

## **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

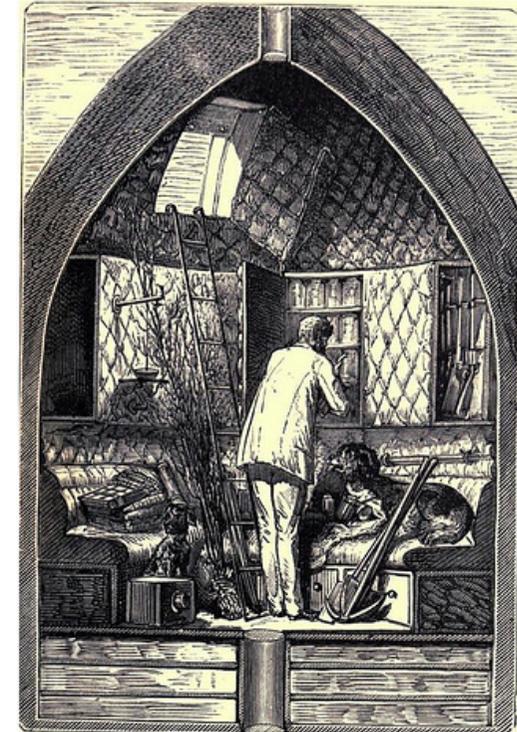
Fotografía de portada: AS17-152-23272 (7-19 de diciembre de 1972). La Tierra en cuarto creciente se eleva sobre el horizonte lunar, fotografía tomada desde la nave espacial Apolo 17, en órbita lunar, durante la última misión de aterrizaje lunar de la NASA, en el marco del programa Apolo. Mientras los 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.



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:**  
**DEPARTAMENTO:**

ARQUITECTURA, EDIFICACIÓN, URBANÍSTICA Y PAISAJE  
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.



## المُلخَص

لمطالِبَةُ هِي تَكْوِينُ نَوْعٍ مِنَ الْهَنْدَسَةِ الْكُوكَبِيَّةِ الَّتِي يَنْمَحُورُ مَفْهُومُهَا حَوْلَ السَّعْيِ وَرَاءَ تَلْبِيَةِ اِحْتِيَاجَاتِ رَائِدِ الْفَضَاءِ كإِنْسَانٍ. عِنْدَ التَّخْطِيطِ لِحَاوِيَةٍ كُوكَبِيَّةٍ، يَجِبُ عَلَيْنَا أَنْ نَأْخُذَ فِي الْإِعْتِبَارِ كَيْفِيَّةَ الْجَمْعِ بَيْنَ تَوْلِيدِ الْمُحَقَّرَاتِ الْإِيجَابِيَّةِ لِمِرَافَقَةِ رَائِدِ الْفَضَاءِ أَثْنَاءَ إِقَامَةِ طَوِيلَةٍ، وَالْعَرَضُ مِنَ الْحَاوِيَةِ قَبْلَ كُلِّ شَيْءٍ هُوَ مَأْوَى، وَعَوَامِلُ أُخْرَى تَتَعَلَّقُ بِالتَّطَوُّرِ الْمَثَالِيِّ لِلْحَيَاةِ الْبَشَرِيَّةِ دَاخِلَ الْهَيْكَلِ. تَقُودُنَا هَذِهِ الْإِعْتِبَارَاتُ بَعْدَ ذَلِكَ إِلَى إِضْفَاءِ الطَّابَعِ الْإِنْسَانِيِّ عَلَى هَنْدَسَةِ الْفَضَاءِ كَأَحَدِ الْأَهْدَافِ الْمُقْتَرَحَةِ فِي هَذَا الْبَحْثِ. الْفِكْرَةُ هِيَ تَعزِيزُ تَنْمِيَةِ النِّشَاطِ الْبَشَرِيِّ فِي جَمِيعِ أَشْكَالِهِ الْمُمْكِنَةِ، ضِمْنَ التَّوَقُّعَاتِ الَّتِي لَدَى الْمَجْتَمَعِ الْعِلْمِيِّ حَوْلَ إِمْكَانِيَّةِ إِشْنَاءِ مُسْتَعْمَرَةٍ بَشَرِيَّةٍ فِضَائِيَّةٍ خَارِجَ كَوْكَبِ الْأَرْضِ، وَمُحَاوَلَةُ إِثْبَاتِ فِدْرَةِ الْهَنْدَسَةِ الْمِعْمَارِيَّةِ الْكُوكَبِيَّةِ الَّتِي قَدْ فُكِّرَ فِيهَا فِي خِدْمَةِ الْجِنْسِ الْبَشَرِيِّ. الْهَدَفُ هُوَ وَضْعُ مَعَايِيرَ وَمَبَادِي تَوْجِيهِيَّةٍ لِتَخْطِيطِ وَتَجْسِيدِ مَوَائِلِ الْكُوكَبِ الْمَخْصَصَةِ تَحْدِيدًا، مِنْ بَيْنِ أُمُورٍ أُخْرَى، الْمُسَاهَمَةُ فِي الْحِفَاطِ عَلَى رُؤَادِ الْفَضَاءِ فِي أَفْضَلِ حَالَةٍ بَدَنِيَّةٍ وَعَاطِفِيَّةٍ مُمَكِنَةٍ أَثْنَاءَ إِقَامَتِهِمْ لِفَتْرَاتٍ طَوِيلَةٍ مِنَ الْوَقْتِ دَاخِلَ تِلْكَ الْمَوَائِلِ، بِنَاءً عَلَى ظُرُوفِ الرَّاحَةِ الْبَيْئِيَّةِ مِنْ نَوْعِ الظُّرُوفِ الْإِضَائِيَّةِ وَالْحَرَارِيَّةِ وَالصَّوْتِيَّةِ وَالْمَادِّيَّةِ وَالشَّكْلِ وَالنِّزْكَابِ، وَالْعَلَاقَةُ مَعَ الْمَسَاحَاتِ الْأُخْرَى اللَّازِمَةِ لِلتَّنْمِيَةِ الْمُلَانِمَةِ، فَضْلًا عَنْ الْجِمَايَةِ مِنَ الْعَوَامِلِ الصَّارَةِ الْخَارِجِيَّةِ. وَبِهَذِهِ الطَّرِيقَةِ، نَسْعَى لِلْحُصُولِ عَلَى الرَّاحَةِ وَالِاسْتِجَابَةِ الْإِيجَابِيَّةِ لِصِحَّةِ رَائِدِ الْفَضَاءِ، مِنْ خِلَالِ اسْتِخْدَامِ الْهَنْدَسَةِ الْمِعْمَارِيَّةِ الْكُوكَبِيَّةِ الَّتِي سَتُطْرَحُ، تَمَاشِيًا مَعَ الْجَوَانِبِ الْمُنْتَصِلَةِ بِالْأَدَاءِ الْوُظِيفِيِّ، عَبْرَ مَبْنَى خَارِجِ الْبَيْئَةِ الْأَرْضِيَّةِ وَحَتَّى مُخْتَلَفًا شَكْلِيًّا. وَبِمُجَرَّدِ تَسْجِيلِ الْإِحْتِيَاجَاتِ الْمِعْمَارِيَّةِ لِشَكْلِ الْمَوْطِنِ، فَإِنَّا نَضَعُ فِي الْإِعْتِبَارِ الْجَوَانِبَ الرَّسْمِيَّةَ الْمُتَعَلِّقَةَ بِهَذَا الْمَوْطِنِ، وَنَهْتَمُّ بِشَكْلِ خَاصٍ، بِدِرَاسَةِ الْمَوَادِّ الْأَصْلِيَّةِ (إِنْدِجُونِس) وَالْمَوْقِعِ نَفْسِهِ، وَالتَّأَكُّدِ عَلَى الْأَهْمِيَّةِ الَّتِي سَتَجِدُهَا الْهَنْدَسَةُ الْمِعْمَارِيَّةُ الْكُوكَبِيَّةُ -الَّتِي سَتُطْرَحُ- فِي الْجِيُولُوجِيَا، نَظْرًا لِتَأْثِيرَاتِ الثَّرَى الْقَمَرِيِّ وَالْمَرِيخِيِّ فِي الْمَوَائِلِ الطَّبِيعِيَّةِ الَّتِي سَيَتِمُّ اسْتِعْمَارُهَا



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

---

*A mamá, María Victoria Sánchez Ferrandis*

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

---