



Laureando: Michele Mecozzi



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAMERINO

Scuola di Architettura e Design "Eduardo Vittoria"

sede di Ascoli Piceno

Laurea Magistrale in Architettura A.A. 2023/2024

TITOLO TESI: ARES, a new homebase

Relatore: Prof. Roberto Ruggiero



La progettazione di moduli abitativi per il primo insediamento su Marte è analizzata considerando sfide ambientali e opportunità tecnologiche. Il progetto nasce dal "sogno" di esplorare nuovi mondi, ispirato da opere letterarie, cinematografiche e progetti architettonici utopistici. Il "bisogno" di un insediamento marziano è motivato da crisi globali come cambiamenti climatici, esaurimento delle risorse e rischio di conflitti nucleari. Viene rivista la "realtà" marziana, comprese le condizioni atmosferiche, l'analisi dei materiali e le esperienze di missioni spaziali come ISS, Mir e Apollo 11. Il "processo" di costruzione utilizza tecniche di stampa 3D con regoliti marziani, descrivendo il sito dell'insediamento e le motivazioni scientifiche. Il "progetto" esplora la progettazione degli spazi abitativi, le funzioni necessarie e le soluzioni per la sopravvivenza umana. I risultati suggeriscono che l'insediamento su Marte è possibile, favorendo l'espansione della civiltà e lo sviluppo di tecnologie sostenibili applicabili anche sulla Terra.

BISOGNO

"Se non riusciamo a trovare un modo per vivere in pace sulla Terra, prima o poi ci estingueremo."

Stephen Hawking

Brevi risposte alle grandi domande - 2015

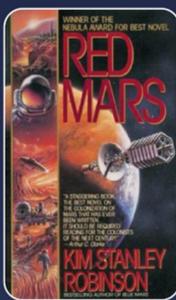


SOGNO

Bibliografia

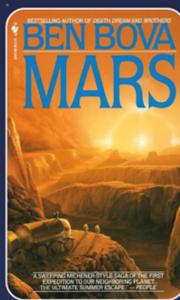
Cronache Marziane di Ray Bradbury | 1950

È una raccolta di racconti di fantascienza che esplorano la colonizzazione umana di Marte. I racconti presentano diverse prospettive sulle interazioni tra gli esseri umani e l'ambiente marziano, affrontando temi come la solitudine, la nostalgia, e la paura dell'ignoto. L'autore utilizza elementi poetici e fantascientifici per analizzare la natura umana e riflettere sulle ansie e le speranze legate all'esplorazione e alla colonizzazione spaziale.



Mars Trilogy di Kim Stanley Robinson | 1992

Trasporta i lettori in un futuro prossimo in cui una squadra internazionale si impegna nella complessa missione di terraformare Marte. Il romanzo segue il protagonista, un membro della squadra, attraverso le sfide scientifiche e politiche che emergono durante il processo di colonizzazione. Mentre la narrazione si sviluppa, si delineano tensioni geopolitiche e divergenze di visioni tra i personaggi principali. La trama si intensifica con l'evolversi delle dinamiche sociali, dando vita a una storia avvincente che culmina in "Green Mars" e "Blue Mars". La trilogia completa offre una prospettiva coinvolgente e realistica sulla colonizzazione di Marte.



Mars di Ben Bova | 1992

Ambientato in un futuro prossimo, si focalizza sulla prima spedizione umana su Marte guidata dal geologo Jamie Waterman. Durante la missione, Waterman scopre segreti sotto la superficie marziana, innescando sfide scientifiche e politiche. Il romanzo esplora le tensioni emergenti tra le nazioni coinvolte nella missione, delineando un intreccio di intrighi che potrebbero influenzare il destino di Marte e dell'umanità. Attraverso la suspense, l'esplorazione scientifica e le dinamiche socio-politiche, "Mars" offre una visione coinvolgente e realistica del processo di colonizzazione planetaria.



Space Architecture di Emanuele Pimental | 2013

Esplora le sfide e le opportunità della progettazione di edifici e infrastrutture in ambienti extraterrestri. Affronta le sfide delle condizioni spaziali estreme e sottolinea l'importanza di tecniche e materiali innovativi. Nonostante le difficoltà, l'architettura spaziale offre possibilità uniche, fondamentali per l'esplorazione e la colonizzazione di altri pianeti. Il libro presenta esempi come la Stazione Spaziale Internazionale e progetti futuri per basi lunari e insediamenti marziani.

Filmografia

Space 1999 di Gerry e Sylvia Anderson | Serie 1975-77

Inizia con La Luna, che nel 1999 è diventata un deposito di rifiuti nucleari, che improvvisamente si stacca dall'orbita terrestre a causa di un'esplosione accidentale. La base lunare Alpha, con il suo equipaggio di scienziati e astronauti, è ora alla deriva nello spazio profondo. La serie segue il comandante John Koenig e il suo equipaggio mentre cercano una nuova casa e affrontano minacce aliene, esplorando mondi sconosciuti tra i misteri cosmici e le tensioni interne alla comunità spaziale.



Interstellar di Christopher Nolan | Film 2014

Racconta il destino dell'umanità in un futuro non troppo lontano, quando la Terra è colpita da una crisi alimentare globale. Il film si concentra su Joseph Cooper, un ex pilota della NASA, e la sua squadra di astronauti che intraprendono un viaggio attraverso un wormhole vicino a Saturno. L'obiettivo è esplorare pianeti potenzialmente abitabili per trasferire l'umanità. Durante il viaggio, il film esplora concetti complessi di relatività temporale e dimensioni spaziali. La storia oscilla tra emozione e avventura, mentre la squadra affronta dilemmi etici, incredibili fenomeni scientifici e la lotta per la sopravvivenza dell'umanità.



Sopravvissuto - The Martian di Ridley Scott | Film 2015

Racconta la storia di Mark Watney, un astronauta intrappolato su Marte dopo essere stato creduto morto dalla sua squadra. La trama si sviluppa con Watney che, improvvisamente isolato, deve trovare modi creativi per sopravvivere, coltivando cibo e riparando l'equipaggiamento con risorse limitate. Nel frattempo, la NASA e la sua squadra di astronauti cercano di coordinare un complesso piano di salvataggio. La storia è un'odissea di resistenza e ingegno, con Watney che affronta ostacoli tecnologici e ambientali nel suo sforzo per comunicare e sopravvivere.



Mars di National Geographic | Serie TV

Una missione umana al pianeta rosso ambientata nel 2033, con il duplice scopo di intrattenere e informare. Un equipaggio internazionale di astronauti, supportato da esperti terrestri, affronta le sfide della colonizzazione, tra cui risorse limitate, l'isolamento e il clima ostile di Marte. La storia è intervallata da interviste a scienziati, ingegneri e altre figure esperte, aggiungendo una componente educativa alla narrazione. "Mars" esplora le reali possibilità e difficoltà della futura colonizzazione di Marte, integrando elementi drammatici con una visione scientificamente accurata delle sfide e delle opportunità che attendono l'umanità nello spazio.

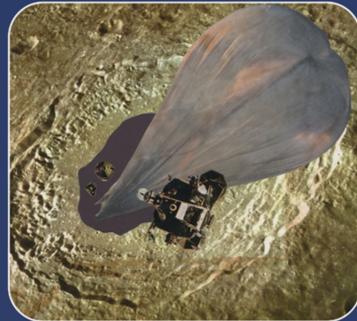
Avanguardie



David Greene | ARCHIGRAM Living Pod 1966



Buckminster Fuller Dymaxion House 1927



SUPERSTUDIO Constructing an inflatable building 1970-1971 Reference number ARCH280639



Dante Bini La cupola in Sardegna 1970



Timeline



SPUTNIK 1 4 ottobre 1957 Primo satellite in orbita



APOLLO 11 20 luglio 1969 Neil Armstrong, Buzz Aldrin primo atterraggio umano sul suolo lunare



APOLLO 12 19 novembre 1969 Primo atterraggio di precisione sulla luna

APOLLO 14 4 febbraio 1971 Primo sbarco sull'altopiano lunare

APOLLO 16 22 aprile 1972 Esplorazione dell'altopiano lunare

SPACE SHUTTLE

12 aprile 1981 Il primo Space Shuttle, Columbia, compie il suo primo volo.



MIR 19 febbraio 1986 Lancio del modulo base della MIR da parte dell'Unione Sovietica.

APOLLO 15 2 agosto 1971 Primo uso di un Rover lunare

APOLLO 17 12 dicembre 1972 Ultima camminata lunare

REALTÀ



Atmosfera

N 78.1%	CO₂ 95.3%
O₂ 20.9%	N 2.7%
AR 0.93%	AR 1.6%
altri >0.1%	O₂ 0.13%
	altri >0.1%



Gravità



Terra

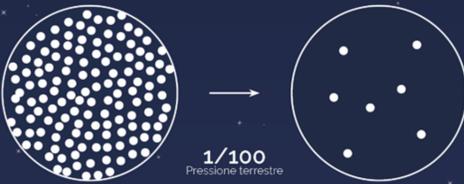


Gravità



Marte

Pressione



Acqua



Vento

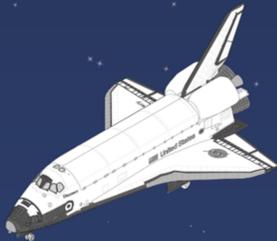


Materiali



APOLLO 11

- Strutturale 80%**
 - Lega di alluminio 2219 (Alcoa 2219) sp. 0,8 - 1,3cm
 - Titanio
- Protezioni 10%**
 - Multi-Layer Insulation: strati di mylar e kapton
 - Scudo protettivo ablativo in fibra di vetro
- Altri materiali 10%**
 - Acciaio inossidabile per i sistemi di tubazioni
 - Vetro temperato per le finestre
 - Sistemi di propulsione, avionica, equipaggiamento



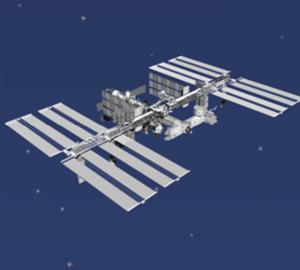
SPACE SHUTTLE

- Strutturale 72%**
 - Lega di alluminio 2219 (Alcoa 2219)
 - Lega di alluminio 7075 (Alcoa 7075)
 - Titanio (Ti-6Al-4V)
- Protezioni 13.5%**
 - Mattonelle in silicio (230-320 kg/m³)
 - Reinforced Carbon-Carbon
- Altri materiali 13.5%**
 - Vernice al bismuto e al Titanio (esterno ed interno)
 - Vetro temperato per le finestre, sp. 33mm
 - Sistemi di propulsione, avionica, equipaggiamento



MIR

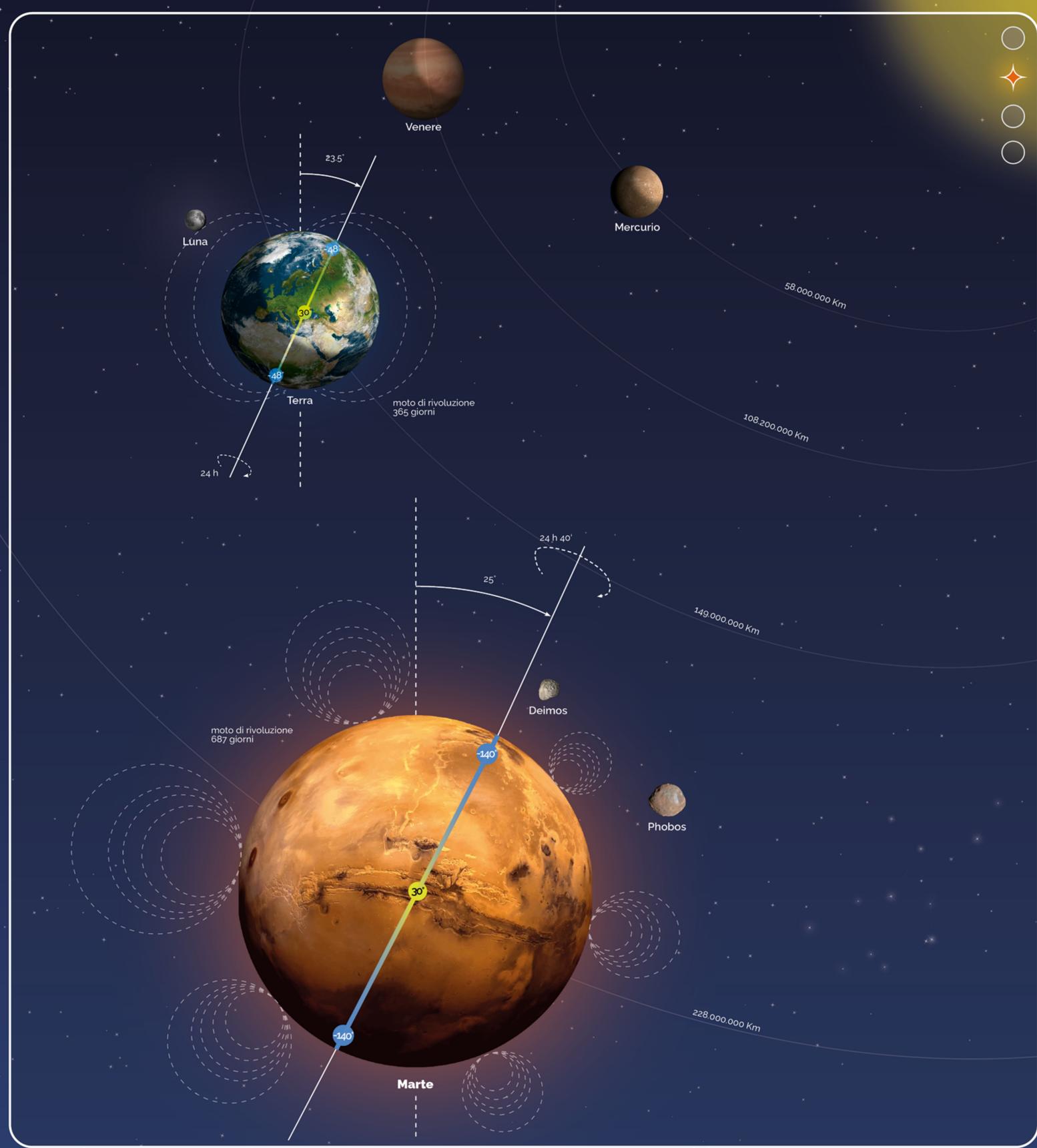
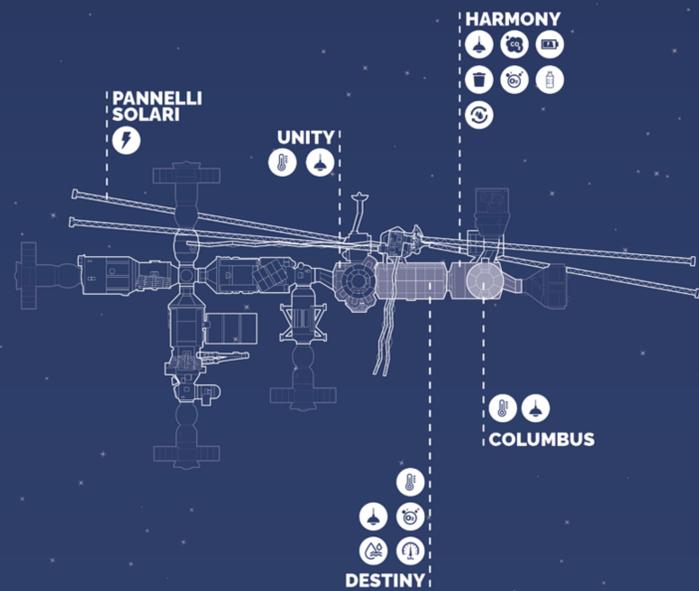
- Strutturale 70%**
 - Lega di alluminio 2219 (Alcoa 2219)
 - Lega di Titanio
 - Acciaio inossidabile
- Protezioni 10%**
 - Multi-Layer Insulation: strati di mylar e kapton
 - Scudo Whipple: strati di alluminio e acciaio
- Altri materiali 20%**
 - Vetro temperato per le finestre
 - Materiali compositi per pannelli solari
 - Sistemi di propulsione, avionica, equipaggiamento



ISS

- Strutturale 80%**
 - Lega di alluminio 2219 (Alcoa 2219)
 - Lega di alluminio 6061 (Alcoa 6061)
 - Lega di alluminio 7075 (Alcoa 7075)
- Protezioni 10%**
 - Multi-Layer Insulation: strati di mylar e kapton
 - Scudo Whipple: strati di alluminio e acciaio
- Altri materiali 10%**
 - Vetro temperato per le finestre
 - Materiali compositi per pannelli solari
 - Sistemi di propulsione, avionica, equipaggiamento

Sistemi Vitali



ISS

20 novembre 1998
Lancio del modulo Zarya, il primo componente della ISS.

2000 - presente

Assemblaggio continuo in orbita terrestre, con la partecipazione di Stati Uniti, Russia, Europa, Giappone e Canada.



Programma ARTEMIS

Obiettivo di riportare gli astronauti sulla Luna

2024

2025

2028

2030+

1986 - 2001

Ospita astronauti da tutto il mondo, diventando il primo laboratorio spaziale internazionale

DEMOLIZIONE MIR

23 marzo 2001
Dismissione e rientro in atmosfera terrestre controllato

LUNAR GATEWAY

Nuova stazione spaziale in orbita lunare.



FINE ISS

demolizione controllata in atmosfera terrestre

MARTE

Esplorazione umana di Marte e di altri corpi celesti del sistema solare.

PROCESSO

Cronoprogramma

ESPLORAZIONE

STABILIRSI

ABITARE

ESPANSIONE

2023

2030

2035

2073

Ricerca terreno adatto con risorse utilizzabili
POPOLAZIONE: 0
ROVER: 5

Invio carico con materiali necessari per l'arrivo dei primi terrestri
POPOLAZIONE: 0

Arrivo dei primi umani su suolo marziano
POPOLAZIONE: 4

Aumento delle infrastrutture per ospitare un aumento della popolazione da 4 a 80 attraverso stampa 3D dei nuovi moduli abitativi richiesti
POPOLAZIONE: 40

Requisiti

STRUTTURA

Modularità
attraverso moduli preimpostati aggiungere spazio all'occorrenza alle unità abitative.

Schermatura
protezione dai raggi cosmici e dall'escursione termica del pianeta attraverso materiali locali.

Espandibilità

design della configurazione che riserva la possibilità di ampliare ed aumentare le dimensioni della colonia.

Sicurezza
l'airlock garantirà un corretto isolamento da microparticelle e contaminazioni dell'ambiente esterno.

EQUIPAGGIO

Scienziati/ Ricercatori
la crew sarà composta inizialmente da ricercatori e scienziati affrontando le condizioni estreme di vita.

SALUTE E BENESSERE

Temperatura
garantire un comfort interno che renda abitabile e accogliente la struttura di ricerca.

Forma fisica
mantenere la massa muscolare e la forza ossea, elementi cruciali per la salute in un ambiente alieno.

Collaborazione internazionale
necessità di interfacciarsi con i colleghi di diverse culture e creare un gruppo coeso e conviviale.

Ergonomia
arredo a misura d'uomo, non generando stress all'equipaggio nelle mansioni giornaliere.

Psicologia
ambienti di comunicazione con la terra e che riducano lo stress psicologico e l'isolamento della crew.

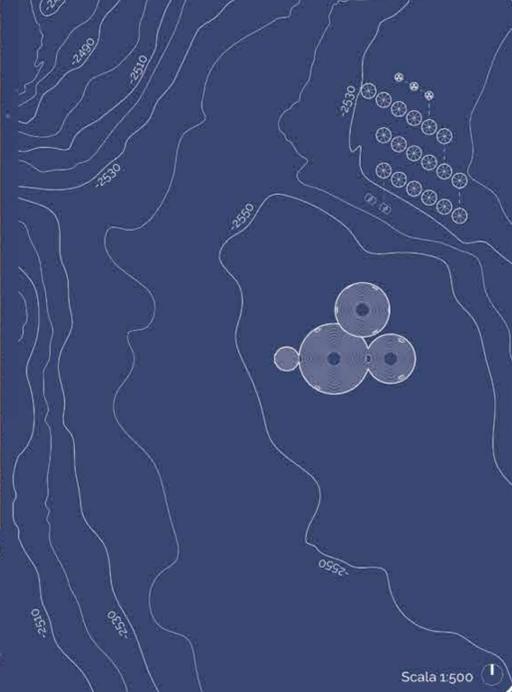
Inquadramento



Cratere Jezero

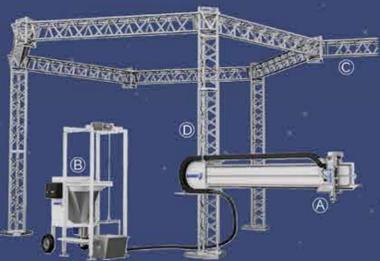
Latitudine: 18.40875°
Longitudine: 77.63222°

Acqua: Presenza di un antico lago e delta fluviale, probabile presenza di ghiaccio sotterraneo.
Materiali da costruzione: Rocce sedimentarie e vulcaniche.
Energia: Potenziale per energia solare e eolica.
Clima: Relativamente stabile, con temperature moderate.
Radiazioni: Protezione parziale dalle pareti del cratere.
Polvere: Livelli moderati di polvere.
Accessibilità: Facilità di atterraggio grazie alla pianura all'interno del cratere.
Distanza da pericoli: Lontano da vulcani e zone geologicamente attive.



Scala 1:500

Dispositivo tecnologico



CARATTERISTICHE GETTO CONTINUO

Nel sistema a getto continuo, un materiale da costruzione viene depositato strato per strato attraverso un ugello che si muove in modo continuo nello spazio. Il materiale viene tipicamente estruso da un estrusore ed è calcestruzzo, composti di malte cementizie, polimeri termoplastici fino a mix di terra e materiali naturali.

DIMENSIONI:
Dipendono dal telaio a tralicci scelto, potenzialmente infinito

MATERIALE ESTRUSO:
Argilla, calce aerea o idraulica, cemento

OPERATORI IN CANTIERE:
Da 2 a massimo 4 - con possibilità di comando remoto

- A. WASP Crane modulo stampante
- B. Pompa e tramoglia con unità di controllo
- C. Sistema di tralicci modulari
- D. Sistema di sollevamento



CARATTERISTICHE GETTO DISCRETO

Nel sistema a getto discreto, i mattoni o i pannelli prefabbricati vengono depositati in posizione da un braccio robotico. I mattoni o i pannelli possono essere realizzati con una varietà di materiali, tra cui calcestruzzo, cemento e materiali composti.

DIMENSIONI:
2560 x 1009 x 2321mm

MATERIALE ESTRUSO:
Argilla, calce aerea o idraulica, cemento

VELOCITÀ STAMPA:
5 mm/s - 200 mm/s

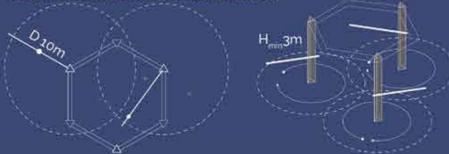
- E. Braccio robotico
- F. Estrusore
- G. Stazione pompaggio materiale
- H. Computer di bordo
- I. Controlli elettronici di sistema

DETTAGLI STAMPANTE - Crane Wasp

1. Estrusore LDM XXL doppio
2. Sistema di pompaggio collegato
3. Servomotore AC senza spazzole
4. Sensore di pressione

Ugello: Ø 25 - 40 mm

SCHEMA UTILIZZO: (Area di Lavoro)



DETTAGLI STAMPANTE - Astra

1. Motore estrusore
2. Tramoglia materiale
3. Canna dell'estrusore
4. Ugello della stampante
5. Tubi flessibili del materiale
6. Cablaggi alimentazione
7. Motore pompa miscelazione
8. Computer di bordo

Ugello: Ø 12 mm

SCHEMA UTILIZZO: (Area di Lavoro)



Elementi di Precisione

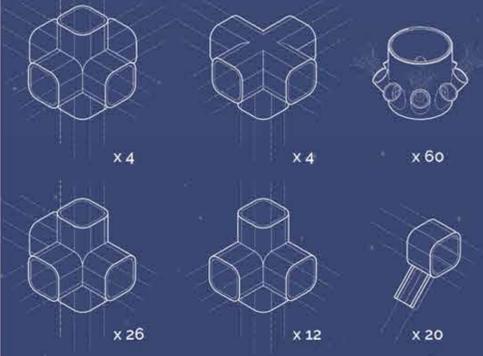
DETTAGLI STAMPANTE - Wasp 60100 HDP

1. Estrusore ad alta temperatura raffreddato a liquido
2. Controllo del piatto di stampa sottovuoto
3. Pneumatic continuous feeding
4. Camera riscaldata brevettata
5. Cinghie di precisione con anima in acciaio
6. HEPA filters

Ugello: Ø 10 - 20 mm

Componenti Strutturali e Moduli Idroponici

Componenti stampati in 3D con tecnologia FDM utilizzando filamento composito di nylon rinforzato con fibra di carbonio, garantendo alta resistenza meccanica e peso ridotto per applicazioni strutturali



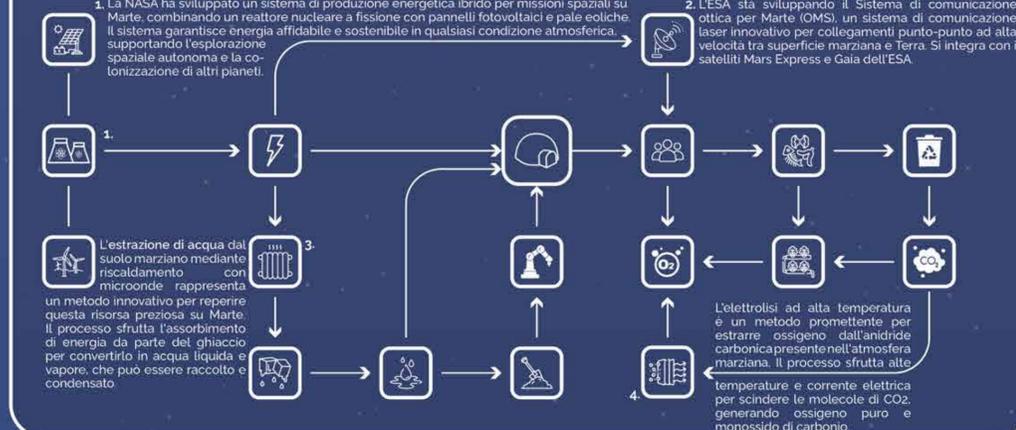
Risorse locali



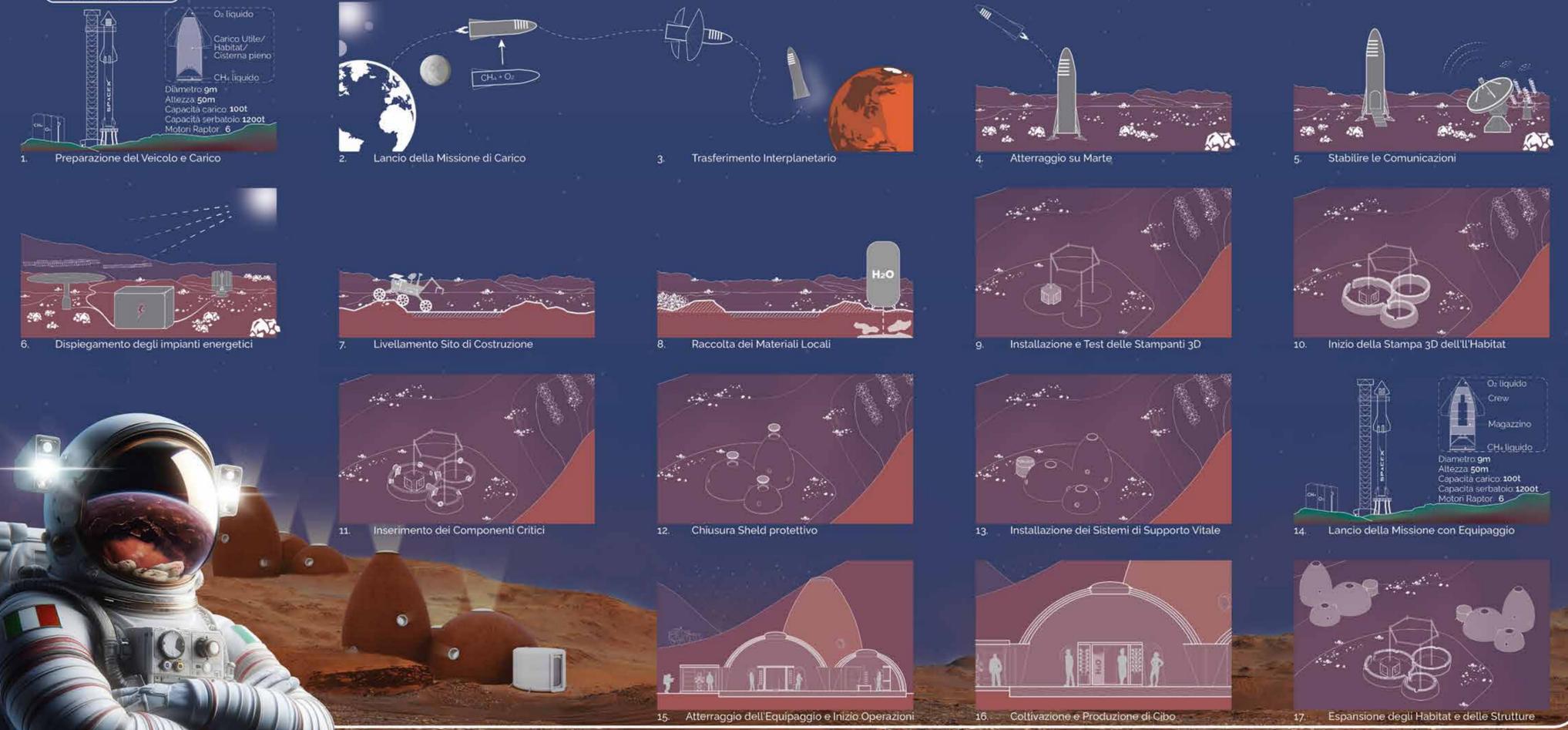
Concept Stratigrafico



Sistemi



Fasi Operative



PROGETTO

Concept



Esploso

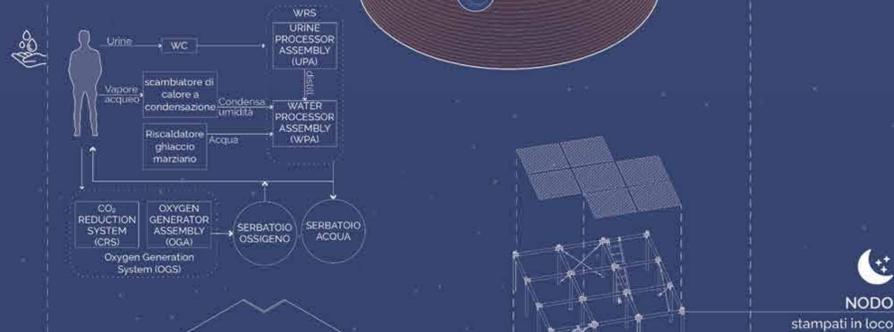
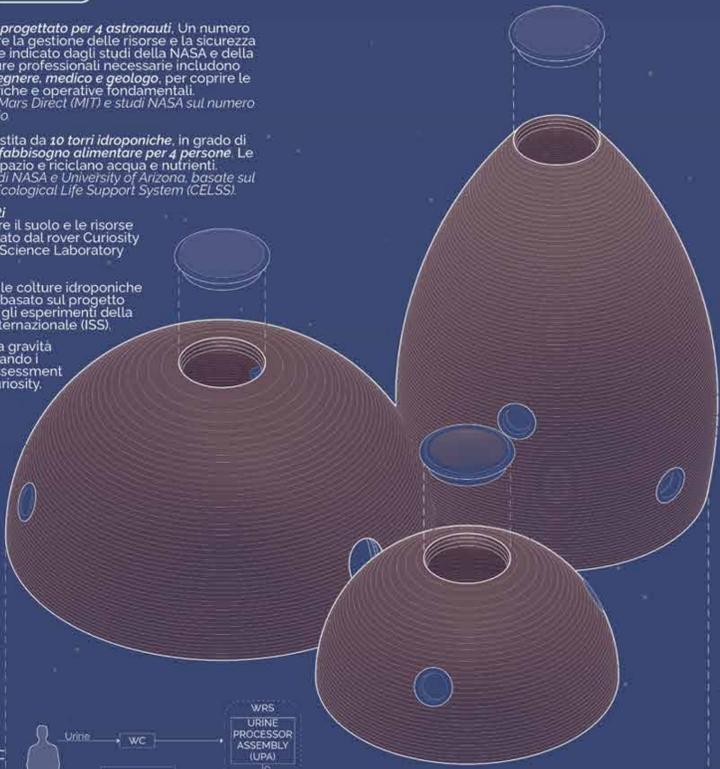
L'habitat marziano è progettato per 4 astronauti. Un numero ottimale per garantire la gestione delle risorse e la sicurezza della missione, come indicato dagli studi della NASA e della Mars Society. Le figure professionali necessarie includono un comandante, ingegnere, medico e geologo, per coprire le competenze scientifiche e operative fondamentali.
Riferimenti: Progetto Mars Direct (MIT) e studi NASA sul numero ottimale di equipaggio.

L'alimentazione è gestita da 10 torri idroponiche, in grado di fornire il 50-60% del fabbisogno alimentare per 4 persone. Le torri ottimizzano lo spazio e riciclano acqua e nutrienti.
Riferimenti: Ricerche di NASA e University of Arizona, basate sul progetto Controlled Ecological Life Support System (CELSS).

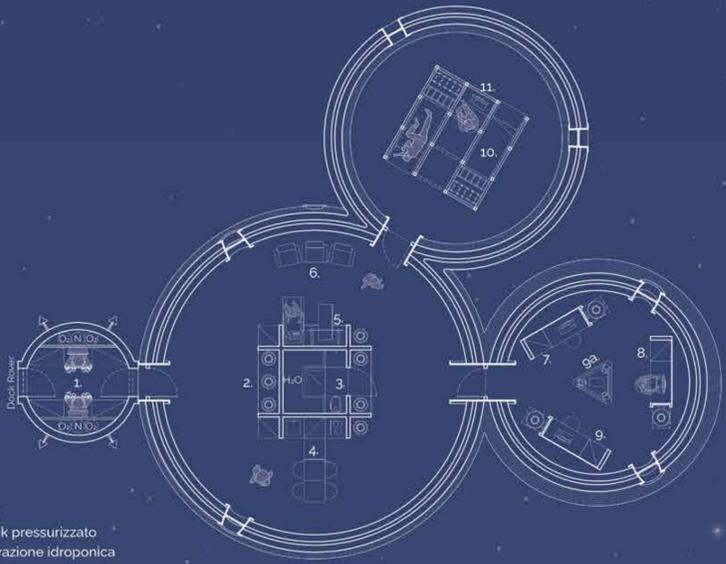
Tre laboratori previsti
Geologia: Per studiare il suolo e le risorse di Marte, come indicato dal rover Curiosity e dal progetto Mars Science Laboratory (MSL).

Biologia: Per gestire le colture idroponiche e supportare la vita, basato sul progetto MELISSA dell'ESA e gli esperimenti della Stazione Spaziale Internazionale (ISS).

Fisica: Per studiare la gravità e le radiazioni, sfruttando dati del Radiation Assessment Detector (RAD) di Curiosity.

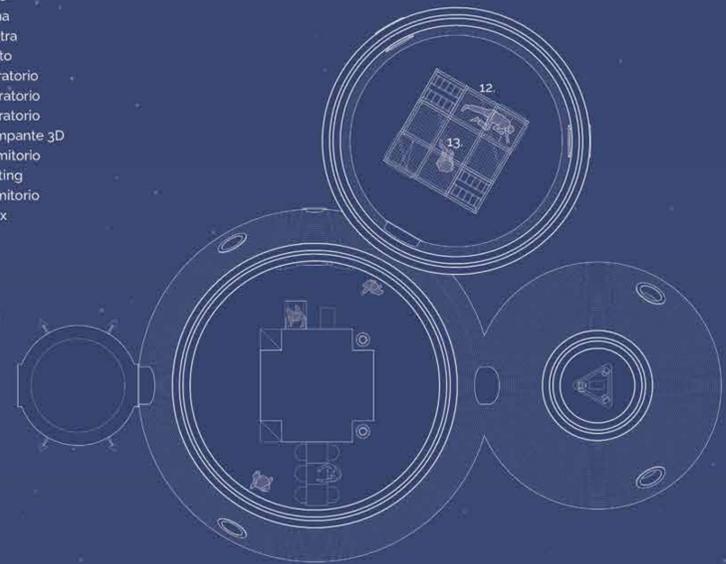


Planimetria



Legenda

1. Airlock pressurizzato
2. Coltivazione idroponica
3. Bagno
4. Cucina
5. Palestra
6. Salotto
7. Laboratorio
8. Laboratorio
9. Laboratorio
- 9a. Stampante 3D
10. Dormitorio
11. Meeting
12. Dormitorio
13. Relax



Modulo Giorno - Lavoro

Ispirato a *Alberto Rosselli* e *Isao Hosoe* con la loro *CASA MOBILE* (1971/72), e a *Sasa Janez Machig* con il suo *K67 KIOSK* (1944) dal design compatto e modulare, pensato per adattarsi a spazi ridotti ma funzionali, ideale per la vita quotidiana in un ambiente chiuso come lo deve essere per Marte.
L'idea di mobilità e flessibilità è cruciale per rendere lo spazio vivibile e adattabile a diverse attività.

Per i laboratori, l'ispirazione proviene dal *MOBILE and FLEXIBLE ENVIRONMENT MODULE* (1972) di *Ettore Sottsass*, che offre un ambiente di lavoro dinamico e adattabile. Questo concetto è fondamentale per i laboratori su Marte, dove gli spazi devono rispondere a esigenze scientifiche in continua evoluzione, consentendo agli astronauti di riconfigurare l'ambiente in base alle attività di ricerca e sperimentazione.

ALLUMINIO

Strutture portanti del modulo e pannelli di chiusura

REGOLITE e POLIMERI

Aumenta la durabilità, riducendo fragilità e migliorando il comfort

ABS

bilancia resistenza, flessibilità e facilità di stampa 3D

Modulo Notte

Si ispira a soluzioni minimali ed efficienti come *ABITACOLO BED* (1971) di *Bruno Munari* e il *LIVING CUBE* (1973) di *Victor Papanek* e *James Hennessey*, combinano lo spazio per il riposo con soluzioni di stoccaggio e funzionalità integrate, ottimizzando l'uso dello spazio notturno e garantendo comfort in un ambiente ristretto.

KEVLAR

Leggero, resistente allo strappo

FIBRA DI CARBONIO E NYLON

ottima resistenza meccanica e leggerezza, facilità di stampa 3D sul posto

ALLUMINIO

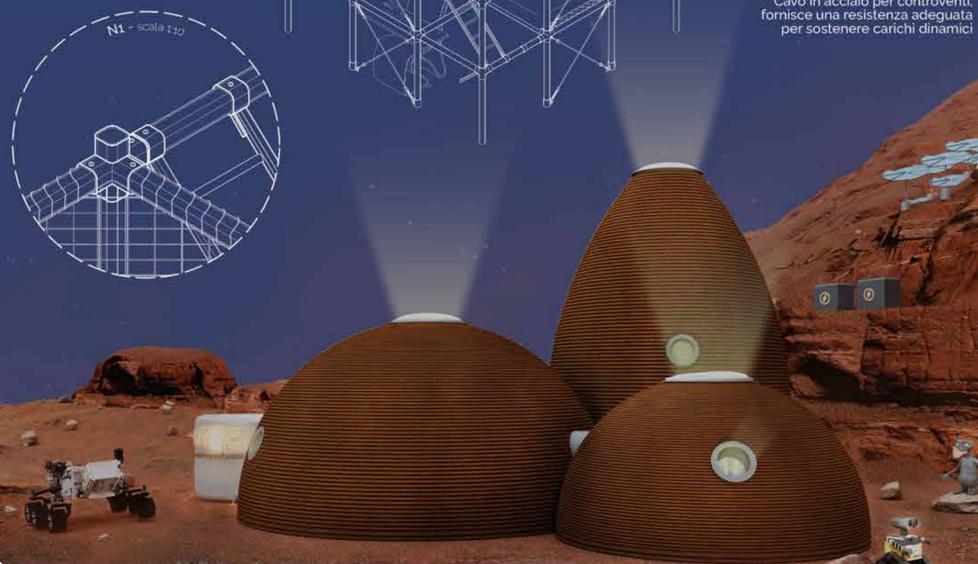
Elementi scapolari da 1m trasportati dalla terra

MEMBRANA SILICONICA

Mantiene la pressione interna, rivestito in microfibra

ACCIAIO

Cavo in acciaio per controventi, fornisce una resistenza adeguata per sostenere carichi dinamici



ABSTRACT – ARES | a new homebase

La progettazione di moduli abitativi per il primo insediamento su Marte è analizzata considerando sfide ambientali e opportunità tecnologiche. Il progetto nasce dal "sogno" di esplorare nuovi mondi, ispirato da opere letterarie, cinematografiche e progetti architettonici utopistici. Il "bisogno" di un insediamento marziano è motivato da crisi globali come cambiamenti climatici, esaurimento delle risorse e rischio di conflitti nucleari. Viene rivista la "realtà" marziana, comprese le condizioni atmosferiche, l'analisi dei materiali e le esperienze di missioni spaziali come ISS, Mir e Apollo 11. Il "processo" di costruzione utilizza tecniche di stampa 3D con regoliti marziani, descrivendo il sito dell'insediamento e le motivazioni scientifiche. Il "progetto" esplora la progettazione degli spazi abitativi, le funzioni necessarie e le soluzioni per la sopravvivenza umana. I risultati suggeriscono che l'insediamento su Marte è possibile, favorendo l'espansione della civiltà e lo sviluppo di tecnologie sostenibili applicabili anche sulla Terra.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAMERINO
SCUOLA DI ARCHITETTURA E DESIGN “E. VITTORIA”

CORSO DI LAUREA IN
ARCHITETTURA

.....

TITOLO DELLA TESI

.....
.....**ARES | a new homebase**.....
.....

Laureando/a
Nome..... **Michele Mecozzi**.....

Firma..... *Michele Mecozzi*.....

Relatore
Nome..... **Roberto Ruggiero**.....

Firma..... *Roberto Ruggiero*.....

Se presente eventuale Correlatore indicarne nominativo/i

.....
.....

ANNO ACCADEMICO
2022/2023

.....