

## Abitare lo spazio

Parallelamente ai progetti di tutti i giorni, da tempo il nostro ufficio è impegnato nella progettazione di nuove modalità per costruire sulla Luna e su Marte, partendo da una base di ricerca concreta e con l'obiettivo di sviluppare soluzioni che possano trovare un'effettiva applicazione in un futuro prossimo. Visto lo stato in cui stiamo "riducendo" la Terra, molto probabilmente un giorno sarà necessario spostarci su altri pianeti e corpi celesti per estrarre nuove risorse.

Vivere nello spazio è però un'impresa estremamente difficile: la mancanza di ossigeno, il vuoto assoluto, l'assenza di suono, gli enormi sbalzi termici e le radiazioni rendono ardua la sopravvivenza al di fuori dell'atmosfera terrestre e dovrebbero farci ulteriormente riflettere su quanto sia importante preservare il nostro pianeta. Pensando a una lunga permanenza lontani dalla Terra, bisogna tenere conto delle ripercussioni sia di carattere fisiologico che psicologico: vivere in un ambiente chiuso, in spazi ristretti (e magari sotterranei) può infatti portare a depressione, disagi psicologici e relazionali.

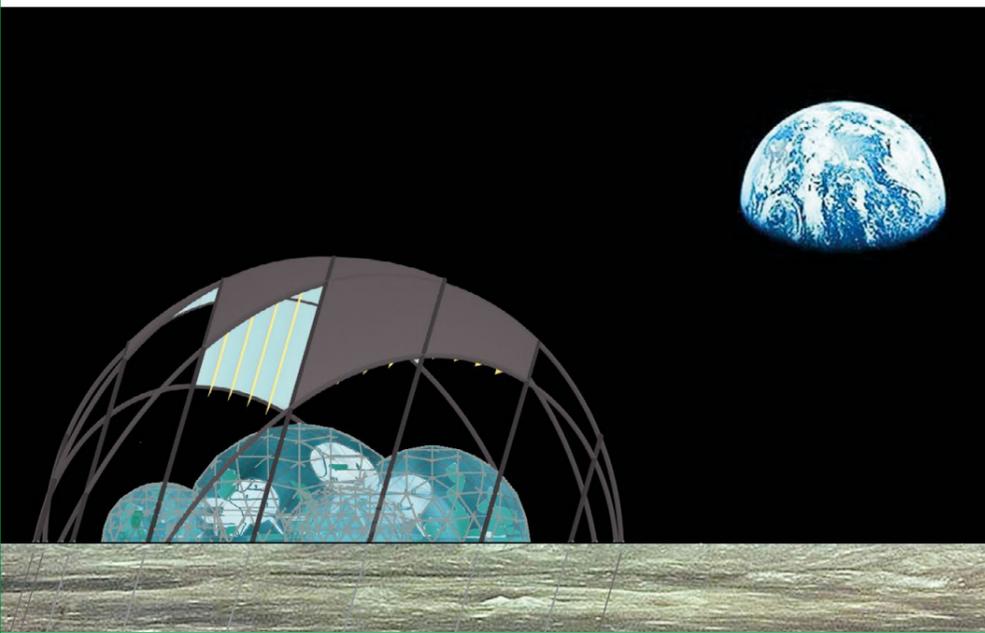
Su questi presupposti, quali dovrebbero perciò essere le caratteristiche di una base spaziale realmente vivibile? A questo proposito abbiamo immaginato un avamposto trasparente da dove sia possibile osservare il panorama esterno e vedere la luce del Sole: un luogo confortevole, ricco di vegetazione e di corsi d'acqua, dove sentirsi a casa proprio come sulla Terra.

Si tratterebbe necessariamente di un villaggio eco-sostenibile e a emissioni zero, dato che in un ambiente privo di atmosfera e racchiuso all'interno di un involucro è fondamentale preservare la qualità dell'aria e conservare le risorse.

La progettazione di una colonia extra-terrestre a prima vista può apparire come un obiettivo estremamente lontano dalla pratica ingegneristica, ma noi riteniamo che rappresenti un'occasione estremamente valida per stimolare un approccio trasversale alla progettazione, nonché un pretesto per sperimentare soluzioni che possano essere applicate anche per risolvere problemi di tutti i giorni (soprattutto di carattere ecologico).

Se il momento in cui saremo in grado di vivere su altri pianeti forse è ancora lontano, continuare a sognare le stelle non può comunque che farci bene.

Rendering di un insediamento lunare al di sotto dell'intreccio di cavi di un toroide verticale (Solenoid Moon Base City).



## 01

### Solenoid Moon Base City / Versione con toroide verticale, 2017

Costruire una base lunare ad involucro trasparente è un compito complesso: le pareti esterne devono essere abbastanza robuste e composte da più strati per resistere alla pressione interna e garantire l'isolamento termico, mentre allo stesso tempo è necessario creare una barriera contro le radiazioni cosmiche.

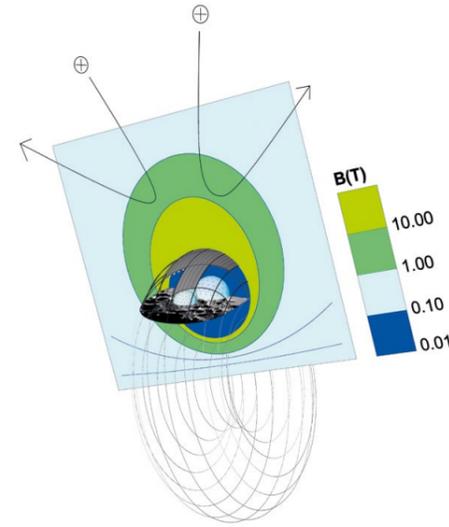
La nostra soluzione consiste nel creare un campo magnetico artificiale abbastanza potente da respingere le particelle ionizzate dannose e allo stesso tempo innocuo in prossimità dell'area abitata. In un primo studio del 2017 abbiamo progettato una base spaziale collocata all'interno di un grande toroide verticale composto da cavi elettrici superconduttori ad alta tensione, per la maggior parte interrati al di sotto della superficie lunare.

La corrente elettrica necessaria che abbiamo stimato è elevata, in quanto la potenza dovrà risultare inversamente proporzionale alla resistenza offerta dagli stessi cavi al passaggio dell'elettricità. I cavi saranno inseriti in tubolari curvilinei in VECTRAN gonfiati ad alta pressione e sugli stessi poggerà una cupola composta da pannelli in lamiera a protezione dai micro-meteoriti. La costruzione dell'orbitura (alta circa 200 metri) e dei pannelli è resa possibile grazie alla bassa gravità e all'assenza di azioni meteoriche.

La tecnologia necessaria per realizzare questa base è già disponibile: gli ambienti verranno racchiusi in cupole pressurizzate composte da cuscini realizzati in diversi strati di EFTE e sostenuti da un intreccio di funi in trazione.

La nostra ricerca è stata presentata presso l'AIAA Space Forum 2017 di Orlando (Florida) e citata nel video "Can We Protect Astronauts From Radiation?" dal canale Youtube "Universe Today".

Nel 2018 il nostro progetto è inoltre apparso sulla rivista di astronomia/ astronautica "Nuovo Orione" (giugno) e sul quotidiano nazionale "La Stampa" (novembre).



Visualizzazione delle intensità del campo magnetico generato dal toroide di cavi.

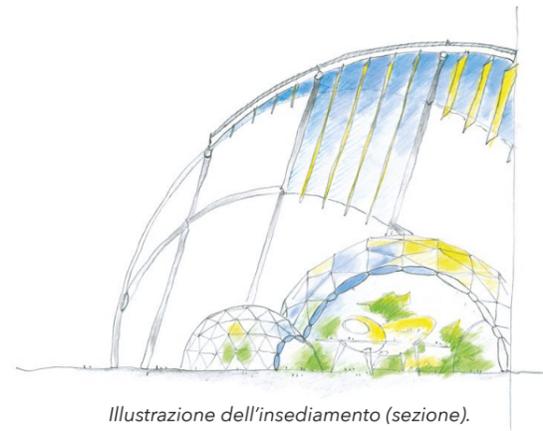
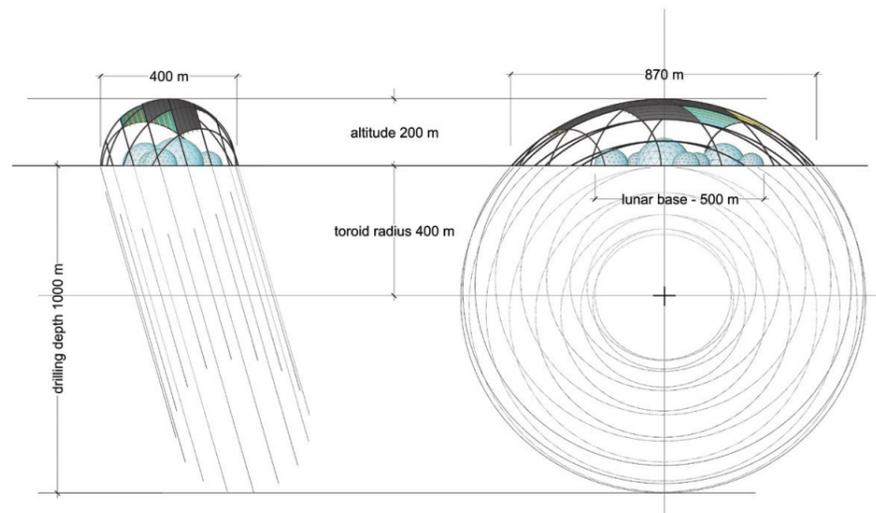


Illustrazione dell'insediamento (sezione).

Prospetti della base lunare. La maggior parte dei cavi risulta interrata al di sotto della superficie lunare.



## 02

### Solenoid Moon Base City / Versione con toroide orizzontale, 2018

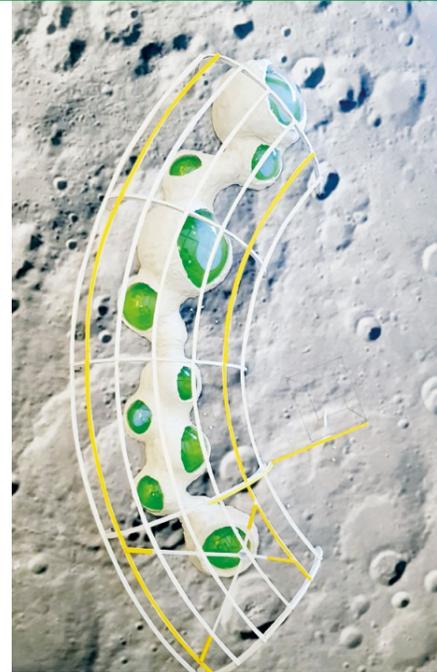
In occasione del congresso IAC 2018 di Brema abbiamo presentato una nuova versione della base lunare sviluppata assieme al prof. Giancarlo Genta del Politecnico di Torino.

In questa soluzione il toroide di cavi è posto in orizzontale: la parte superiore viene sostenuta da archi disposti a cerchio lungo il perimetro del toro, mentre la parte inferiore si sviluppa in cunicoli sotterranei al di sotto della superficie lunare.

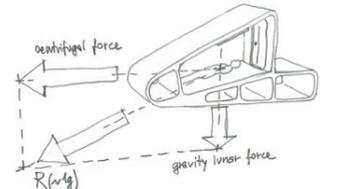
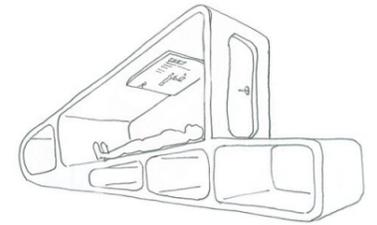
Le cupole abitative verranno "stampate" in situ utilizzando la regolite lunare e sfruttando la struttura stessa del telaio di cavi come componente della stampante: un carrozzone si muoverà lungo i binari coincidenti con alcuni dei cavi e consentirà di ampliare l'insediamento in futuro.

Le cupole saranno parzialmente coperte in sommità per proteggerle dai micro-meteoriti e risulteranno trasparenti solo in corrispondenza delle pareti vetrate, realizzate con moduli triangolari a configurazione geodetica composti da vetri di grosso spessore a più strati. In questo modo non è necessario prevedere un ulteriore scudo protettivo come nel progetto del 2017.

Dato che sul lungo periodo la ridotta gravità della Luna può influire sul corpo umano, abbiamo ideato una "centrifuga gravitazionale" per contrastarne l'effetto sui coloni. Si tratta di una serie di stanze disposte a cerchio e ruotanti attorno ad un asse centrale in modo da generare una forza centrifuga: qui i coloni trascorreranno quotidianamente 2-3 ore (lavorando o riposandosi) in posizione sdraiata e saranno sollecitati da una forza peso artificiale in direzione dei piedi pari a quella terrestre.



Modello della base lunare a toroide orizzontale.



In alto a destra: schizzi delle stanze che compongono la centrifuga gravitazionale.

A lato: schizzo della centrifuga nel suo complesso.

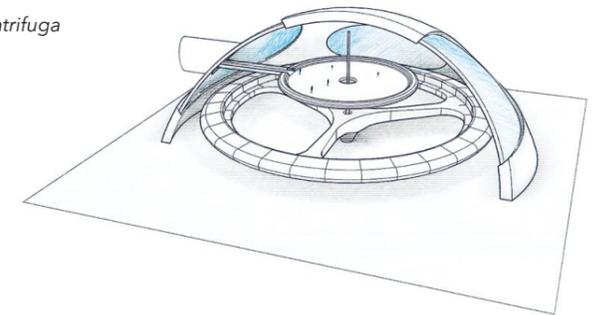
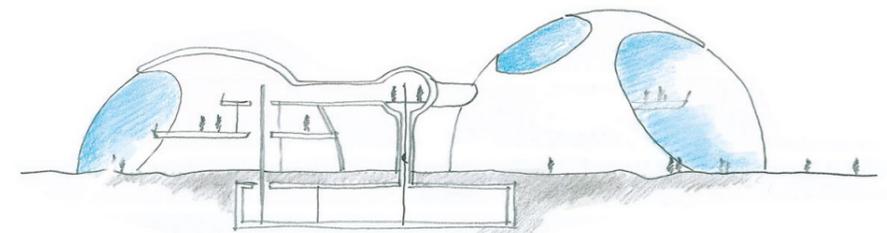


Illustrazione della sezione di alcune cupole dell'insediamento.

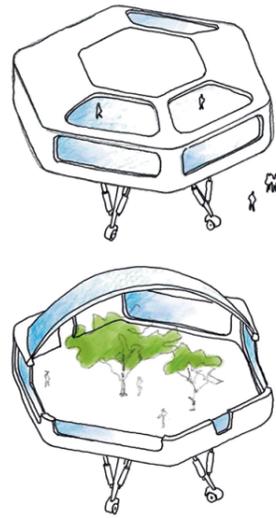


### Studio per astronave e insediamento su Marte / 2018

Nonostante sia dotato di un'atmosfera propria (100 volte meno densa rispetto alla Terra), anche Marte risulta difficile da colonizzare a causa delle radiazioni cosmiche. Dato che attualmente sono necessari 8 mesi di viaggio per raggiungere il pianeta rosso, il nostro progetto prevede di schermare con un campo magnetico artificiale sia l'avamposto che la nave spaziale.

Su quest'ultima verranno trasportati i moduli abitativi della futura base, disposti in modo da formare un cilindro (o una sfera geodetica): la rotazione della struttura produrrà la forza gravitazionale necessaria a proteggere gli astronauti nel corso della traversata.

Giunti in prossimità di Marte i moduli (forniti di motori di discesa e paracaduti autonomi) si distaccheranno dalla nave e atterreranno sulla superficie; una volta al suolo si agganceranno l'uno all'altro andando così a comporre il villaggio. I coloni avranno il compito di installare i cavi elettrici del toroide a protezione dell'insediamento: anche in questo caso la struttura sarà orizzontale, in modo da non dovere scavare troppo in profondità. Questo studio è stato presentato al congresso AIAA Space Forum 2018 ad Orlando (Florida) ed è stato pubblicato sulla prestigiosa rivista American Journal of Aerospace Engineering nel mese di novembre 2018. È stato inoltre citato dal giornalista spaziale statunitense Leonard David sul suo blog nell'articolo *Mars, Moon Dwellings: Artificial Magnetic Fields Protect Settlers* (28 ottobre 2018).

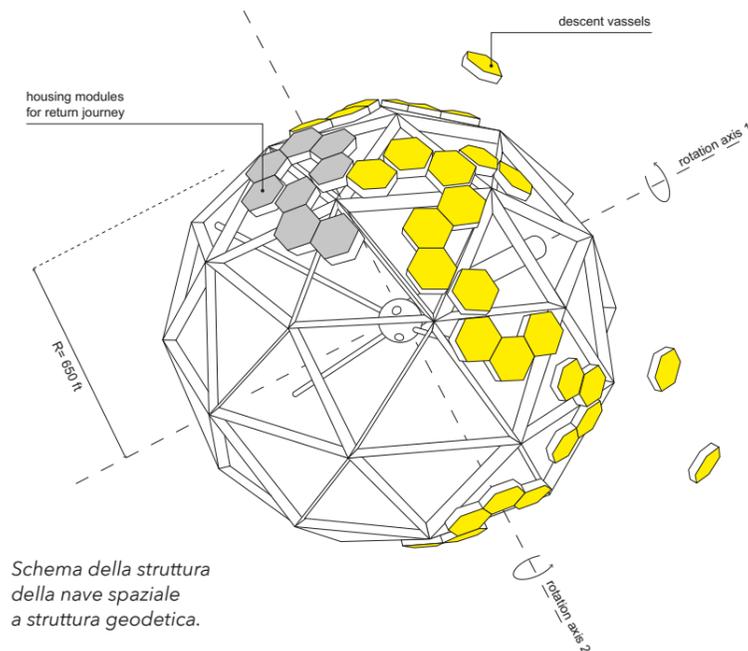
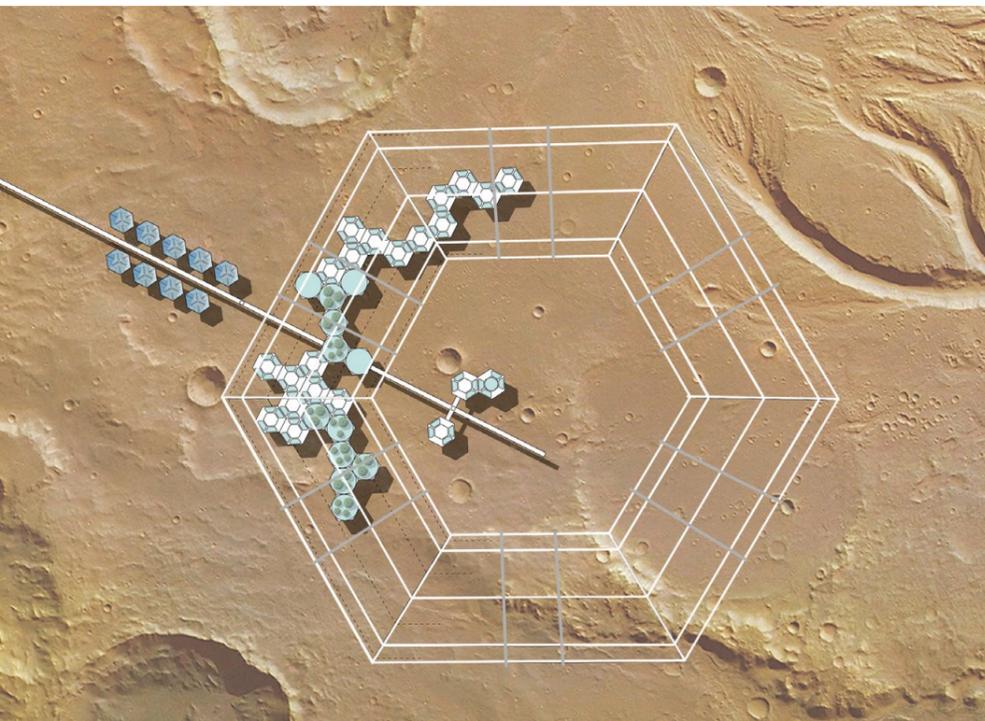


Bozzetti di un modulo abitativo: esterno e sezione interna con serra per coltivazioni idroponiche intensive.

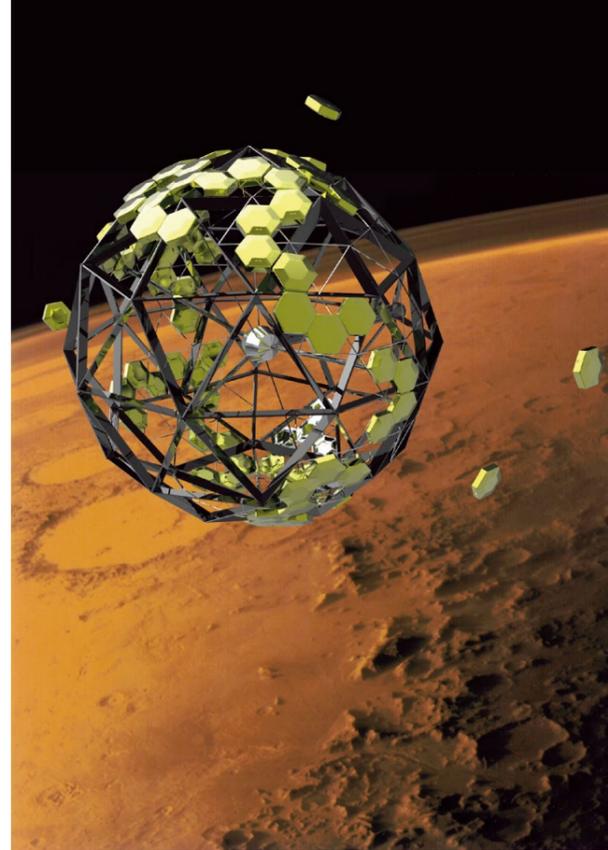


Modellino di una prima versione di astronave per il trasporto dei moduli abitativi e dei coloni.

Simulazione della planimetria dell'insediamento sulla superficie di Marte.



Schema della struttura della nave spaziale a struttura geodetica.



Rendering di una seconda versione di astronave per il trasporto dei moduli abitativi e dei coloni su Marte.



Marco Peroni  
Ingegneria

Via Sant'Antonino 1  
48018 Faenza (RA)  
tel. 0546/31433  
peroni@marcoperoni.it

# Abitare lo spazio

Diamo struttura  
alle idee