~~
    ☐ No
    ☐ ~~Irrelevant~~
    If you wish, you can add more:
25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
    ☐ ~~Yes~~
    ☐ No
    ☐ ~~Irrelevant~~
    If you wish, you can add more:
26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
    ☐ ~~Yes~~
    ☐ No
    ☐ ~~Irrelevant~~
    If you wish, you can add more:

4

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
    ☐ ~~Yes~~
    ☐ No
    ☐ ~~Irrelevant~~
    If you wish, you can add more:
28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
    ☐ Yes
    ☐ ~~No~~
    ☐ ~~Irrelevant~~
    If you wish, you can add more:

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

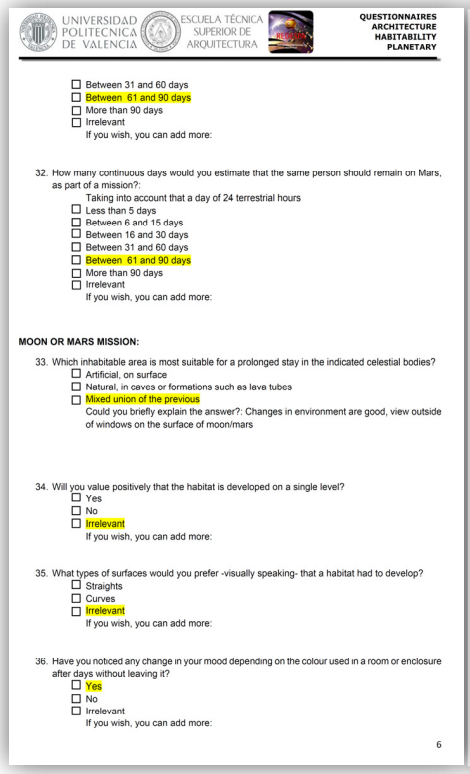
MOON MISSION:

29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days

5



☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

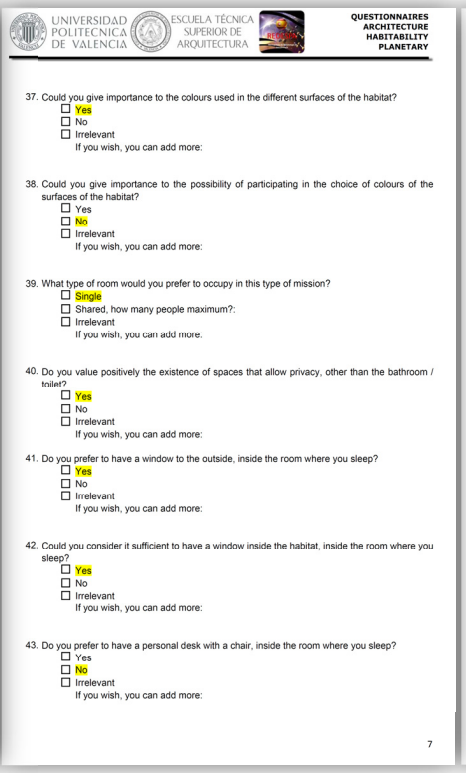
MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?
☐ Artificial, on surface
☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes
☐ Mixed union of the previous
Could you briefly explain the answer?: Changes in environment are good, view outside of windows on the surface of moon/mars

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?
☐ Straights
☐ Curves
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:



37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

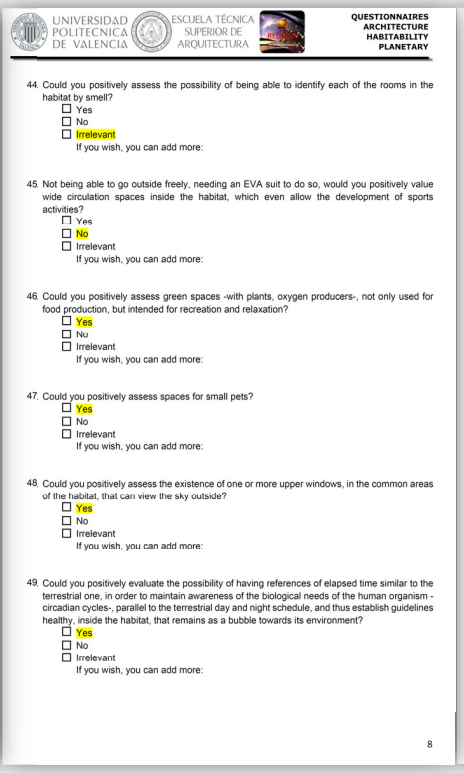
39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?
☐ Single
☐ Shared, how many people maximum?:
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

43. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:



44. Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

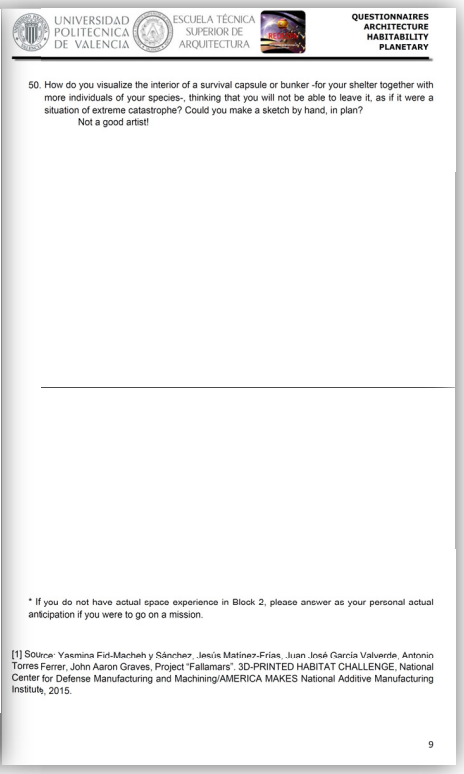
45. Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

46. Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

47. Could you positively assess spaces for small pets?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

48. Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

49. Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism -circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

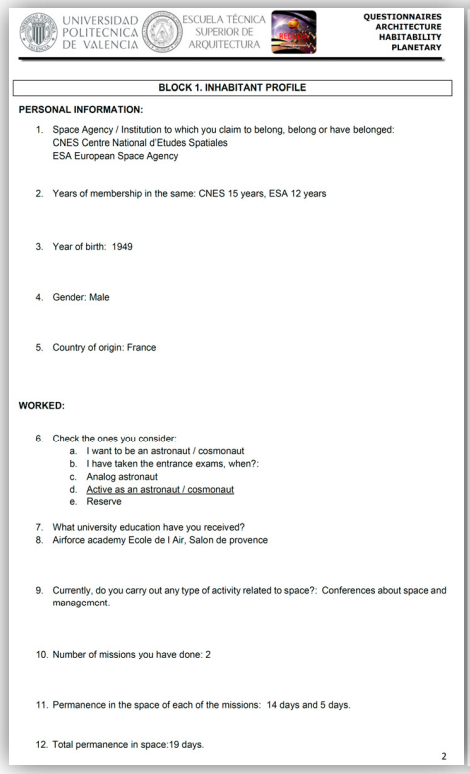


50. How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?
Not a good artist!

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Fid-Macheb y Sánchez, Jesús Martínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

Sujeto 19



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

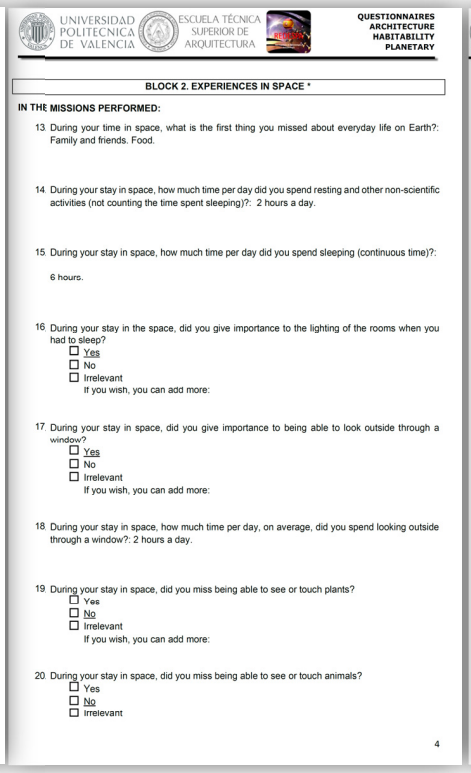
PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged:
   CNES Centre National d'Etudes Spatiales
   ESA European Space Agency
2. Years of membership in the same: CNES 15 years, ESA 12 years
3. Year of birth: 1949
4. Gender: Male
5. Country of origin: France

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. I have taken the entrance exams, when?:
   c. Analog astronaut
   d. Active as an astronaut / cosmonaut
   e. Reserve
7. What university education have you received?
8. Airforce academy Ecole de l Air, Salon de provence
9. Currently, do you carry out any type of activity related to space?: Conferences about space and management.
10. Number of missions you have done: 2
11. Permanence in the space of each of the missions: 14 days and 5 days.
12. Total permanence in space:19 days.

2



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

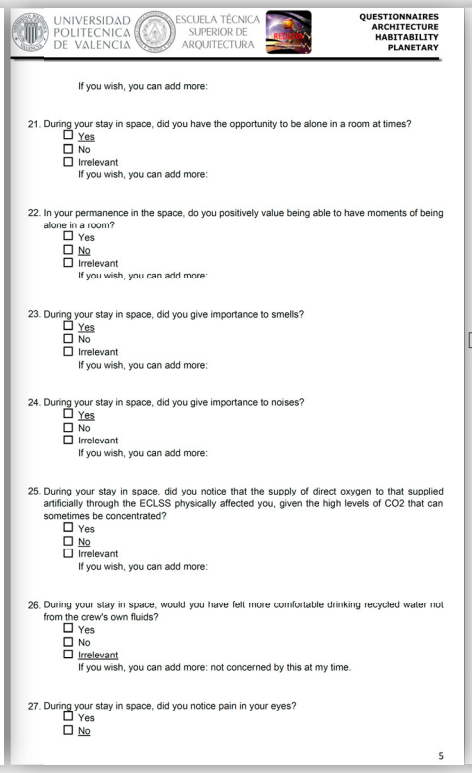
QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

13. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?: Family and friends. Food.
14. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?: 2 hours a day.
15. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:
    6 hours.
16. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
17. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
18. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?: 2 hours a day.
19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
20. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant

4



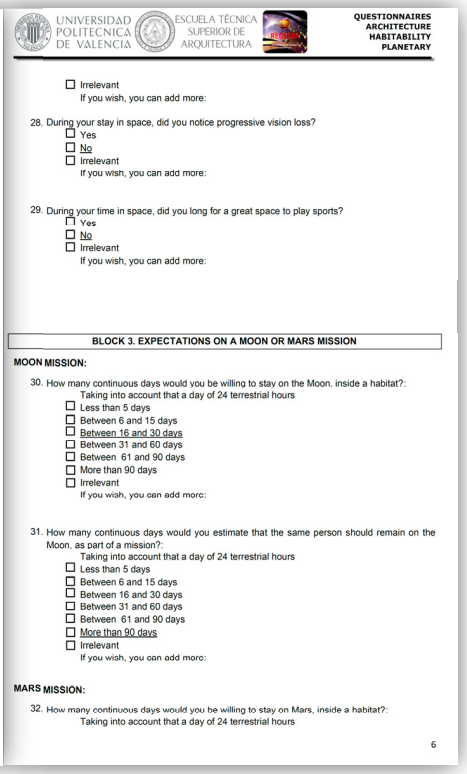
UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

If you wish, you can add more:

21. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
22. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
23. During your stay in space, did you give importance to smells?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
24. During your stay in space, did you give importance to noises?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
25. During your stay in space. did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
26. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: not concerned by this at my time.
27. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
    ☐ Yes
    ☐ No

5



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

28. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
29. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

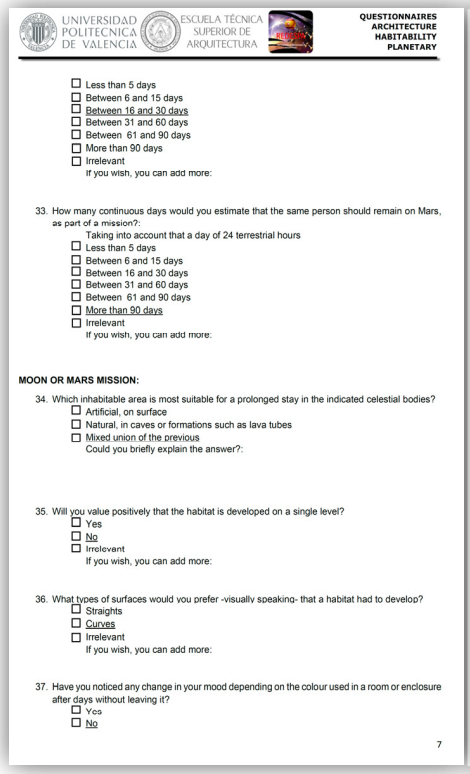
MOON MISSION:

30. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon. inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
31. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

MARS MISSION:

32. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours

6



☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

33. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

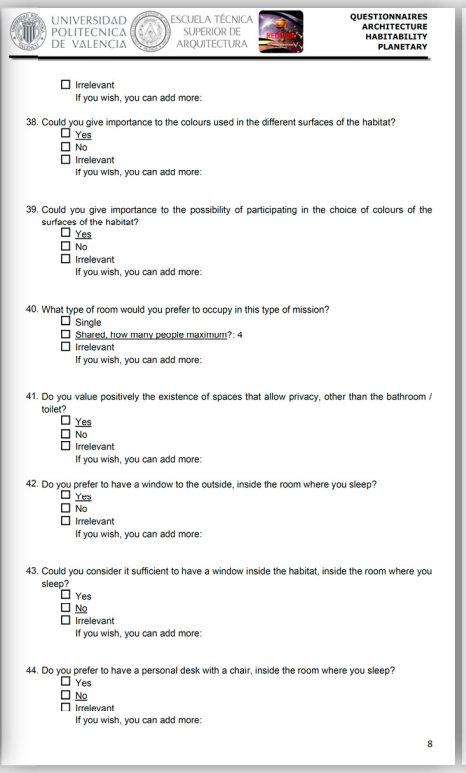
MOON OR MARS MISSION:

34. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?
☐ Artificial, on surface
☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes
☐ Mixed union of the previous
Could you briefly explain the answer?:

35. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

36. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?
☐ Straights
☐ Curves
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

37. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?
☐ Yes
☐ No



☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

38. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

39. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

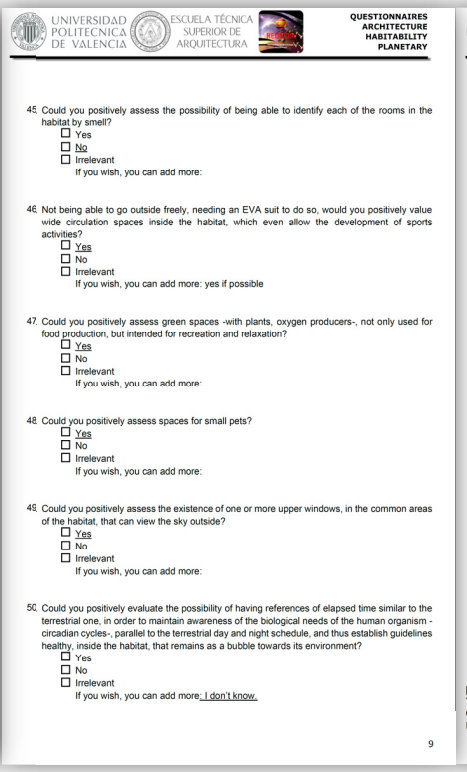
40. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?
☐ Single
☐ Shared, how many people maximum?: 4
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

41. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

42. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

43. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

44. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:



45. Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

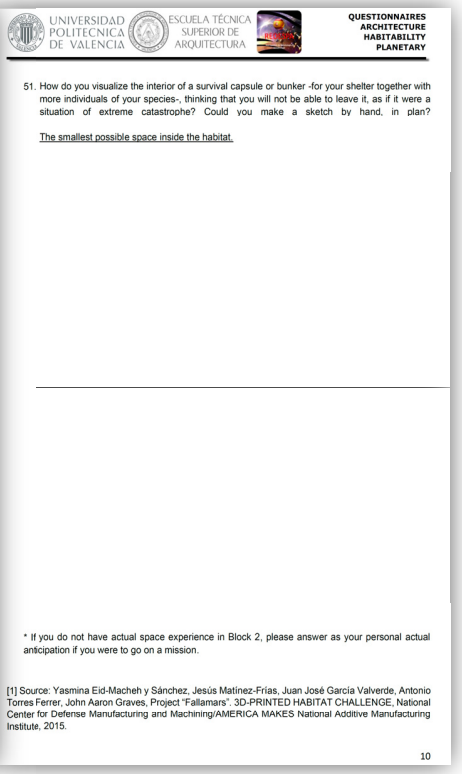
46. Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more: yes if possible

47. Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

48. Could you positively assess spaces for small pets?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

49. Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

50. Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism -circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more: I don't know.



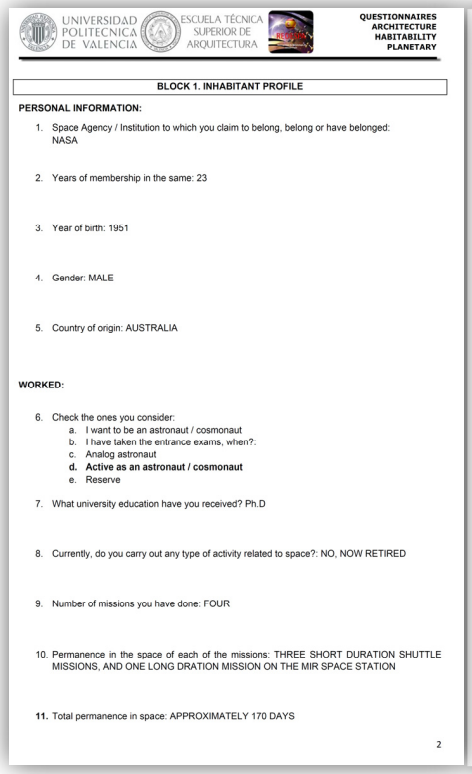
51. How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?

The smallest possible space inside the habitat.

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez, Jesús Matínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

Sujeto 20



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

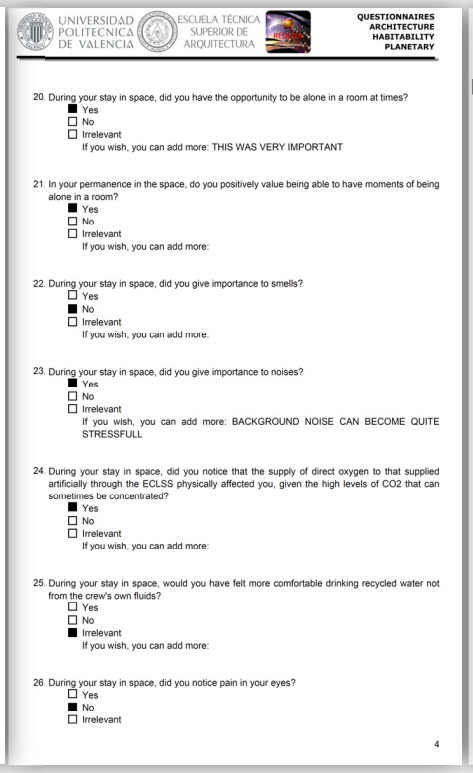
PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged:
   NASA
2. Years of membership in the same: 23
3. Year of birth: 1951
4. Gender: MALE
5. Country of origin: AUSTRALIA

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. I have taken the entrance exams, when?:
   c. Analog astronaut
   d. Active as an astronaut / cosmonaut
   e. Reserve
7. What university education have you received? Ph.D
8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?: NO, NOW RETIRED
9. Number of missions you have done: FOUR
10. Permanence in the space of each of the missions: THREE SHORT DURATION SHUTTLE MISSIONS, AND ONE LONG DRATION MISSION ON THE MIR SPACE STATION
11. Total permanence in space: APPROXIMATELY 170 DAYS

2

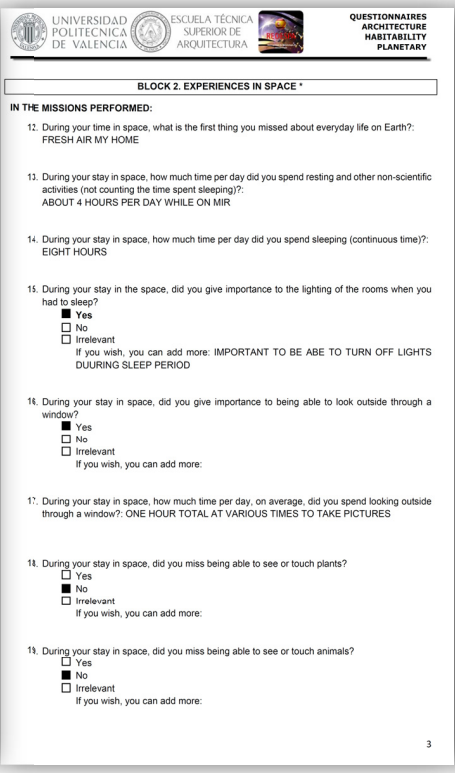


UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
    ■ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: THIS WAS VERY IMPORTANT
21. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
    ■ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
22. During your stay in space, did you give importance to smells?
    ☐ Yes
    ■ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
23. During your stay in space, did you give importance to noises?
    ■ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: BACKGROUND NOISE CAN BECOME QUITE STRESSFULL
24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
    ■ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ■ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
    ☐ Yes
    ■ No
    ☐ Irrelevant

4



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

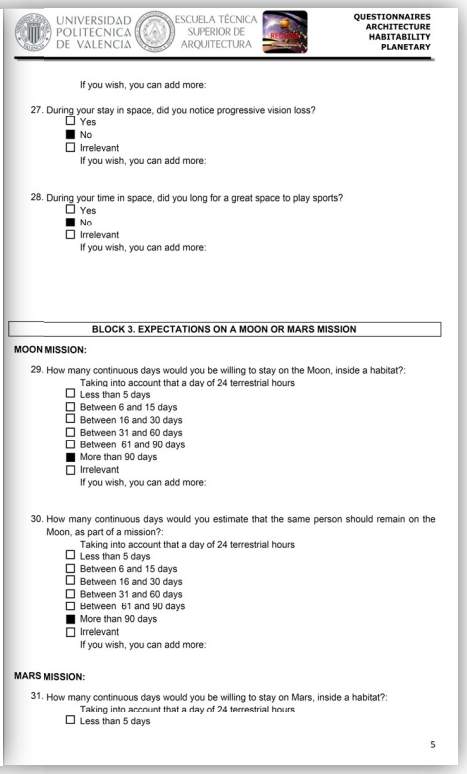
QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?:
    FRESH AIR MY HOME
13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?:
    ABOUT 4 HOURS PER DAY WHILE ON MIR
14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:
    EIGHT HOURS
15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    ■ **Yes**
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: IMPORTANT TO BE ABE TO TURN OFF LIGHTS DUURING SLEEP PERIOD
16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    ■ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?: ONE HOUR TOTAL AT VARIOUS TIMES TO TAKE PICTURES
18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    ☐ Yes
    ■ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?
    ☐ Yes
    ■ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

3



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

If you wish, you can add more:

27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
    ☐ Yes
    ■ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
    ☐ Yes
    ■ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

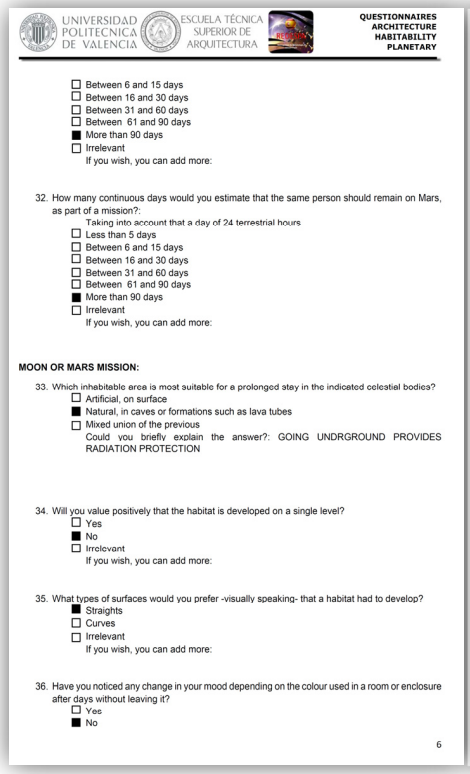
MOON MISSION:

29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ■ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ■ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days

5



☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
■ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
■ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

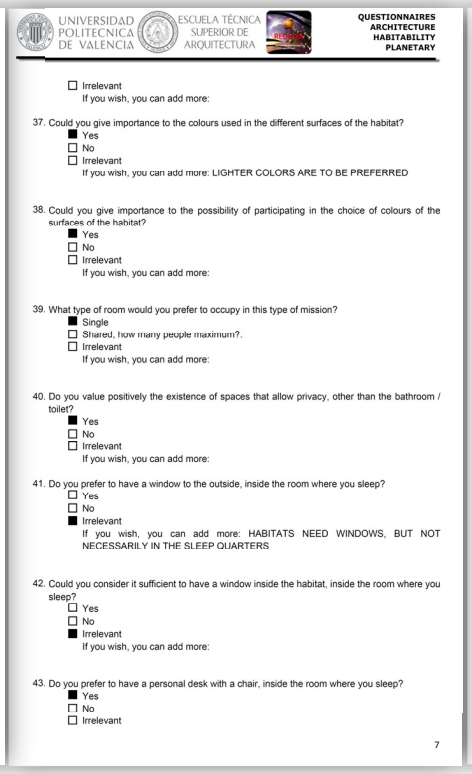
MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?
☐ Artificial, on surface
■ Natural, in caves or formations such as lava tubes
☐ Mixed union of the previous
Could you briefly explain the answer?: GOING UNDRGROUND PROVIDES RADIATION PROTECTION

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?
☐ Yes
■ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?
■ Straights
☐ Curves
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?
☐ Yes
■ No



☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?
■ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more: LIGHTER COLORS ARE TO BE PREFERRED

38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?
■ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

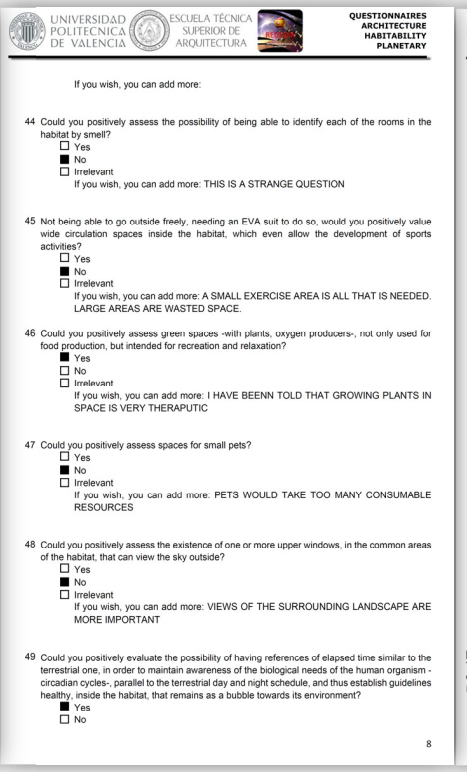
39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?
■ Single
☐ Shared, how many people maximum?.
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?
■ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
■ Irrelevant
If you wish, you can add more: HABITATS NEED WINDOWS, BUT NOT NECESSARILY IN THE SLEEP QUARTERS

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
■ Irrelevant
If you wish, you can add more:

43. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?
■ Yes
☐ No
☐ Irrelevant



If you wish, you can add more:

44 Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?
☐ Yes
■ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more: THIS IS A STRANGE QUESTION

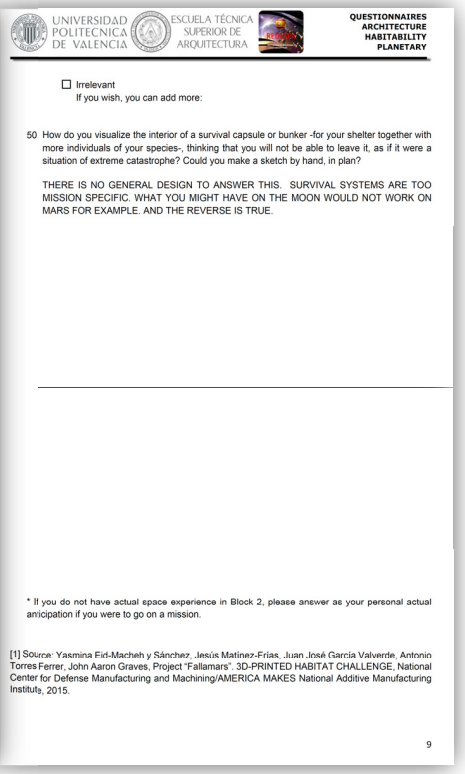
45 Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?
☐ Yes
■ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more: A SMALL EXERCISE AREA IS ALL THAT IS NEEDED. LARGE AREAS ARE WASTED SPACE.

46 Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?
■ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more: I HAVE BEENN TOLD THAT GROWING PLANTS IN SPACE IS VERY THERAPUTIC

47 Could you positively assess spaces for small pets?
☐ Yes
■ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more: PETS WOULD TAKE TOO MANY CONSUMABLE RESOURCES

48 Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?
☐ Yes
■ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more: VIEWS OF THE SURROUNDING LANDSCAPE ARE MORE IMPORTANT

49 Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism -circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?
■ Yes
☐ No



☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

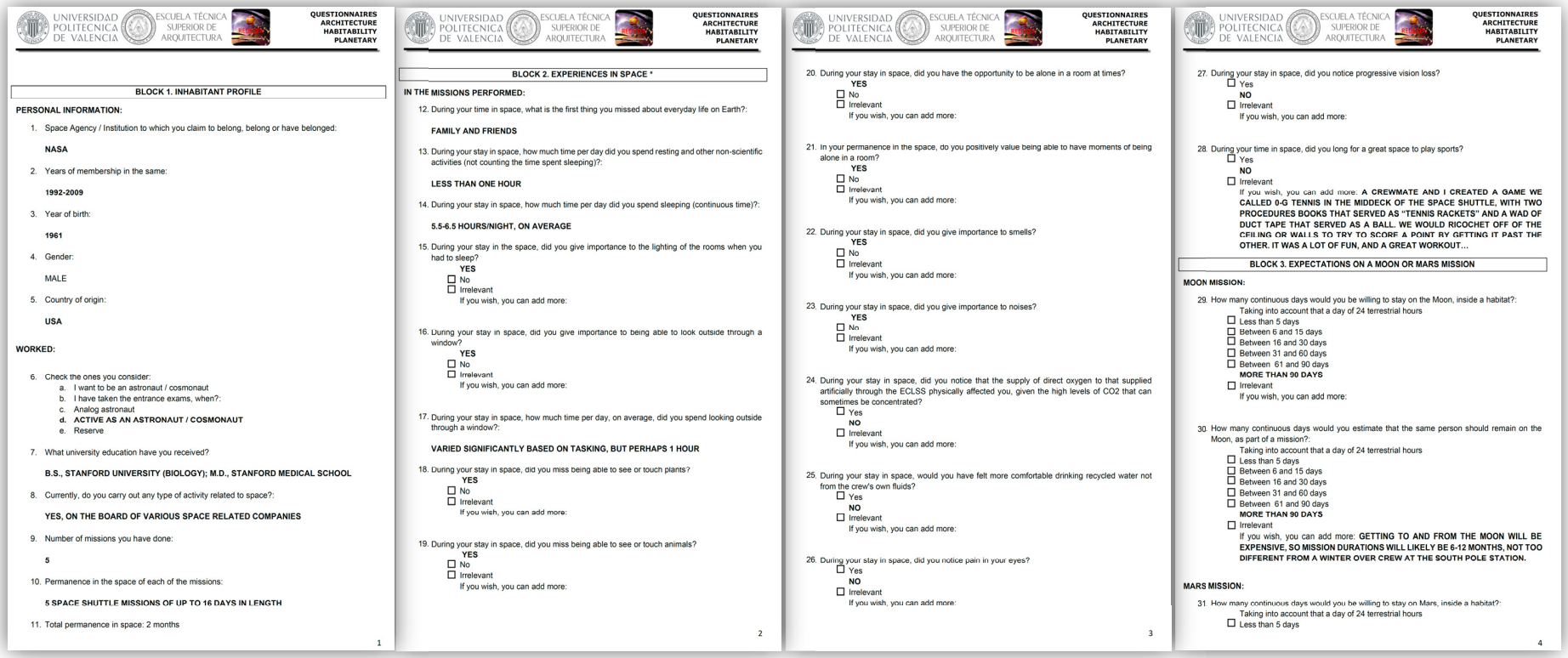
50 How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?

THERE IS NO GENERAL DESIGN TO ANSWER THIS. SURVIVAL SYSTEMS ARE TOO MISSION SPECIFIC. WHAT YOU MIGHT HAVE ON THE MOON WOULD NOT WORK ON MARS FOR EXAMPLE. AND THE REVERSE IS TRUE.

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez, Jesús Martínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

Sujeto 21



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged:

   NASA

2. Years of membership in the same:

   1992-2009

3. Year of birth:

   1961

4. Gender:

   MALE

5. Country of origin:

   USA

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. I have taken the entrance exams, when?:
   c. Analog astronaut
   d. ACTIVE AS AN ASTRONAUT / COSMONAUT
   e. Reserve

7. What university education have you received?

   B.S., STANFORD UNIVERSITY (BIOLOGY); M.D., STANFORD MEDICAL SCHOOL

8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?:

   YES, ON THE BOARD OF VARIOUS SPACE RELATED COMPANIES

9. Number of missions you have done:

   5

10. Permanence in the space of each of the missions:

    5 SPACE SHUTTLE MISSIONS OF UP TO 16 DAYS IN LENGTH

11. Total permanence in space: 2 months

1

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?:

    FAMILY AND FRIENDS

13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?:

    LESS THAN ONE HOUR

14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:

    5.5-6.5 HOURS/NIGHT, ON AVERAGE

15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    YES
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    YES
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?:

    VARIED SIGNIFICANTLY BASED ON TASKING, BUT PERHAPS 1 HOUR

18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    YES
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?
    YES
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

2

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
    YES
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

21. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
    YES
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

22. During your stay in space, did you give importance to smells?
    YES
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

23. During your stay in space, did you give importance to noises?
    YES
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
    ☐ Yes
    NO
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
    ☐ Yes
    NO
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
    ☐ Yes
    NO
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

3

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
    ☐ Yes
    NO
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
    ☐ Yes
    NO
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: **A CREWMATE AND I CREATED A GAME WE CALLED 0-G TENNIS IN THE MIDDECK OF THE SPACE SHUTTLE, WITH TWO PROCEDURES BOOKS THAT SERVED AS "TENNIS RACKETS" AND A WAD OF DUCT TAPE THAT SERVED AS A BALL. WE WOULD RICOCHET OFF OF THE CEILING OR WALLS TO TRY TO SCORE A POINT BY GETTING IT PAST THE OTHER. IT WAS A LOT OF FUN, AND A GREAT WORKOUT...**

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

MOON MISSION:

29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    MORE THAN 90 DAYS
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    MORE THAN 90 DAYS
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: **GETTING TO AND FROM THE MOON WILL BE EXPENSIVE, SO MISSION DURATIONS WILL LIKELY BE 6-12 MONTHS, NOT TOO DIFFERENT FROM A WINTER OVER CREW AT THE SOUTH POLE STATION.**

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days

4

- ☐ Between 6 and 15 days
- ☐ Between 16 and 30 days
- ☐ Between 31 and 60 days
- ☐ Between 61 and 90 days
- **MORE THAN 90 DAYS**
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:

Taking into account that a day of 24 terrestrial hours

- ☐ Less than 5 days
- ☐ Between 6 and 15 days
- ☐ Between 16 and 30 days
- ☐ Between 31 and 60 days
- ☐ Between 61 and 90 days
- **MORE THAN 90 DAYS**
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more: **I'D IMAGINE MISSION DURATION WOULD HAVE TO BE ON THE ORDER OF 1-2 YEARS.**

MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?

- ☐ Artificial, on surface
- ☐ **NATURAL, IN CAVES OR FORMATIONS SUCH AS LAVA TUBES**
- ☐ Mixed union of the previous

Could you briefly explain the answer?: **HABITATS WILL NEED TO EITHER BE IN LAVA TUBES OR BURIED WITH REGOLITH TO PROVIDE SUFFICIENT RADIATION PROTECTION, SINCE BOTH THE MOON AND MARS LACK A SIGNIFICANT MAGNETIC FIELD.**

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?

- ☐ Yes
- ☐ No
- **IRRELEVANT**

If you wish, you can add more:

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?

- ☐ Straights
- ☐ Curves
- **IRRELEVANT**

If you wish, you can add more: Function over form for architecture, in my opinion.

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?

- **YES**
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?

- **YES**
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more: Earth tones, blues and greens to remind the crew of home may be helpful.

38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?

- **YES**
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more: **BEING ABLE TO BRING MEMENTOS FROM HOME/PHOTOS WILL ALSO BE VERY IMPORTANT FOR PSYCHOLOGICAL SUPPORT.**

39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?

- **SINGLE**
- ☐ Shared, how many people maximum?:
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?

- **YES**
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?

- **YES**
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more: **NOT SURE I UNDERSTAND THE QUESTION, BUT HOPEFULLY THERE WILL ALSO BE WINDOWS FROM THE DINING AREA OR OTHER GROUP AREAS FOR THE CREW TO LOOK OUTSIDE TOGETHER.**

43. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?

- **YES**
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

44 Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?

- ☐ Yes
- ☐ No
- **IRRELEVANT**

If you wish, you can add more:

45 Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more: **MAY NOT BE PRACTICAL, BUT THE MORE OPEN SPACES THE BETTER FOR ATHLETIC AND OTHER GROUP ACTIVITIES.**

46 Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?

- **YES**
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

47 Could you positively assess spaces for small pets?

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more: **PROBABLY NOT PRACTICAL FOR THE FIRST SEVERAL EXPEDITIONS....**

48 Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?

- **YES**
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

49 Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism -circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?

- **YES**
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more: **IT WILL BE IMPORTANT TO STAY ON AN EARTHLIKE 24 HOUR PERIODICITY, SO AS TO REMAIN TIED TO FAMILY AND ACTIVITIES BACK AT HOME.**

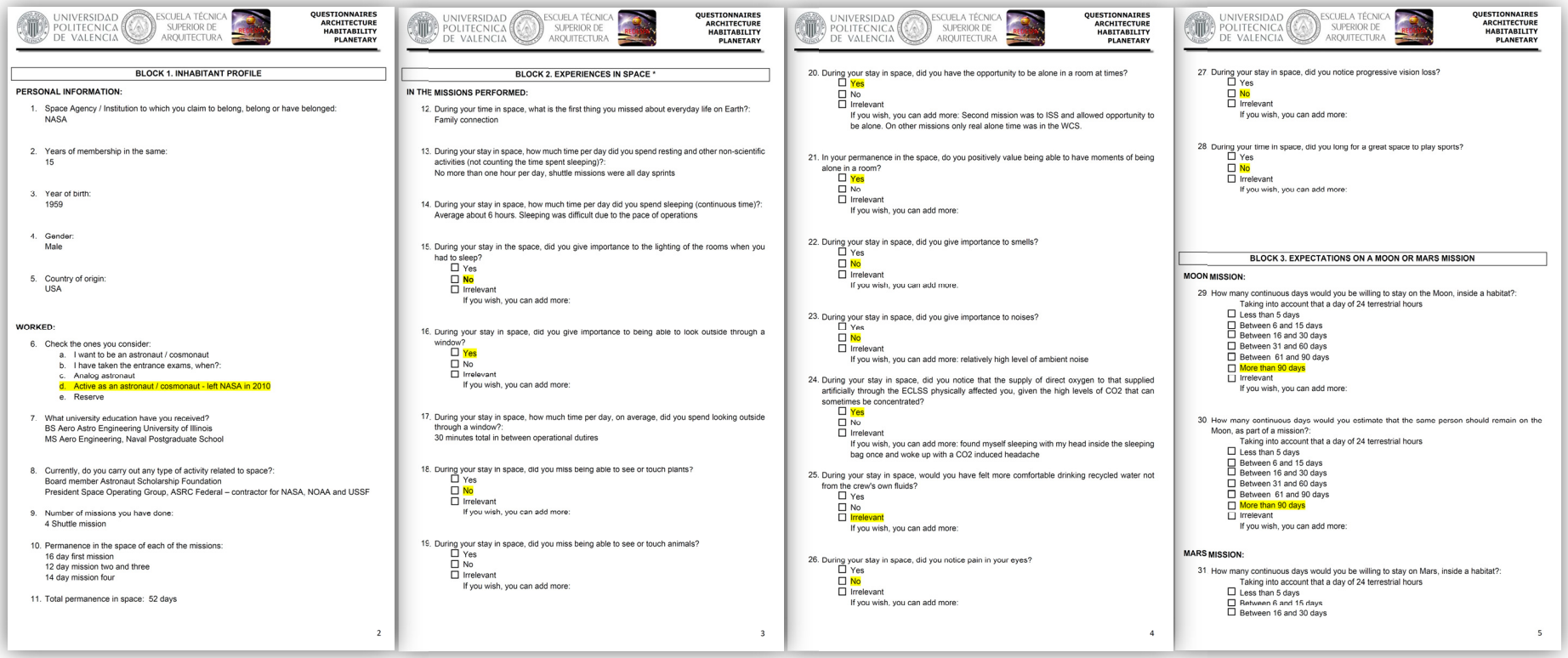
50 How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?

IT WOULDN'T HAVE TO BE MORE THAN THE BASICS, TO WITHSTAND A RADIATION STORM FOR EXAMPLE, FOR A FEW DAYS AT A TIME. THE KEY WILL BE TO HAVE ACCESS TO FOOD, WATER AND BASIC PERSONAL HYGIENE.

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez, Jesús Martínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves. Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

Sujeto 22



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged:
   NASA
2. Years of membership in the same:
   15
3. Year of birth:
   1959
4. Gender:
   Male
5. Country of origin:
   USA

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. I have taken the entrance exams, when?:
   c. Analog astronaut
   d. Active as an astronaut / cosmonaut - left NASA in 2010
   e. Reserve
7. What university education have you received?
   BS Aero Astro Engineering University of Illinois
   MS Aero Engineering, Naval Postgraduate School
8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?:
   Board member Astronaut Scholarship Foundation
   President Space Operating Group, ASRC Federal – contractor for NASA, NOAA and USSF
9. Number of missions you have done:
   4 Shuttle mission
10. Permanence in the space of each of the missions:
    16 day first mission
    12 day mission two and three
    14 day mission four
11. Total permanence in space: 52 days

2

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?:
    Family connection
13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?:
    No more than one hour per day, shuttle missions were all day sprints
14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:
    Average about 6 hours. Sleeping was difficult due to the pace of operations
15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?:
    30 minutes total in between operational dutires
18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

3

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: Second mission was to ISS and allowed opportunity to be alone. On other missions only real alone time was in the WCS.
21. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
22. During your stay in space, did you give importance to smells?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
23. During your stay in space, did you give importance to noises?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: relatively high level of ambient noise
24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: found myself sleeping with my head inside the sleeping bag once and woke up with a CO2 induced headache
25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

4

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

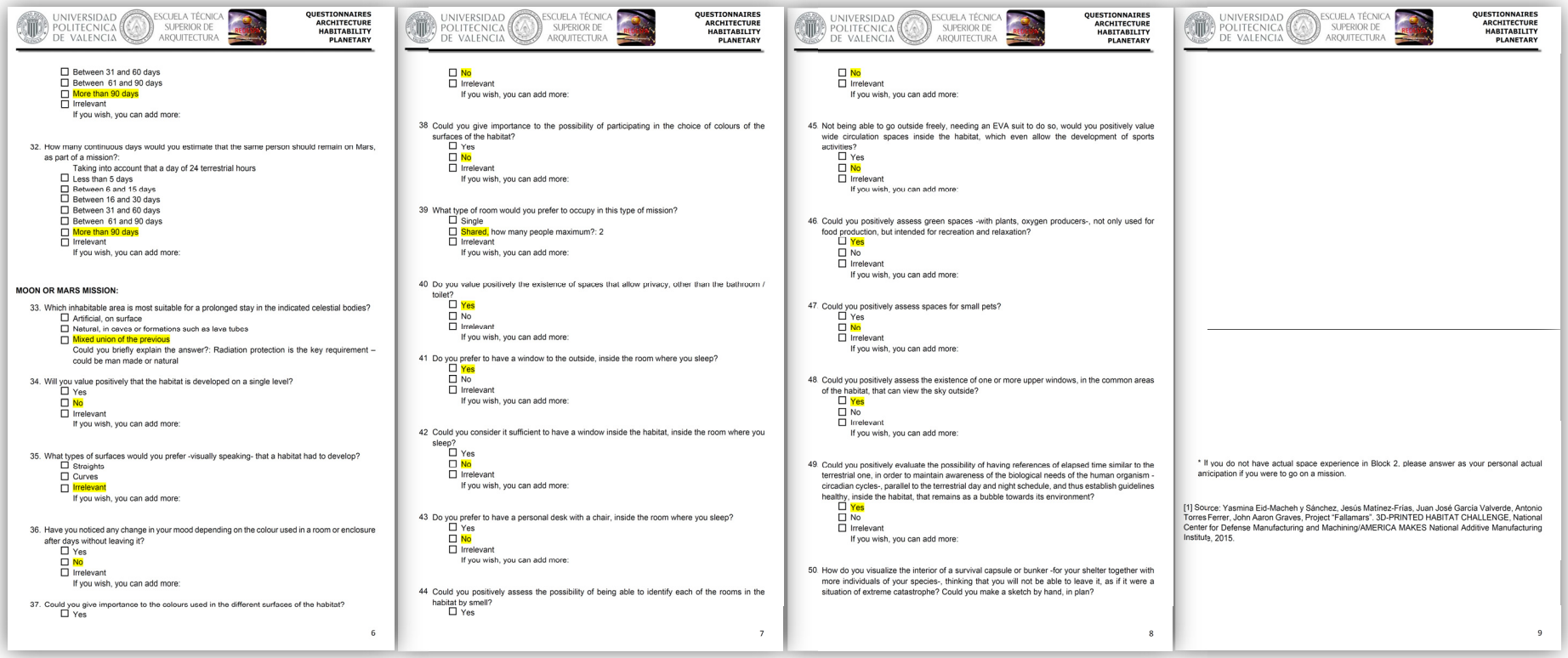
MOON MISSION:

29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days

5



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?
☐ Artificial, on surface
☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes
☐ Mixed union of the previous
Could you briefly explain the answer?: Radiation protection is the key requirement – could be man made or natural

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?
☐ Straights
☐ Curves
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?
☐ Yes

6

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?
☐ Single
☐ Shared, how many people maximum?: 2
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

43. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

44. Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?
☐ Yes

7

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

45. Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

46. Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

47. Could you positively assess spaces for small pets?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

48. Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

49. Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism -circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

50. How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?

8

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

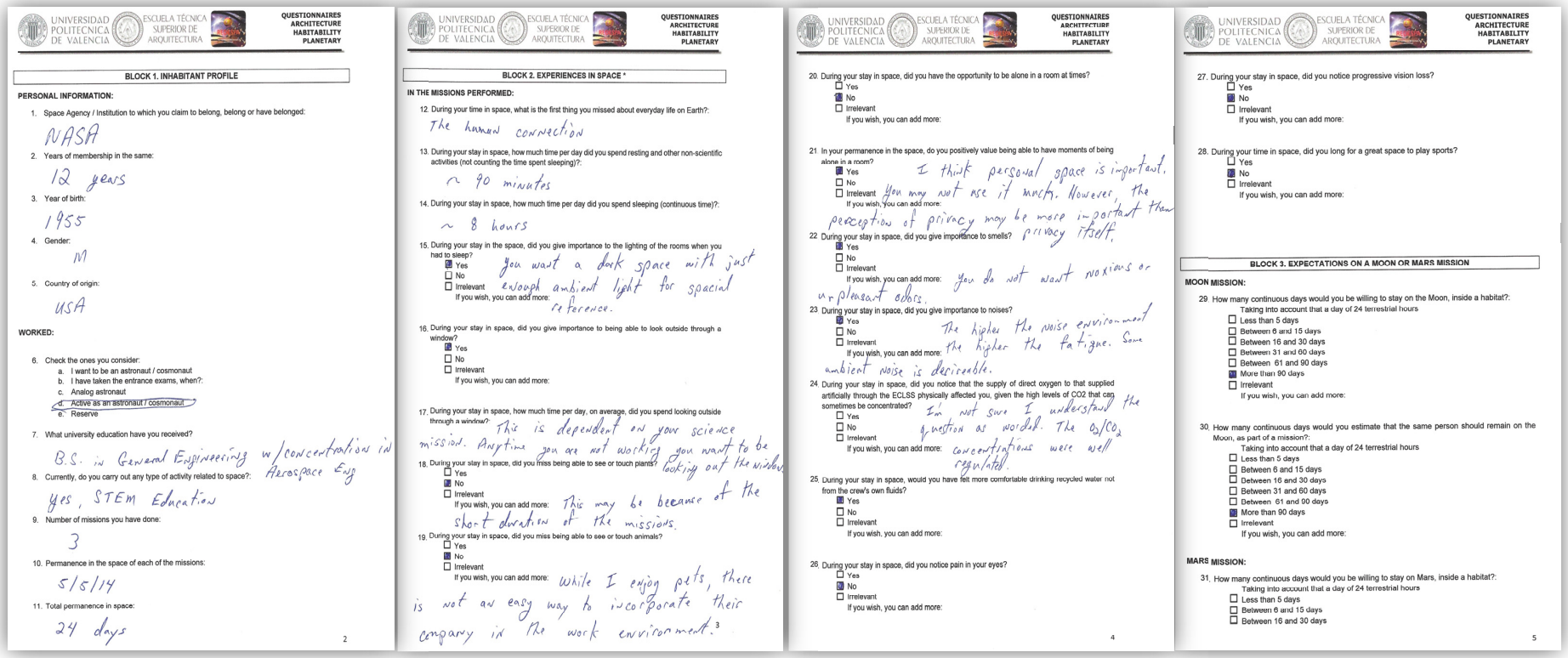
QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez, Jesús Matínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

9

Sujeto 23



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged:
   NASA
2. Years of membership in the same:
   12 years
3. Year of birth:
   1955
4. Gender:
   M
5. Country of origin:
   USA

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. I have taken the entrance exams, when?:
   c. Analog astronaut
   d. Active as an astronaut / cosmonaut
   e. Reserve
7. What university education have you received?
   B.S. in General Engineering w/concentration in Aerospace Eng
8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?:
   yes, STEM Education
9. Number of missions you have done:
   3
10. Permanence in the space of each of the missions:
    5/5/14
11. Total permanence in space:
    24 days

2

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?:
    The human connection
13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?:
    ~ 90 minutes
14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:
    ~ 8 hours
15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    ☑ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: You want a dark space with just enough ambient light for spacial reference.
16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    ☑ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window? This is dependent on your science mission. Anytime you are not working you want to be looking out the window.
18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    ☐ Yes
    ☑ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: This may be because of the short duration of the missions.
19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?
    ☐ Yes
    ☑ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: While I enjoy pets, there is not an easy way to incorporate their company in the work environment.

3

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
    ☐ Yes
    ☑ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
21. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
    ☑ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: I think personal space is important. You may not use it much. However, the perception of privacy may be more important than privacy itself.
22. During your stay in space, did you give importance to smells?
    ☑ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: You do not want noxious or unpleasant odors.
23. During your stay in space, did you give importance to noises?
    ☑ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: The higher the noise environment the higher the fatigue. Some ambient noise is desireable.
24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: I'm not sure I understand the question as worded. The O_2/CO_2 concentrations were well regulated.
25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
    ☑ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
    ☐ Yes
    ☑ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

4

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
    ☐ Yes
    ☑ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
    ☐ Yes
    ☑ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

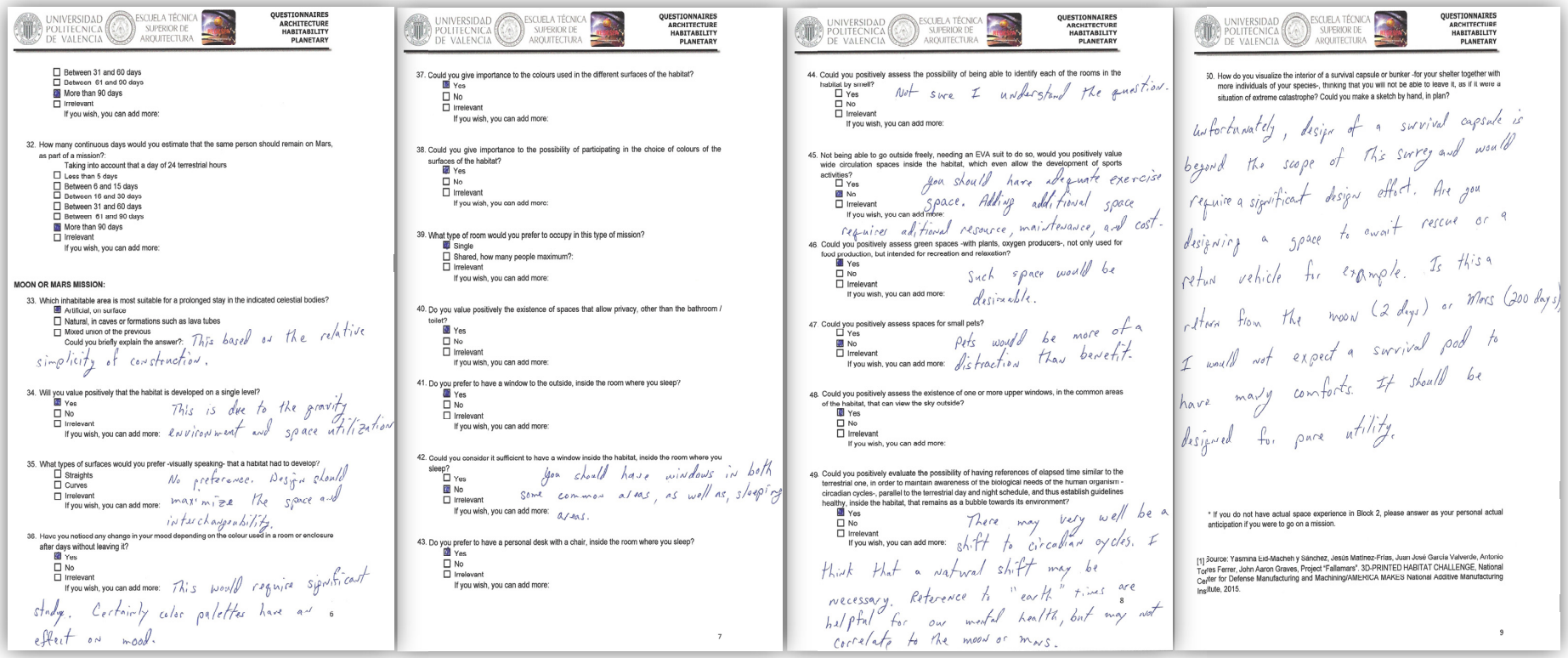
MOON MISSION:

29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☑ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☑ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days

5



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☒ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☒ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?
☒ Artificial, on surface
☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes
☐ Mixed union of the previous
Could you briefly explain the answer?: This based on the relative simplicity of construction.

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?
☒ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more: This is due to the gravity environment and space utilization

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?
☐ Straights
☐ Curves
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more: No preference. Design should maximize the space and interchangeability.

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?
☒ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more: This would require significant study. Certainly color palettes have an effect on mood.

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?
☒ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?
☒ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?
☒ Single
☐ Shared, how many people maximum?:
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?
☒ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?
☒ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☒ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more: You should have windows in both some common areas, as well as, sleeping areas.

43. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?
☒ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

44. Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more: Not sure I understand the question.

45. Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?
☐ Yes
☒ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more: You should have adequate exercise space. Adding additional space requires additional resource, maintenance, and cost.

46. Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?
☒ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more: Such space would be desireable.

47. Could you positively assess spaces for small pets?
☐ Yes
☒ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more: Pets would be more of a distraction than benefit.

48. Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?
☒ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

49. Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism - circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?
☒ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more: There may very well be a shift to circadian cycles. I think that a natural shift may be necessary. Reference to "earth" times are helpful for our mental health, but may not correlate to the moon or mars.

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

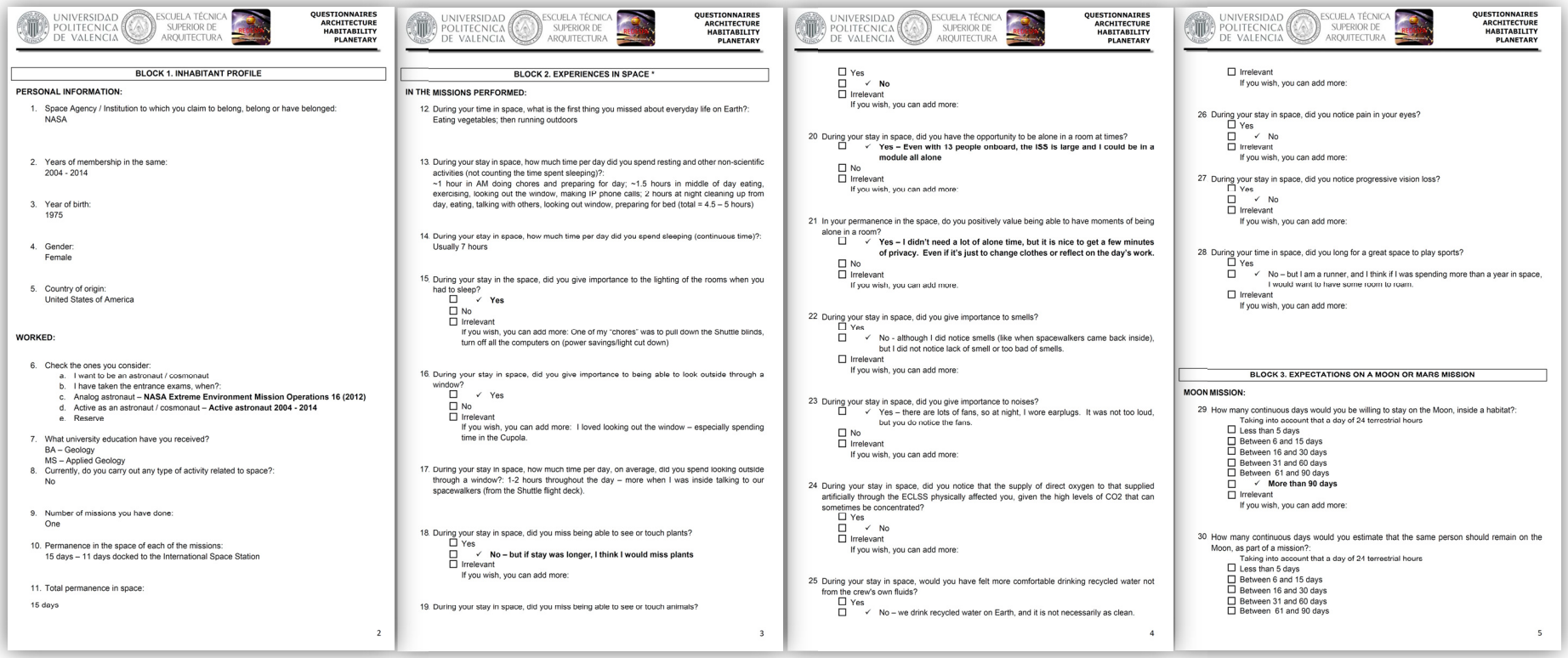
50. How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?

Unfortunately, design of a survival capsule is beyond the scope of this survey and would require a significant design effort. Are you designing a space to await rescue or a return vehicle for example. Is this a return from the moon (2 days) or Mars (200 days)? I would not expect a survival pod to have many comforts. It should be designed for pure utility.

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez, Jesús Martínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

Sujeto 24



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged:
   NASA
2. Years of membership in the same:
   2004 - 2014
3. Year of birth:
   1975
4. Gender:
   Female
5. Country of origin:
   United States of America

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. I have taken the entrance exams, when?:
   c. Analog astronaut – **NASA Extreme Environment Mission Operations 16 (2012)**
   d. Active as an astronaut / cosmonaut – **Active astronaut 2004 - 2014**
   e. Reserve
7. What university education have you received?
   BA – Geology
   MS – Applied Geology
8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?:
   No
9. Number of missions you have done:
   One
10. Permanence in the space of each of the missions:
    15 days – 11 days docked to the International Space Station
11. Total permanence in space:
    15 days

2

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?:
    Eating vegetables; then running outdoors
13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?:
    ~1 hour in AM doing chores and preparing for day; ~1.5 hours in middle of day eating, exercising, looking out the window, making IP phone calls; 2 hours at night cleaning up from day, eating, talking with others, looking out window, preparing for bed (total = 4.5 – 5 hours)
14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:
    Usually 7 hours
15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    ☐ ✓ **Yes**
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: One of my "chores" was to pull down the Shuttle blinds, turn off all the computers on (power savings/light cut down)
16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    ☐ ✓ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: I loved looking out the window – especially spending time in the Cupola.
17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?: 1-2 hours throughout the day – more when I was inside talking to our spacewalkers (from the Shuttle flight deck).
18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    ☐ Yes
    ☐ ✓ **No – but if stay was longer, I think I would miss plants**
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?

3

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

☐ Yes
☐ ✓ **No**
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

20 During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
☐ ✓ **Yes – Even with 13 people onboard, the ISS is large and I could be in a module all alone**
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

21 In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
☐ ✓ **Yes – I didn't need a lot of alone time, but it is nice to get a few minutes of privacy. Even if it's just to change clothes or reflect on the day's work.**
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

22 During your stay in space, did you give importance to smells?
☐ Yes
☐ ✓ No - although I did notice smells (like when spacewalkers came back inside), but I did not notice lack of smell or too bad of smells.
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

23 During your stay in space, did you give importance to noises?
☐ ✓ Yes – there are lots of fans, so at night, I wore earplugs. It was not too loud, but you do notice the fans.
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

24 During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
☐ Yes
☐ ✓ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

25 During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
☐ Yes
☐ ✓ No – we drink recycled water on Earth, and it is not necessarily as clean.

4

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

26 During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
☐ Yes
☐ ✓ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

27 During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
☐ Yes
☐ ✓ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

28 During your time in space, did you long for a great space to play sports?
☐ Yes
☐ ✓ No – but I am a runner, and I think if I was spending more than a year in space, I would want to have some room to roam.
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

MOON MISSION:

29 How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ ✓ **More than 90 days**
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

30 How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days

5

☐ ✓ More than 90 days – it is a trip with risk, and so making the most of the trip is important. We don't have to stay three months, but we know that astronauts can spend a year in space. Therefore, I think more than 90 days is very reasonable.
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ ✓ **More than 90 days**
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ ✓ More than 90 days – see Moon answer because this trip is going to be even riskier AND it will require astronauts to stay longer.
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?
☐ Artificial, on surface
☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes
☐ ✓ Mixed union of the previous –
Could you briefly explain the answer?: We may need the rocks to provide shielding from radiation. Having the ability to live above and below the surface could be VERY useful.

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?
☐ Yes
☐ No
☐ ✓ Irrelevant
If you wish, you can add more:

35 What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?
☐ Straights
☐ Curves
☐ ✓ Irrelevant
If you wish, you can add more:

36 Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?
☐ Yes
☐ ✓ No , but I did like the ISS having a bit of colour in different modules. It made them unique.
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

37 Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?
☐ ✓ Yes – see above, colour broke up the sameness of the modules.
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more.

38 Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?
☐ Yes
☐ ✓ No – I did not select the ISS colours, and I found them pleasing.
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

39 What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?
☐ Single
☐ Shared, how many people maximum?:
☐ ✓ Irrelevant
If you wish, you can add more:

40 Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?
☐ Yes
☐ No
☐ ✓ Irrelevant
If you wish, you can add more: Astronauts can give each other privacy. As a crew, we would just ask each other for privacy.

41 Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☐ ✓ Irrelevant – I would want a window, but it does not need to be where I sleep.
If you wish, you can add more:

42 Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
I may not understand the question the way it is worded. I do not need a window private to me. And I do not need a window where I sleep. But, I would want windows in the habitat.

43 Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☐ ✓ Irrelevant
If you wish, you can add more: I think having a bed that could have a desk that tucks away would be fine. I've lived in tents for several weeks at a time. All I had was a place to sleep.

44 Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?
☐ Yes
☐ ✓ No – smell is not that important to me (other than, I do not want bad smells)
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

45 Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?
☐ Yes
☐ No
☐ ✓ Irrelevant
If you wish, you can add more: A safe habitat volume is more important than having a large area.

46 Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?
☐ ✓ Yes – we have research that shows how important plants are to humans for the reasons mentioned above.
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

47 Could you positively assess spaces for small pets?
☐ Yes
☐ No

☐ ✓ Irrelevant – I love my dog, but for a trip to the Moon or Mars, I don't see pets as important as plants. They just add additional needs for waste disposal, food, etc. Plants are much more important for well being in a space environment.
If you wish, you can add more:

48 Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?
☐ ✓ Yes – I think at least one window in the zenith direction would be useful.
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

49 Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism -circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?
☐ ✓ Yes – we've used this type of lighting on the ISS to maintain a circadian rhythm. It is useful (and I believe we have studies showing the data on how significant it is to human health).
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

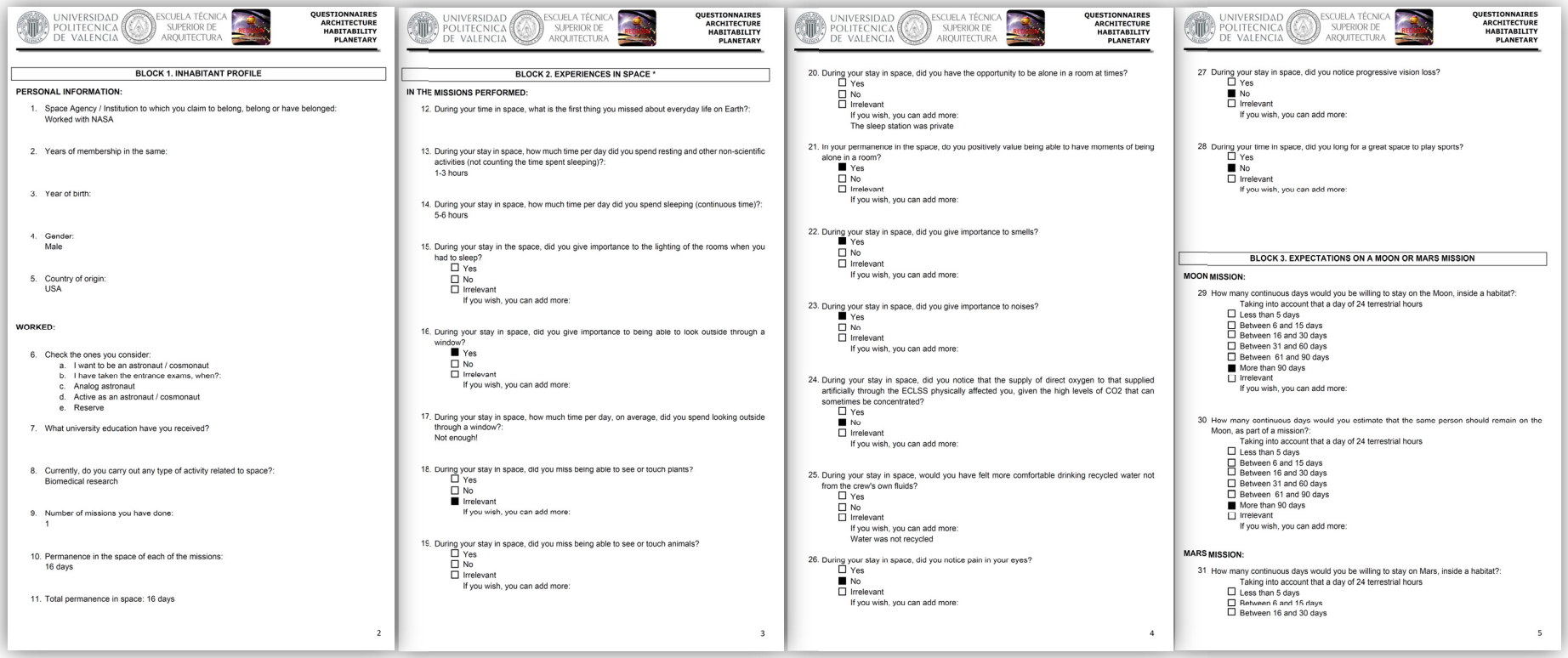
50 How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?

This is when the lava tubes might be useful. Inflating a protective habitat inside a tube could protect the species. This place would need lighting that supports our established circadian rhythm. We would need an emergency airlock or way to come and go in suits. We would also want a way to make or 3D print tools.

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez, Jesus Martínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

Sujeto 25



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged:
   Worked with NASA
2. Years of membership in the same:
3. Year of birth:
4. Gender:
   Male
5. Country of origin:
   USA

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. I have taken the entrance exams, when?:
   c. Analog astronaut
   d. Active as an astronaut / cosmonaut
   e. Reserve
7. What university education have you received?
8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?:
   Biomedical research
9. Number of missions you have done:
   1
10. Permanence in the space of each of the missions:
    16 days
11. Total permanence in space: 16 days

2

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?:
13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?:
    1-3 hours
14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:
    5-6 hours
15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    ■ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?:
    Not enough!
18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ■ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

3

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
    The sleep station was private
21. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
    ■ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
22. During your stay in space, did you give importance to smells?
    ■ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
23. During your stay in space, did you give importance to noises?
    ■ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
    ☐ Yes
    ■ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
    Water was not recycled
26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
    ☐ Yes
    ■ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

4

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
    ☐ Yes
    ■ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
    ☐ Yes
    ■ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

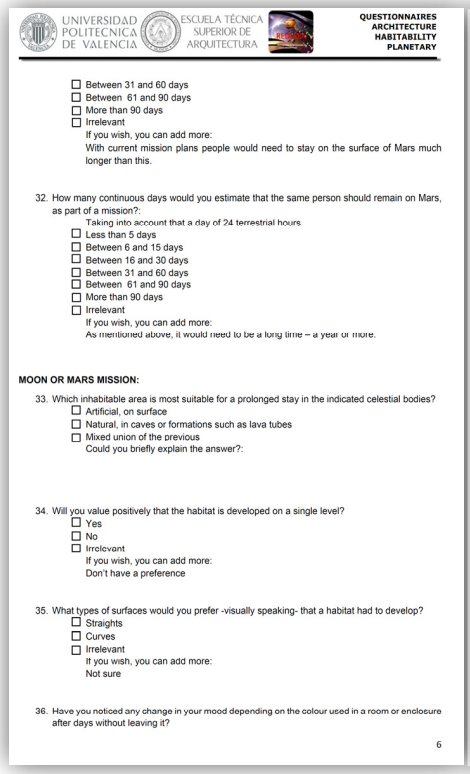
MOON MISSION:

29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ■ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ■ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days

5



☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
With current mission plans people would need to stay on the surface of Mars much longer than this.

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
As mentioned above, it would need to be a long time – a year or more.

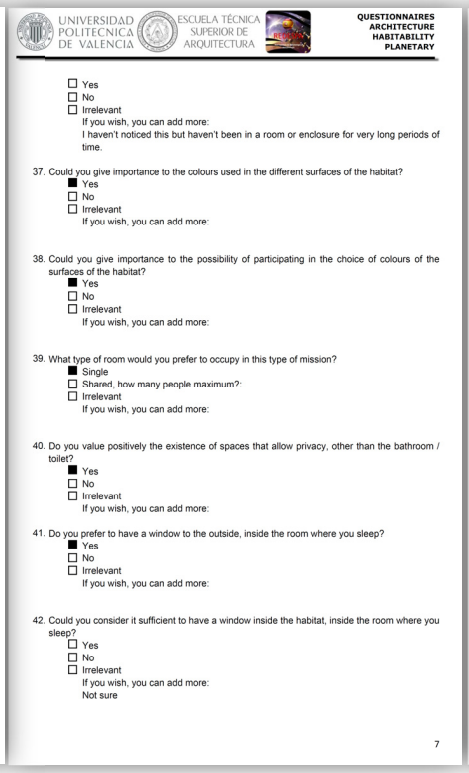
MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?
☐ Artificial, on surface
☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes
☐ Mixed union of the previous
Could you briefly explain the answer?:

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
Don't have a preference

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?
☐ Straights
☐ Curves
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
Not sure

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?



☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
I haven't noticed this but haven't been in a room or enclosure for very long periods of time.

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?
■ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

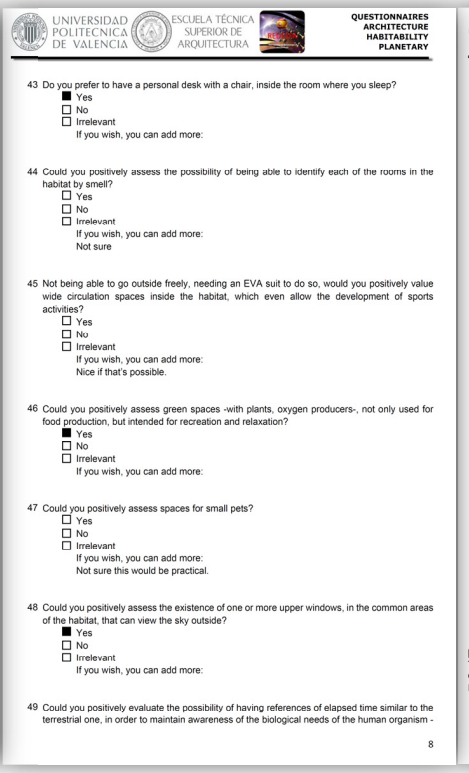
38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?
■ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?
■ Single
☐ Shared, how many people maximum?:
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?
■ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?
■ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
Not sure



43 Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?
■ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

44 Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
Not sure

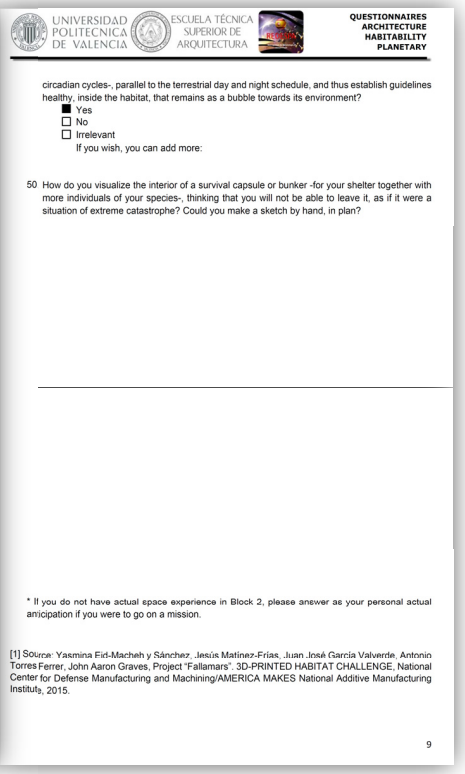
45 Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
Nice if that's possible.

46 Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?
■ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

47 Could you positively assess spaces for small pets?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
Not sure this would be practical.

48 Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?
■ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

49 Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism -



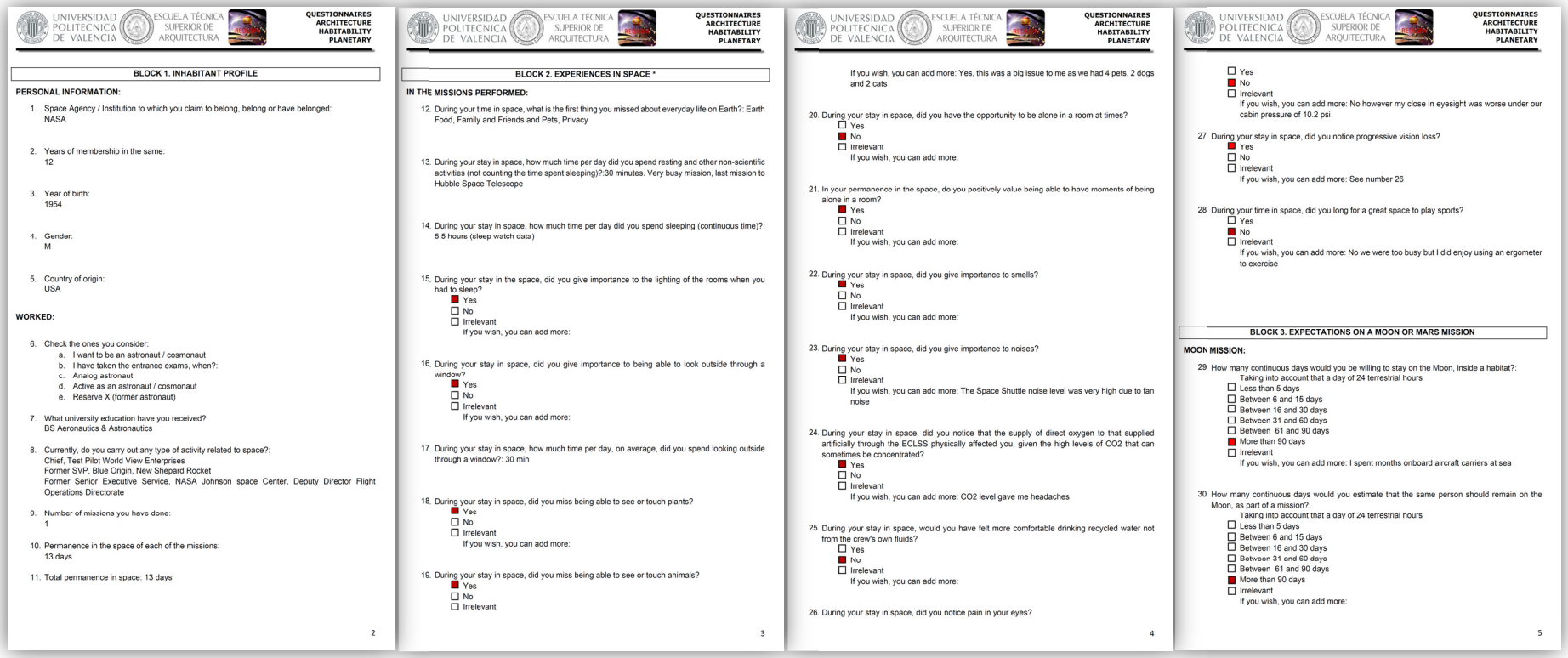
circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?
■ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

50 How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez, Jesús Martínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

Sujeto 26



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged:
   NASA
2. Years of membership in the same:
   12
3. Year of birth:
   1954
4. Gender:
   M
5. Country of origin:
   USA

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. I have taken the entrance exams, when?:
   c. Analog astronaut
   d. Active as an astronaut / cosmonaut
   e. Reserve X (former astronaut)
7. What university education have you received?
   BS Aeronautics & Astronautics
8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?:
   Chief, Test Pilot World View Enterprises
   Former SVP, Blue Origin, New Shepard Rocket
   Former Senior Executive Service, NASA Johnson space Center, Deputy Director Flight Operations Directorate
9. Number of missions you have done:
   1
10. Permanence in the space of each of the missions:
    13 days
11. Total permanence in space: 13 days

2

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?: Earth Food, Family and Friends and Pets, Privacy
13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?:30 minutes. Very busy mission, last mission to Hubble Space Telescope
14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:
    5.5 hours (sleep watch data)
15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    ■ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    ■ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?: 30 min
18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    ■ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?
    ■ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant

3

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

If you wish, you can add more: Yes, this was a big issue to me as we had 4 pets, 2 dogs and 2 cats

20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
    ☐ Yes
    ■ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
21. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
    ■ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
22. During your stay in space, did you give importance to smells?
    ■ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
23. During your stay in space, did you give importance to noises?
    ■ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: The Space Shuttle noise level was very high due to fan noise
24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
    ■ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: CO2 level gave me headaches
25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
    ☐ Yes
    ■ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?

4

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

☐ Yes
■ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more: No however my close in eyesight was worse under our cabin pressure of 10.2 psi

27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
    ■ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: See number 26
28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
    ☐ Yes
    ■ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: No we were too busy but I did enjoy using an ergometer to exercise

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

MOON MISSION:

29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ■ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: I spent months onboard aircraft carriers at sea
30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ■ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

5

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
- ☐ Less than 5 days
- ☐ Between 6 and 15 days
- ☐ Between 16 and 30 days
- ☐ Between 31 and 60 days
- ☐ Between 61 and 90 days
- ■ More than 90 days
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
- ☐ Less than 5 days
- ☐ Between 6 and 15 days
- ☐ Between 16 and 30 days
- ☐ Between 31 and 60 days
- ☐ Between 61 and 90 days
- ■ More than 90 days
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?
- ☐ Artificial, on surface
- ☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes
- ■ Mixed union of the previous

Could you briefly explain the answer?:

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?
- ■ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?
- ■ Straights
- ☐ Curves
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?
- ☐ Yes
- ■ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?
- ■ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?
- ■ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?
- ■ Single
- ☐ Shared, how many people maximum?:
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more: I lived in 6 man and 2 man rooms onboard an aircraft carrier

40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?
- ■ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?
- ■ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?
- ■ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

43. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?
- ■ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more: I lived inside a CONEX box in Afghanistan and Djibouti

44. Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?
- ☐ Yes
- ■ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

45. Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?
- ☐ Yes
- ■ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more: Seems impractical initially

46. Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?
- ■ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

47. Could you positively assess spaces for small pets?
- ■ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more: yes, would make adaptation easier to have a familiar pet

48. Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?
- ■ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

49. Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism -circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?

- ■ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

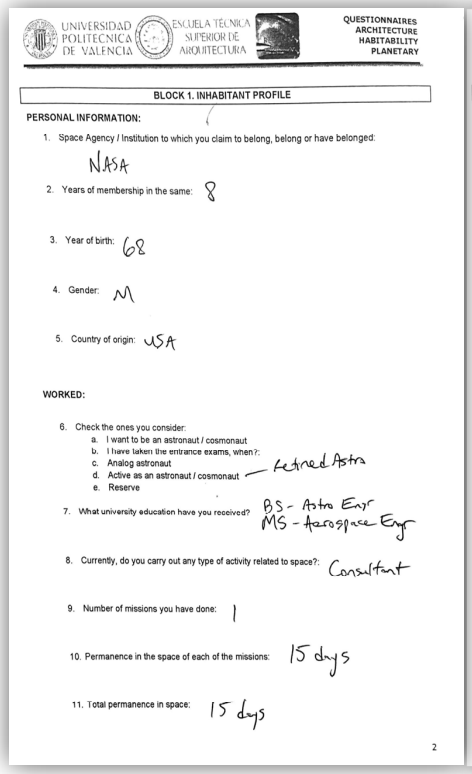
If you wish, you can add more:

50 How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez, Jesús Matínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

Sujeto 27



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

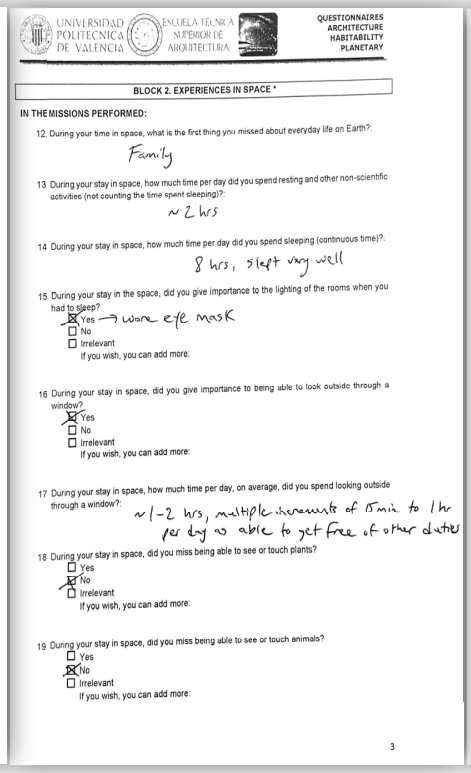
PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged: NASA
2. Years of membership in the same: 8
3. Year of birth: 68
4. Gender: M
5. Country of origin: USA

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. I have taken the entrance exams, when?:
   c. Analog astronaut
   d. Active as an astronaut / cosmonaut — Retired Astro
   e. Reserve
7. What university education have you received? BS - Astro Engr MS - Aerospace Engr
8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?: Consultant
9. Number of missions you have done: 1
10. Permanence in the space of each of the missions: 15 days
11. Total permanence in space: 15 days

2



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

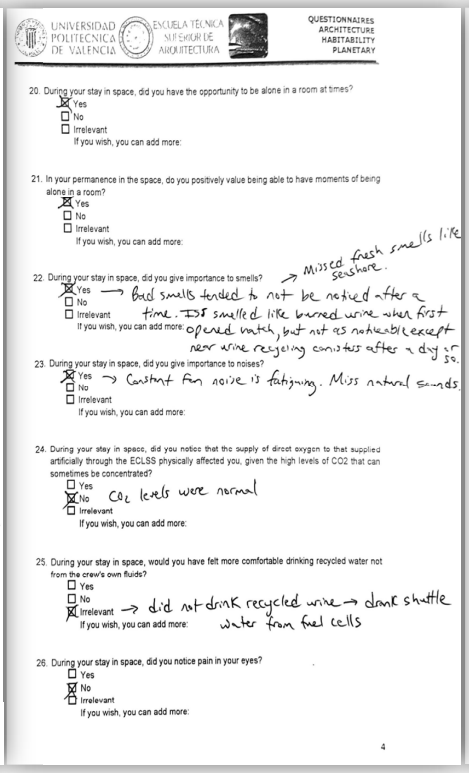
QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth? Family
13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?: ~2 hrs
14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?: 8 hrs, slept very well
15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep? ☒ Yes → wore eye mask ☐ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window? ☒ Yes ☐ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?: ~1-2 hrs, multiple increments of 15min to 1hr per day as able to get free of other duties
18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants? ☐ Yes ☒ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals? ☐ Yes ☒ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

3

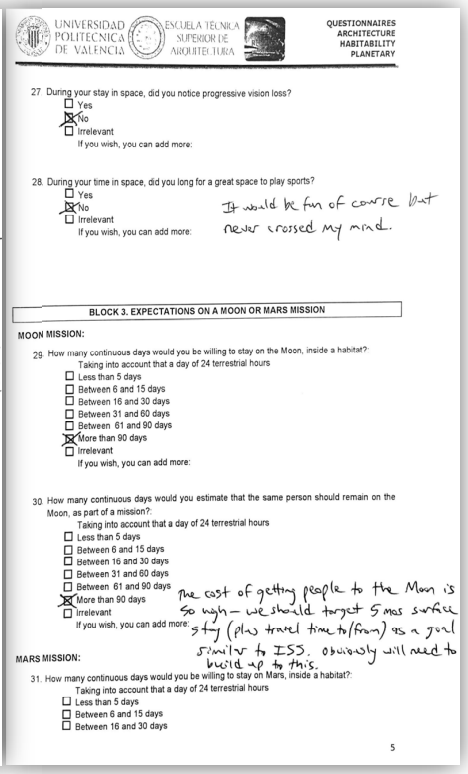


UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times? ☒ Yes ☐ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
21. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room? ☒ Yes ☐ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
22. During your stay in space, did you give importance to smells? ☒ Yes → Bad smells tended to not be noticed after a time. ISS smelled like burned urine when first opened (with, but not as noticeable except near urine recycling consoles) after a day or so. → Missed fresh smells like seashore. ☐ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
23. During your stay in space, did you give importance to noises? ☒ Yes → Constant fan noise is fatiguing. Miss natural sounds. ☐ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated? ☐ Yes ☒ No — CO_2 levels were normal ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids? ☐ Yes ☐ No ☒ Irrelevant → did not drink recycled urine → drank shuttle water from fuel cells
    If you wish, you can add more:
26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes? ☐ Yes ☒ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

4



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss? ☐ Yes ☒ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
28. During your time in space, did you long for a great space to play sports? ☐ Yes ☒ No ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: It would be fun of course but never crossed my mind.

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

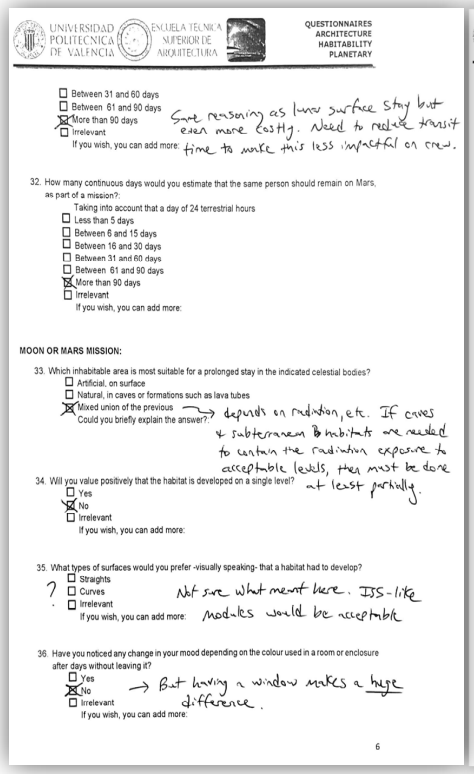
MOON MISSION:

29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?: Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days ☐ Between 6 and 15 days ☐ Between 16 and 30 days ☐ Between 31 and 60 days ☐ Between 61 and 90 days ☒ More than 90 days ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?: Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days ☐ Between 6 and 15 days ☐ Between 16 and 30 days ☐ Between 31 and 60 days ☐ Between 61 and 90 days ☒ More than 90 days ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: The cost of getting people to the Moon is so high — we should target 5 mos surface stay (plus travel time to/from) as a goal similar to ISS. Obviously will need to build up to this.

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?: Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days ☐ Between 6 and 15 days ☐ Between 16 and 30 days

5



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☒ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more: Some reasoning as lunar surface stay but even more costly. Need to reduce transit time to make this less impactful on crew.

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☒ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

MOON OR MARS MISSION:

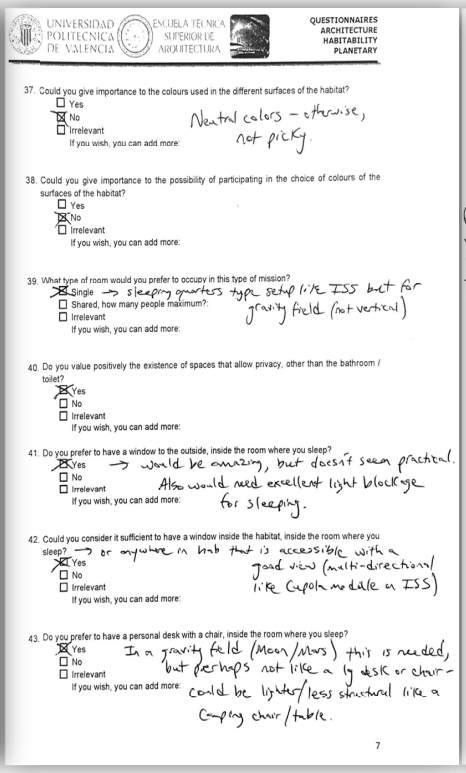
33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?
☐ Artificial, on surface
☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes
☒ Mixed union of the previous → depends on radiation, etc. If caves & subterranean hab. are needed to contain the radiation exposure to acceptable levels, then must be done at least partially.
Could you briefly explain the answer?

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?
☐ Yes
☒ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?
☐ Straights
☐ Curves
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more: Not sure what meant here. ISS-like modules would be acceptable

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?
☐ Yes
☒ No → But having a window makes a huge difference.
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

6



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?
☐ Yes
☒ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more: Neutral colors – otherwise, not picky.

38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?
☐ Yes
☒ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?
☒ Single → sleeping quarters type setup like ISS but for gravity field (not vertical)
☐ Shared, how many people maximum?:
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

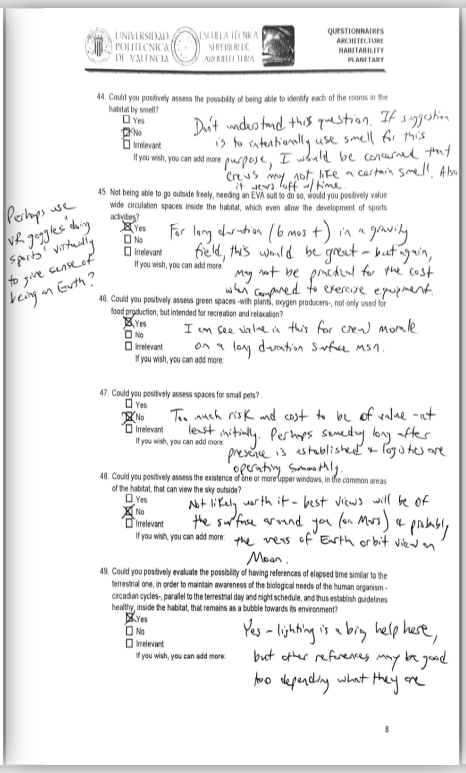
40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?
☒ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?
☒ Yes → would be amazing, but doesn't seem practical.
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more: Also would need excellent light blockage for sleeping.

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep? → or anywhere in hab that is accessible with a good view (multi-directional like Cupola module on ISS)
☒ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

43. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?
☒ Yes In a gravity field (Moon/Mars) this is needed, but perhaps not like a ly desk or chair – could be lighter/less structural like a Camping chair/table.
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

7



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

44. Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?
☐ Yes
☒ No Don't understand this question. If suggestion is to intentionally use smell for this purpose, I would be concerned that crew's may not like a certain smell. Also
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more: it would left of time.

Perhaps use VR goggles during spares / virtually to give sense of being on Earth?

45. Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?
☒ Yes For long duration (6 mos +) in a gravity
☐ No field, this would be great – but again,
☐ Irrelevant my not be practical for the cost
If you wish, you can add more: when compared to exercise equipment.

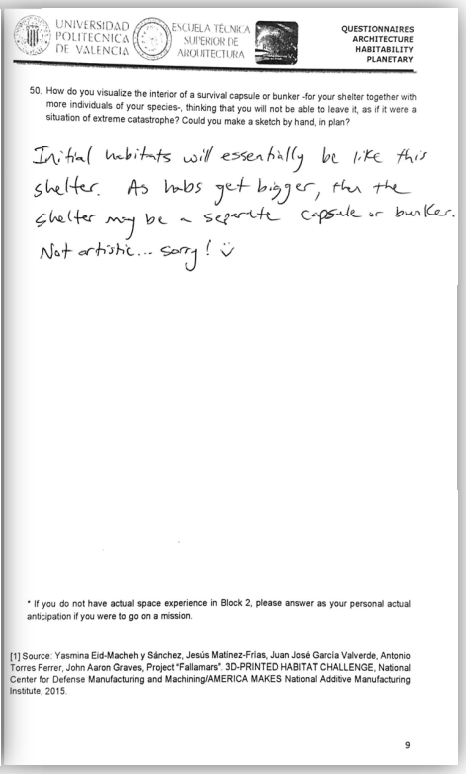
46. Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?
☒ Yes I can see value in this for crew morale
☐ No on a long duration surface msn.
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

47. Could you positively assess spaces for small pets?
☐ Yes
☒ No Too much risk and cost to be of value – at
☐ Irrelevant least initially. Perhaps someday long after
If you wish, you can add more: presence is established + logistics are operating smoothly.

48. Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?
☐ Yes Not likely worth it – best views will be of
☒ No the surface around you (on Mars) & probably
☐ Irrelevant the views of Earth or bit view on
If you wish, you can add more: Moon.

49. Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism - circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?
☒ Yes
☐ No Yes – lighting is a big help here,
☐ Irrelevant but other references may be good
If you wish, you can add more: too depending what they are

8



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

50. How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?

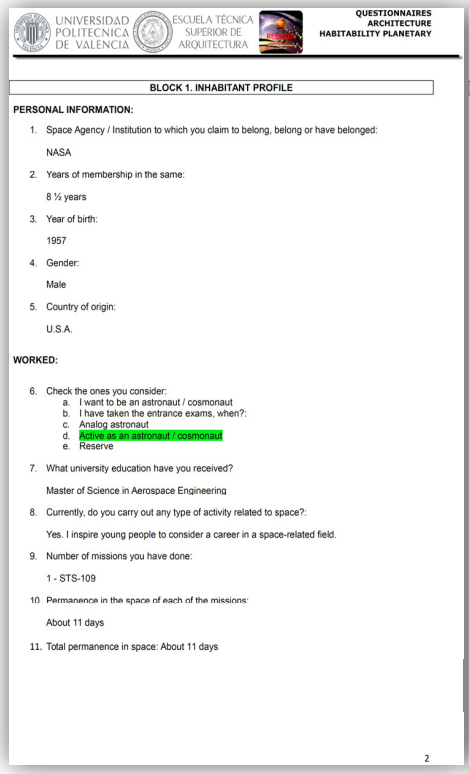
Initial habitats will essentially be like this shelter. As habs get bigger, then the shelter may be a separate capsule or bunker.
Not artistic... sorry! ü

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez, Jesús Matínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

9

Sujeto 28



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged:

   NASA

2. Years of membership in the same:

   8 ½ years

3. Year of birth:

   1957

4. Gender:

   Male

5. Country of origin:

   U.S.A.

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. I have taken the entrance exams, when?:
   c. Analog astronaut
   d. Active as an astronaut / cosmonaut
   e. Reserve
7. What university education have you received?

   Master of Science in Aerospace Engineering

8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?:

   Yes. I inspire young people to consider a career in a space-related field.

9. Number of missions you have done:

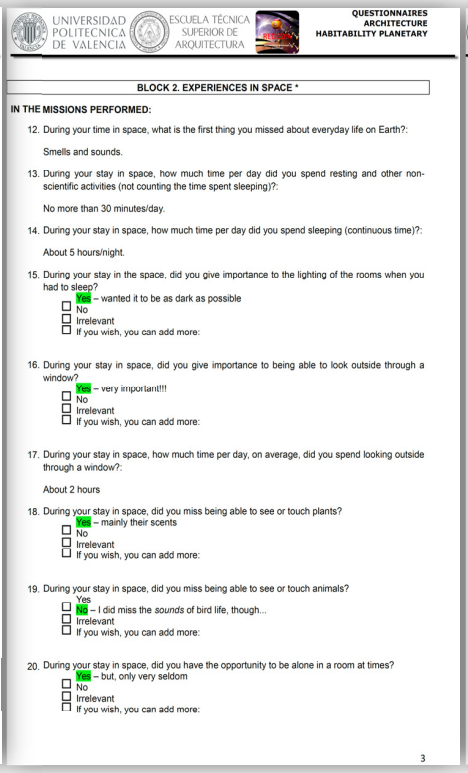
   1 - STS-109

10. Permanence in the space of each of the missions:

    About 11 days

11. Total permanence in space: About 11 days

2



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?:

    Smells and sounds.

13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?:

    No more than 30 minutes/day.

14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:

    About 5 hours/night.

15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    Yes – wanted it to be as dark as possible
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    ☐ If you wish, you can add more:

16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    Yes – very important!!!
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    ☐ If you wish, you can add more:

17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?:

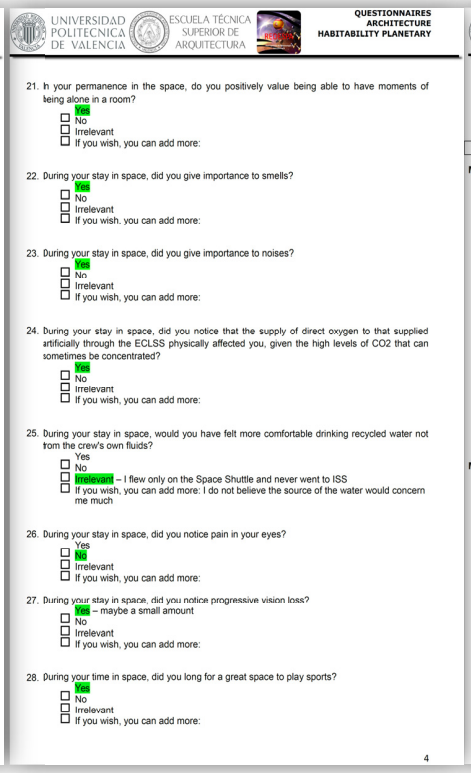
    About 2 hours

18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    Yes – mainly their scents
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    ☐ If you wish, you can add more:

19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?
    Yes
    No – I did miss the *sounds* of bird life, though...
    ☐ Irrelevant
    ☐ If you wish, you can add more:

20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
    Yes – but, only very seldom
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    ☐ If you wish, you can add more:

3



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY PLANETARY

21. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
    Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    ☐ If you wish, you can add more:

22. During your stay in space, did you give importance to smells?
    Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    ☐ If you wish, you can add more:

23. During your stay in space, did you give importance to noises?
    Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    ☐ If you wish, you can add more:

24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
    Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    ☐ If you wish, you can add more:

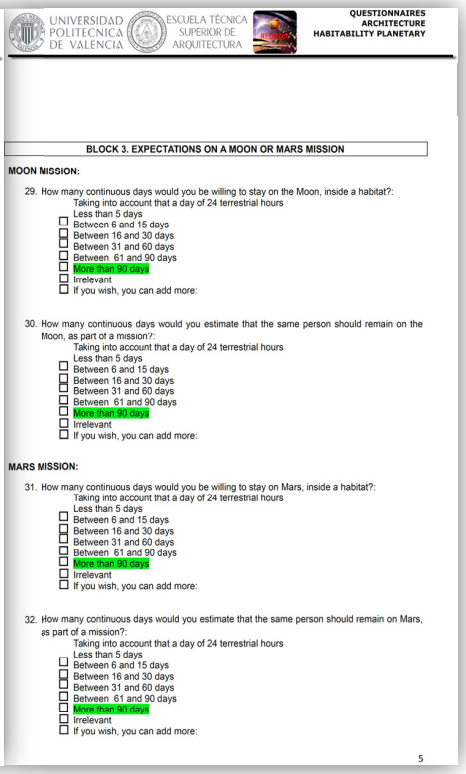
25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
    Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant – I flew only on the Space Shuttle and never went to ISS
    ☐ If you wish, you can add more: I do not believe the source of the water would concern me much

26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
    Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    ☐ If you wish, you can add more:

27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
    Yes – maybe a small amount
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    ☐ If you wish, you can add more:

28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
    Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    ☐ If you wish, you can add more:

4



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY PLANETARY

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

MOON MISSION:

29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    ☐ If you wish, you can add more:

30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    ☐ If you wish, you can add more:

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    ☐ If you wish, you can add more:

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    ☐ If you wish, you can add more:

5

MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?
    - ☐ Artificial, on surface
    - ☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes
    - ☐ Mixed union of the previous
    - ☐ Could you briefly explain the answer?: Union of both would provide novelty and interest

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?
    - ☐ Yes
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevant
    - ☐ If you wish, you can add more:

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?
    - ☐ Straights
    - ☐ Curves
    - ☐ Irrelevant
    - ☐ If you wish, you can add more: Combination of straights and curves

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?
    - ☐ Yes
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevant
    - ☐ If you wish, you can add more:

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?
    - ☐ Yes
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevant
    - ☐ If you wish, you can add more: Neutral colors would be good

38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?
    - ☐ Yes
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevant
    - ☐ If you wish, you can add more:

39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?
    - ☐ Single
    - ☐ Shared, how many people maximum?:
    - ☐ Irrelevant
    - ☐ If you wish, you can add more: Shared (2 maximum) would not be too bad...

40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?
    - ☐ Yes
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevant
    - ☐ If you wish, you can add more:

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?
    - ☐ Yes
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevant
    - ☐ If you wish, you can add more:

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?
    - ☐ Yes
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevant
    - ☐ If you wish, you can add more:

43. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?
    - ☐ Yes
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevant
    - ☐ If you wish, you can add more:

44. Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?
    - ☐ Yes – would add interest
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevant
    - ☐ If you wish, you can add more:

45. Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?
    - ☐ Yes
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevant
    - ☐ If you wish, you can add more:

46. Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?
    - ☐ Yes
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevant
    - ☐ If you wish, you can add more:

47. Could you positively assess spaces for small pets?
    - ☐ Yes
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevant
    - ☐ If you wish, you can add more:

48. Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?
    - ☐ Yes
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevant
    - ☐ If you wish, you can add more:

49. Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism -circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?
    - ☐ Yes
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevant
    - ☐ If you wish, you can add more:

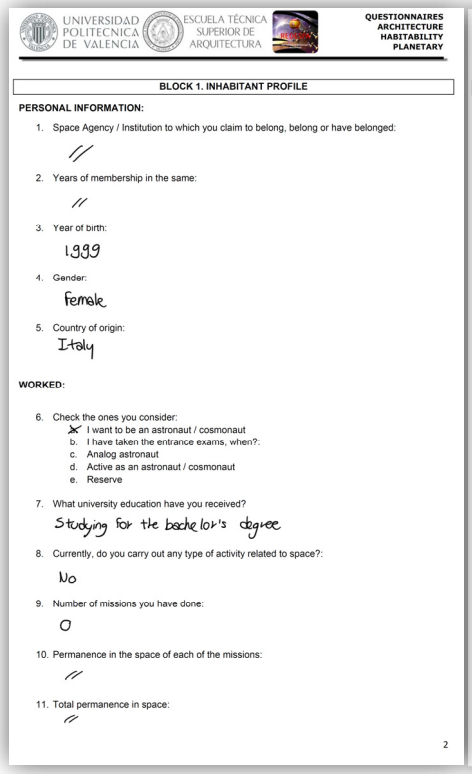
50. How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?

    Maybe something like one would find on a cruise ship.

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez, Jesús Matínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacuring Institute, 2015.

Sujeto 29



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

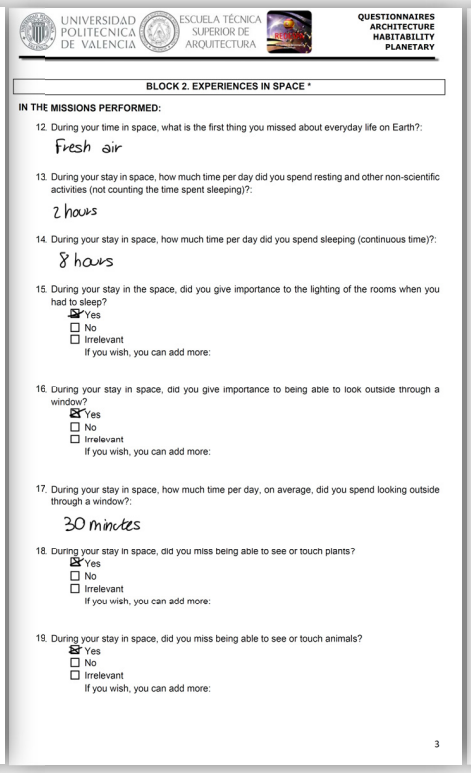
PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged:
   //
2. Years of membership in the same:
   //
3. Year of birth:
   1999
4. Gender:
   Female
5. Country of origin:
   Italy

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   - [x] I want to be an astronaut / cosmonaut
   - b. I have taken the entrance exams, when?:
   - c. Analog astronaut
   - d. Active as an astronaut / cosmonaut
   - e. Reserve
7. What university education have you received?
   Studying for the bachelor's degree
8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?:
   No
9. Number of missions you have done:
   0
10. Permanence in the space of each of the missions:
    //
11. Total permanence in space:
    //

2



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?:
    Fresh air
13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?:
    2 hours
14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:
    8 hours
15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    - [x] Yes
    - [ ] No
    - [ ] Irrelevant

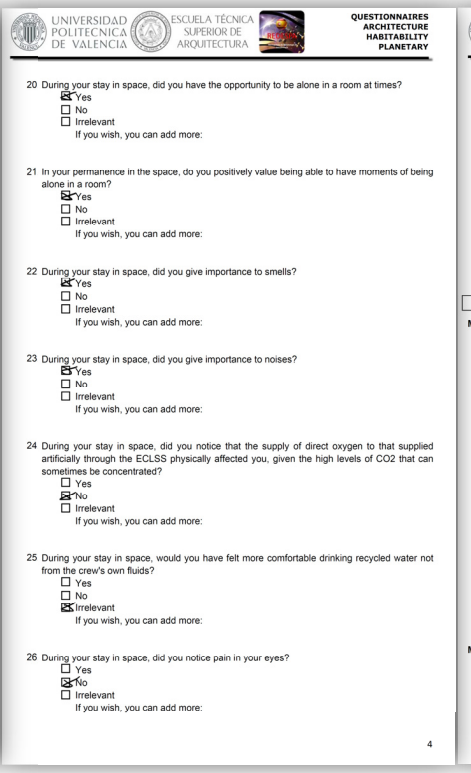
    If you wish, you can add more:
16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    - [x] Yes
    - [ ] No
    - [ ] Irrelevant

    If you wish, you can add more:
17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?:
    30 minutes
18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    - [x] Yes
    - [ ] No
    - [ ] Irrelevant

    If you wish, you can add more:
19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?
    - [x] Yes
    - [ ] No
    - [ ] Irrelevant

    If you wish, you can add more:

3



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
    - [x] Yes
    - [ ] No
    - [ ] Irrelevant

    If you wish, you can add more:
21. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
    - [x] Yes
    - [ ] No
    - [ ] Irrelevant

    If you wish, you can add more:
22. During your stay in space, did you give importance to smells?
    - [x] Yes
    - [ ] No
    - [ ] Irrelevant

    If you wish, you can add more:
23. During your stay in space, did you give importance to noises?
    - [x] Yes
    - [ ] No
    - [ ] Irrelevant

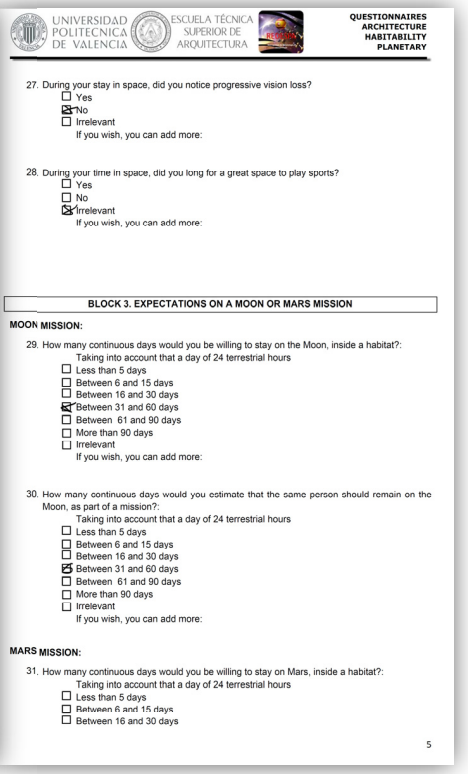
    If you wish, you can add more:
24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
    - [ ] Yes
    - [x] No
    - [ ] Irrelevant

    If you wish, you can add more:
25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
    - [ ] Yes
    - [ ] No
    - [x] Irrelevant

    If you wish, you can add more:
26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
    - [ ] Yes
    - [x] No
    - [ ] Irrelevant

    If you wish, you can add more:

4



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
    - [ ] Yes
    - [x] No
    - [ ] Irrelevant

    If you wish, you can add more:
28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
    - [ ] Yes
    - [ ] No
    - [x] Irrelevant

    If you wish, you can add more:

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

MOON MISSION:

29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    - [ ] Less than 5 days
    - [ ] Between 6 and 15 days
    - [ ] Between 16 and 30 days
    - [x] Between 31 and 60 days
    - [ ] Between 61 and 90 days
    - [ ] More than 90 days
    - [ ] Irrelevant

    If you wish, you can add more:
30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    - [ ] Less than 5 days
    - [ ] Between 6 and 15 days
    - [ ] Between 16 and 30 days
    - [x] Between 31 and 60 days
    - [ ] Between 61 and 90 days
    - [ ] More than 90 days
    - [ ] Irrelevant

    If you wish, you can add more:

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    - [ ] Less than 5 days
    - [ ] Between 6 and 15 days
    - [ ] Between 16 and 30 days

5

- ☐ Between 31 and 60 days
- ☒ Between 61 and 90 days
- ☐ More than 90 days
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:

Taking into account that a day of 24 terrestrial hours

- ☐ Less than 5 days
- ☐ Between 6 and 15 days
- ☐ Between 16 and 30 days
- ☐ Between 31 and 60 days
- ☐ Between 61 and 90 days
- ☐ More than 90 days
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?

- ☐ Artificial, on surface
- ☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes
- ☒ Mixed union of the previous

Could you briefly explain the answer?:

we have to use natural resources and adapt them with technology

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☒ Irrelevant

If you wish, you can add more:

the important thing is that the habitat must be safe and functional

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?

- ☐ Straights
- ☐ Curves
- ☒ Irrelevant

If you wish, you can add more:

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?

- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?

- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?

- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?

- ☒ Single
- ☐ Shared, how many people maximum?:
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?

- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?

- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?

- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

43. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?

- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

44. Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☒ Irrelevant

If you wish, you can add more:

45. Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?

- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

46. Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?

- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

47. Could you positively assess spaces for small pets?

- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

48. Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?

- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

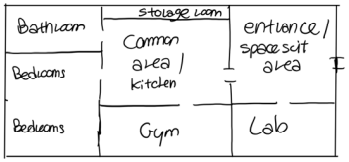
If you wish, you can add more:

49. Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism -circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?

- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

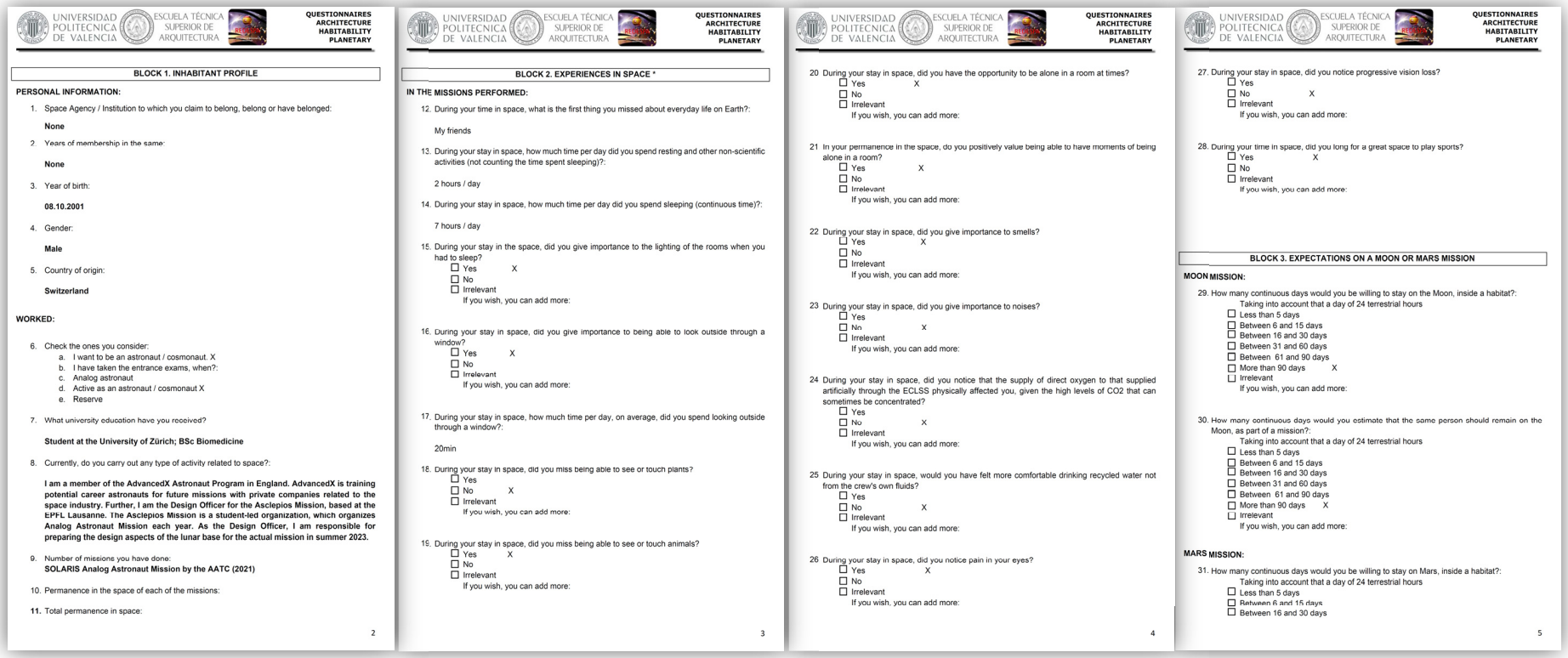
50. How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?



* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Fid-Macheb y Sánchez, Jesús Martínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

Sujeto 30



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged:
   None
2. Years of membership in the same:
   None
3. Year of birth:
   08.10.2001
4. Gender:
   Male
5. Country of origin:
   Switzerland

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut. X
   b. I have taken the entrance exams, when?:
   c. Analog astronaut
   d. Active as an astronaut / cosmonaut X
   e. Reserve
7. What university education have you received?
   Student at the University of Zürich; BSc Biomedicine
8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?:
   I am a member of the AdvancedX Astronaut Program in England. AdvancedX is training potential career astronauts for future missions with private companies related to the space industry. Further, I am the Design Officer for the Asclepios Mission, based at the EPFL Lausanne. The Asclepios Mission is a student-led organization, which organizes Analog Astronaut Mission each year. As the Design Officer, I am responsible for preparing the design aspects of the lunar base for the actual mission in summer 2023.
9. Number of missions you have done:
   SOLARIS Analog Astronaut Mission by the AATC (2021)
10. Permanence in the space of each of the missions:
11. Total permanence in space:

2

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?:
    My friends
13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?:
    2 hours / day
14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:
    7 hours / day
15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    ☐ Yes X
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    ☐ Yes X
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?:
    20min
18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    ☐ Yes
    ☐ No X
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?
    ☐ Yes X
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

3

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

20 During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
☐ Yes X
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

21 In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
☐ Yes X
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

22 During your stay in space, did you give importance to smells?
☐ Yes X
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

23 During your stay in space, did you give importance to noises?
☐ Yes
☐ No X
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

24 During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
☐ Yes
☐ No X
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

25 During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
☐ Yes
☐ No X
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

26 During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
☐ Yes X
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

4

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
☐ Yes
☐ No X
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
☐ Yes X
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

MOON MISSION:

29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days X
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days X
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days

5

☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days X
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days X
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?
☐ Artificial, on surface
☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes X
☐ Mixed union of the previous
Could you briefly explain the answer?:

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?
☐ Yes
☐ No X
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?
☐ Straights
☐ Curves X
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?
☐ Yes X
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?
☐ Yes X
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?
☐ Yes X
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?
☐ Single
☐ Shared, how many people maximum?: X
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?
☐ Yes X
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No X
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant X
If you wish, you can add more:

43. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?
☐ Yes X
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

44 Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?
☐ Yes X
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

45 Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?
☐ Yes X
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

46 Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?
☐ Yes X
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

47 Could you positively assess spaces for small pets?
☐ Yes
☐ No X
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

48 Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?
☐ Yes X
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

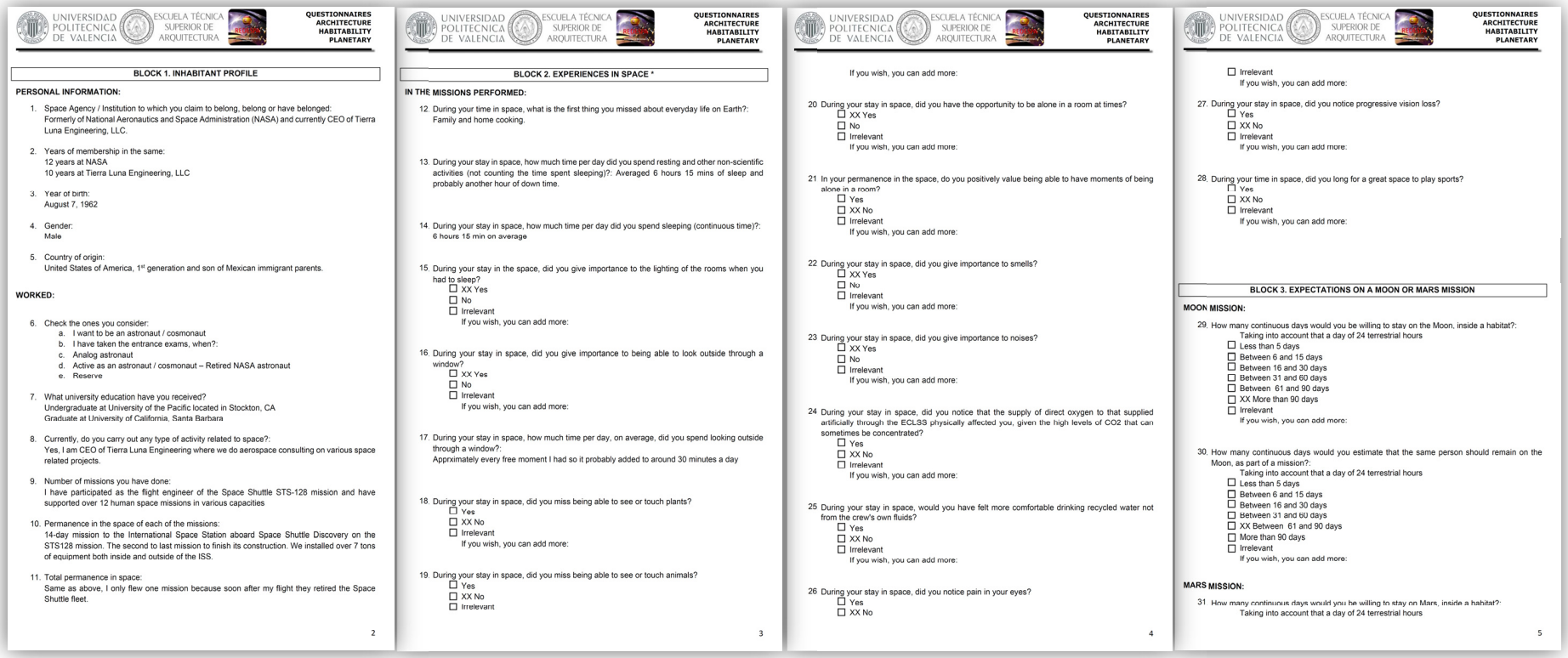
49 Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism -circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?
☐ Yes x
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

50 How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Fid-Macheb y Sánchez, Jesús Martínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

Sujeto 31



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged:
   Formerly of National Aeronautics and Space Administration (NASA) and currently CEO of Tierra Luna Engineering, LLC.
2. Years of membership in the same:
   12 years at NASA
   10 years at Tierra Luna Engineering, LLC
3. Year of birth:
   August 7, 1962
4. Gender:
   Male
5. Country of origin:
   United States of America, 1st generation and son of Mexican immigrant parents.

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. I have taken the entrance exams, when?:
   c. Analog astronaut
   d. Active as an astronaut / cosmonaut – Retired NASA astronaut
   e. Reserve
7. What university education have you received?
   Undergraduate at University of the Pacific located in Stockton, CA
   Graduate at University of California, Santa Barbara
8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?:
   Yes, I am CEO of Tierra Luna Engineering where we do aerospace consulting on various space related projects.
9. Number of missions you have done:
   I have participated as the flight engineer of the Space Shuttle STS-128 mission and have supported over 12 human space missions in various capacities
10. Permanence in the space of each of the missions:
    14-day mission to the International Space Station aboard Space Shuttle Discovery on the STS128 mission. The second to last mission to finish its construction. We installed over 7 tons of equipment both inside and outside of the ISS.
11. Total permanence in space:
    Same as above, I only flew one mission because soon after my flight they retired the Space Shuttle fleet.

2

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?:
    Family and home cooking.
13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?: Averaged 6 hours 15 mins of sleep and probably another hour of down time.
14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:
    6 hours 15 min on average
15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    ☐ XX Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    ☐ XX Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?:
    Approximately every free moment I had so it probably added to around 30 minutes a day
18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    ☐ Yes
    ☐ XX No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?
    ☐ Yes
    ☐ XX No
    ☐ Irrelevant

3

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

If you wish, you can add more:

20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
    ☐ XX Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
21. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
    ☐ Yes
    ☐ XX No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
22. During your stay in space, did you give importance to smells?
    ☐ XX Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
23. During your stay in space, did you give importance to noises?
    ☐ XX Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
    ☐ Yes
    ☐ XX No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
    ☐ Yes
    ☐ XX No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
    ☐ Yes
    ☐ XX No

4

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
    ☐ Yes
    ☐ XX No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
    ☐ Yes
    ☐ XX No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

MOON MISSION:

29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ XX More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ XX Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours

5

- ☐ Less than 5 days
- ☐ Between 6 and 15 days
- ☐ Between 16 and 30 days
- ☐ Between 31 and 60 days
- ☐ Between 61 and 90 days
- ☐ XX More than 90 days
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
- ☐ Less than 5 days
- ☐ Between 6 and 15 days
- ☐ Between 16 and 30 days
- ☐ Between 31 and 60 days
- ☐ Between 61 and 90 days
- ☐ XX More than 90 days – It is such a long trip so more than 90 days makes sense especially since you have to wait for planet realignment before returning which would be more than 90 days
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?
- ☐ Artificial, on surface
- ☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes
- ☐ XX Mixed union of the previous

Could you briefly explain the answer?: Caves provide a natural barrier and protection against radiation. The moon has no atmosphere or magnetic poles so all radiation coming from space results in direct impact on surface. In the case for Mars, it too does not have magnetic poles and its atmosphere is less than1% in volume compared to that of Earth which means we need substantial protection from UV and other cosmic radiation sources.

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?
- ☐ Yes
- ☐ XX No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?
- ☐ Straights
- ☐ Curves
- ☐ XX Irrelevant A combination of straights and curves so as to have variety

If you wish, you can add more:

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?
- ☐ XX Yes I think color and lighting are important
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?
- ☐ XX Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?
- ☐ XX Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?
- ☐ XX Single – People should be given a choice as some prefer to be alone while others are mor social
- ☐ Shared, how many people maximum?:
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?
- ☐ XX Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?
- ☐ XX Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?
- ☐ Yes
- ☐ XX No It would be nice to have windows where you also spend the greatest amount of time working.

- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

43. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?
- ☐ XX Yes Personal workstation would be nice
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

44. Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ XXIrrelevant

If you wish, you can add more: Not sure I understand this question??

45. Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?
- ☐ XX Yes Exercise is important, like a track to run around or a treadmill for us joggers
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

46. Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?
- ☐ XX Yes I believe the garden can serve as a dual purpose, food production and area to relax
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

47. Could you positively assess spaces for small pets?
- ☐ XX Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

48. Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?
- ☐ XX Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

49. Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism -circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?
- ☐ XX Yes Seeing time and dates are important
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

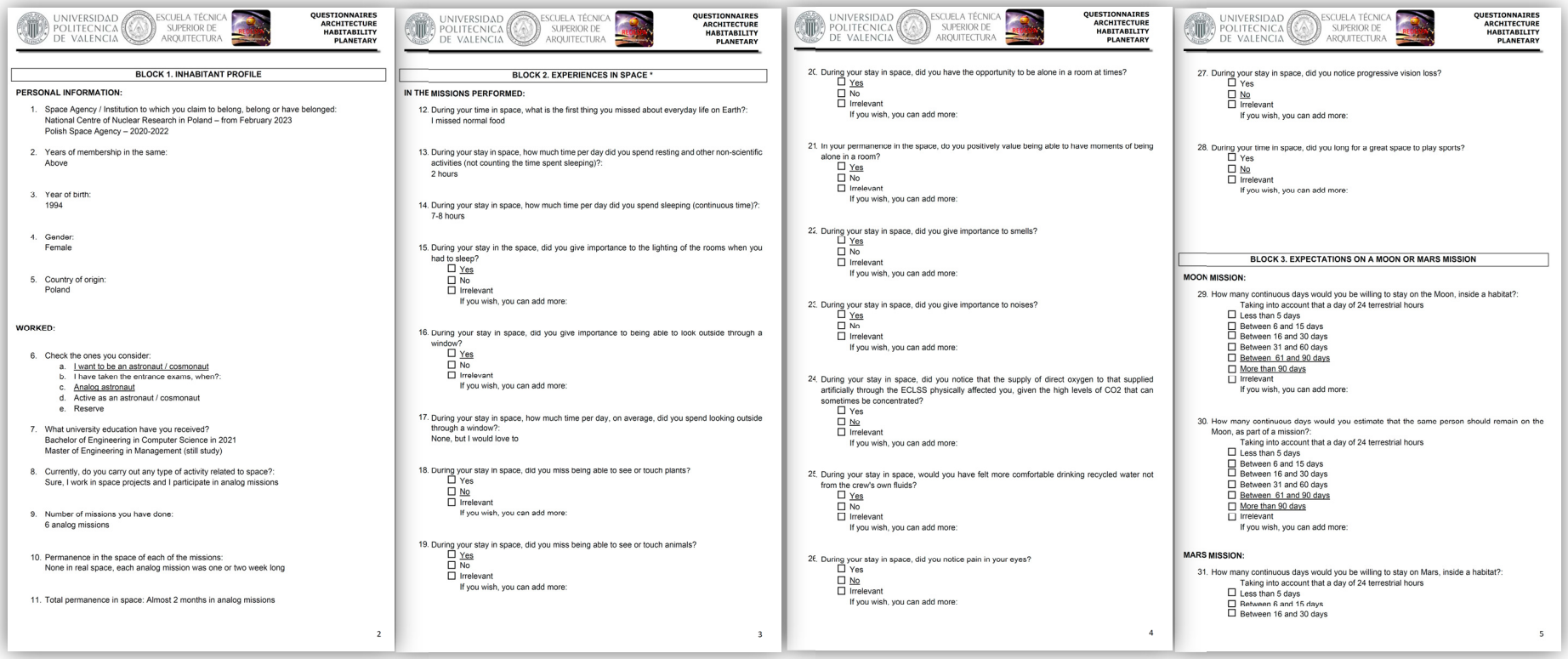
50 How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?

It should be simple, 4 rooms
1st room should have bathrooms and shower area
2nd room should be a common work area
3rd room should be the beds (bunker style)
4th room should be a command center where commander can have private meetings with crew and/or mission operations back on Earth.

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Eid-Mancheh y Sánchez, Jesús Martínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

Sujeto 32



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged:
   National Centre of Nuclear Research in Poland – from February 2023
   Polish Space Agency – 2020-2022
2. Years of membership in the same:
   Above
3. Year of birth:
   1994
4. Gender:
   Female
5. Country of origin:
   Poland

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. I have taken the entrance exams, when?:
   c. Analog astronaut
   d. Active as an astronaut / cosmonaut
   e. Reserve
7. What university education have you received?
   Bachelor of Engineering in Computer Science in 2021
   Master of Engineering in Management (still study)
8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?:
   Sure, I work in space projects and I participate in analog missions
9. Number of missions you have done:
   6 analog missions
10. Permanence in the space of each of the missions:
    None in real space, each analog mission was one or two week long
11. Total permanence in space: Almost 2 months in analog missions

2

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?:
    I missed normal food
13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?:
    2 hours
14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:
    7-8 hours
15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?:
    None, but I would love to
18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

3

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
21. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
22. During your stay in space, did you give importance to smells?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
23. During your stay in space, did you give importance to noises?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

4

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

MOON MISSION:

29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days

5

☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?
☐ Artificial, on surface
☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes
☐ Mixed union of the previous
Could you briefly explain the answer?:

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?
☐ Straights
☐ Curves
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?
☐ Single
☐ Shared, how many people maximum?:
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

43. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

44 Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

45 Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

46 Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

47 Could you positively assess spaces for small pets?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

48 Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

49 Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism -circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

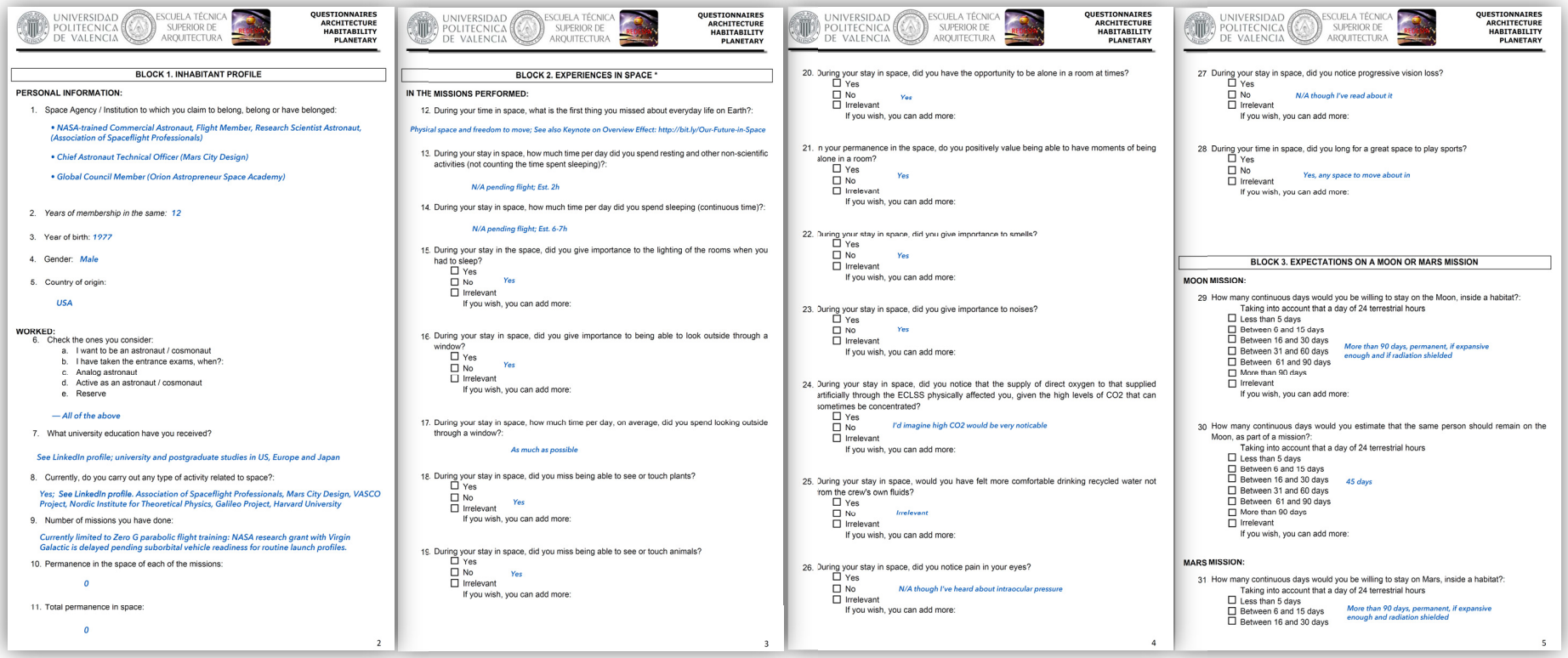
50 How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?

I think it should looks like current analog habitats – with kitchen, with place to work, with beds, etc. but of course underground ☺

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez, Jesús Matínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

Sujeto 33



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged:

   • NASA-trained Commercial Astronaut, Flight Member, Research Scientist Astronaut, (Association of Spaceflight Professionals)

   • Chief Astronaut Technical Officer (Mars City Design)

   • Global Council Member (Orion Astropreneur Space Academy)

2. *Years of membership in the same:* *12*

3. Year of birth: *1977*

4. Gender: *Male*

5. Country of origin:

   USA

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. I have taken the entrance exams, when?:
   c. Analog astronaut
   d. Active as an astronaut / cosmonaut
   e. Reserve

   — All of the above

7. What university education have you received?

   See LinkedIn profile; university and postgraduate studies in US, Europe and Japan

8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?:

   Yes; See LinkedIn profile. Association of Spaceflight Professionals, Mars City Design, VASCO Project, Nordic Institute for Theoretical Physics, Galileo Project, Harvard University

9. Number of missions you have done:

   Currently limited to Zero G parabolic flight training: NASA research grant with Virgin Galactic is delayed pending suborbital vehicle readiness for routine launch profiles.

10. Permanence in the space of each of the missions:

    0

11. Total permanence in space:

    0

2

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?:

    Physical space and freedom to move; See also Keynote on Overview Effect: http://bit.ly/Our-Future-in-Space

13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?:

    N/A pending flight; Est. 2h

14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:

    N/A pending flight; Est. 6-7h

15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    ☐ Yes
    ☐ No *Yes*
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    ☐ Yes
    ☐ No *Yes*
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?:

    As much as possible

18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    ☐ Yes
    ☐ No *Yes*
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?
    ☐ Yes
    ☐ No *Yes*
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

3

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
    ☐ Yes
    ☐ No *Yes*
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

21. n your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
    ☐ Yes
    ☐ No *Yes*
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

22. During your stay in space, did you give importance to smells?
    ☐ Yes
    ☐ No *Yes*
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

23. During your stay in space, did you give importance to noises?
    ☐ Yes
    ☐ No *Yes*
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
    ☐ Yes
    ☐ No *I'd imagine high CO2 would be very noticable*
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
    ☐ Yes
    ☐ No *Irrelevant*
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
    ☐ Yes
    ☐ No *N/A though I've heard about intraocular pressure*
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

4

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
    ☐ Yes
    ☐ No *N/A though I've read about it*
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
    ☐ Yes
    ☐ No *Yes, any space to move about in*
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

MOON MISSION:

29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days *More than 90 days, permanent, if expansive enough and if radiation shielded*
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days *45 days*
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days *More than 90 days, permanent, if expansive enough and radiation shielded*
    ☐ Between 16 and 30 days

5

☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
180-360 days on up to 720 days given launch window limitations

MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?
☐ Artificial, on surface
☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes
☐ Mixed union of the previous
Could you briefly explain the answer?:
Underground or Lava tubes, offer access to water ice, natural radiation shielding

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
No, multiple level is no problem, even a benefit depending on how it's implemented, as it can mean more space is made available and larger living volume

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?
☐ Straights
☐ Curves
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
Curved surfaces; for more examples see Mars City Design

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
Yes

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
Yes

38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
Yes

39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?
☐ Single
☐ Shared, how many people maximum?:
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
Single

40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
Yes

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
Irrelevant

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
Yes

43. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
Irrelevant

44. Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
Yes, if engineered to be positive and not unpleasant

45. Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
Yes, as much as possible within constraints

46. Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
Yes, a desk plant, for instance, or many, as well as an entire room or expansive area

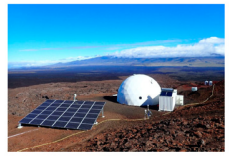
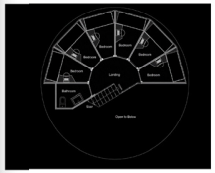
47. Could you positively assess spaces for small pets?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
Yes, depending, though I can't imagine it would be possible under contemporary constraints until far future

48. Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
Yes

49. Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism -circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
Yes

50. How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?

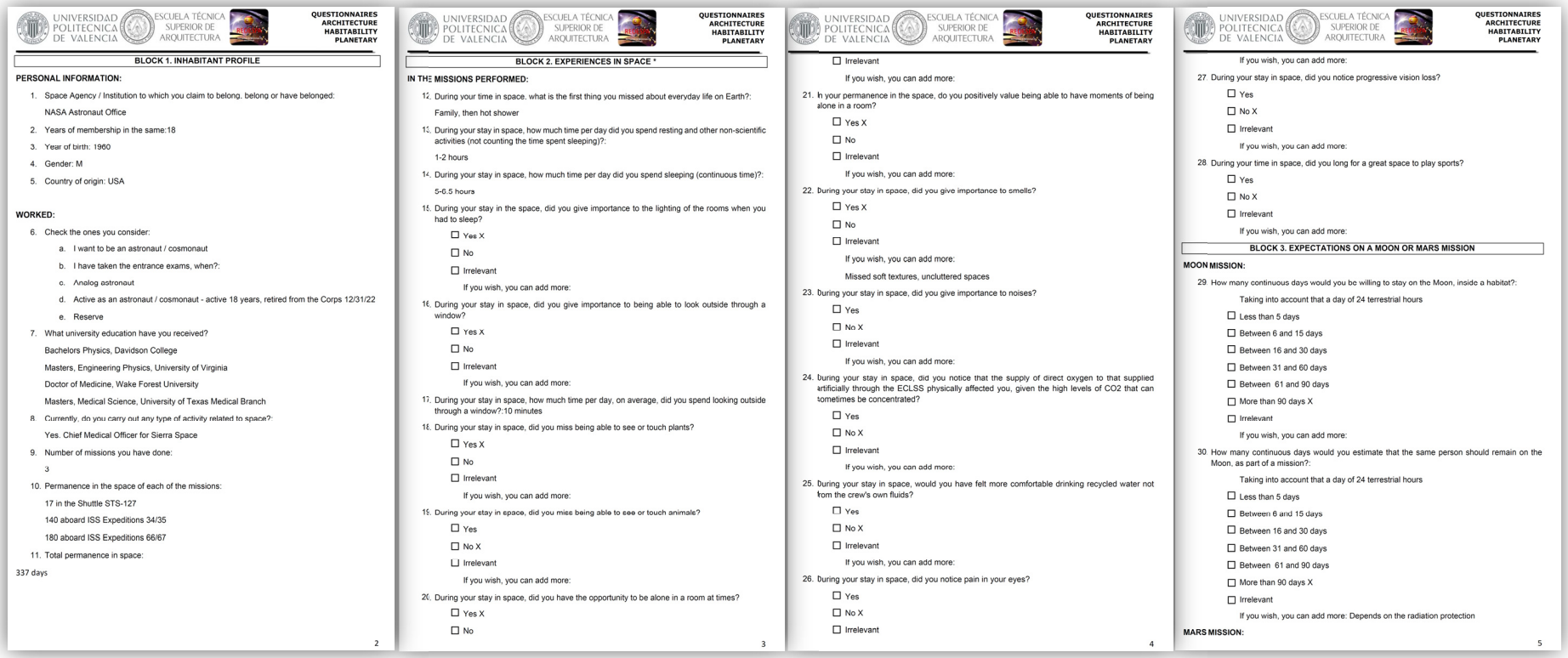
*For the ISS, the SpaceX Dragon capsule is a superior alternative to the Russian Mir, which was previously the only option for emergency egress. For anything of longer duration, additional volume would be required. For anything on the Moon, Mars, asteroids—or artificial structures such as the Von Braun ring or the O'Neill cylinder—**as a bare minimum** refer to the interior architecture of the **HI-SEAS habitat** currently utilized for analogue space missions on the summit of Mauna Loa on the Big Island of Hawaii. For variables that incorporate a larger population or even longer duration, refer to depictions of O'Neill cylinder or Von Braun wheel space habitats.*

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez, Jesús Matínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

Sujeto 34



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged:
   NASA Astronaut Office
2. Years of membership in the same:18
3. Year of birth: 1960
4. Gender: M
5. Country of origin: USA

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. I have taken the entrance exams, when?:
   c. Analog astronaut
   d. Active as an astronaut / cosmonaut - active 18 years, retired from the Corps 12/31/22
   e. Reserve
7. What university education have you received?
   Bachelors Physics, Davidson College
   Masters, Engineering Physics, University of Virginia
   Doctor of Medicine, Wake Forest University
   Masters, Medical Science, University of Texas Medical Branch
8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?:
   Yes. Chief Medical Officer for Sierra Space
9. Number of missions you have done:
   3
10. Permanence in the space of each of the missions:
    17 in the Shuttle STS-127
    140 aboard ISS Expeditions 34/35
    180 aboard ISS Expeditions 66/67
11. Total permanence in space:

337 days

2

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?:
    Family, then hot shower
13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?:
    1-2 hours
14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:
    5-6.5 hours
15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    ☐ Yes X
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    ☐ Yes X
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?:10 minutes
18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    ☐ Yes X
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?
    ☐ Yes
    ☐ No X
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
    ☐ Yes X
    ☐ No

3

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

21. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
    ☐ Yes X
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
22. During your stay in space, did you give importance to smells?
    ☐ Yes X
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
    Missed soft textures, uncluttered spaces
23. During your stay in space, did you give importance to noises?
    ☐ Yes
    ☐ No X
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
    ☐ Yes
    ☐ No X
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
    ☐ Yes
    ☐ No X
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
    ☐ Yes
    ☐ No X
    ☐ Irrelevant

4

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

If you wish, you can add more:

27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
    ☐ Yes
    ☐ No X
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
    ☐ Yes
    ☐ No X
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

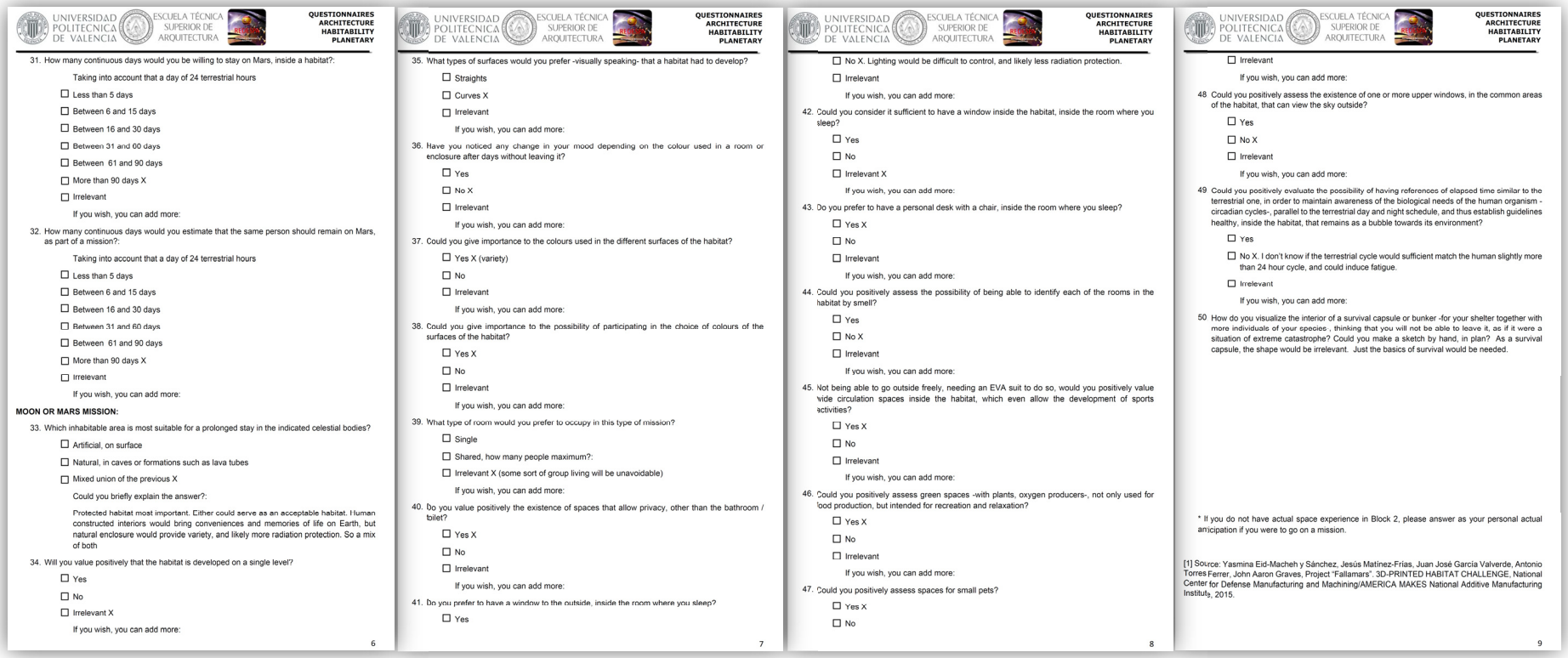
BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

MOON MISSION:

29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days X
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days X
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: Depends on the radiation protection

MARS MISSION:

5



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:

Taking into account that a day of 24 terrestrial hours

- ☐ Less than 5 days
- ☐ Between 6 and 15 days
- ☐ Between 16 and 30 days
- ☐ Between 31 and 60 days
- ☐ Between 61 and 90 days
- ☐ More than 90 days X
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:

Taking into account that a day of 24 terrestrial hours

- ☐ Less than 5 days
- ☐ Between 6 and 15 days
- ☐ Between 16 and 30 days
- ☐ Between 31 and 60 days
- ☐ Between 61 and 90 days
- ☐ More than 90 days X
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?

- ☐ Artificial, on surface
- ☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes
- ☐ Mixed union of the previous X

Could you briefly explain the answer?:

Protected habitat most important. Either could serve as an acceptable habitat. Human constructed interiors would bring conveniences and memories of life on Earth, but natural enclosure would provide variety, and likely more radiation protection. So a mix of both

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant X

If you wish, you can add more:

6

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?

- ☐ Straights
- ☐ Curves X
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?

- ☐ Yes
- ☐ No X
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?

- ☐ Yes X (variety)
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?

- ☐ Yes X
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?

- ☐ Single
- ☐ Shared, how many people maximum?:
- ☐ Irrelevant X (some sort of group living will be unavoidable)

If you wish, you can add more:

40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?

- ☐ Yes X
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?

- ☐ Yes

7

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

- ☐ No X. Lighting would be difficult to control, and likely less radiation protection.
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant X

If you wish, you can add more:

43. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?

- ☐ Yes X
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

44. Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?

- ☐ Yes
- ☐ No X
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

45. Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?

- ☐ Yes X
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

46. Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?

- ☐ Yes X
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

47. Could you positively assess spaces for small pets?

- ☐ Yes X
- ☐ No

8

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

48. Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?

- ☐ Yes
- ☐ No X
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

49. Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism -circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?

- ☐ Yes
- ☐ No X. I don't know if the terrestrial cycle would sufficient match the human slightly more than 24 hour cycle, and could induce fatigue.
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

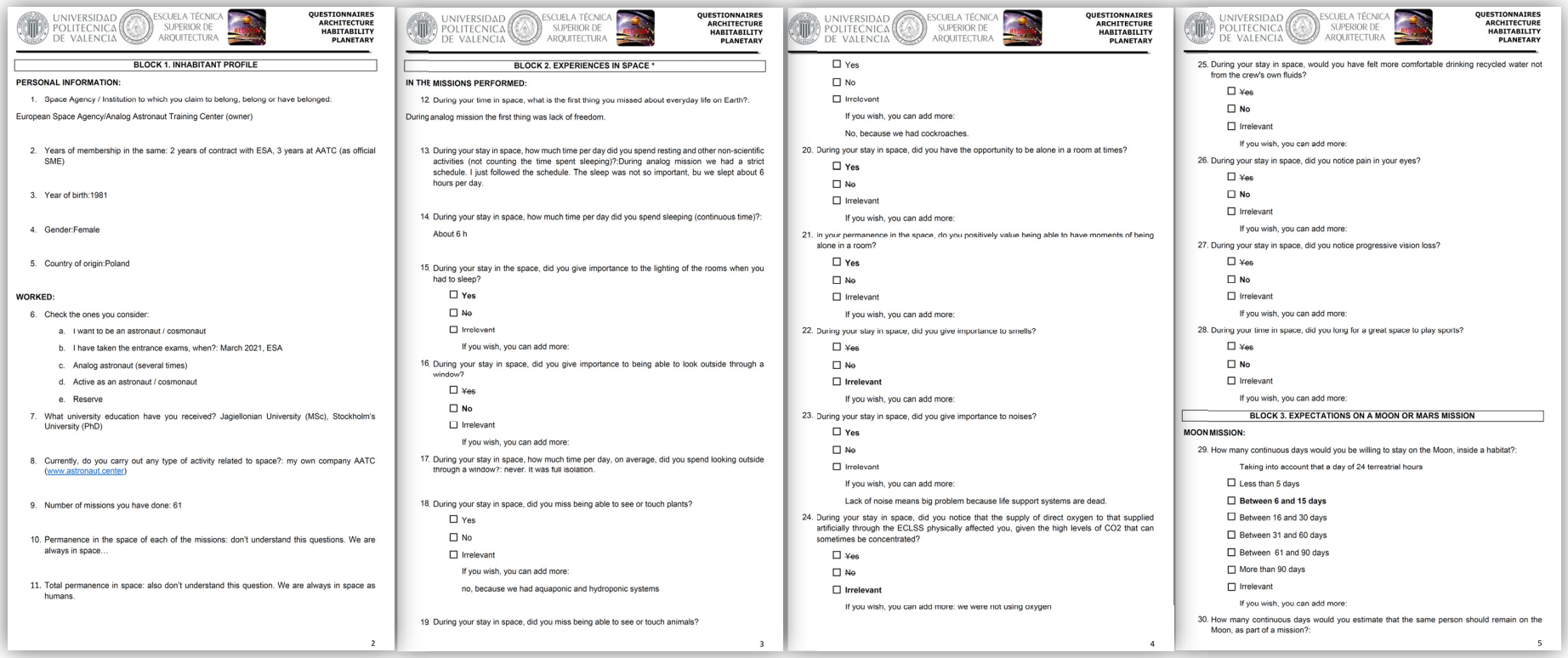
50. How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan? As a survival capsule, the shape would be irrelevant. Just the basics of survival would be needed.

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez, Jesús Martínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

9

Sujeto 35



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged:

European Space Agency/Analog Astronaut Training Center (owner)

2. Years of membership in the same: 2 years of contract with ESA, 3 years at AATC (as official SME)
3. Year of birth:1981
4. Gender:Female
5. Country of origin:Poland

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. I have taken the entrance exams, when?: March 2021, ESA
   c. Analog astronaut (several times)
   d. Active as an astronaut / cosmonaut
   e. Reserve
7. What university education have you received? Jagiellonian University (MSc), Stockholm's University (PhD)
8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?: my own company AATC (www.astronaut.center)
9. Number of missions you have done: 61
10. Permanence in the space of each of the missions: don't understand this questions. We are always in space…
11. Total permanence in space: also don't understand this question. We are always in space as humans.

2

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?:

During analog mission the first thing was lack of freedom.

13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?:During analog mission we had a strict schedule. I just followed the schedule. The sleep was not so important, bu we slept about 6 hours per day.
14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:

About 6 h

15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    - ☐ **Yes**
    - ☐ ~~No~~
    - ☐ Irrelevant

    If you wish, you can add more:
16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    - ☐ ~~Yes~~
    - ☐ **No**
    - ☐ Irrelevant

    If you wish, you can add more:
17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?: never. It was full isolation.
18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    - ☐ Yes
    - ☐ No
    - ☐ Irrelevant

    If you wish, you can add more:

    no, because we had aquaponic and hydroponic systems
19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?

3

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

No, because we had cockroaches.

20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
    - ☐ **Yes**
    - ☐ ~~No~~
    - ☐ Irrelevant

    If you wish, you can add more:
21. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
    - ☐ **Yes**
    - ☐ ~~No~~
    - ☐ Irrelevant

    If you wish, you can add more:
22. During your stay in space, did you give importance to smells?
    - ☐ ~~Yes~~
    - ☐ ~~No~~
    - ☐ **Irrelevant**

    If you wish, you can add more:
23. During your stay in space, did you give importance to noises?
    - ☐ **Yes**
    - ☐ ~~No~~
    - ☐ Irrelevant

    If you wish, you can add more:

    Lack of noise means big problem because life support systems are dead.
24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
    - ☐ ~~Yes~~
    - ☐ ~~No~~
    - ☐ **Irrelevant**

    If you wish, you can add more: we were not using oxygen

4

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
    - ☐ ~~Yes~~
    - ☐ **No**
    - ☐ Irrelevant

    If you wish, you can add more:
26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
    - ☐ ~~Yes~~
    - ☐ **No**
    - ☐ Irrelevant

    If you wish, you can add more:
27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
    - ☐ ~~Yes~~
    - ☐ **No**
    - ☐ Irrelevant

    If you wish, you can add more:
28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
    - ☐ ~~Yes~~
    - ☐ **No**
    - ☐ Irrelevant

    If you wish, you can add more:

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

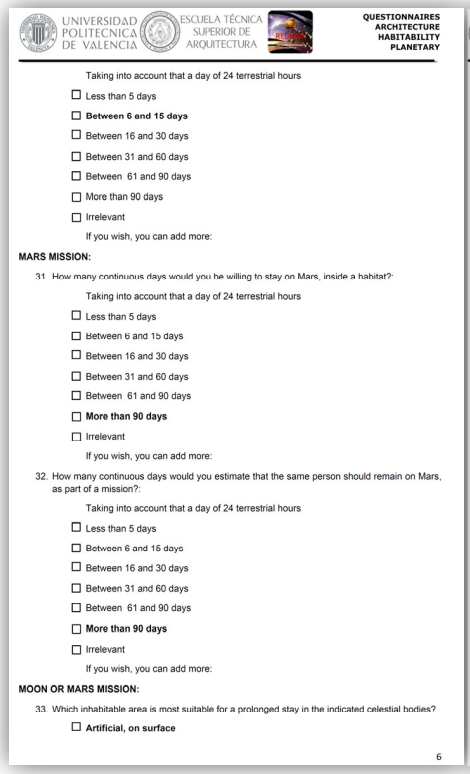
MOON MISSION:

29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:

    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    - ☐ Less than 5 days
    - ☐ **Between 6 and 15 days**
    - ☐ Between 16 and 30 days
    - ☐ Between 31 and 60 days
    - ☐ Between 61 and 90 days
    - ☐ More than 90 days
    - ☐ Irrelevant

    If you wish, you can add more:
30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:

5



Taking into account that a day of 24 terrestrial hours

- ☐ Less than 5 days
- ☐ **Between 6 and 15 days**
- ☐ Between 16 and 30 days
- ☐ Between 31 and 60 days
- ☐ Between 61 and 90 days
- ☐ More than 90 days
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:

Taking into account that a day of 24 terrestrial hours

- ☐ Less than 5 days
- ☐ Between 6 and 15 days
- ☐ Between 16 and 30 days
- ☐ Between 31 and 60 days
- ☐ Between 61 and 90 days
- ☐ **More than 90 days**
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:

Taking into account that a day of 24 terrestrial hours

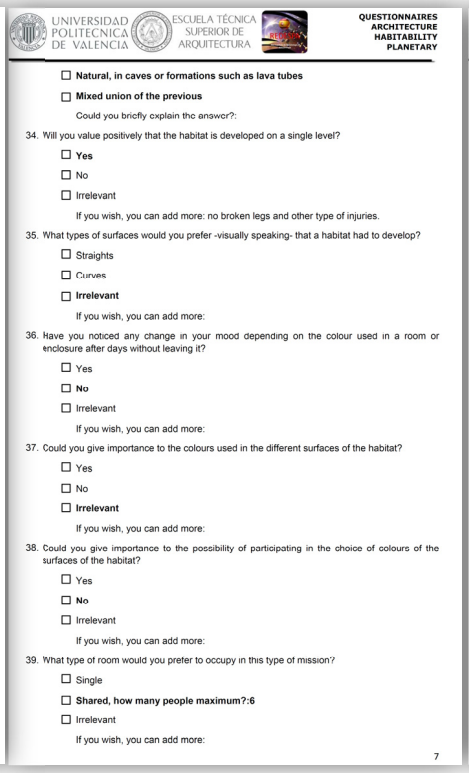
- ☐ Less than 5 days
- ☐ Between 6 and 15 days
- ☐ Between 16 and 30 days
- ☐ Between 31 and 60 days
- ☐ Between 61 and 90 days
- ☐ **More than 90 days**
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?

- ☐ **Artificial, on surface**



- ☐ **Natural, in caves or formations such as lava tubes**
- ☐ **Mixed union of the previous**

Could you briefly explain the answer?:

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?

- ☐ **Yes**
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more: no broken legs and other type of injuries.

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?

- ☐ Straights
- ☐ Curves
- ☐ **Irrelevant**

If you wish, you can add more:

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?

- ☐ Yes
- ☐ **No**
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ **Irrelevant**

If you wish, you can add more:

38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?

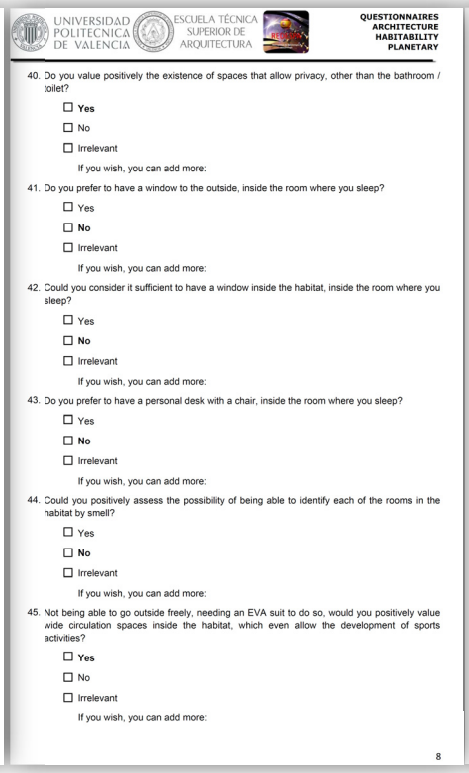
- ☐ Yes
- ☐ **No**
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?

- ☐ Single
- ☐ **Shared, how many people maximum?:6**
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:



40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?

- ☐ **Yes**
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?

- ☐ Yes
- ☐ **No**
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?

- ☐ Yes
- ☐ **No**
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

43. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?

- ☐ Yes
- ☐ **No**
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

44. Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?

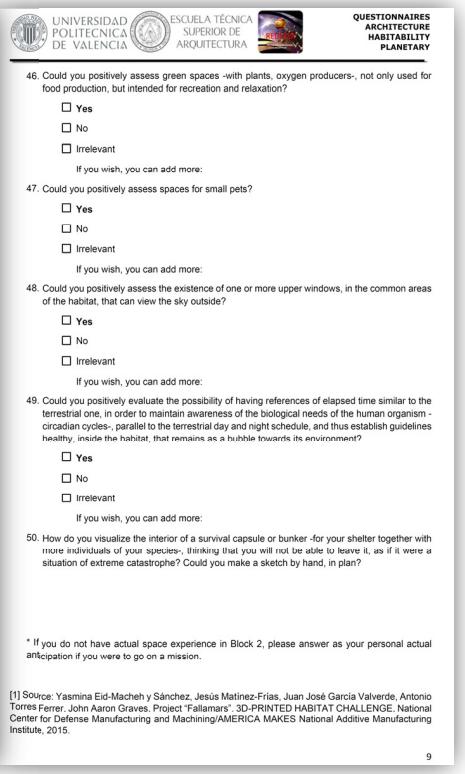
- ☐ Yes
- ☐ **No**
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

45. Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?

- ☐ **Yes**
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:



46. Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?

- ☐ **Yes**
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

47. Could you positively assess spaces for small pets?

- ☐ **Yes**
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

48. Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?

- ☐ **Yes**
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

49. Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism -circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?

- ☐ **Yes**
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

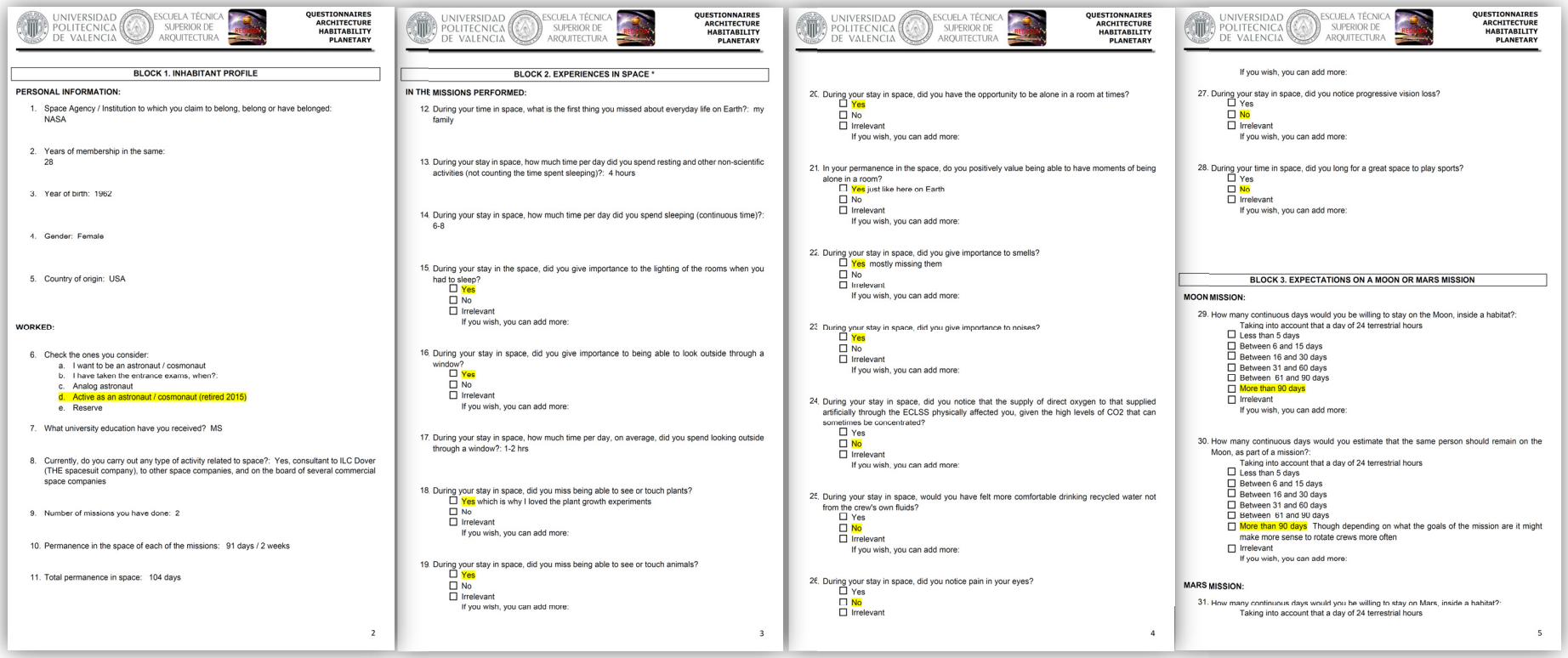
If you wish, you can add more:

50. How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez, Jesús Matínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves. Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE. National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

Sujeto 36



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged: NASA
2. Years of membership in the same: 28
3. Year of birth: 1962
4. Gender: Female
5. Country of origin: USA

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. I have taken the entrance exams, when?:
   c. Analog astronaut
   d. Active as an astronaut / cosmonaut (retired 2015)
   e. Reserve
7. What university education have you received? MS
8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?: Yes, consultant to ILC Dover (THE spacesuit company), to other space companies, and on the board of several commercial space companies
9. Number of missions you have done: 2
10. Permanence in the space of each of the missions: 91 days / 2 weeks
11. Total permanence in space: 104 days

2

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?: my family
13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?: 4 hours
14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?: 6-8
15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?: 1-2 hrs
18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    ☐ Yes which is why I loved the plant growth experiments
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

3

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
21. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
    ☐ Yes just like here on Earth
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
22. During your stay in space, did you give importance to smells?
    ☐ Yes mostly missing them
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
23. During your stay in space, did you give importance to noises?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant

4

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

If you wish, you can add more:

27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

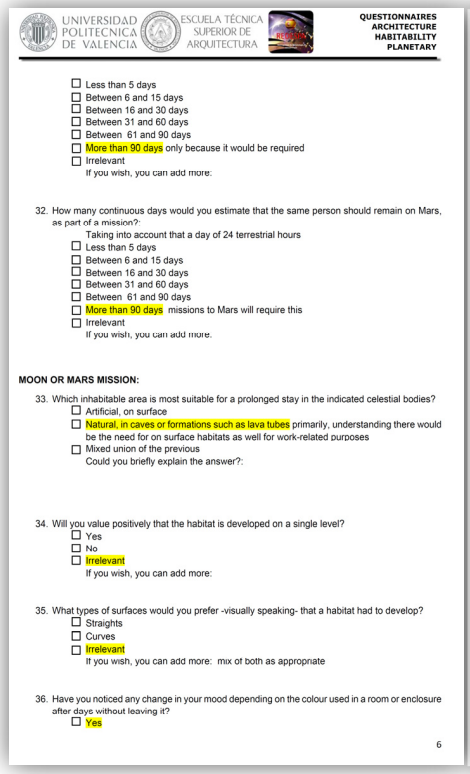
MOON MISSION:

29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days Though depending on what the goals of the mission are it might make more sense to rotate crews more often
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours

5



☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days only because it would be required
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days missions to Mars will require this
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

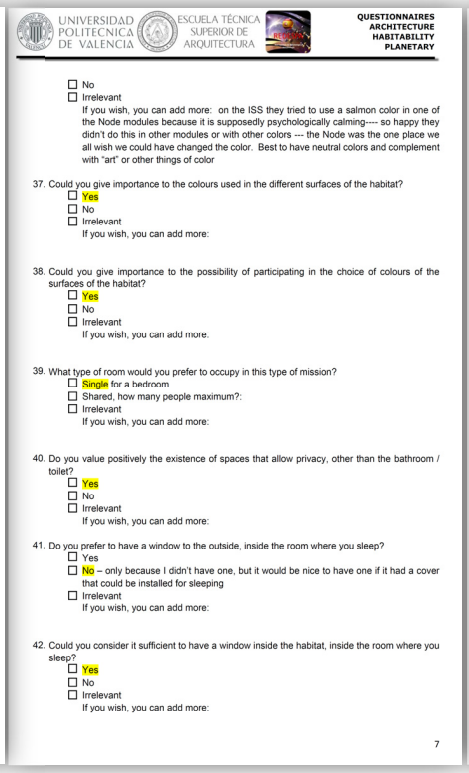
MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?
☐ Artificial, on surface
☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes primarily, understanding there would be the need for on surface habitats as well for work-related purposes
☐ Mixed union of the previous
Could you briefly explain the answer?:

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?
☐ Straights
☐ Curves
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more: mix of both as appropriate

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?
☐ Yes



☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more: on the ISS they tried to use a salmon color in one of the Node modules because it is supposedly psychologically calming---- so happy they didn't do this in other modules or with other colors --- the Node was the one place we all wish we could have changed the color. Best to have neutral colors and complement with "art" or other things of color

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

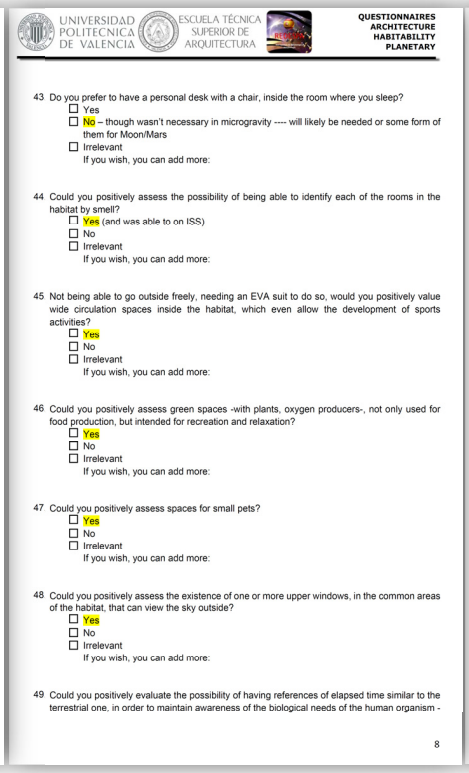
38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?
☐ Single for a bedroom
☐ Shared, how many people maximum?:
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No – only because I didn't have one, but it would be nice to have one if it had a cover that could be installed for sleeping
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:



43. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No – though wasn't necessary in microgravity ---- will likely be needed or some form of them for Moon/Mars
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

44. Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?
☐ Yes (and was able to on ISS)
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

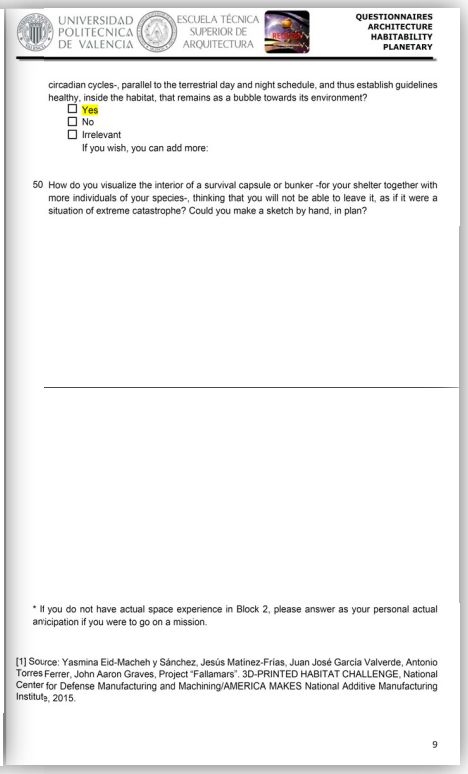
45. Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

46. Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

47. Could you positively assess spaces for small pets?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

48. Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

49. Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism -



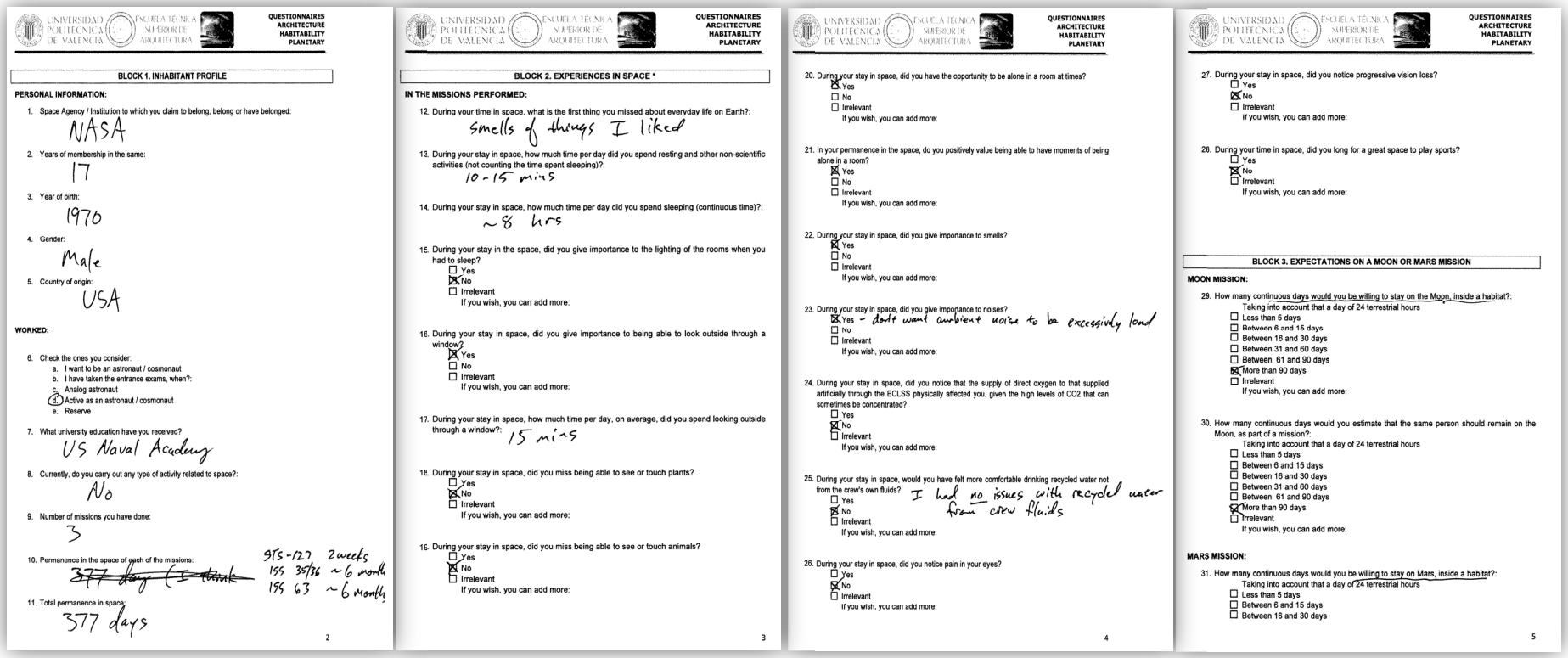
circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

50 How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez, Jesús Matínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

Sujeto 37



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged:
   NASA
2. Years of membership in the same:
   17
3. Year of birth:
   1970
4. Gender:
   Male
5. Country of origin:
   USA

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. I have taken the entrance exams, when?:
   c. Analog astronaut
   (d.) Active as an astronaut / cosmonaut
   e. Reserve
7. What university education have you received?
   US Naval Academy
8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?:
   No
9. Number of missions you have done:
   3
10. Permanence in the space of each of the missions:
    ~~377 days (1 year)~~ STS-127 2 weeks
    155 35/86 ~6 months
    155 63 ~6 months
11. Total permanence in space:
    377 days

2

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?:
    smells of things I liked
13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?:
    10-15 mins
14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:
    ~8 hrs
15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    ☐ Yes
    ☒ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    ☒ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?: 15 mins
18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    ☐ Yes
    ☒ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?
    ☐ Yes
    ☒ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

3

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
    ☒ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
21. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
    ☒ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
22. During your stay in space, did you give importance to smells?
    ☒ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
23. During your stay in space, did you give importance to noises?
    ☒ Yes - don't want ambient noise to be excessively loud
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
    ☐ Yes
    ☒ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids? I had no issues with recycled water from crew fluids
    ☐ Yes
    ☒ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
    ☐ Yes
    ☒ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

4

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
    ☐ Yes
    ☒ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
    ☐ Yes
    ☒ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

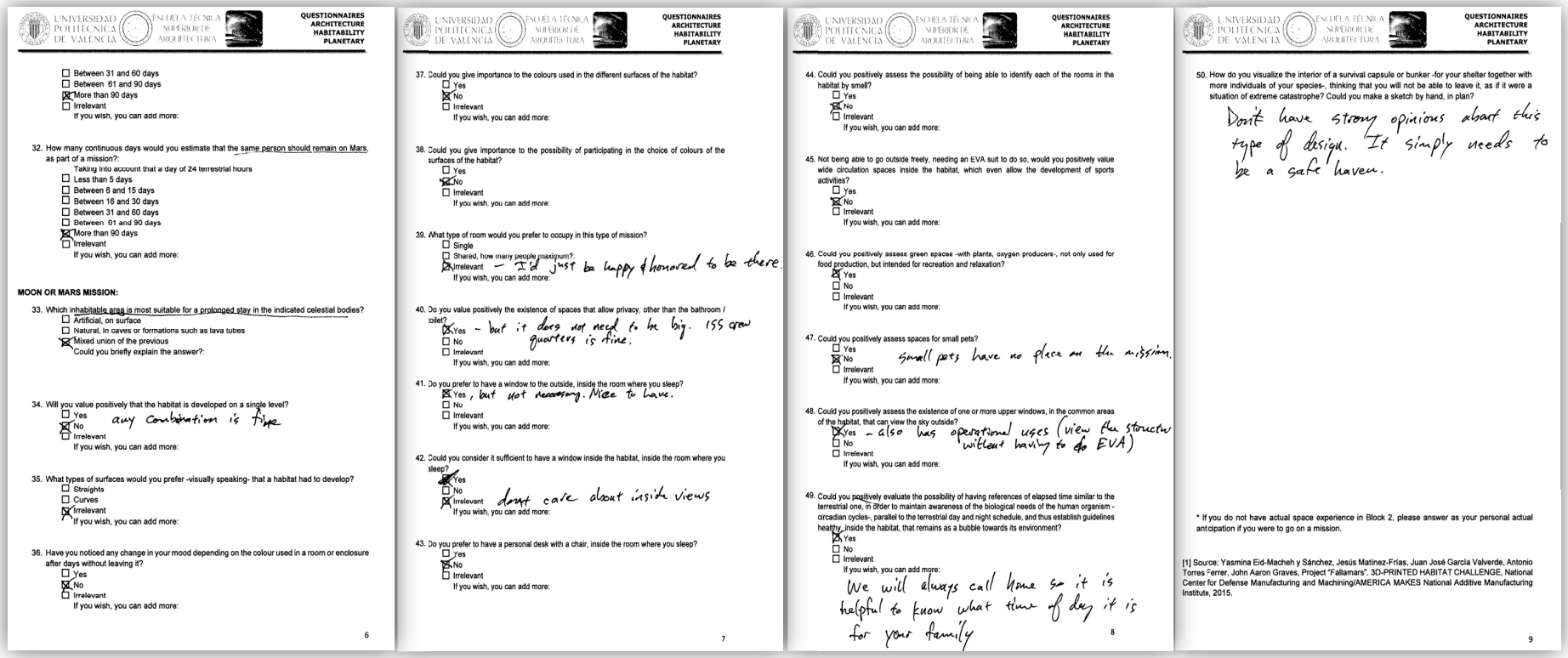
MOON MISSION:

29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☒ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☒ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days

5



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☒ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☒ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?
☐ Artificial, on surface
☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes
☒ Mixed union of the previous
Could you briefly explain the answer?:

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?
☐ Yes
☒ No — any combination is fine
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?
☐ Straights
☐ Curves
☒ Irrelevant
If you wish, you can add more:

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?
☐ Yes
☒ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

6

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?
☐ Yes
☒ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?
☐ Yes
☒ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?
☐ Single
☐ Shared, how many people maximum?:
☒ Irrelevant — I'd just be happy & honored to be there.
If you wish, you can add more:

40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?
☒ Yes - but it does not need to be big. 15S crew quarters is fine.
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?
☒ Yes, but not necessary. Nice to have.
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?
☒ Yes
☐ No
☒ Irrelevant — dont care about inside views
If you wish, you can add more:

43. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☒ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

7

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

44. Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?
☐ Yes
☒ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

45. Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?
☐ Yes
☒ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

46. Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?
☒ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

47. Could you positively assess spaces for small pets?
☐ Yes
☒ No — Small pets have no place on the mission.
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

48. Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?
☒ Yes - also has operational uses (view the structure without having to do EVA)
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

49. Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism - circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?
☒ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
We will always call home so it is helpful to know what time of day it is for your family

8

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

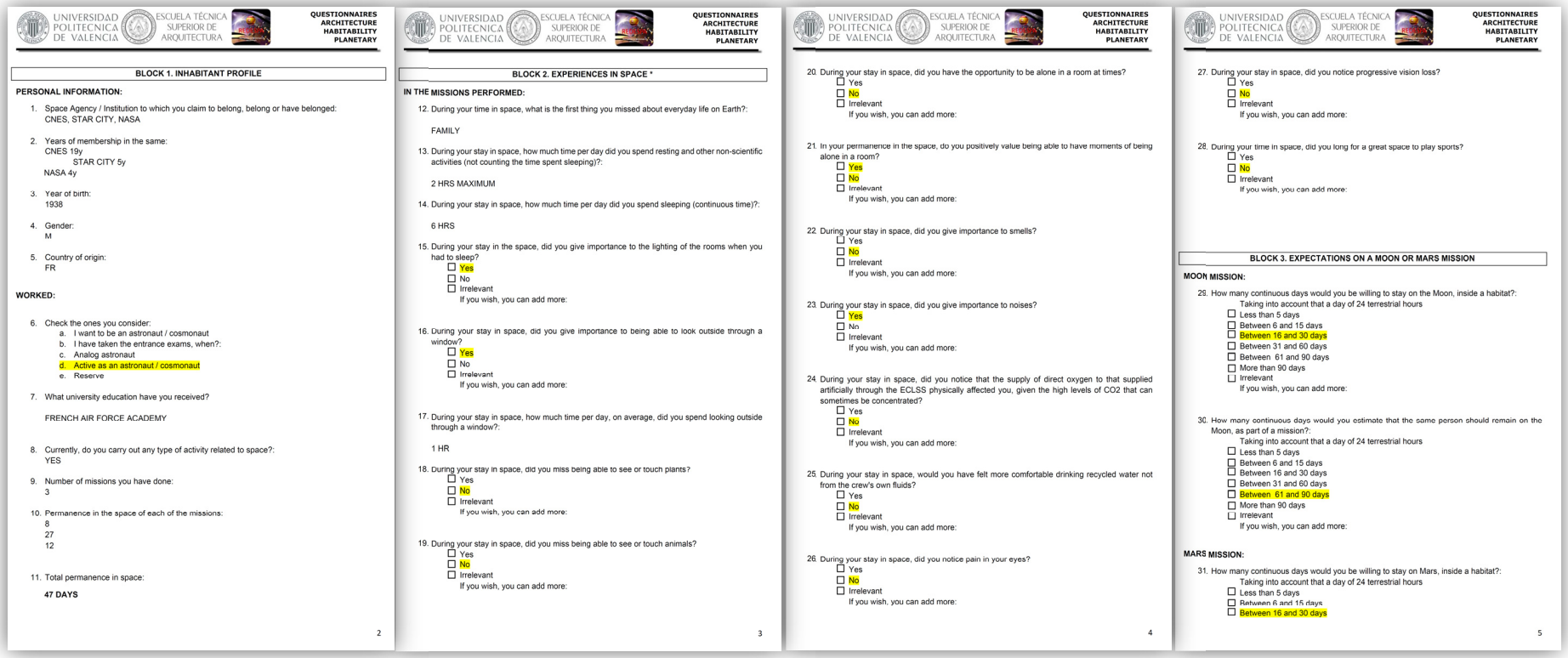
50. How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?
Don't have strong opinions about this type of design. It simply needs to be a safe haven.

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez, Jesús Matínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

9

Sujeto 38



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged:
   CNES, STAR CITY, NASA
2. Years of membership in the same:
   CNES 19y
   STAR CITY 5y
   NASA 4y
3. Year of birth:
   1938
4. Gender:
   M
5. Country of origin:
   FR

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. I have taken the entrance exams, when?:
   c. Analog astronaut
   d. Active as an astronaut / cosmonaut
   e. Reserve
7. What university education have you received?

   FRENCH AIR FORCE ACADEMY
8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?:
   YES
9. Number of missions you have done:
   3
10. Permanence in the space of each of the missions:
    8
    27
    12
11. Total permanence in space:

    47 DAYS

2

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?:

    FAMILY
13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?:

    2 HRS MAXIMUM
14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:

    6 HRS
15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?:

    1 HR
18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

3

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
21. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
22. During your stay in space, did you give importance to smells?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
23. During your stay in space, did you give importance to noises?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

4

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

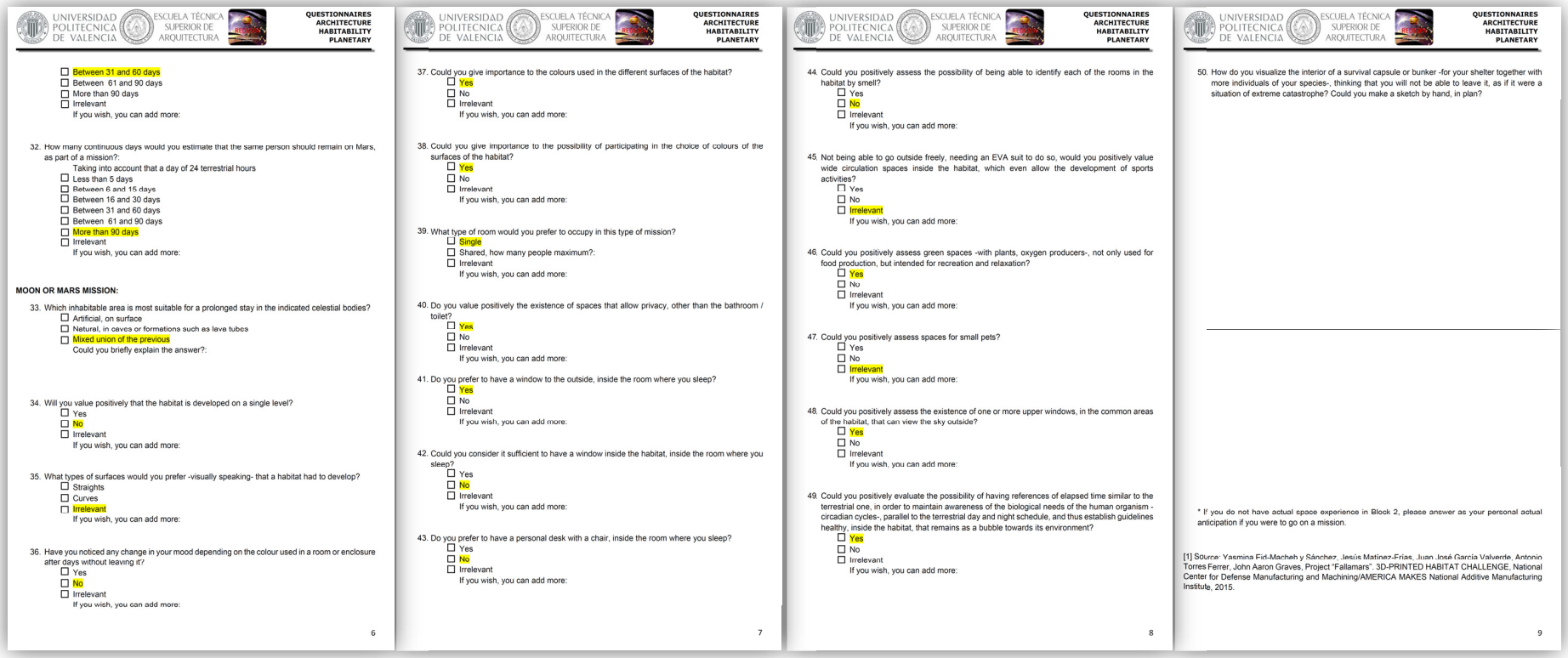
MOON MISSION:

29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days

5



☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?
☐ Artificial, on surface
☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes
☐ Mixed union of the previous
Could you briefly explain the answer?:

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?
☐ Straights
☐ Curves
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?
☐ Single
☐ Shared, how many people maximum?:
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

43. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

44. Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

45. Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

46. Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

47. Could you positively assess spaces for small pets?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

48. Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

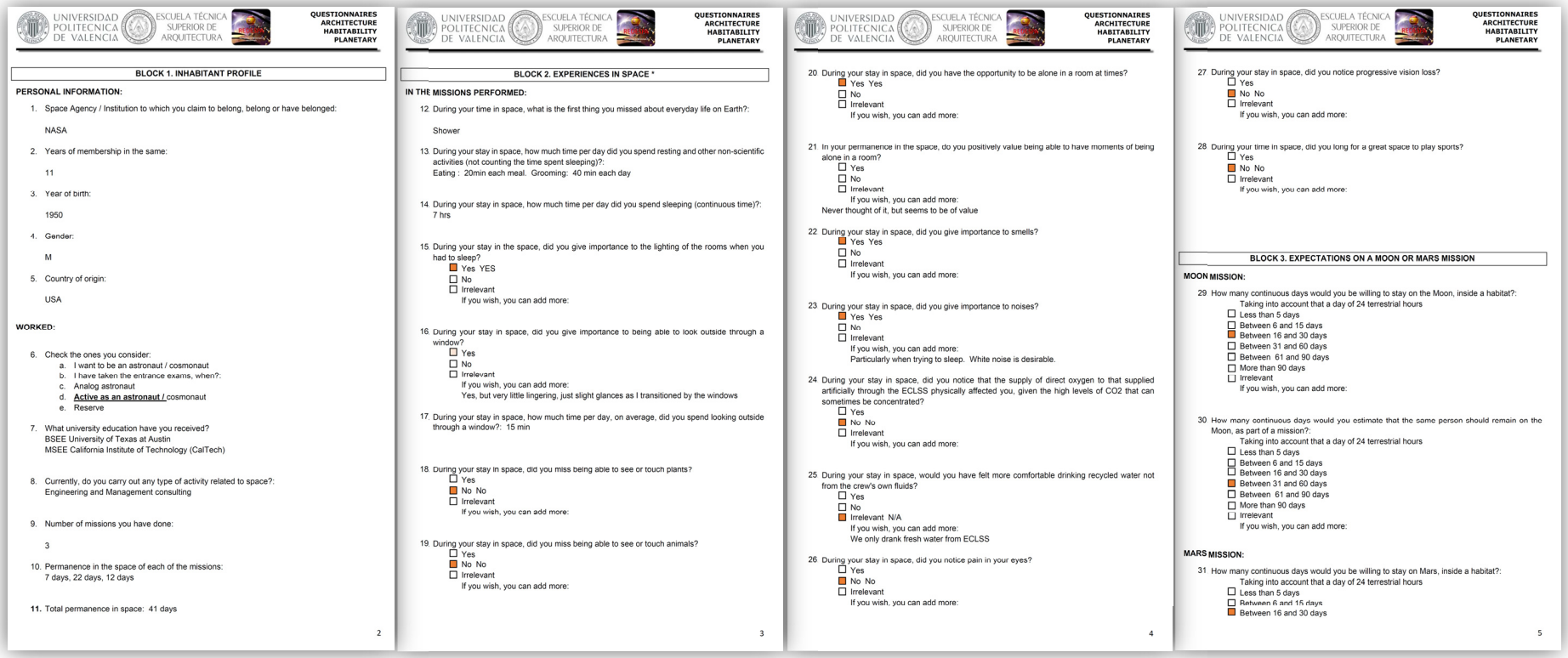
49. Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism -circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

50. How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Fid-Macheb y Sánchez, Jesús Martínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

Sujeto 39



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged:

   NASA

2. Years of membership in the same:

   11

3. Year of birth:

   1950

4. Gender:

   M

5. Country of origin:

   USA

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. I have taken the entrance exams, when?:
   c. Analog astronaut
   d. **Active as an astronaut /** cosmonaut
   e. Reserve

7. What university education have you received?
   BSEE University of Texas at Austin
   MSEE California Institute of Technology (CalTech)

8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?:
   Engineering and Management consulting

9. Number of missions you have done:

   3

10. Permanence in the space of each of the missions:
    7 days, 22 days, 12 days

11. Total permanence in space: 41 days

2

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?:

    Shower

13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?:
    Eating : 20min each meal. Grooming: 40 min each day

14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:
    7 hrs

15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    - [x] Yes YES
    - [ ] No
    - [ ] Irrelevant

    If you wish, you can add more:

16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    - [ ] Yes
    - [ ] No
    - [ ] Irrelevant

    If you wish, you can add more:
    Yes, but very little lingering, just slight glances as I transitioned by the windows

17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?: 15 min

18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    - [ ] Yes
    - [x] No No
    - [ ] Irrelevant

    If you wish, you can add more:

19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?
    - [ ] Yes
    - [x] No No
    - [ ] Irrelevant

    If you wish, you can add more:

3

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
    - [x] Yes Yes
    - [ ] No
    - [ ] Irrelevant

    If you wish, you can add more:

21. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
    - [ ] Yes
    - [ ] No
    - [ ] Irrelevant

    If you wish, you can add more:
    Never thought of it, but seems to be of value

22. During your stay in space, did you give importance to smells?
    - [x] Yes Yes
    - [ ] No
    - [ ] Irrelevant

    If you wish, you can add more:

23. During your stay in space, did you give importance to noises?
    - [x] Yes Yes
    - [ ] No
    - [ ] Irrelevant

    If you wish, you can add more:
    Particularly when trying to sleep. White noise is desirable.

24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
    - [ ] Yes
    - [x] No No
    - [ ] Irrelevant

    If you wish, you can add more:

25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
    - [ ] Yes
    - [ ] No
    - [x] Irrelevant N/A

    If you wish, you can add more:
    We only drank fresh water from ECLSS

26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
    - [ ] Yes
    - [x] No No
    - [ ] Irrelevant

    If you wish, you can add more:

4

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
    - [ ] Yes
    - [x] No No
    - [ ] Irrelevant

    If you wish, you can add more:

28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
    - [ ] Yes
    - [x] No No
    - [ ] Irrelevant

    If you wish, you can add more:

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

MOON MISSION:

29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    - [ ] Less than 5 days
    - [ ] Between 6 and 15 days
    - [x] Between 16 and 30 days
    - [ ] Between 31 and 60 days
    - [ ] Between 61 and 90 days
    - [ ] More than 90 days
    - [ ] Irrelevant

    If you wish, you can add more:

30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    - [ ] Less than 5 days
    - [ ] Between 6 and 15 days
    - [ ] Between 16 and 30 days
    - [x] Between 31 and 60 days
    - [ ] Between 61 and 90 days
    - [ ] More than 90 days
    - [ ] Irrelevant

    If you wish, you can add more:

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    - [ ] Less than 5 days
    - [ ] Between 6 and 15 days
    - [x] Between 16 and 30 days

5

- ☐ Between 31 and 60 days
- ☐ Between 61 and 90 days
- ☐ More than 90 days
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:

Taking into account that a day of 24 terrestrial hours

- ☐ Less than 5 days
- ☐ Between 6 and 15 days
- ☐ Between 16 and 30 days
- ☐ Between 31 and 60 days
- ☒ Between 61 and 90 days
- ☐ More than 90 days
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?
- ☐ Artificial, on surface
- ☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes
- ☒ Mixed union of the previous

Could you briefly explain the answer?:

Seems like the variety would be best

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☒ Irrelevant

If you wish, you can add more:
Either single or multiple levels OK

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?
- ☐ Straights
- ☒ Curves
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?
- ☐ Yes
- ☒ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:
Need multicolor, not all the same.

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?
- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?
- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:
Light colours with accent

39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?
- ☒ Single
- ☐ Shared, how many people maximum?:
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?
- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?
- ☐ Yes
- ☒ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:
Nice, but not necessary

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?
- ☐ Yes
- ☒ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

43. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?
- ☐ Yes
- ☒ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:
Nice, but not necessary

44 Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?
- ☐ Yes
- ☒ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

45 Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?
- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

46 Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?
- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:
Producing food is relaxing,

47 Could you positively assess spaces for small pets?
- ☐ Yes
- ☒ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:
Definitely NOT. Pets are great while living, heartbreaking when they pass.

48 Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?
- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

49 Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism -circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?
- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

This is mandatory.

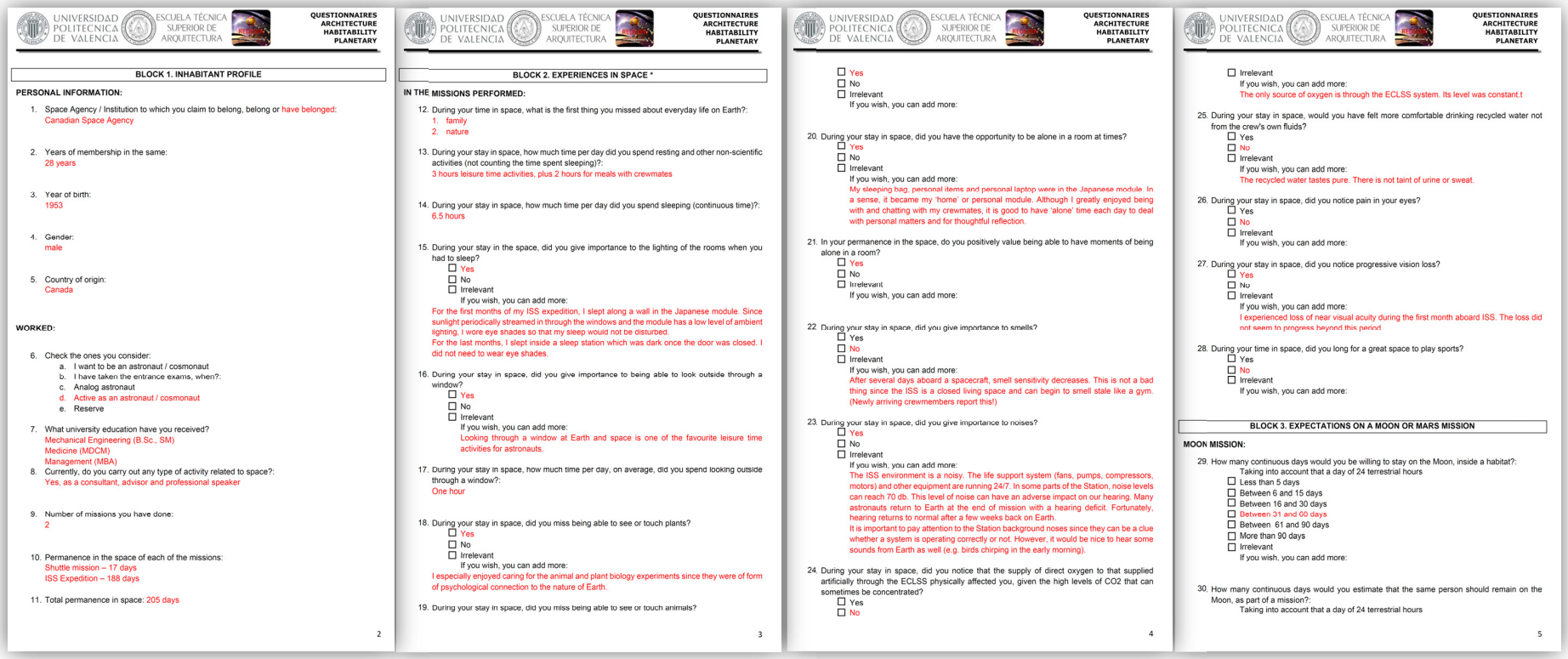
50. How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?

Very basic accommodations. Survival mode. Small door or Curtain for bathroom. Communication equipment, something to read (including novels). Oder control important. Room to sleep while prone.

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez, Jesús Matínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

Sujeto 40



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged:
   Canadian Space Agency
2. Years of membership in the same:
   28 years
3. Year of birth:
   1953
4. Gender:
   male
5. Country of origin:
   Canada

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. I have taken the entrance exams, when?:
   c. Analog astronaut
   d. Active as an astronaut / cosmonaut
   e. Reserve
7. What university education have you received?
   Mechanical Engineering (B.Sc., SM)
   Medicine (MDCM)
   Management (MBA)
8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?:
   Yes, as a consultant, advisor and professional speaker
9. Number of missions you have done:
   2
10. Permanence in the space of each of the missions:
    Shuttle mission – 17 days
    ISS Expedition – 188 days
11. Total permanence in space: 205 days

2

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?:
    1. family
    2. nature
13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?:
    3 hours leisure time activities, plus 2 hours for meals with crewmates
14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:
    6.5 hours
15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
    For the first months of my ISS expedition, I slept along a wall in the Japanese module. Since sunlight periodically streamed in through the windows and the module has a low level of ambient lighting, I wore eye shades so that my sleep would not be disturbed.
    For the last months, I slept inside a sleep station which was dark once the door was closed. I did not need to wear eye shades.
16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
    Looking through a window at Earth and space is one of the favourite leisure time activities for astronauts.
17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?:
    One hour
18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
    I especially enjoyed caring for the animal and plant biology experiments since they were of form of psychological connection to the nature of Earth.
19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?

3

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
    My sleeping bag, personal items and personal laptop were in the Japanese module. In a sense, it became my 'home' or personal module. Although I greatly enjoyed being with and chatting with my crewmates, it is good to have 'alone' time each day to deal with personal matters and for thoughtful reflection.
21. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
22. During your stay in space, did you give importance to smells?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
    After several days aboard a spacecraft, smell sensitivity decreases. This is not a bad thing since the ISS is a closed living space and can begin to smell stale like a gym. (Newly arriving crewmembers report this!)
23. During your stay in space, did you give importance to noises?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
    The ISS environment is a noisy. The life support system (fans, pumps, compressors, motors) and other equipment are running 24/7. In some parts of the Station, noise levels can reach 70 db. This level of noise can have an adverse impact on our hearing. Many astronauts return to Earth at the end of mission with a hearing deficit. Fortunately, hearing returns to normal after a few weeks back on Earth.
    It is important to pay attention to the Station background noses since they can be a clue whether a system is operating correctly or not. However, it would be nice to hear some sounds from Earth as well (e.g. birds chirping in the early morning).
24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
    ☐ Yes
    ☐ No

4

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES ARCHITECTURE HABITABILITY PLANETARY

☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
The only source of oxygen is through the ECLSS system. Its level was constant.t

25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
    The recycled water tastes pure. There is not taint of urine or sweat.
26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
    I experienced loss of near visual acuity during the first month aboard ISS. The loss did not seem to progress beyond this period.
28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

MOON MISSION:

29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours

5

☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
☐ Less than 5 days
☐ Between 6 and 15 days
☐ Between 16 and 30 days
☐ Between 31 and 60 days
☐ Between 61 and 90 days
☐ More than 90 days
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?
☐ Artificial, on surface
☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes
☐ Mixed union of the previous
Could you briefly explain the answer?:
Caves or lava tubes would be good habitats to protect astronauts against high fluxes of ionizing radiation. However, it would also be good to experience surface life (walk on the surface and view the surface through the windows).

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?
☐ Yes

☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?
☐ Straights
☐ Curves
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
A curved module might be aesthetic pleasing; but not as functional and cost-effective as a linear series of straight modules.

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
The muted tones of spacecraft interior walls and ubiquitous stowage bags can be monotonous. However, it did not noticeably change my mood since the thrill of being in space/flying about the interior is an overpowering joy.

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
There is a colour-location and -orientation scheme inside the Station. A specific colour is associated with each module.

38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
I would defer this task to human factors and psychology experts who would know best how to optimize the colour scheme.

39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?
☐ Single
☐ Shared, how many people maximum?:
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
It would likely be cost-prohibitive to have a window in each sleep station. A window in the module where the sleep station is located would be a sufficient alternative.

43. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

44. Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
Our sense of smell is diminished in space, so that plan may not be ideal. But perhaps an identifying one-bar riff could play as we fly into each module (similar to a tram as it enters a station).

45. Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:
A large space dedicated to leisure or recreational uses may be cost-prohibitive – a low priority compared to other needs for the space (e.g. exercise countermeasures, medical clinic)

46. Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

47. Could you positively assess spaces for small pets?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

48. Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

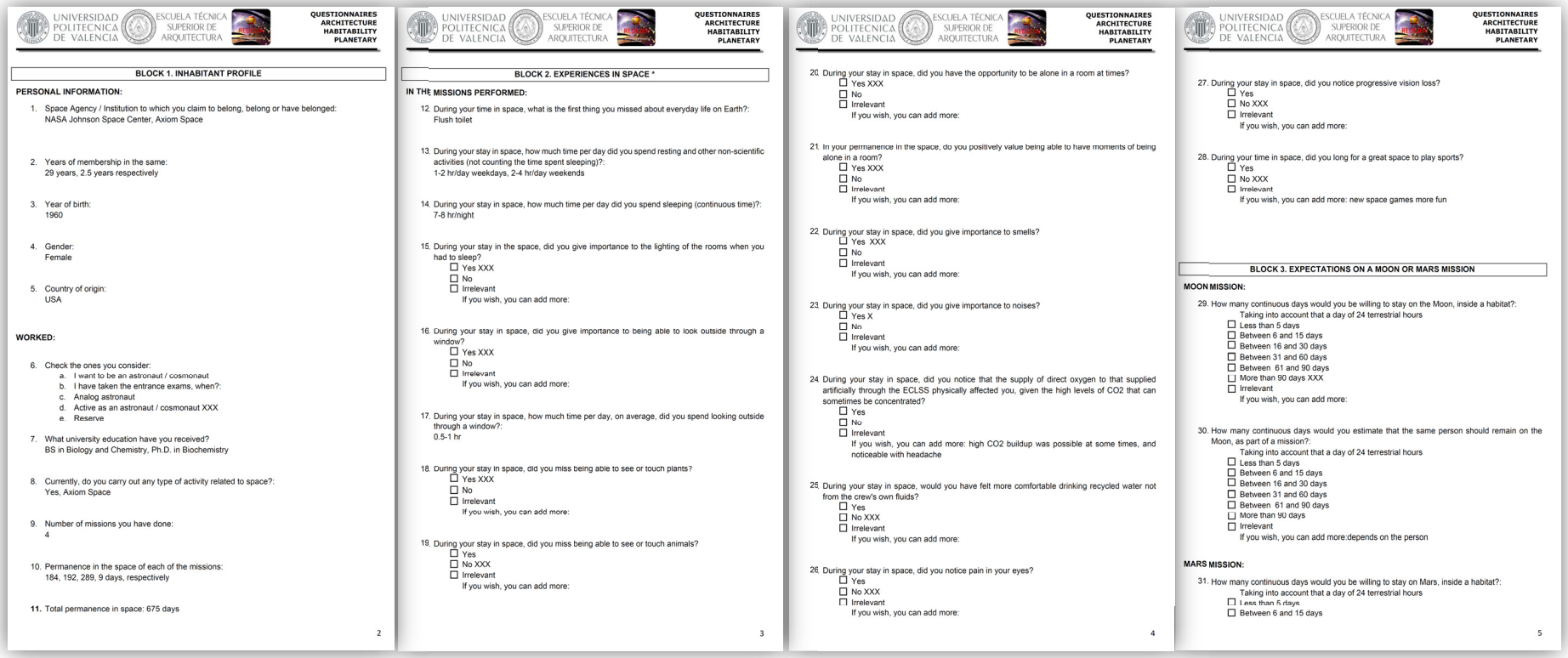
49. Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism -circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?
☐ Yes
☐ No
☐ Irrelevant
If you wish, you can add more:

50. How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?
I cannot sketch something quickly since this is a big, complex topic. However, it would be a good team project for a group of students to brainstorm. There are many aspects to consider including: functional (displays and controls to monitor and control relevant spacecraft systems), communication (with mission control and family), medical and psychological care.

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Eid-Macheh y Sánchez, Jesús Martínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

Sujeto 41



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged:
   NASA Johnson Space Center, Axiom Space
2. Years of membership in the same:
   29 years, 2.5 years respectively
3. Year of birth:
   1960
4. Gender:
   Female
5. Country of origin:
   USA

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. I have taken the entrance exams, when?:
   c. Analog astronaut
   d. Active as an astronaut / cosmonaut XXX
   e. Reserve
7. What university education have you received?
   BS in Biology and Chemistry, Ph.D. in Biochemistry
8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?:
   Yes, Axiom Space
9. Number of missions you have done:
   4
10. Permanence in the space of each of the missions:
    184, 192, 289, 9 days, respectively
11. Total permanence in space: 675 days

2

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?:
    Flush toilet
13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?:
    1-2 hr/day weekdays, 2-4 hr/day weekends
14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:
    7-8 hr/night
15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    ☐ Yes XXX
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    ☐ Yes XXX
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?:
    0.5-1 hr
18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    ☐ Yes XXX
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?
    ☐ Yes
    ☐ No XXX
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

3

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
    ☐ Yes XXX
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
21. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
    ☐ Yes XXX
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
22. During your stay in space, did you give importance to smells?
    ☐ Yes XXX
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
23. During your stay in space, did you give importance to noises?
    ☐ Yes X
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
    ☐ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: high CO2 buildup was possible at some times, and noticeable with headache
25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
    ☐ Yes
    ☐ No XXX
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
    ☐ Yes
    ☐ No XXX
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

4

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
    ☐ Yes
    ☐ No XXX
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
    ☐ Yes
    ☐ No XXX
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more: new space games more fun

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

MOON MISSION:

29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days XXX
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☐ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:depends on the person

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days

5

- ☐ Between 16 and 30 days
- ☐ Between 31 and 60 days
- ☐ Between 61 and 90 days
- ☐ More than 90 days XXX
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:
Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
- ☐ Less than 5 days
- ☐ Between 6 and 15 days
- ☐ Between 16 and 30 days
- ☐ Between 31 and 60 days
- ☐ Between 61 and 90 days
- ☐ More than 90 days
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more: depends on the person

MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?
- ☐ Artificial, on surface
- ☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes
- ☐ Mixed union of the previous

Could you briefly explain the answer?: natural formations in combination with interior artificial may be the only solution to radiation exposure.

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant XXX

If you wish, you can add more:

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?
- ☐ Straights
- ☐ Curves
- ☐ Irrelevant XXX

If you wish, you can add more:

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?
- ☐ Yes XX
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?
- ☐ Yes XX
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?
- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?
- ☐ Single XX
- ☐ Shared, how many people maximum?:
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more: single for alone time, but common areas for gathering

40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?
- ☐ Yes XXX
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?
- ☐ Yes XXX
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?
- ☐ Yes XXX
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

43. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?
- ☐ Yes XX
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

44. Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?
- ☐ Yes
- ☐ No XX
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

45. Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?
- ☐ Yes
- ☐ No XX
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

46. Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?
- ☐ Yes XX
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

47. Could you positively assess spaces for small pets?
- ☐ Yes
- ☐ No XX
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

48. Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?
- ☐ Yes XX
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

49. Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism -circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?
- ☐ Yes X
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

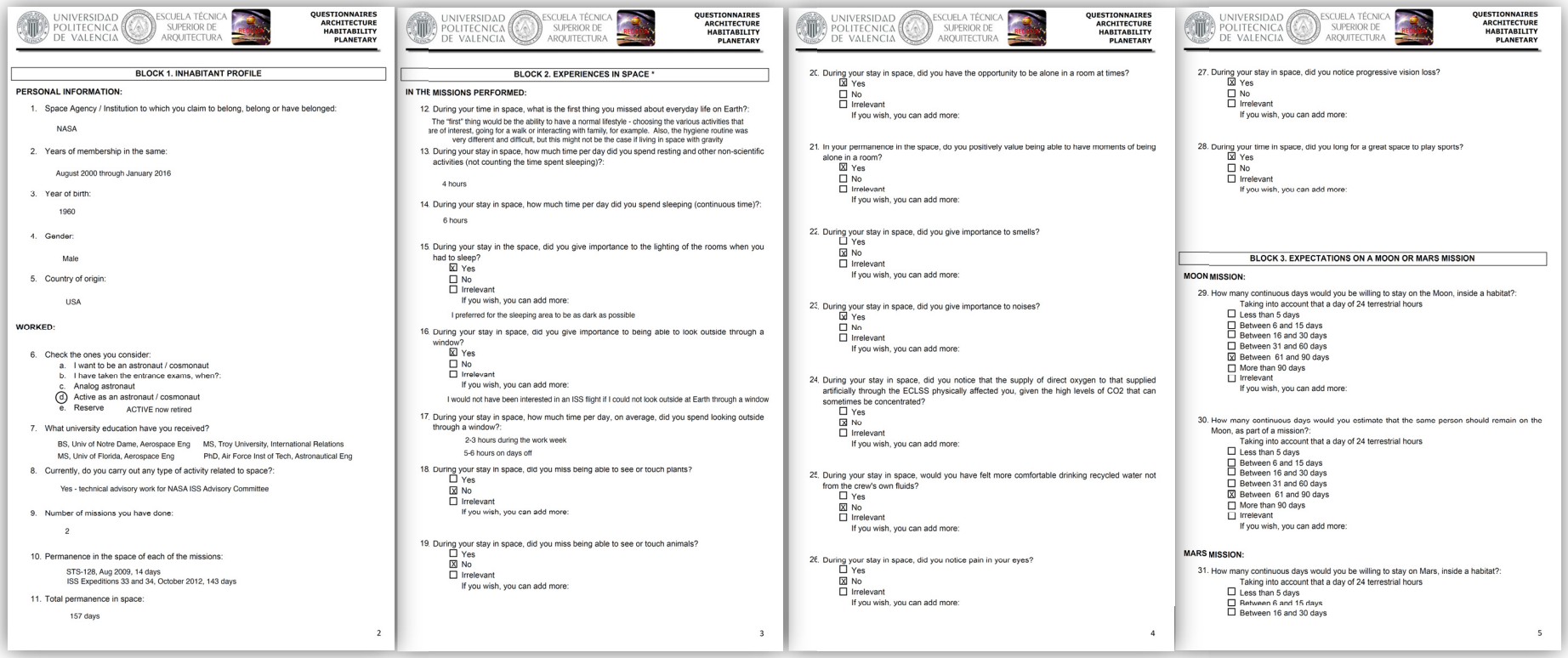
If you wish, you can add more:

50. How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual anticipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Fid-Macheb y Sánchez, Jesús Martínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.

Sujeto 42



UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 1. INHABITANT PROFILE

PERSONAL INFORMATION:

1. Space Agency / Institution to which you claim to belong, belong or have belonged:
   NASA
2. Years of membership in the same:
   August 2000 through January 2016
3. Year of birth:
   1960
4. Gender:
   Male
5. Country of origin:
   USA

WORKED:

6. Check the ones you consider:
   a. I want to be an astronaut / cosmonaut
   b. I have taken the entrance exams, when?:
   c. Analog astronaut
   (d) Active as an astronaut / cosmonaut
   e. Reserve ACTIVE now retired
7. What university education have you received?
   BS, Univ of Notre Dame, Aerospace Eng
   MS, Troy University, International Relations
   MS, Univ of Florida, Aerospace Eng
   PhD, Air Force Inst of Tech, Astronautical Eng
8. Currently, do you carry out any type of activity related to space?:
   Yes - technical advisory work for NASA ISS Advisory Committee
9. Number of missions you have done:
   2
10. Permanence in the space of each of the missions:
    STS-128, Aug 2009, 14 days
    ISS Expeditions 33 and 34, October 2012, 143 days
11. Total permanence in space:
    157 days

2

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

BLOCK 2. EXPERIENCES IN SPACE *

IN THE MISSIONS PERFORMED:

12. During your time in space, what is the first thing you missed about everyday life on Earth?:
    The "first" thing would be the ability to have a normal lifestyle - choosing the various activities that are of interest, going for a walk or interacting with family, for example. Also, the hygiene routine was very different and difficult, but this might not be the case if living in space with gravity
13. During your stay in space, how much time per day did you spend resting and other non-scientific activities (not counting the time spent sleeping)?:
    4 hours
14. During your stay in space, how much time per day did you spend sleeping (continuous time)?:
    6 hours
15. During your stay in the space, did you give importance to the lighting of the rooms when you had to sleep?
    ☒ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
    I preferred for the sleeping area to be as dark as possible
16. During your stay in space, did you give importance to being able to look outside through a window?
    ☒ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
    I would not have been interested in an ISS flight if I could not look outside at Earth through a window
17. During your stay in space, how much time per day, on average, did you spend looking outside through a window?:
    2-3 hours during the work week
    5-6 hours on days off
18. During your stay in space, did you miss being able to see or touch plants?
    ☐ Yes
    ☒ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
19. During your stay in space, did you miss being able to see or touch animals?
    ☐ Yes
    ☒ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

3

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

20. During your stay in space, did you have the opportunity to be alone in a room at times?
    ☒ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
21. In your permanence in the space, do you positively value being able to have moments of being alone in a room?
    ☒ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
22. During your stay in space, did you give importance to smells?
    ☐ Yes
    ☒ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
23. During your stay in space, did you give importance to noises?
    ☒ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
24. During your stay in space, did you notice that the supply of direct oxygen to that supplied artificially through the ECLSS physically affected you, given the high levels of CO2 that can sometimes be concentrated?
    ☐ Yes
    ☒ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
25. During your stay in space, would you have felt more comfortable drinking recycled water not from the crew's own fluids?
    ☐ Yes
    ☒ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
26. During your stay in space, did you notice pain in your eyes?
    ☐ Yes
    ☒ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

4

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA — ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

QUESTIONNAIRES
ARCHITECTURE
HABITABILITY
PLANETARY

27. During your stay in space, did you notice progressive vision loss?
    ☒ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
28. During your time in space, did you long for a great space to play sports?
    ☒ Yes
    ☐ No
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

BLOCK 3. EXPECTATIONS ON A MOON OR MARS MISSION

MOON MISSION:

29. How many continuous days would you be willing to stay on the Moon, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☒ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:
30. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on the Moon, as part of a mission?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days
    ☐ Between 31 and 60 days
    ☒ Between 61 and 90 days
    ☐ More than 90 days
    ☐ Irrelevant
    If you wish, you can add more:

MARS MISSION:

31. How many continuous days would you be willing to stay on Mars, inside a habitat?:
    Taking into account that a day of 24 terrestrial hours
    ☐ Less than 5 days
    ☐ Between 6 and 15 days
    ☐ Between 16 and 30 days

5

- ☐ Between 31 and 60 days
- ☐ Between 61 and 90 days
- ☒ More than 90 days
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

32. How many continuous days would you estimate that the same person should remain on Mars, as part of a mission?:

Taking into account that a day of 24 terrestrial hours

- ☐ Less than 5 days
- ☐ Between 6 and 15 days
- ☐ Between 16 and 30 days
- ☐ Between 31 and 60 days
- ☐ Between 61 and 90 days
- ☒ More than 90 days
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

MOON OR MARS MISSION:

33. Which inhabitable area is most suitable for a prolonged stay in the indicated celestial bodies?

- ☒ Artificial, on surface
- ☐ Natural, in caves or formations such as lava tubes
- ☐ Mixed union of the previous

Could you briefly explain the answer?:

34. Will you value positively that the habitat is developed on a single level?

- ☐ Yes
- ☒ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

35. What types of surfaces would you prefer -visually speaking- that a habitat had to develop?

- ☐ Straights
- ☐ Curves
- ☒ Irrelevant

If you wish, you can add more:

36. Have you noticed any change in your mood depending on the colour used in a room or enclosure after days without leaving it?

- ☐ Yes
- ☒ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

37. Could you give importance to the colours used in the different surfaces of the habitat?

- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

38. Could you give importance to the possibility of participating in the choice of colours of the surfaces of the habitat?

- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

39. What type of room would you prefer to occupy in this type of mission?

- ☒ Single
- ☐ Shared, how many people maximum?:
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

40. Do you value positively the existence of spaces that allow privacy, other than the bathroom / toilet?

- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

41. Do you prefer to have a window to the outside, inside the room where you sleep?

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☒ Irrelevant

If you wish, you can add more:

42. Could you consider it sufficient to have a window inside the habitat, inside the room where you sleep?

- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

43. Do you prefer to have a personal desk with a chair, inside the room where you sleep?

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☒ Irrelevant

If you wish, you can add more:

44. Could you positively assess the possibility of being able to identify each of the rooms in the habitat by smell?

- ☐ Yes
- ☒ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

45. Not being able to go outside freely, needing an EVA suit to do so, would you positively value wide circulation spaces inside the habitat, which even allow the development of sports activities?

- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

46. Could you positively assess green spaces -with plants, oxygen producers-, not only used for food production, but intended for recreation and relaxation?

- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

47. Could you positively assess spaces for small pets?

- ☐ Yes
- ☒ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

48. Could you positively assess the existence of one or more upper windows, in the common areas of the habitat, that can view the sky outside?

- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

49. Could you positively evaluate the possibility of having references of elapsed time similar to the terrestrial one, in order to maintain awareness of the biological needs of the human organism -circadian cycles-, parallel to the terrestrial day and night schedule, and thus establish guidelines healthy, inside the habitat, that remains as a bubble towards its environment?

- ☒ Yes
- ☐ No
- ☐ Irrelevant

If you wish, you can add more:

We humans have evolved and been essentially tuned to a 24 hour sleep cycle.

50. How do you visualize the interior of a survival capsule or bunker -for your shelter together with more individuals of your species-, thinking that you will not be able to leave it, as if it were a situation of extreme catastrophe? Could you make a sketch by hand, in plan?

Well in this event, just enough room to not annoy other inhabitants. In this case, the need for personal privacy and separate quarters is secondary to a survival space pending rescue.

* If you do not have actual space experience in Block 2, please answer as your personal actual antcipation if you were to go on a mission.

[1] Source: Yasmina Fid-Macheb y Sánchez, Jesús Martínez-Frías, Juan José García Valverde, Antonio Torres Ferrer, John Aaron Graves, Project "Fallamars". 3D-PRINTED HABITAT CHALLENGE, National Center for Defense Manufacturing and Machining/AMERICA MAKES National Additive Manufacturing Institute, 2015.