

# Se necesita diseñador con disponibilidad para viajar... a Marte

*Designer is needed with availability to travel...  
to Mars*

**Marcelo Fraile-Narváez**

Universidad Rey Juan Carlos. España  
Recibido: 8 de mayo de 2023  
Aceptado: 6 de julio de 2023

**Antecedentes del documento.** El artículo es parte de una reflexión más amplia sobre nuevas tecnologías digitales aplicadas al diseño arquitectónico y a las diversas y múltiples posibilidades que estas pueden tener, incluso más allá del planeta que habitamos.

**Marcelo Alejandro Fraile-Narváez.** Arquitecto y Doctor en arquitectura (Universidad de Buenos Aires). Ha sido director académico del Máster Universitario de Herramientas y Tecnologías para el Diseño de Espacios Arquitectónicos Inteligentes (UNIR) y Coordinador académico del Máster Universitario en Diseño y Producción Multimedia (UNIR). Docente en diferentes universidades: Universidad Internacional de La Rioja, la Universitat Internacional de Catalunya, la Universidad Nacional de Tucumán, la Universidad Nacional de Córdoba y la Universidad de Buenos Aires. Actualmente es profesor en la Escuela de Ingeniería de Fuenlabrada, Universidad Rey Juan Carlos.

## Se necesita diseñador con disponibilidad para viajar... a Marte

*Designer is needed with availability to travel... to Mars*

### Resumen

La exploración y colonización de otros planetas es una realidad que requerirá diseñar estructuras habitables para garantizar la supervivencia y prosperidad de los colonos en el espacio. Esto implica una estrecha colaboración entre ingenieros, científicos y diseñadores. De igual modo, supone que una nueva generación de diseñadores tiene las competencias necesarias para afrontar estos desafíos. Por tanto, este trabajo tiene como objetivo investigar las habilidades, capacidades y características requeridas por los diseñadores para participar en proyectos de exploración y colonización de Marte. Para esto, se analizarán tres casos de estudio, utilizando los conceptos claves identificados por Raúl Pólit Casillas en su artículo "Arquitectura espacial. Un nuevo campo de innovación práctica" (2010). Un análisis que representa una oportunidad para contribuir al avance de la humanidad y explorar nuevas fronteras en el diseño.

**Palabras clave:** nuevos diseñadores, arquitectura espacial, exploración, nuevos sistemas de construcción, Marte.

### Abstract

*The exploration and colonization of other planets is a reality that will require designing habitable structures to guarantee the survival and prosperity of the colonists in space. This implies a close collaboration between engineers, scientists and designers. Similarly, it assumes that a new generation of designers has the necessary skills to face these challenges. Therefore, this work aims to investigate the skills, abilities and characteristics required by designers to participate in Mars exploration and colonization projects. For this, three case studies will be analyzed, using the key concepts identified by Raúl Pólit Casillas in his article "Spatial architecture. A new field of practical innovation" (2010). An analysis that represents an opportunity to contribute to the advancement of humanity and explore new frontiers in design.*

**Keywords:** New designers, spatial architecture, exploration, new systems of construction, Mars.

## Introducción

Marte es el cuarto planeta del sistema solar, y ha cautivado a los seres humanos desde la antigüedad debido a su belleza sugestiva en el firmamento nocturno. Nombrado en honor al dios romano de la guerra, este cuerpo celeste ha sido objeto de estudio por astrónomos de diversas culturas a lo largo de la historia, incluyendo los babilónicos, egipcios, mayas, incas y chinos.

Más adelante, durante el siglo XVI, los avances tecnológicos del momento permitieron al cosmógrafo danés Tycho Brahe medir con gran precisión el movimiento de Marte en el cielo. Posteriormente, en el siglo XVII, Galileo Galilei se convertiría en el primer astrónomo en observar al planeta rojo a través de un telescopio, descubriendo una serie de manchas claras y oscuras en su superficie.

Tiempo después, en 1858, el astrónomo italiano Angelo Secchi observó un conjunto de manchas en la superficie de Marte que bautizó como “*canale*”, singular de “*canali*”. Posteriormente, en 1877, el profesor italiano Giovanni Virginio Schiaparelli realizó una serie de dibujos que mostraban una red superficial de canales que se comunicaban entre sí, formando una red con diferentes tamaños de elementos que se podían observar a través de telescopios. Estas ilustraciones fueron traducidas al inglés, donde la palabra italiana “*canali*” se interpretó erróneamente como “*canals*”, sugiriendo la posibilidad de la existencia de construcciones artificiales y, por tanto, de vida inteligente en el planeta.

El mito de los canales marcianos se mantuvo vivo en la imaginación colectiva durante décadas. El norteamericano Percival Lowell dedicó gran parte de su vida a la idea de que el vecino planeta estaba habitado por una civilización que había realizado increíbles obras hidráulicas, y que debíamos prepararnos para una futura invasión. Esta fantasía fue finalmente desacreditada con el desarrollo de mejores instrumentos de observación en el siglo XX.

Sin embargo, el mito de la civilización marciana seguía vivo en el imaginario colectivo. En 1898, el novelista inglés H. G. Wells publicó su novela de ciencia ficción “La guerra de los mundos”, en donde un personaje sin nombre presenciaba la llegada de los marcianos a la

Tierra en enormes cilindros metálicos (Wells, 2005). Este relato fue usado posteriormente en 1938, por Orson Welles, quien lo transmitiría por la radio CBS: una narración tan realista que durante los 59 minutos que duró la transmisión, provocó el pánico entre los oyentes en New Jersey, que salieron corriendo a las calles presos de una histeria colectiva, pensando que el ataque era cierto.

Con la entrada de la humanidad en la carrera espacial, se abrió una nueva etapa en la exploración de la superficie marciana. Las primeras misiones soviéticas, como la Mars, y las estadounidenses, como la Mariner, que se llevaron a cabo a finales de la década de 1960 y principios de los 70’, permitieron obtener las primeras imágenes de la superficie de Marte. Sin embargo, no fue hasta las famosas misiones Viking de 1976 que se inició una verdadera investigación exhaustiva del suelo marciano. Estas misiones se destacaron por contar con complejos laboratorios equipados con instrumentos de última generación diseñados para analizar la composición química y física del suelo y la atmósfera de Marte, y buscar posibles rastros de vida en el planeta vecino.

Desde entonces, el interés por la exploración y el conocimiento de Marte ha sido uno de los temas más destacados en la comunidad científica. Las misiones posteriores, como las realizadas por la NASA, la ESA y otras agencias espaciales internacionales, han proporcionado nuevos datos sobre la geología y la composición química del planeta rojo, y han revelado la existencia de agua líquida en su superficie, lo que ha aumentado el interés por la posibilidad de vida en este lugar del sistema solar.

Desde la llegada del siglo XXI, la exploración y colonización del planeta Marte se ha erigido como uno de los principales desafíos para la humanidad en su búsqueda por expandir sus horizontes y conquistar nuevos territorios. Diferentes agencias aeroespaciales del mundo, incluyendo a la NASA, la Agencia Espacial Europea (ESA), la Agencia Espacial Canadiense (CSA) y la Agencia de Exploración Aeroespacial Japonesa (JAXA), entre otras, han emprendido misiones de investigación y recolección de datos en Marte con la finalidad de recopilar información funda-

mental para la supervivencia del ser humano en un entorno tan inhóspito como el marciano, un primer paso hacia la construcción de asentamientos humanos permanentes fuera de la tierra.

Misiones espaciales destacables como la Mars Odyssey<sup>2</sup> (2001), la Spirit y Opportunity<sup>3</sup> (2003) y la Curiosity<sup>4</sup> (2011) han sido piezas fundamentales en la obtención de imágenes y datos precisos y detallados de la superficie marciana, proporcionando información valiosa para la planificación y ejecución de futuras comisiones, así como también para el diseño y construcción de tecnologías que permitan la habitabilidad del planeta rojo. La implementación de estos proyectos de exploración y recolección de datos en Marte evidencia el compromiso y esfuerzo mancomunado de la comunidad científica internacional en la investigación y estudio de uno de los cuerpos celestes más atractivos y desafiantes de nuestro sistema solar.

Desde este punto de vista, el papel que desempeñarán los diseñadores en los futuros viajes espaciales resulta crucial. No se trata simplemente de crear diseños eficientes, sino de proporcionar una novedosa perspectiva al diseño precedente. Los equipos proyectuales tendrán que abordar la complejidad de la logística para el transporte de materiales a Marte y diseñar hábitats marcianos que sean seguros y funcionales para los posteriores exploradores. La nueva generación de diseñadores se enfrentará a desafíos sin precedentes, lo que les exigirá ser multidisciplinarios y capaces de unir conocimiento con creatividad.

El diseño deberá resolver los problemas ecológicos y sociales de las generaciones precedentes, y además ser rentable, con la finalidad de establecer una estrategia viable que haga posible mantener la vida a 225 millones de kilómetros de distancia de la tierra, en un ambiente tan hostil como lo es Marte.

En este contexto, la exploración y colonización de nuestro planeta vecino es uno de los mayores desafíos a los que se enfrenta la humanidad en el siglo XXI. Para cumplir con éxito esta tarea, se requiere de una nueva generación de diseñadores que aporten habilidades y características específicas, además

de soluciones creativas e innovadoras a los retos que presentan estos proyectos.

A partir de estos conceptos, este estudio busca investigar las habilidades, capacidades y características necesarias para que los diseñadores participen en proyectos de exploración y colonización de Marte. Para esto, se parte de la premisa de que existe una nueva generación de diseñadores con competencias específicas para enfrentarse a estos nuevos desafíos.

Para llevar a cabo esta investigación, se analizan tres casos de estudio, utilizando como marco teórico los conceptos desarrollados por Raúl Pólit Casillas en su artículo “Arquitectura espacial: un nuevo campo de innovación práctica” (2010). En este trabajo, el autor presenta una visión innovadora de la arquitectura espacial, estableciendo las ideas claves y referentes necesarios para que una nueva clase de diseñadores adopte una perspectiva renovada en este ámbito del diseño. El objetivo de este estudio no es solo avanzar en la comprensión de la arquitectura espacial, sino también contribuir al progreso de la humanidad a través de la exploración de nuevas fronteras y desafíos proyectuales. Al adoptar este novedoso punto de vista, los diseñadores pueden impulsar la evolución del diseño y crear soluciones más efectivas y eficientes para los problemas futuros.

Finalmente, este artículo, no pretende ser una clasificación definitiva y cerrada, sino un punto de partida que anime a futuros trabajos que promuevan la discusión y el completamiento de este tema.

## El nuevo diseñador

La forma no puede ser fruto del capricho o del deseo de llamar la atención a través de la extravagancia. Por el contrario, debe obedecer a una lógica interna que, integre composición y construcción, y ese es el camino más corto hacia una belleza a menudo difícil de aprehender o definir.

Norman Foster<sup>5</sup>.

Con un día de 24 horas y 41 minutos, una temperatura media de -47°C, y una atmósfera delgada de dióxido de carbono, Marte es un planeta con condiciones extremadamente hostiles para los seres humanos. Los astronautas que viajen al vecino cuerpo celeste se enfrentarán a diversos riesgos, siendo el ma-



Imagen ilustrada proporcionada por NASA que muestra al planeta Marte, la tierra y la luna terrestre.  
Getty images/iStockphoto. Fuente: <https://www.dallasnews.com/>

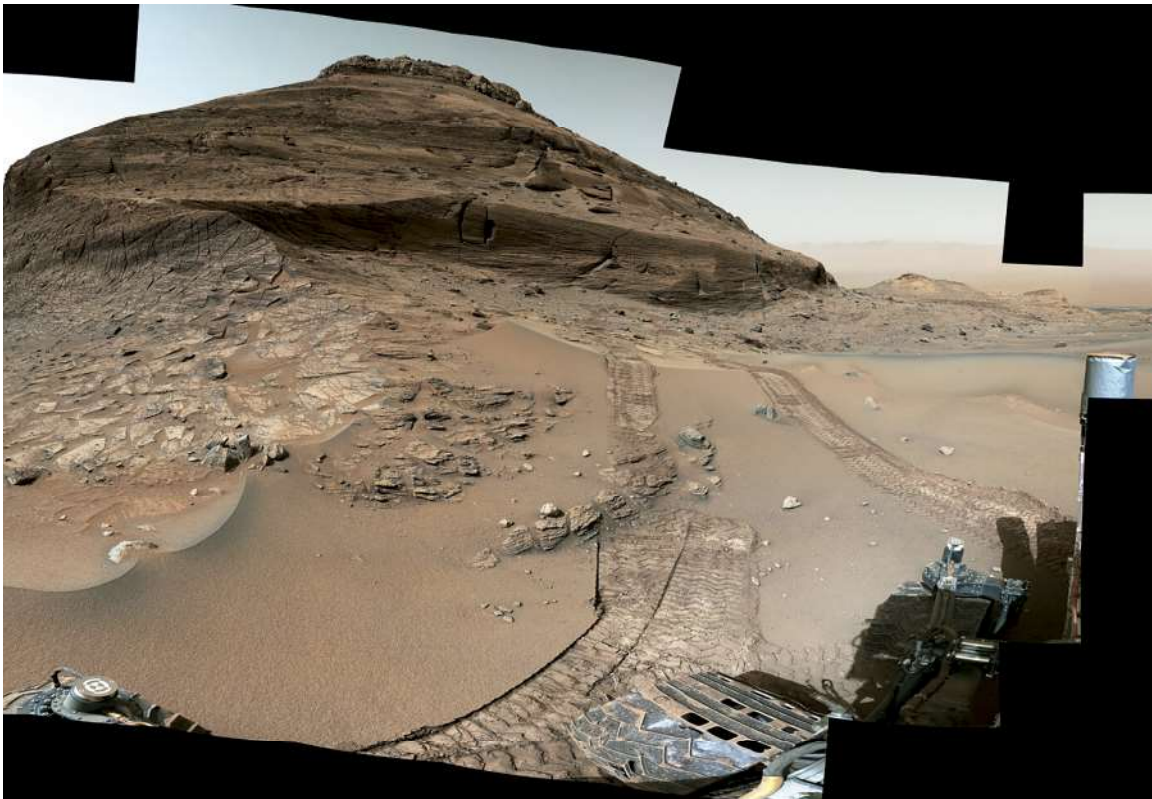


Imagen 1. Curiosity Rover Tracks Near 'Paraitepuy Pass'

Fuente: <https://mars.nasa.gov/news/9378/nasas-curiosity-mars-rover-gets-a-major-software-upgrade/?site=msl>

yor de ellos la exposición a la radiación cósmica. En este contexto, el diseño y la arquitectura representan un papel significativo en la evolución de estructuras y espacios habitables. En otras palabras, el territorio marciano es entendido como un soporte material del desarrollo de la vida humana (Romero, 2015, p. 38).

Desde este punto de vista, la arquitectura espacial es un campo emergente dentro de la arquitectura que se refiere al diseño y construcción de hábitats en el espacio exterior (Millennium Charter, 2002). Esta disciplina surge de la necesidad humana de explorar y habitar nuevos entornos y desde sus inicios, ha abierto nuevas perspectivas que ven a la Tierra como una nave espacial con una carga delicada y preciosa: nosotros (Pólit Casillas, 2010).

Al respecto, los desafíos de la vida en Marte requieren una comprensión profunda de la ciencia y la tecnología para el diseño de estructuras y espacios habitables. La construcción de estructuras rápidas y eficientes adaptadas a las condiciones extremas del planeta es fundamental, y se deben utilizar tecnologías como la impresión 3D y los materiales sintéticos para lograrlo (Roman et. al., 2016). Para Pólit Casillas (2010), la NASA enfrenta nuevos retos o “desafíos especiales” en el diseño de hábitats espaciales en entornos inhóspitos, que involucran factores como la microgravedad, las intensas temperaturas y la radiación.

Para abordar estos desafíos, se precisa una nueva perspectiva creativa. Es necesario transferir tecnología y conceptos de la arquitectura terrestre para resolver los retos de la arquitectura y la sociedad espacial (Pólit Casillas, 2010). El diseño para entornos espaciales requiere una comprensión de las condiciones únicas de vivir en el espacio, donde cosas que damos por sentado en la Tierra, como el agua, el aire y la gravedad, no existen. En este sentido, el uso de analogías arquitectónicas en otros ámbitos, como la Antártida o el Desierto, permite a la ciencia avanzar en algunos aspectos que son comunes a los espaciales, y a los que solo la técnica y el diseño ofrecen los medios para poder habitarlos. De igual modo, a través del uso de simuladores, valiosas herramientas de análisis, es posible

investigar en ambientes cerrados múltiples factores, como el tratamiento y reciclaje de agua y residuos, las interacciones entre sistemas ecológicos o las respuestas de la tripulación ante diferentes rutinas de trabajo.

En cuanto a la evolución del diseño y la arquitectura en el nuevo milenio, se puede afirmar que la capacidad de innovación a través del uso de nuevas herramientas digitales ha llevado a los diseñadores por derroteros irrecognocibles. Dentro de esta constelación de creaciones, se incluyen los muebles ideados por Konstantin Grcic<sup>6</sup> para ser utilizados en ambientes de gravedad cero, los diseños de Raymond Loewy<sup>7</sup> para estaciones espaciales y los exotrajados desarrollados por Anna Talvi<sup>8</sup>, los cuales, mediante la activación de los músculos, pueden mantener el cuerpo humano en actividad incluso durante el reposo.

En este sentido, Mike Treff, uno de los cofundadores de Code and Theory<sup>9</sup>, considera que el diseñador del futuro será un profesional versátil, capaz de desenvolverse en múltiples disciplinas proyectuales y áreas afines, lo que le permitirá plasmar diseños innovadores con un gran potencial. Este nuevo diseñador también necesitará abordar y solucionar los problemas ecológicos y sociales que se han heredado de generaciones anteriores. El diseñador del futuro deberá ir más allá de la estética y la funcionalidad, y tomar en cuenta las consideraciones ambientales, sociales y éticas en cada fase del proceso de diseño, considerando, además, las implicaciones a largo plazo de sus decisiones.

Por otro lado, la creciente adopción de la Internet de las cosas y los dispositivos inteligentes ha dado lugar a una nueva forma de diseño de productos y espacios, como lo señala James R. Wisniewski<sup>10</sup>, Senior Associate en Michael Graves Architecture & Design. En igual sentido, la educación autodidacta está desafiando el conocimiento impartido en las universidades, tal como lo afirma John Maeda<sup>11</sup>, socio diseñador en Kleiner Perkins Caufield & Byers, quien considera que la enseñanza en tiempo real será más relevante que lo que un diploma de una institución académica pueda ofrecer. En este contexto, el psicólogo estadounidense Richard Farson (1995), ha denominado a los diseñadores que están en sintonía con estas nuevas ten-



dencias como “metadiseñadores”. El prefijo “meta” se utiliza aquí para referirse a un nivel superior al del diseño tradicional, pues estos diseñadores se han convertido en investigadores diligentes, evolucionando desde meros creadores a planificadores que reconocen el valor de los sistemas digitales y la tecnología durante el proceso proyectual.

A diferencia del diseño tradicional, los metadiseñadores se caracterizan por estar abiertos a los cambios y ser capaces de producir un nuevo vocabulario de instrumentos. Su enfoque interdisciplinario y su búsqueda constante de la optimización de resultados y la eficiencia en el proceso proyectual los sitúa en un rango superador al del diseño convencional. En lugar de limitarse a la creación de una forma determinada, los metadiseñadores se enfocan en el diseño de sistemas, herramientas y protocolos integrales de diseño, utilizando modelos de información que incorporan la variable constructiva desde el inicio del proceso hasta la obtención de soluciones efectivas.

Según el arquitecto chileno Diego Pinochet, los metadiseñadores son expertos en la adopción y la integración de una amplia gama de herramientas tecnológico-digitales, incluyendo disciplinas como la ingeniería informática, la biología e incluso el arte. Su concepción del diseño está integrada en un sistema que fomenta la inteligencia colectiva y permite el trabajo en equipo para generar nuevas perspectivas en el diseño. Por su parte, la doctora Elizabeth Sanders (2000) sostiene que la utilización de estas herramientas de última generación posibilita alcanzar una etapa superior en el diseño, donde la intención es crear soluciones novedosas e innovadoras, inspiradas en la naturaleza y adecuadas al contexto específico que se demanda. (Imagen 1)

### Tres propuestas

En 1953, el ingeniero alemán Wernher Von Braun imaginó el proyecto “The Mars Project”, una flota de 10 cohetes y 70 tripulantes que viajaban a Marte para su conquista (Von Braun, 1991). Recientemente, este proyecto ha sido rescatado por Elon Musk en su programa “Starship”<sup>12</sup>, una gigantesca nave de acero con capacidad para 40 astronautas,

para viajar al planeta rojo en el 2024, con el fin de “convertirnos en una civilización espacial”.

Por su parte, la NASA también está evaluando la posibilidad de seguir adelante con la misión exploratoria para el 2030 después de conocer la existencia de agua líquida bajo la superficie del planeta rojo. En este proceso, en los últimos años, la agencia se ha halla buscando diseños funcionales, seguros y sostenibles para el futuro hábitat. En este sentido, la capacidad de extraer y utilizar los recursos de la Luna y Marte será fundamental para apoyar la investigación del espacio. De igual modo, la arquitectura espacial es una parte clave de esta exploración y debe abordar los desafíos únicos que presenta el entorno de Marte para permitir su colonización sostenible<sup>13</sup>.

Desde un punto de vista operativo, la distancia entre la Tierra y Marte hace inviable el suministro continuo de materiales, por lo que se deben explorar nuevas posibilidades de subsistencia. Una solución puede ser un cambio de escala en las infraestructuras, con una localización de encuentro a mitad de camino entre la Tierra y Marte. Posteriormente, una vez en el planeta vecino, será necesaria una estructura compacta que pueda construirse en el tiempo establecido y de manera ordenada. Esta base deberá ser capaz de resistir temperaturas extremas y producir su propia energía, oxígeno, cultivar sus alimentos en jardines internos, además de contar con una tecnología capacitada para reciclar residuos y purificar agua<sup>14</sup>. En este sentido, en los últimos años, ha surgido un interés creciente en la utilización de tecnologías de impresión 3D, que permitan fabricar estructuras más eficientes y sostenibles.

Diversos estudios de arquitectura de todo el mundo han comenzado a desarrollar proyectos de arquitectura espacial, que buscan superar las barreras físicas impuestas por Marte y prefigurar el futuro de la humanidad en el espacio. La inspiración proviene de los progresos científicos, y los proyectos procuran reconciliar la estética y la tecnología para crear una geometría singular que sea un punto de ruptura en el diseño. En este contexto, para Norman Foster, a lo largo de la historia, el diseño ha estado estrechamente ligado

con los avances tecnológicos, y los diseñadores siempre han sido capaces de adaptarse y reinventarse de acuerdo con su época y el entorno en el que viven<sup>15</sup>. En este sentido, “la velocidad del avance tecnológico está impactando intensamente en el desarrollo de las diferentes profesiones tradicionales y de ello no puede ser una excepción la arquitectura” (Machicao, 2015, p. 102). El diseño parece representar un papel clave en la conquista del espacio y la resolución de problemas sociales mediante soluciones creativas.

### El pragmatismo de Foster

La exploración y colonización de Marte es un tema de creciente interés en el ámbito de la arquitectura y la ingeniería. En el año 2018, los arquitectos Foster + Partners en colaboración con la Agencia Espacial Europea (ESA) presentaron un proyecto ambicioso para la construcción de una base espacial permanente primero en el polo sur de la Luna<sup>16</sup> y después en el planeta rojo<sup>17</sup>. Este proyecto, denominado Mars Hábitat, propone el uso de técnicas innovadoras de impresión 3D para reducir entre un 30 % y un 50 % los costos de transporte de materiales y generar una arquitectura práctica y eficiente.

La estrategia para la construcción de la base espacial se basa en el envío de una serie de módulos tubulares desde la Tierra, que servirán como soporte para la edificación de una cúpula inflable. Sobre esta cúpula se imprimirá una estructura en capas sucesivas de regolito, que es la materia prima disponible en Marte, utilizando un robot que se desplazará siguiendo un patrón celular inspirado en las estructuras existentes en el interior de los huesos de los pájaros.

La construcción se llevará a cabo en dos etapas, en la primera, una serie de robots semiautónomos seleccionarán el sitio y excavarán un cráter de 1,5 m de profundidad y, en la segunda etapa, se enviarán módulos inflables que se desplegarán dentro del cráter para servir de soporte a la construcción del núcleo del asentamiento.

El diseño de los hábitats será compacto, combinando espacios privados con espacios comunales y cada hábitat estará diseñado para acoger a cuatro personas. Los módulos

de 93 metros cuadrados optimizan el uso de los materiales y garantizan la resistencia de la estructura. Además, se incorporará tecnología de entornos virtuales mejorados para reducir los efectos adversos de la monotonía en los habitantes de la base<sup>18</sup>.

Para la construcción se utilizarán tres tipos de robots: los “excavadores”, de mayor tamaño, se encargarán de crear el cráter de implantación, los “transportistas”, de tamaño medio, moverán el regolito sobre los módulos inflables del hábitat y, finalmente, los “fusores”, de pequeño tamaño, son los que aplicarán microondas al suelo marciano con el fin de fundir el regolito y producir un escudo protector contra la radiación y las temperaturas extremas (Foster, 2013).

Para Foster, la separación de tareas significa un alto nivel de redundancia, dentro del sistema, esto permite que, si uno o más robots fallan, siempre habrá otros que podrán cumplir su tarea aumentando la posibilidad de éxito de la misión.

Este proyecto representa un gran avance en la exploración espacial y abre nuevas posibilidades para la edificación de hábitats permanentes en otros planetas. La estrategia de construcción modular utilizando robots semiautónomos y técnicas de impresión 3D con regolito local permitirá construir una arquitectura capaz de levantarse en cuestión de horas, ofreciendo una protección efectiva contra los meteoritos, la intensa radiación y los grandes cambios de temperatura del planeta rojo. La posición del diseñador en este proyecto es clave para garantizar la eficiencia y la seguridad de la obra, así como para maximizar el bienestar de los habitantes de la base. (Imagen 2)

### El laboratorio de BIG

El diseño arquitectónico y urbano es fundamental para establecer la viabilidad de una colonia humana en Marte, en este sentido, el proyecto Mars Science City, liderado por el arquitecto danés Bjarke Ingels, es un ejemplo de cómo la arquitectura puede ser una herramienta para garantizar la supervivencia de los seres humanos en un ambiente inhóspito y desconocido.

Con un presupuesto que asciende a los 115 millones de euros, y una superficie total



de 17,5 hectáreas de desierto, el proyecto ubicado en las afueras de Dubái es una petición del Gobierno de los Emiratos Árabes para construirse a modo de maqueta en Dubái con el fin de testear su funcionamiento a escala real, y posteriormente construirlo en Marte en el año 2117 (Brandt-Olsen et. al., 2018).

La construcción de una ciudad en Marte es un desafío sin precedentes, y para enfrentarlo se requiere de un enfoque multidisciplinario que involucre no solo a arquitectos y diseñadores, sino también a científicos, ingenieros y expertos en sostenibilidad. En este sentido, Mars Science City se presenta como un proyecto innovador que busca combinar la tecnología más avanzada con una óptica sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

El uso de domos interconectados y la prefabricación digital son dos elementos claves del proyecto. La utilización de arena del desierto para la impresión en 3D permite aprovechar los recursos disponibles en el planeta, lo que reduce la dependencia de materiales importados desde la Tierra. Además, la inclusión de una cúpula inflable de plástico ultraligero transparente y reciclable garantiza la protección de los habitantes contra la radiación y los meteoritos.

Con una población de aproximadamente 1000 personas, la ciudad construida en Mars Science City estará compuesta por múltiples estructuras interconectadas, incluyendo laboratorios, museos, jardines, espacios para cultivo, y sistemas para la reutilización del agua. Estos elementos son fundamentales para la supervivencia de los seres humanos en un ambiente hostil como el de Marte, y demuestran la importancia del diseño arquitectónico y urbano en el establecimiento de una colonia humana sostenible en el planeta rojo.

Además, Mars Science City busca desarrollar un sistema cien por ciento sostenible, donde la utilización de materiales reciclables y la implementación de sistemas de reutilización de recursos sean los elementos clave para garantizar la viabilidad del proyecto, permitiendo una sostenibilidad a largo plazo. (Imagen 3)

## Nueva mirada a un viejo problema

La confirmación de la existencia de agua en el vecino planeta rojo, ha llevado a la NASA y a America Makes<sup>19</sup> a patrocinar el concurso 3D Printed Habitat Challenge<sup>20</sup> para Marte, en el que SEArch (Space Exploration Architecture)<sup>21</sup> y Clouds AO (Clouds Architecture Office)<sup>22</sup> han resultado ganadores de la fase 1 de la competencia, junto con su propuesta ICE House<sup>23</sup>.

El equipo de SEArch y Clouds AO explicó que su proyecto partía del hecho de que el agua es un componente esencial para la vida, decidieron utilizar el enfoque de “seguir el agua” para conceptualizar, situar y construir su propuesta. El diseño presentado se basó en la utilización de materiales autóctonos y técnicas de impresión 3D para edificar un hábitat para cuatro astronautas.

El ICE HOUSE utiliza el hielo como barrera de radiación para contrarrestar los peligros de vivir en la superficie de Marte y compensar los temores de la exposición solar, lo que ha llevado a la arquitectura marciana a ser considerada como un mundo oscuro y subterráneo. La cáscara exterior semi-transparente vuelve a introducir el concepto terrestre de variantes entre el interior y el exterior, desafiando la suposición común de que los hábitats extraterrestres requieren barreras visualmente impenetrables que divorcian el interior del terreno circundante.

El diseño de SEArch y Clouds AO se basó en la necesidad de traer luz al interior y crear conexiones visuales con el paisaje para permitir que la mente y el cuerpo prosperen. En este sentido, remarca el equipo ganador, aunque los científicos han investigado posibles sustitutos sintéticos para la luz solar, estos no tienen la misma variación circadiana de la luz solar real. Por esta razón, el ICE HOUSE integra luz natural, de forma que el hielo utilizado como barrera de radiación contrarresta los peligros de la exposición solar, permitiendo que los astronautas experimenten auténticos ciclos solares, lo que equilibra la salud mental y física de los exploradores.

Una vez que el módulo de aterrizaje ha desplegado la membrana inflable de ETFE, se

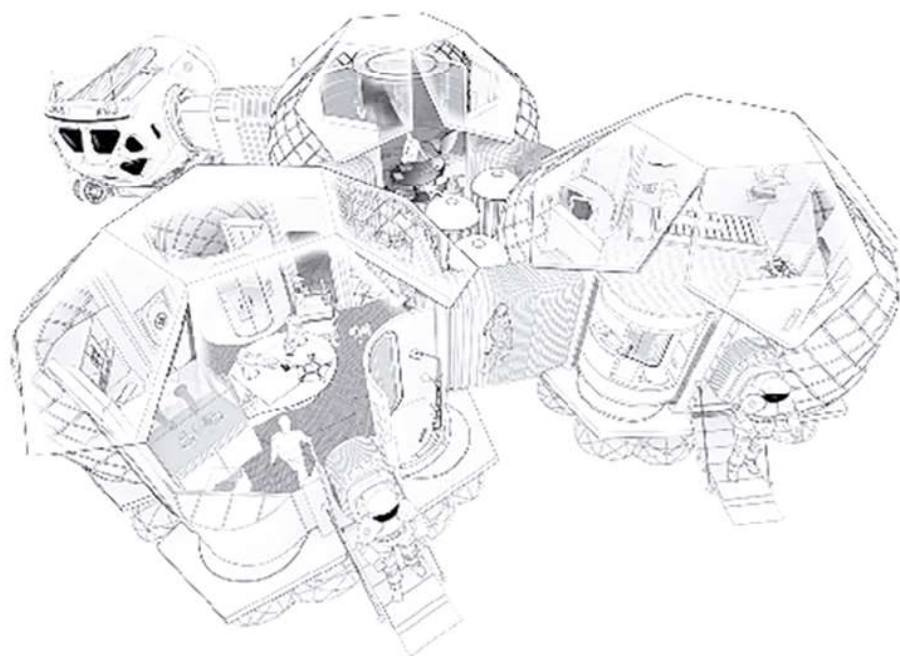
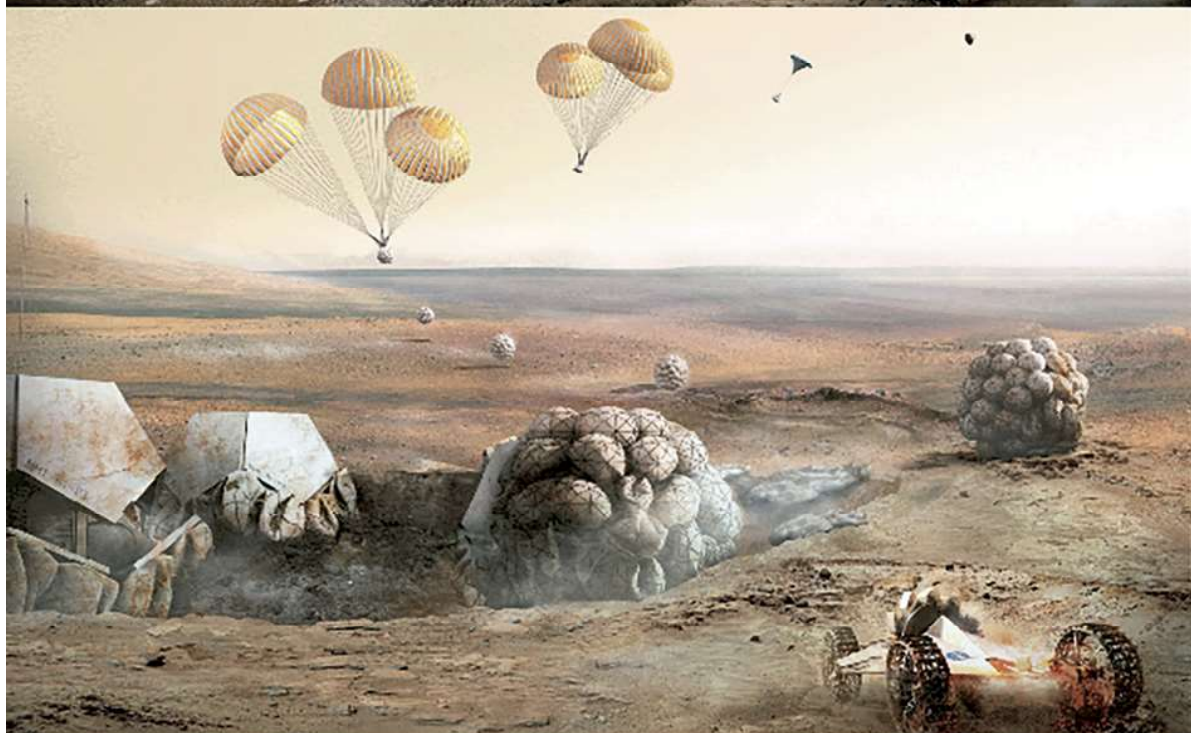






Imagen 2.  
3D Printed Habitat Challenge. Norman Foster  
Fuente: [https://www.archdaily.cl/cl/774736/foster-among-30-shortlisted-in-nasa-backed-mars-habitat-competition?utm\\_medium=website&utm\\_source=archdaily.cl](https://www.archdaily.cl/cl/774736/foster-among-30-shortlisted-in-nasa-backed-mars-habitat-competition?utm_medium=website&utm_source=archdaily.cl)









Imagen 3. Mars Science City. Bjarke Ingels. BIG

Fuente: [https://www.archdaily.cl/cl/880771/emiratos-arabes-unidos-revela-proyecto-de-big-que-estudiara-la-possible-colonizacion-de-marte?utm\\_medium=website&utm\\_source=archdaily.cl](https://www.archdaily.cl/cl/880771/emiratos-arabes-unidos-revela-proyecto-de-big-que-estudiara-la-possible-colonizacion-de-marte?utm_medium=website&utm_source=archdaily.cl)



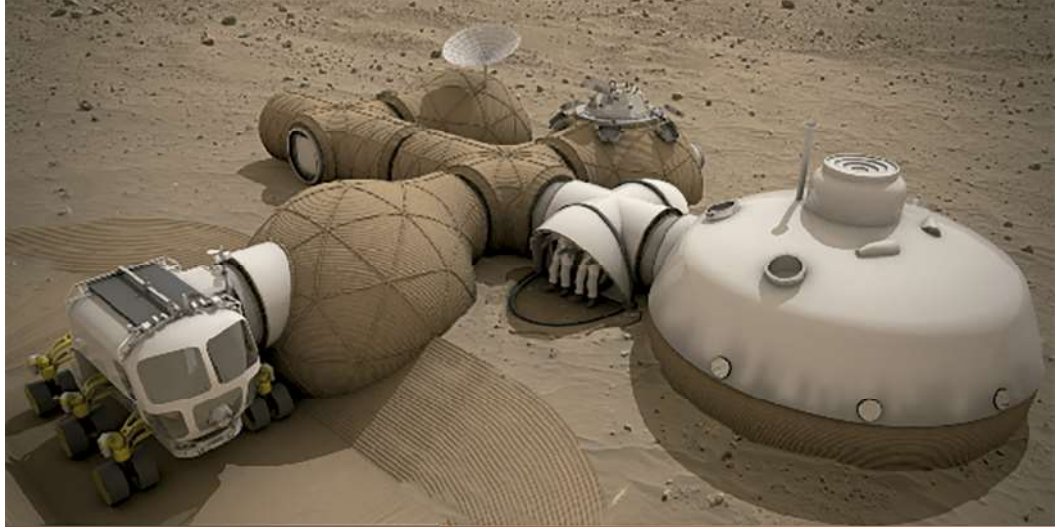


Imagen 4. ICE House. SEArch y Clouds AO  
Fuente: [https://www.archdaily.cl/cl/775221/clouds-ao-y-search-ganan-mars-habitat-challenge-de-nasa-su-proyecto-una-casa-impresa-en-3d-con-hielo?utm\\_medium=website&utm\\_source=archdaily.cl](https://www.archdaily.cl/cl/775221/clouds-ao-y-search-ganan-mars-habitat-challenge-de-nasa-su-proyecto-una-casa-impresa-en-3d-con-hielo?utm_medium=website&utm_source=archdaily.cl)



produce una sucesión de transformaciones espaciales que dan lugar al hábitat ICE HOUSE en Marte. Este proceso se inicia con la extensión de una serie de puentes prefabricados desde el interior del módulo, generando una configuración de “bolsillos” para alojar el programa integrado del hábitat. A continuación, la escalera de caracol que se encuentra en el núcleo de la sonda no solo proporciona circulación a los niveles superiores del hábitat, sino que también brinda a la tripulación un medio de ejercicio al desplazarse por las diferentes plantas.

El módulo de aterrizaje, dispuesto verticalmente, alberga los servicios mecánicos del hábitat y adopta la orientación más probable de tránsito de la tripulación, para facilitar su adaptación a la vida en la superficie de Marte. Los diferentes niveles del hábitat están organizados en forma de pilas y distribuyen los programas básicos de actividad dentro del módulo de aterrizaje, lo que introduce una amplia gama de espacios interiores privados y comunes. La eficiente disposición del interior permite la creación de considerables “bolsillos” de almacenamiento en su base, diseñados para albergar tanto robots como los cuatro Sistemas de Apoyo Vital y Control Ambiental (ECLSS).

El espacio designado como “patio delantero” está técnicamente aislado del interior del hábitat y se encuentra justo dentro de la piel exterior. Esta área proporciona una zona neutral protegida y exclusiva que no es completamente interior ni exterior, lo que permite a los astronautas experimentar el entorno exterior sin necesidad de usar un traje de actividad extravehicular (EVA). La presencia de este sitio intersticial representa una innovadora definición de cómo vivir en ambientes extraterrestres.

Otras características lumínicas notables incluyen terapias alternativas de color logradas a través de la impresión robótica en la superficie de la carcasa, generando un efecto de lente de Fresnel que refracta y concentra la luz en la superficie interior de la estructura en forma de cúpula.

El patio del módulo de aterrizaje se encuentra en el área donde una carcasa secundaria semindependiente de hielo se separa

de la epidermis. La protección redundante de la doble piel crea dos capas de espacio entre la membrana de ETFE y el módulo de aterrizaje, que, aunque comparten una frontera común de presión, también generan una zona de temperatura y reposición de aire distinta. Esto da origen a un sector adicional de plantas verdes que se halla dentro del ICE HOUSE, ubicada entre el núcleo del módulo de aterrizaje y el interior del hábitat. Los jardines hidropónicos verticales proporcionan un ámbito recreativo dentro del hábitat que rompe la monotonía del paisaje marciano, mientras complementan la alimentación y la provisión de oxígeno de la tripulación.

También, los jardines permiten el cultivo experimental de productos de consumo y su ubicación estratégica entre las zonas programáticas permite que el equipo experimente el contacto con la vida y los colores naturales de las plantas en su rutina diaria. Los efectos moteados de la luz resultantes benefician el bienestar psicológico y mental de la tripulación, mientras que el “patio” proporciona un espacio para liberar cualquier exceso de oxígeno producido.

Además, la disposición del volumen interior del hábitat es una manifestación de ingeniería futurista que involucra la creación de una serie de espacios programáticos, que son impresos en hielo y luego moldeados para formar las paredes y divisiones del hábitat. Estas habitaciones, de forma curvilínea, generan una sensación de amplitud que aumenta significativamente la percepción del espacio. Este enfoque de diseño espacial innovador también permite una mayor flexibilidad en la configuración de la estación y una eficiencia superior en el uso del espacio disponible.

También, al reducir el grosor de la capa de hielo, se despliegan amplias ventanas de ETFE inflables rellenas de gas, que no solo protegen contra la radiación, sino que además mejoran la percepción de amplitud del espacio habitable. Estas aberturas enmarcan al mismo tiempo el impresionante paisaje marciano, creando oportunidades tanto públicas como privadas para contemplar las vistas excepcionales del planeta. (Imagen 4)

## Conclusiones

El mundo de la arquitectura ha comenzado a enfocarse en el diseño de estructuras habitables para establecer una colonia humana en otros planetas, comenzando por la Luna y posteriormente Marte.

Para esto, se requiere una estrecha colaboración entre diseñadores, ingenieros y científicos para desarrollar soluciones creativas, seguras y efectivas para construir estructuras resistentes a las condiciones marcianas, además de tener conocimientos en fisiología y psicología humana para diseñar espacios que permitan a los colonos sobrevivir y prosperar en Marte.

En este sentido, y de acuerdo con los objetivos previamente planteados, se ha podido identificar algunos elementos claves relacionados con una nueva generación de diseñadores. Estos conceptos no pretenden ser una definición cerrada, sino, por el contrario, buscan llamar la atención sobre el tema invitando a futuros investigadores.

Desde este punto de vista, todo hace suponer que el diseñador del futuro será un profesional con experiencia multidisciplinar, con habilidades y conocimientos en áreas como sostenibilidad, producción y conservación de energía, herramientas digitales y enfoques de diseño innovadores.

1. Actualmente, la sostenibilidad se ha convertido en un tema clave, y el nuevo diseñador debe abordar los problemas ecológicos y sociales que se han heredado de generaciones anteriores, tomando en cuenta consideraciones ambientales, colectivas y éticas en cada fase del proceso de diseño. También es sustancial el uso de nuevos materiales y técnicas constructivas para mejorar la eficiencia energética de las edificaciones.
2. En cuanto a la producción y conservación de energía, es fundamental la búsqueda de energías alternativas que permitan

reducir el consumo de los edificios. Los nuevos diseñadores deben ser capaces de concebir hábitats en el espacio exterior, adaptados a las condiciones únicas de vivir en el cosmos, donde la integración de técnicas de última generación permite crear viviendas generadoras de energía, en lugar de ser solo consumidoras.

3. Además, la multidisciplinariedad es una valiosa habilidad para los diseñadores del futuro, que permitirá abordar los desafíos complejos que enfrenta la arquitectura y la sociedad en el mañana desde una educación que se compone de varias disciplinas. Los nuevos diseñadores serán usuarios de herramientas y tecnologías emergentes, que utilizarán en la investigación asociada, de carácter práctico, como sólidas e imprescindibles bases para un trabajo eficiente e innovador.
4. Finalmente, tendrá los conocimientos necesarios para la integración de las nuevas herramientas computacionales, los sistemas de realidad virtual, realidad aumentada e Inteligencia Artificial, pudiendo generar una conexión entre disciplinas que potencien el diseño. Un profesional versátil, capaz de desenvolverse en múltiples áreas proyectuales y ámbitos afines, lo que le permitirá plasmar diseños innovadores con un gran potencial.

La arquitectura espacial es un campo emergente dentro de la arquitectura que se refiere al diseño y construcción de hábitats en el espacio exterior, y para abordar los desafíos que presenta, se necesita una nueva perspectiva creativa, transferencia de tecnología y conceptos de la arquitectura terrestre, y la utilización de tecnologías como la impresión 3D o materiales sintéticos para la edificación de estructuras resistentes. Una nueva realidad dentro del campo del diseño, que ya comienza a vislumbrarse en el horizonte. ■

## Notas

- 1 Canali - Canales: "En astronomía, ... formaciones de la superficie marciana, en forma de delgadas franjas rectas y oscuras". Recuperado de *Istituto della Enciclopedia italiana*: <https://www.treccani.it/>
- 2 Mars Odyssey: <https://mars.nasa.gov/odyssey/>
- 3 Spirit: <https://mars.nasa.gov/mer/>
- 4 Curiosity: <https://mars.nasa.gov/msl/home/>
- 5 Exposición Norman Foster. *Futuros comunes*. Espacio Fundación telefónica. Madrid. De octubre 2017 a febrero 2018. Comisariada por Luis Fernández-Galiano.
- 6 <http://konstantin-grcic.com/>
- 7 <https://www.raymondloewy.com/> <https://www.raymondloewy.com/>
- 8 <https://www.rca.ac.uk/students/anna-talvi/>
- 9 <https://www.codeandtheory.com/says-a-lot/news/qa-with-ct-president-michael-treff>
- 10 <https://www.michaelgraves.com/meet-designer-james-wisniewski/>
- 11 <https://futureofstorytelling.org/speaker/john-maeda>
- 12 <https://www.spacex.com/vehicles/starship/>
- 13 Objetivo de los Acuerdos de Artemis, firmado entre la NASA, la Agencia Espacial Europea (ESA), la Agencia Espacial Canadiense (CSA) y la Agencia de Exploración Aeroespacial Japonesa (JAXA). Para más información consultar en: [https://es.gizmodo.com/la-nasa-publica-los-acuerdos-de-artemis-una-guia-int-1843486546?fbclid=IwAR01wnx-lj9O-BoFX-0zp4S1sB3zWdrM7E\\_o-Vk478oLEy412H-bwERQ-WfTs](https://es.gizmodo.com/la-nasa-publica-los-acuerdos-de-artemis-una-guia-int-1843486546?fbclid=IwAR01wnx-lj9O-BoFX-0zp4S1sB3zWdrM7E_o-Vk478oLEy412H-bwERQ-WfTs)
- 14 Las cuadrillas que operan, viven y trabajan en estas construcciones artificiales se basarán en sistemas y principios biorregenerativos de circuito cerrado, como reactores de algas y cámaras de plantas superiores, para minimizar las necesidades de reabastecimiento y mejorar la capacidad de recuperación del sistema (Schubert, 2017).
- 15 Exposición Norman Foster. *Futuros comunes*. Espacio Fundación telefónica. Madrid. De octubre 2017 a febrero 2018. Comisariada por Luis Fernández-Galiano.
- 16 Foster + Partners to 3D print buildings on the moon, <http://www.dezeen.com/2013/01/31/foster-partners-to-3d-print-buildings-on-the-moon/>, consultado el 08/07/13.
- 17 Foster + Partners to 3D print buildings on the moon Foster + Partners Works With European Space Agency To 3D Print Structures On The Moon, <http://www.fosterandpartners.com/news/archive/2013/01/foster-partners-works-with-european-space-agency-to-3d-print-structures-on-the-moon/>, consultado el 08/07/13.
- 18 <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/774736/foster-among-30-shortlisted-in-nasa-backed-mars-habitat-competition>
- 19 America Makes - <https://www.americamakes.us/>
- 20 STMD: Centennial Challenges - [https://www.nasa.gov/directorates/spacetech/centennial\\_challenges/3DPHab/index.html](https://www.nasa.gov/directorates/spacetech/centennial_challenges/3DPHab/index.html)
- 21 SEArch (Space Exploration Architecture). Es un estudio de diseño fundado por Christina Ciardullo, Michael Morris y Rebecca Pailes-Friedman. Encargado de desarrollar diseños arquitectónicos para vivir y explorar el espacio. Entre sus clientes se encuentran la NASA, el Centro espacial Johnson, el Centro de Investigación Langley y el Centro espacial Kennedy. <http://www.spacearch.com/>
- 22 Clouds AO (Clouds Architecture Office). Es un estudio de arquitectura que integra conocimientos de diseño e investigación, fundado en New York, por Masayuki Sono y Ostap Rudakewicz. Sus proyectos abarcan una amplia variedad, desde viviendas y equipamientos públicos hasta arquitectura espacial. Entre sus clientes se cuenta el Instituto Americano de Arquitectos, la NASA, la ciudad de New York y la Agencia de Exploración Espacial de Japón (JAXA). <https://cloudsao.com/MARS-ICE-HOUSE>
- 23 Mars Ice House - <http://www.marsicehouse.com/>

## Referencias bibliográficas

- Brandt-Olsen, C.; Coward, A.; Horswill, D. (2018). Mars Science City – Designing a future habitat in space. Proceedings of IASS Annual Symposia, IASS 2018 Boston Symposium: Extraterrestrial architecture, pp. 1-8 (8).
- Farson, R. (1995). Metadiseño. Hacia una redefinición del diseño. *Revista Domus*, (772).
- Foster, N. (2013). Estudio sobre asentamientos en la Luna, 2009-2013, Polo Sur (Luna). *AV Monografías* (163-164). Norman Foster. In the 21st Century.
- Machicao, R. (2015). Matematización de la forma arquitectónica. *ARQUITEXTOS*, nº 30 (22), 102-105.
- Millennium Charter (2002). *Fundamental Principles of Space Architecture*. Space Architecture Workshop, 12 October. Houston, TX, USA. URL: <http://www.spacearchitect.org/>.
- NASA. (2017). STMD: Centennial Challenges. Recuperado de [https://www.nasa.gov/directorates/spacetech/centennial\\_challenges/3DPHab/index.html](https://www.nasa.gov/directorates/spacetech/centennial_challenges/3DPHab/index.html)
- Pinochet, D. (2009). Forma digital / Forma construida. Diseño y construcción de sistemas emergentes a partir de algoritmos generativos. En *MARQ 04 Fabricación y Tecnología Digital* (Mondragón, Hugo, p. 37 y 22). Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Pólit Casillas, R. (2010). Arquitectura espacial. Un nuevo campo de innovación práctica. *Revista de treball, economia i societat* [56], pp. 15-22. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3184773&orden=1&info=link>
- Roman, M. C., Eberly, E. A., Mueller, R. P., & Deutsch, S. (2016). NASA centennial challenge: Three dimensional (3D) printed habitat. Paper presented at the Earth and Space 2016: Engineering for Extreme Environments - Proceedings of the 15th Biennial International Conference on Engineering, Science, Construction, and Operations in Challenging Environments, 333-342. doi:10.1061/9780784479971.034 Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com)
- Romero, J. (2015). El territorio como condicionante de habitabilidad. Aportes para un modelo conceptual. *ARQUITEXTOS* nº 30 (22), 38-41.
- Sanders, E. (2000). *Generative tools for co-designing*. Collaborative Design.
- Schubert, D. (2017). Greenhouse production analysis of early mission scenarios for moon and mars habitats. *Open Agriculture*, 2 (1), 91-115. doi:10.1515/opag-2017-0010
- SEArch (Space Exploration Architecture). (2016). Mars Ice Home. Recuperado de <http://www.spacearch.com/mars-ice-home>
- Von Braun, W. (1991). The Mars Project. The Board of Trustees of the University of Illinois.
- Wells, H. (2005). *La guerra de los mundos*. Madrid: Alianza Editorial.

# *The WAR of the WORLDS*

## *By H. G. Wells*

Author of "Under the Knife," "The Time Machine," etc.



Ilustración de "La guerra de los mundos", novela de H.G. Wells. Frank R. Paul, 1927.

Fuente: <http://httpswaroftheworlds.fandom.com/wiki/Martian>