

THE



REPORT

marsplanet.org

Marzo 2021 - Numero 3



PERSEVERARE CON INGEGNOSITÀ

THE MARS PLANET REPORT

NUMERO 3/2021

- Perseverare con Ingegneria *di Alex Briatico*
- L'importanza della Space Medicine nell'esplorazione umana dello Spazio *di Antonio Del Mastro*
- Dry immersion simulating microgravity on Earth *di Svetlana A. Lebedeva*
- Effects of space flight on human body *di Anna Nelson MD*
- Qualità della vita e esplorazione spaziale *di Federico Monaco*
- Space Medicine Operations
- Making sure we're getting there *di Manuel La Rosa Betacourt - Neutronstar Orsa*
- Come si guida un rover su Marte? Intervista a Paolo Bellutta, il pilota di Curiosity *di Elia Altieri per AstroSpace.it*



ASSOCIAZIONE CULTURALE

MARS PLANET

VIA DALMINE 10/A - 24035 CURNO (BG) ITALIA +39 035.611.942

INFO@MARSPLANET.ORG

THE MARS PLANET REPORT

COMITATO DI REDAZIONE: ANTONIO DEL MASTRO, EUGENIO SORRENTINO, GIOVANNI BRUNO, FEDERICO

MONACO, ALEX BRIATICO

PROGETTO GRAFICO/IMPAGINAZIONE: ALEX BRIATICO

PER CONTATTARE LA REDAZIONE O INVIARE UN PROPRIO CONTRIBUTO, SCRIVERE A :

MPREPORT@MARSPLANET.ORG

PERSEVERARE CON INGEGNOSITÀ

di Alex Briatico

Mentre sto scrivendo, il rover Perseverance, si appresta ad affrontare il suo secondo Sol sul fondale del cratere Jezero, dopo averci regalato (come sempre) un atterraggio al cardiopalma. La stessa foto di copertina immortalata i momenti finali della sua "folle" discesa. Se ci pensiamo bene, prendere svariati miliardi di tecnologia e spararli verso un puntino rosso nel cielo notturno e, dopo sei mesi, lanciarli nell'atmosfera del pianeta, appenderli a un paracadute per poi farli cadere nella speranza che una gru volante accenda i propri razzi in tempo per poterli adagiare dolcemente sulla superficie, ha un che di folle.

O geniale, ma sappiamo che a volte la differenza è di pochissimo.

Fatto stà che è quello che è successo. E Perseverance è su Marte. In questi momenti sono già arrivati i "babbani" con i loro "perché spendere tutti quei soldi quando sulla Terra...?", ma noi andiamo avanti, perché anche questo è perseverare. Non potevano scegliere nome migliore per questo nuovo tassello dell'esplorazione marziana.

Perseverare nonostante la crisi economica decennale, nonostante la pandemia in atto, nonostante i fondi (che mancano sempre e sempre più mancheranno).

Perseverare, sempre.

Perseverare, come vedremo nel corso di questo numero, anche se lo spazio fuori dall'atmosfera non è fatto per noi. O meglio, noi non siamo fatti per lo spazio. Ma questo non ci ferma nel nostro bisogno di varcare i confini, qualunque essi siano, Ma non basta perseverare per la semplice testardaggine di farlo, bisogna avere una visione ben chiara in testa. La visione di una razza umana finalmente unita nel nome del progresso; un'Umanità che ha finalmente compreso il suo posto di poco conto nell'universo ma che ha abbracciato il potenziale che gli è stato donato. Un'Umanità che ha compreso la fragilità di quel "pale blue dot" da dove proviene, che ha compreso la fragilità della vita stessa. Un'Umanità che si è espansa oltre l'atmosfera, cercando le risorse fuori di essa, per proteggere l'equilibrio sulla Terra. Un'Umanità che ha toccato i confini del Sistema Solare e ha trasformato la sua Prima Casa in un tempio.

Un tempio che ha come divinità la Vita stessa.

Forse siamo sognatori, ma perseveriamo.

Non basta perseverare con una visione ben chiara in testa per procedere in questo cammino.

Serve altro. Serve ingegnosità.

È qui che i nuovi arrivati su Marte rappresentano in toto la strada che vorremmo percorrere.

Perseverare con Ingengnosità. Fino a Marte. E magari anche oltre.

L'IMPORTANZA DELLA SPACE MEDICINE NELL'ESPLORAZIONE UMANA DELLO SPAZIO

di Antonio del Mastro

Se state leggendo il nostro report siete sicuramente degli appassionati del settore spaziale o perlomeno ne siete incuriositi, spinti dal bombardamento di notizie relative a questo settore che arriva quotidianamente da tutti i fronti sui vari mezzi di comunicazione.

Ebbene, voglio partire con lo smorzare un poco il vostro entusiasmo: Il corpo umano non è stato creato e non si è evoluto sinora per andare nello spazio. Siamo il prodotto di un'evoluzione avvenuta completamente sulla terra che non ha tenuto conto di alcuni fattori presenti invece negli ambienti extraterrestri, primo fra tutti, l'assenza totale o parziale di gravità.

La nostra postura eretta è il frutto di un processo molto lungo che ci ha consentito di distinguerci dagli altri primati e che ha modificato in maniera sostanziale la nostra struttura scheletrica rispetto ai nostri parenti più prossimi nella scala evolutiva. Ci orientiamo negli ambienti dove ci muoviamo basandoci in buona parte sul sistema vestibolare, collocato nel nostro orecchio interno. Questo sistema serve ad orientarci nelle tre direzioni e ci supporta nel senso di equilibrio quando, per esempio, corriamo o acceleriamo il nostro passo.

Quando gli astronauti si trovano sulla stazione internazionale internazionale (ISS) provano un senso disorientamento ed anche vertigini, dovute al fatto che il sistema vestibolare si trova in un ambiente diverso da quello in cui è stato progettato.

Sulla Luna e su Marte la gravità ha valori diversi da quella terra (1/6 ed 1/3 ca. rispettivamente). Questo avrà un effetto sul modo di camminare dei futuri esploratori Lunari e marziani. In parte gli effetti della gravità ridotta sono stati già studiate nelle missioni Apollo che hanno portato l'uomo sulla Luna. Ma moltissimo resta ancora da studiare per comprendere come gli effetti della gravità nello spazio possano avere conseguenze sulla salute dei futuri astronauti.

Effetti che si manifestano chiaramente sul sistema scheletrico: le nostre ossa, in assenza di gravità o in gravità ridotta, "si accorgono" che non devono più lavorare per mantenere il corpo umano in posizione eretta e



tendono a decomporsi, perdendo calcio. I muscoli, non partecipando più al mantenimento della postura eretta, si atrofizzano.

Questa è la ragione per cui vediamo spesso filmati di astronauti sulla ISS fare esercizi ginnici giornalieri: bisogna assicurare che l'apparato scheletrico si mantenga, nei limiti del possibile, intatto durante la permanenza nello spazio.

La diversa gravità produce anche effetti sul sistema di trasporto dei fluidi nel nostro corpo. Sull'ISS i membri dell'equipaggio sperimentano l'accumulo di sangue nella parte superiore del corpo e nella testa, che è causa del classico aspetto gonfio del volto degli astronauti.

Gli effetti della gravità si manifestano anche su varie funzionalità del cuore (il quale subisce variazioni di dimensione nello spazio) e sulla composizione del sangue.

Le radiazioni sono un altro fattore che può avere un grosso ruolo sulla salute degli esploratori spaziali. Nello spazio le radiazioni sono essenzialmente di due tipi, quelle dovute al Sole e quelle che arrivano nel sistema solare provenienti dallo spazio remoto come risultato di attività fisiche complesse che si manifestano nelle stelle e nelle galassie. I due tipi di radiazione sono distinti per l'intensità, la tipologia di particelle radioattive ed il periodo in cui si manifestano. È noto, ad esempio, che il Sole ha cicli di emissione del vento solare di 11 anni nei quali vengono prodotte periodicamente tempeste solari che arrivano a lambire la parte esterna dell'atmosfera terrestre penetrando anche negli strati sottostanti.

Qualora le radiazioni venissero a contatto con il corpo degli astronauti potrebbero, a seconda dell'intensità, durata, tipologia ed area del corpo interessata, procurare danni reversibili o permanenti, come la sterilità, tumori o conseguenze sull'efficienza del sistema immunitario.

Ecco perché, soprattutto in vista della creazione di postazioni umane permanenti sulla Luna e su Marte occorre studiare approfonditamente i mezzi, inclusi i materiali innovativi, destinati a proteggere gli ambienti che ospiteranno gli astronauti, ma anche le loro tute spaziali impiegate durante le missioni esplorative all'esterno (EVA).

Non meno importanti sono altri effetti di natura psicologica e relazionale. Sull'ISS gli astronauti vedono sorgere ed il calare del sole molte volte nel giro di 24 ore. Questo cambiamento continuo altera il ciclo circadiano che presiede alla gestione del ritmo giorno/notte, essenziale per evitare stress psicologici che possono nuocere all'efficienza delle attività che gli astronauti devono compiere nello spazio.

Non ultimo, lo stress, il confinamento in un ambiente speciale come quello spaziale possono influire sullo spirito collaborativo necessario all'equipaggio per portare a termine i compiti assegnati alla missione.

Tutto questo serve a fermare la corsa dell'umanità per conquistare nuovi mondi nello spazio e diventare una specie multi-planetaria?

La nostra risposta è No. Quest'anno festeggiamo i 60 anni dal primo volo umano nello spazio, quello di Juri Gagarin nel 1961. In questo primo viaggio umano l'obiettivo scientifico dell'esperimento era uno solo: assicurarsi che l'uomo non morisse nello spazio e che poteva ritornare sulla terra.

Da allora sono stati fatti passi immensi. Oggi gli astronauti vivono sull'ISS per più di un anno, hanno a disposizione attrezzature e farmaci che servono a mantenerli ad un livello di salute accettabile. Nuove tecnologie e nuovi saperi si stanno accumulando per poter ulteriormente migliorare la sicurezza dei futuri esploratori umani in vista di un appuntamento, quello della permanenza fissa sulla Luna e su Marte, che appare sempre più vicino.

In tutto questo Mars Planet, che effettua ricerche già da alcuni anni in questo settore, organizza una missione di simulazione denominata SMOPS (Space Medicine Operations) durante la quale saranno condotti alcuni esperimenti di medicina dello spazio che forniranno un contributo alla ricerca in questo campo.



DRY IMMERSION

SIMULATING MICROGRAVITY ON EARTH

di Svetlana A. Lebedeva, Junior Researcher of IBMP RAS

Mankind needs space. Outer space to date is the last frontier for testing human capabilities and ambitions. A global challenge of this scale requires sustained and multidimensional efforts of specialists from different fields of science.

Physicists, mathematicians and engineers are exploring outer space and other planets via satellites, spacecraft and autonomous research complexes.

Space medicine solves the problem of human space exploration. This is a huge field of research into the reaction of the human body to extreme environmental conditions. Space medicine is engaged in the selection and pre-flight training for astronauts, research in the field of physiology and extreme medicine (barophysiology, gravitational physiology, radiation safety, etc.), the study of the body functional reserves and mechanisms of adaptation to various unfavorable environmental factors.

Before conducting research in space flight, most of the studies are carried out on Earth, in space simulation experiments.

In Russia, the role of the lead and oldest agency dealing with fundamental issues of manned space technology is the Institute for Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences. Its experimental complex includes special stands for studying and simulating the space flight physiological and biological effects ("dry" immersion, hypomagnetic stand), a short-radius centrifuge, a deep-sea diving complex and a mock-up spacecraft for long-term isolation experiments. Thanks to these research stands, many discoveries were made on Earth earlier than in space. You may know the long-term isolation experiments MARS-500 and Sirius, which yielded important data on the

SPACE IS A CHALLENGE
FOR ALL OF US.

HOW SPACE MEDICINE
SCIENTISTS

"GO INTO SPACE"

WHILE STAYING ON EARTH.





physiological, social and psychological effects of long-term close-quarters isolation.

Beyond this, in 2020, the world's first experiment simulating long-term weightlessness («dry» immersion) with the participation of women was carried out! Similar experiments involving men have been conducted since the 70s, which allowed us to study in detail various hypokinetic disorders, to identify the stages of their development, to reveal the underlying mechanisms in male subjects.

I was lucky to be a part of this! Actually, this experiment became possible via a urine collection device (patent RU 197 838 UI) I invented. The problem of urination in women could not be solved for 50 years! It should be said that the device has found its application in the clinic, in women who have lost mobility. Things invented for space very often become an important part of medicine and everyday life on Earth.

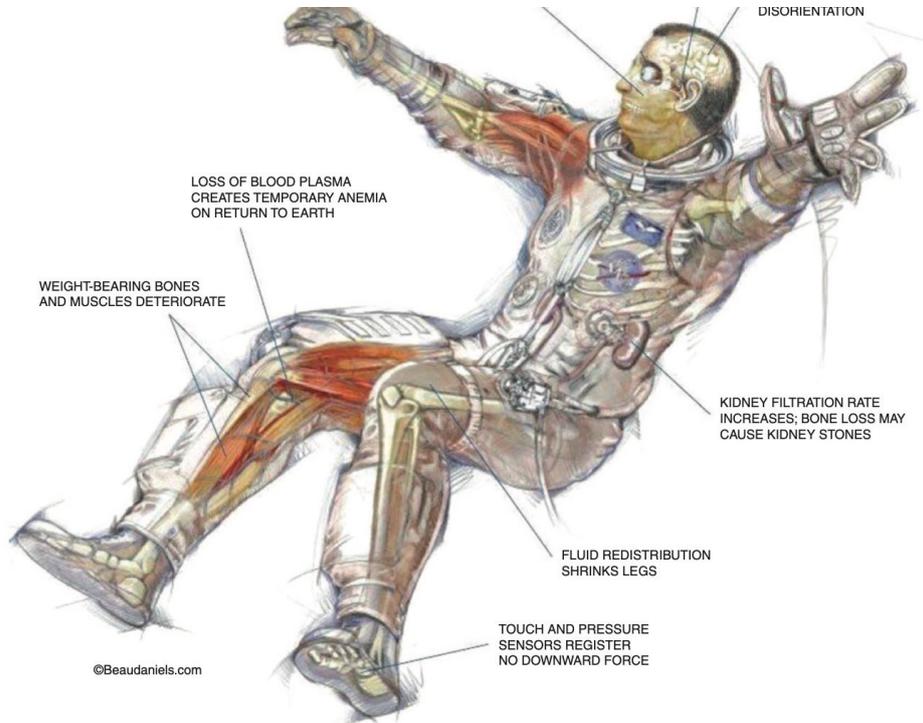
During three days spent in the bath of «dry» immersion, I'm seeing a new side of the experiment, which I had been conducting for several years before. I felt the influence of weightlessness on my own body. It's amazing how much Earth's gravity affects our physiology! Familiar physiological processes change, such as blood pressure and heart rate, body temperature, a functioning digestive and excretory systems. Nevertheless, the human body is very adaptable and have a lot of stamina. It's a good news! Our research results also show that the acute period of adaptation to microgravity in women is faster than in men. Other important results will soon be available in our publications.

It is extremely important to confirm the data obtained in ground-based experiments in real space flight conditions. It seems to me that mankind has come close to being in space not just as tourists, but also as inhabitants. It requires us to join efforts of all mankind: men and women, states and cultures, engineers and doctors, scientists and artists. Space is the challenge that we must accept!

EFFECTS OF SPACE FLIGHT ON HUMAN BODY

di Anna Nelson MD

Thus in exploring the unknown in space and in Mars in particular, it is the journey that matters most. It takes roughly 6 to 7 months to travel to Mars and for what we know, it is a one-way ticket journey. We are still learning, discovering and unearthing the secrets of space and its counterparts. Having said that, every detail of the space journey and mission must be given attention to ensure the success of this mission. Engineering plays a huge part on the success of this mission, nonetheless space medicine plays an equally vital role in ensuring the health and safety of participants in making this discovery journey a fruitful one. Without a healthy astronaut, we would not make it to what we are today. Arguably enormous information had been discovered in space had helped humans not just for their own understanding but also for improvement of the engineering, design and healthcare on earth. Likewise, with current pandemic issue on earth, we learn about disease transmission that can potentially occur in spaceflight.



So what is actually space medicine? Pool SL and Davis JR et al. defined space medicine as “the practice of all aspects of preventative medicine including screening, health care delivery, and maintaining human performance in the extreme environment of space and preserving the long-term health of space travellers”. Not to forget as well emergency events like traumatic injuries, heart attack and hypoxia. Thus there are a lot of work to be done to map out the contingency plan in the unlikely event of emergency. We must not be complacent despite knowing that medical emergency is least likely to happen. Komorowski M et al.(2015) divided a list of medical emergency in space in their study to two divisions and they are earth-like conditions like renal stone, heart attack and space – specific conditions like hypothermia and hypoxia. ESA reported in 2002 the chances of getting medical problem is 0.06 person-year. With long journey to Mars, humans are exposed to a an extreme physiological change due to extremely hostile environment which encompasses the extreme low temperature, low gravity, high level of radiation and lack of oxygen supply for many months. Thus they rely on Environmental Control and Life Support Systems (ECLSS) to maintain an atmosphere that can sustain a human’s life (Komorowski et al (2016))

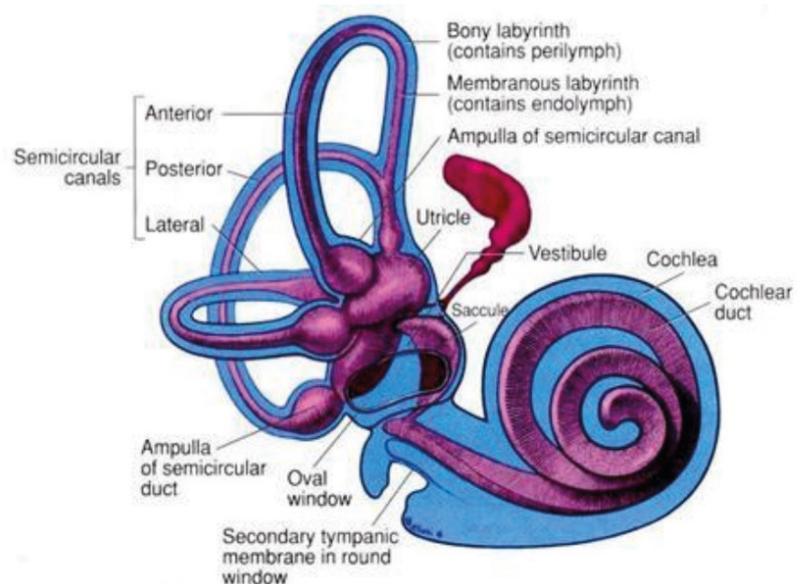
Astronauts have to adapt to living in a confined space for a very long time with minimal movement, amount of

foods and probably shower! Additionally we must not forget how the hostile environment can affect the psychological aspect as well. Therefore that is the reason why every space mission is supported by a team of dedicated medical officers and biomedical engineers to ensure a seamless operation. We can refer to the European Space Agency (ESA) team based in Cologne to understand the structure and function of space medicine team.

Thus, this is what we at Italian Mars Society are excited about with our upcoming mission to Mars simulation which will be held at MRDS station in Utah. We have some exciting plans and experiment with respect to space medicine. Last but not least, we cannot wait to see our highly trained crews to execute the mission in November and we shall wish them best of luck with their mission to Mars mission.

PILLOLE MARZIANE: IL SISTEMA VESTIBOLARE IN MICROGRAVITÀ

L'orecchio umano è composto da diverse piccole strutture che possono essere organizzate in tre distinte regioni anatomiche. L'orecchio interno è composto da coclea e sistema vestibolare. L'apparato vestibolare nell'orecchio interno è costituito da due tipi di recettori sensoriali: i canali semicircolari che segnalano i movimenti rotatori della testa e l'otolite, un organo in grado di percepire le forze lineari, inclusa la gravità. L'attività degli organi otoliti è alterata in microgravità (perché la stimolazione dalla gravità è assente durante il volo spaziale e l'interpretazione dei segnali del recettore gravitazionale come l'inclinazione diventa priva di senso nello spazio. Ciò comporta che durante l'adattamento all'assenza di gravità, il cervello reinterpreta tutti gli output dei recettori gravitazionali). In condizioni di microgravità, i sensi umani reagiscono in maniera differenziata. Il senso dell'orientamento è spesso conflittuale, in quanto non vi è alcun "sopra" o "sotto" in microgravità. Tuttavia, durante la lunga permanenza in microgravità, spesso gli astronauti sviluppano il proprio senso dell'orientamento, seppure in maniera differenziata. I membri dell'equipaggio subiscono un'interruzione del loro sistema propriocettivo, che informa il nostro corpo su come sono orientate le braccia, le gambe e le altre parti del corpo. Questo disorientamento è la causa principale di ciò che viene chiamata Space Motion Syndrome (SMS). La maggior parte dei viaggiatori spaziali soffre di mal di spazio, che porta con sé mal di testa, scarsa concentrazione, nausea e vomito. Di solito però i problemi scompaiono in pochi giorni mentre gli astronauti si adattano al nuovo ambiente. L'esposizione alla microgravità riorganizza le relazioni tra segnali vestibolari, visivi, cutanei, recettori articolari e muscolari.





QUALITÀ DELLA VITA ED ESPLORAZIONE SPAZIALE

di Federico Monaco

Con il termine “qualità della vita” ci si riferisce all’insieme delle condizioni bio-psico-fisiche in cui l’essere umano vive e conduce la propria esistenza. Buone condizioni garantiscono fino a prova contraria una buona qualità della vita. La motivazione e l’atteggiamento della singola persona in condizioni cosiddette alterate o estreme fanno parte dei fattori che rendono possibile la sopravvivenza. L’attenzione al contesto sociale e ambientale è sempre più importante nel garantire un quotidiano accettabile e vivibile anche in condizioni estreme.

Nello spazio la qualità della vita è possibile grazie al funzionamento del sistema tecnologico che permette di vivere in condizioni estreme in assenza di gravità, o in condizioni di microgravità, come nel caso della Luna e di Marte. E’ necessario quindi replicare, o meglio imitare le condizioni che permettono la sopravvivenza non solo fisica. La qualità della vita è legata al benessere mentale, soprattutto in un contesto sociale e culturale. Questi fattori insieme all’habitat artificiale possono rendere una sopravvivenza nello spazio accettabile nel lungo periodo. Per questo è anche utile e funzionale il punto di vista dell’astronauta rispetto alla situazione che si trova a vivere a livello della percezione e di come si ponga verso la condizione di estrema eccezionalità in simulazione e in missione. Gli Human Factors, pertanto, coprono aspetti fondamentali nella progettazione delle missioni e nelle operazioni spaziali che coinvolgono umani. L’atteggiamento e percezione di ciascun astronauta verso la missione è fondamentale. La stabilità dell’umore e delle prestazioni osservate dopo un adattamento all’ambiente spaziale indica che l’efficienza mentale e lo stato emotivo possono essere mantenuti a un livello elevato come sulla Terra anche durante missioni spaziali a lungo termine. Ciò non toglie che le condizioni estreme e tecnologicamente dense riguardino il rapporto dell’uomo con lo spazio a partire dai primi voli d’alta quota nella metà del secolo scorso. Prima la pressurizzazione degli aerei ad alta quota, poi la creazione di un sistema di sostentamento e di monitoraggio delle condizioni biologiche degli astronauti hanno rappresentato un tassello fondamentale dell’avventura umana nello spazio a partire dal cosmonauta Yuri Gagarin fino a record di permanenza sulla MIR di Valery Polyakov di ben 437 giorni. Al rientro dalla lunga il dottor Polyakov, medico specializzato in Medicina spaziale, volle camminare dalla capsula Soyuz alla sedia per dimostrare che il suo fisico fosse in forma. In realtà, ciò che comporta le maggiori complicazioni sono le prime tre settimane nello spazio e -al rientro- le prime due sulla Terra, in quanto il corpo nell’insieme delle sue funzioni non ha il tempo di reagire e adattarsi. L’esercizio fisico e la costanza nel monitoraggio dei parametri vitali costituiscono una forma di prevenzione e



SPACE MEDICINE OPERATIONS

21 Nov - 4 Dec 2021

ANALOGUE MISSION AT THE MARS DESERT RESEARCH STATION
MOAB DESERT, UTAH, USA

Mars is an incredibly harsh environment: global-covering dust storms, toxic terrain, thin atmosphere, extremely low temperatures. To push the concept of human exploration and colonization of the Red Planet, much more research needs to be done on the adaptation of human physiology to such hard conditions. After 6 months of travel in microgravity condition, having dealt with the shock of a planetary reentry and landing, the first crew on Mars will face the challenge of recovery and rehabilitation, but also the need to assess and mitigate independently any possible health emergency throughout the mission.

To enable these opportunities, we are organizing SMOOPS (Space Medicine OPerationS), an analogue mission that will take place between April 24th and May 9th 2021 at the MDRS (Mars Desert Research Station), a research facility owned and managed by The Mars Society in the Moab desert, Utah, USA. For two weeks in isolation, our analogue astronauts will test different technologies and operational scenarios in the field of space medicine, in preparation for future human missions to Mars.

The conditions offered by the MDRS are in many ways similar to the ones that can be found in a possible Mars habitat: desertic environment, crew isolation, spacesuit simulators for external activities, limited living spaces and resources (water and food), local energy (solar panels), and food production (greenhouse). This will allow analogue astronauts on Earth to simulate, as best as possible, the difficulties that human crews will face on the martian surface.

RESEARCH

HEALTHCARE DRONES

PRIME INVESTIGATOR: DOME GROUP

Aerial drone technology has considerably evolved in the past years, thanks to the increasing number of potential applications. Hardware miniaturization and deep-learning algorithms brought this technology to a fundamental role in high-risk scenarios. Mars, due to its geological and atmospheric properties, represents a totally new ground to expand the boundaries of this technology. Aerial drones can become a fundamental subsystem of human activities on Mars, and are especially suitable for the use as long-range, fast-response healthcare providers on the martian surface (as on earth): logistics, safety inspections, search and rescue missions and medical devices deployment can be safely left to swarms of autonomous flying drones. We will test different hardware and scenarios to validate our researches.

MONITORING STRESS BY ACUPUNCTURE

PRIME INVESTIGATOR: MARS PLANET

Stress factors can play an essential role in the performances of future astronauts on Mars. In long-term missions such as expeditions towards Mars, stress can be triggered by predictable and unpredictable events and needs to be controlled through training, monitoring and support. In this experiment, the first layer of a spacesuit contains a system that measures and relieves stress level using electroacupuncture, a variation of the traditional medicine acupuncture technique. Sensors will be placed in the points of the body traditionally employed by acupuncture medicine. With reference to the figure below, these points are related to the measurement of:

Nervous tension and stiff neck.

Stress, fatigue, insomnia, heaviness in the head, eye fatigue

Stomach, anxiety, arm pain, elbow pain and discomfort in the chest.

Nausea, anxiety, palpitations and pain in the wrist.

Emotional imbalance, fear, nervousness, anxiety and forgetfulness.

Nervousness, stress, tightness in the chest, anxiety, depression, hysteria, etc.

The data collected by the sensors are then visualized and analyzed through a software tool.

MARS PLANET SHOES

PRIME INVESTIGATOR: MARS PLANET

Wearable devices will play a key role in future manned exploration of the Moon and Mars. In this experiment, we will test a new type of shoes used to help astronauts to identify parameters of the explored environment and biometrics of their health condition, including emotional responses. A set of sensors will be included in a new model of shoes, specifically designed and produced for this purpose. The signals detected by sensors will be transmitted to the mission control to visualize and monitor the evolution of Extra-Vehicular Activities.

ORGANISERS



EUROPEAN
CENTER FOR
SPACE
EXPLORATION AND
COLONIZATION



Swiss
Institute for
Disruptive
Innovation®



PATRONAGES





MAKING SURE WE'RE GETTING THERE

di Manuel La Rosa Betacourt - Neutronstar Orsa

Colonizing Mars is paramountly dependent on whether equipment cargo can safely enter Mars' atmosphere. NeutronStar Systems UG is part of the European consortium MEESST (Magnetohydrodynamic Enhanced Entry System for Space Transportation). MEESST's proposition is building a superconductor based re-entry system for spacecraft in order to reduce heat fluxes and mitigation of communication blackout; these two problems have been historically the biggest obstacles a spacecraft faces when re-entering Earth or any other planet's atmosphere.

Atmospheric re-entry imposes one of the most demanding and harsh environments a spacecraft can experience. The combination of high spacecraft velocity during re-entry and the rapid compression of atmospheric particles by the spacecraft leads to high-enthalpy gases — which may also be partially ionised — forming around the vehicle. This can significantly inhibit radio communications, and induce high thermal loads on the spacecraft surface. For the former problem, spacecraft currently rely on satellite constellations to communicate through the plasma wake and therefore avoid telecommunication blackout. On the other hand, expensive, extremely heavy, and non-reusable thermal protection systems (TPS) are required to dissipate the thermal loads.

For human exploration missions, such as Mars exploration, or for scenarios where humans return to Earth from beyond LEO orbits, the use of such physical TPS greatly increases the design effort and cost of the spacecraft, and reduces the cost efficiency of the mission by sacrificing payload mass for such systems. The use of electromagnetic fields to exploit magnetohydrodynamic (MHD) principles has long been considered as an attractive solution for the problems described above. By displacing the boundary layer of the ionized gas layer away from the spacecraft, the thermal loads can be reduced, while also opening a magnetic window for radio communications and mitigating the communication blackout phenomenon. The application of this concept has to date not been possible due to the large magnetic fields required (on the order of several tesla magnetic field), which for conventional technologies would necessitate the use of exceptionally heavy and power-hungry electromagnets.

High temperature superconductors (HTS) have reached a level of industrial maturity and commercial availability sufficient for them to act as a key enabling technology for this application. Thanks to their superior current densities, HTS coils can offer the necessary low weight and compactness and efficiency required for space applications, with the ability to generate magnetic fields on the order of several tesla as necessary for re-entry protection. Furthermore, this principle has the potential be further exploited to allow a level of attitude control during re-entry, allowing trajectory optimisation and potentially even removing the need for thruster propellant for re-entry control completely.

The aim of this project is to boost the technology readiness levels (TRL) up to TRL 4 by designing, building and

testing a demonstrator of an MHD enhanced entry system that proves the system can mitigate the telecommunication blackout, generate magnetic forces, as well as reduce the heat fluxes and the integral heat loads in atmospheric entries. The technology demonstrator and the experimental investigations will be supported by numerical simulations with both continuum and particle codes capable of solving plasma and magnetic field interactions. A verification campaign and harmonisation of the existing numerical tools are also foreseen. The target atmospheres are from Earth and Mars, where the majority of the space transportation market will be happening in the near and mid-term future.

The MEESST project coordinated by the Catholic University of Leuven and comprising universities, SMEs and research institutions such as University of Luxembourg, University of Stuttgart, University of Southampton, Karlsruher Institut für Technologie, Absolut System, von Karman Institute for Fluid Dynamics, Theva and AEDS. MEEST is the key technology to future space missions that would otherwise not be possible. Humanity's visions, such as interplanetary cargo transfers, asteroid mining, or interplanetary exploration, cannot be achieved with existing technologies, especially when it comes to major space subsystems, such as re-entry or cosmic radiation protection, offering a real opportunity for enabling new space and mission scenarios.



COME SI GUIDA UN ROVER SU MARTE?

INTERVISTA A PAOLO BELLUTTA, IL PILOTA DI CURIOSITY

di Elia Altieri, autore di ASTROSPACE.IT

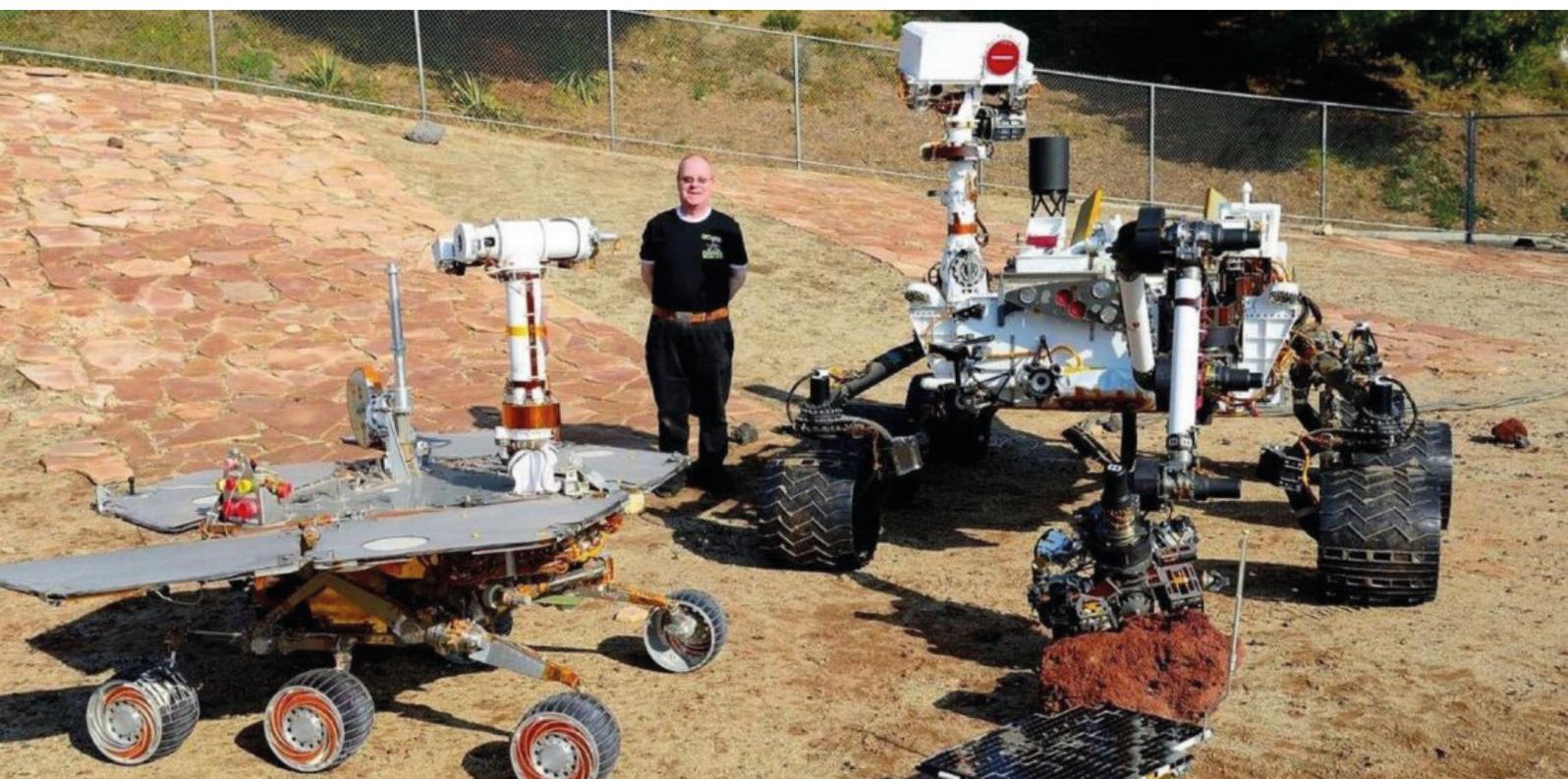
Il 6 agosto del 2012, dopo un viaggio durato più di 8 mesi, arrivava su Marte il Mars Science Laboratory (Curiosity). Nei giorni successivi al suo arrivo, mentre il rover avviava i sistemi per prepararsi all'esplorazione del pianeta rosso, il JPL era in fermento. In mezzo alla folla di tecnici, ingegneri e scienziati che si accalcavano nei corridoi dello Space Flight Operations Facility c'era anche un italiano: Paolo Bellutta, arrivato lì quasi per caso dopo aver risposto ad un annuncio della Nasa su internet.

Specialista in computer science, già dal 2004 Paolo lavorava come pilota di rover, prima con Spirit, poi con Opportunity. Da quel giorno in poi sarà ai comandi anche del nuovo arrivato. Ancora oggi Paolo guida Curiosity attraverso le sabbie di Marte, ed è l'uomo ad aver percorso più chilometri ai comandi di un rover, anche più dei piloti americani che lavorano con lui. Circa 17 chilometri complessivi tra i tre rover! È stato addirittura premiato dal Guinness dei primati per questo particolare record.

I rover sono i nostri occhi e le nostre braccia su Marte; grazie a loro possiamo esplorare un mondo completamente inaccessibile all'uomo (fino a questo momento). Ma la gestione di queste macchine è estremamente complessa a causa del delay nelle comunicazioni e dell'impossibilità di intervenire direttamente in caso di

Sotto: Paolo Bellutta con a sinistra il modello di MER (il rover gemello Spirit e Opportunity) e a destra, Curiosity. In basso il primo rover marziano, il Sojourner. Credits: Paolo Bellutta.

Pagina affianco: Paolo Bellutta con Curiosity. Credits: Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia Leonardo Da Vinci





situazioni pericolose. Per capire come si pilota un rover su Marte abbiamo intervistato Paolo, direttamente dal JPL.

In cosa consiste il suo lavoro? Quali sono gli aspetti principali di cui lei si occupa nel controllo del rover?

Il nome ufficiale del mio ruolo è "rover planner", ma in realtà quello che pianifico sono i comandi per muovere il rover sulla superficie di Marte. In pratica consiste nel negoziare con geologi ed altri scienziati come fare a raggiungere i punti dove poi vengono effettuate le varie osservazioni tramite gli strumenti di misura che abbiamo a bordo del rover. Una volta stabilito il percorso, io stendo una serie di comandi indicando la rotta e altri parametri che bloccano il rover nel caso alcuni valori indichino che il terreno potrebbe essere pericoloso. Questi parametri come pendenza o scivolosità del terreno sono solo parzialmente prevedibili da Terra ma sono calcolati momento per momento dal rover il quale può monitorare il loro andamento e quindi evitare di "mettersi nei guai".

Quali sono le difficoltà e le responsabilità nella gestione di un rover? C'è mai stato un momento particolarmente critico nella sua carriera come pilota?

Direi che la difficoltà maggiore è quella di bilanciare i rischi rispetto alla possibilità di un ritorno scientifico durante l'esplorazione del pianeta. Ogni movimento che il rover esegue comporta un certo livello di rischio, a volte basso, altre volte alto. Può infatti rischiare di scivolare e rimanere bloccato in un'area da cui non riuscirebbe ad uscire. Dall'altro lato, spesso le rocce più interessanti o le zone che potrebbero darci molte più informazioni sul pianeta sono quelle che sono più inaccessibili.

Una distesa piana di sabbia è probabilmente meno scientificamente interessante rispetto ad una parete rocciosa con stratificazione variegata. Trovare il giusto equilibrio tra un aspetto e l'altro è a volte molto complesso.

Uno dei momenti più critici è stato quello in cui abbiamo cercato di trovare un metodo per disincagliare il rover Spirit nel 2009. Purtroppo, dopo mesi di lavoro con simulatori e test con i rover sulla Terra siamo arrivati a trovare un metodo per farlo ma era ormai troppo tardi e questo portò alla perdita di Spirit e alla chiusura della missione.

Come viene scelto il sito da esplorare? Quali sono i fattori che influenzano la scelta del percorso da seguire?

Il punto di sbarco viene scelto in base ai dati raccolti dalle sonde orbitanti le quali ci forniscono osservazioni in remoto sulla composizione del terreno. Possiamo quindi determinare quali zone sulla superficie possono essere più promettenti per soddisfare gli obiettivi della missione. Una volta sbarcati, gli obiettivi giornalieri vengono scelti in base ad osservazioni fatte con le telecamere multispettrali installate sulla "testa" del rover.

Queste ci danno una vista ravvicinata di varie formazioni rocciose e della loro distanza rispetto al rover. Altre telecamere riescono anche a fornire dati riguardo alla conformazione del terreno e quindi quanto difficile può essere il percorso. Infine, una volta raggiunta la zona da osservare, Curiosity è equipaggiato con strumenti (ChemCam) che permettono una analisi iniziale a distanza di qualche metro. Se queste misure indicano qualcosa di interessante possiamo decidere di avvicinarci ancora di più e fare analisi a contatto o addirittura prelevare campioni che poi vengono analizzati da vari spettrometri all'interno del corpo del rover (CheMin, SAM).

Il suo lavoro subirà dei cambiamenti con l'arrivo di Perseverance su Marte? Sarà coinvolto nella gestione del nuovo rover?

Io ho deciso di non partecipare a questa nuova missione. Molti degli aspetti tecnici, quelli che sono forse più interessanti, saranno automatizzati su questo rover. La potenza di calcolo a bordo è notevolmente superiore rispetto a quella dei suoi predecessori. Per questo motivo certe valutazioni che attualmente vengono fatte "manualmente", Perseverance riuscirà a farle direttamente a bordo. Questo ridurrà di molto il carico di lavoro per quelli che saranno chiamati a pilotarlo, ma allo stesso tempo anche il piacere di questo lavoro.

Il pilotaggio di Perseverance sarà diverso da quello di Curiosity? E da quello di Spirit e Opportunity?

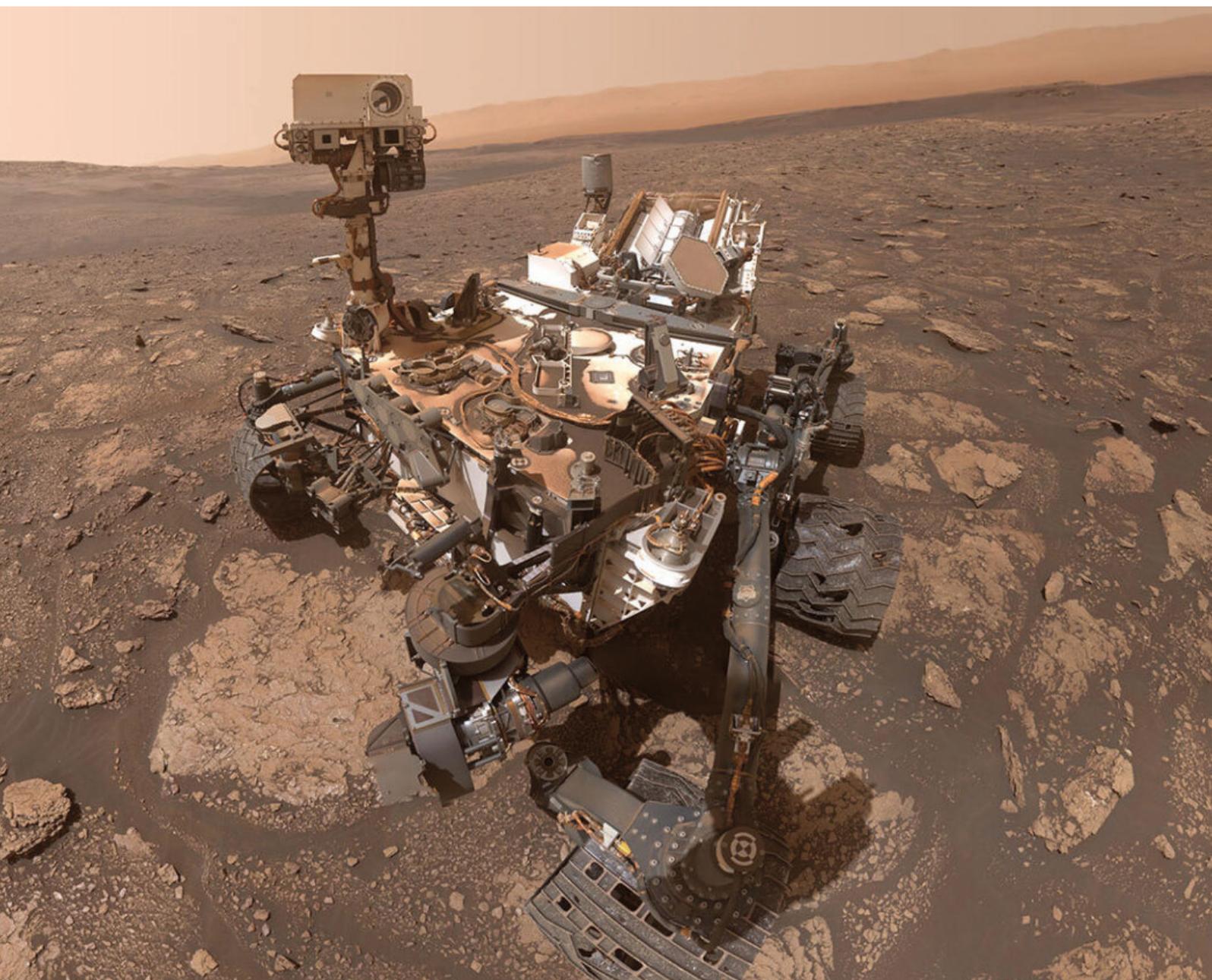
Le differenze sono enormi. Innanzitutto Perseverance avrà potenza di calcolo di parecchi ordini superiori a quelle di Spirit e Opportunity. Oltre ai processori di bordo avrà un FPGA (Field Programmable Gate Array) dedicato all'elaborazione delle immagini per poter aumentare l'autonomia nella decisione sul percorso da scegliere e seguire. Spirit e Opportunity però sono stati i due rover che ci hanno insegnato come fare ad utilizzare queste macchine per esplorare un



altro pianeta. Prima di questi avevamo solo una conoscenza su come operare sonde orbitanti ed alcune sonde stazionarie (landers) ma la gestione di sonde mobili presenta problemi fondamentalmente diversi. In pratica sono state loro le autrici dei "libri" in cui abbiamo accumulato le nostre esperienze, le difficoltà incontrate e le soluzioni adottate per aggirare vari problemi e disguidi tecnici.

Secondo lei come evolverà l'esplorazione robotica di Marte? In cosa saranno diverse le future missioni in termini tecnologici e operativi?

Sicuramente verranno create macchine più intelligenti che saranno in grado di affrontare terreni più difficili. Ma secondo me la parte più interessante sarà quella dell'uso dell'Intelligenza Artificiale per permettere ai rover futuri di decidere autonomamente quali campioni analizzare e quali misure eseguire. Abbiamo già utilizzato delle capacità molto elementari di AI (Artificial Intelligence ndr.) sui progetti MER (Mars Exploration Rover, Spirit and Opportunity) e successivamente su MSL (Mars Science Laboratory, Curiosity) ma c'è ancora molta strada da fare. C'è un po' di resistenza da parte del lato scientifico in quanto toglie un po' la paternità delle scoperte ed un po' toglie il piacere del controllo di quali osservazioni fare, ma prima o poi la comunità scientifica apprezzerà quanto queste applicazioni di AI possano aprire nuove porte e cambiare fondamentalmente la comprensione di come Marte si sia evoluto nel tempo.



VUOI PROVARE L'ESPERIENZA DI CAMMINARE SU MARTE?



Abbiamo due diverse tipologie di postazioni, a seconda delle necessità: **Motigravity** fornisce un'esperienza completa che simula anche una situazione di bassa gravità. È dotata, inoltre, di software che consentono il rilevamento e l'analisi dei movimenti degli utenti, anche a fini medici. Motigravity può essere fornita con diverse tipologie di basi, dalla piana, alla parabolica o con tapis roulant, a seconda delle preferenze e scopi di utilizzo. **Motivity** fornisce un'esperienza senza la simulazione di bassa gravità, ma non per questo meno coinvolgente. Questa postazione è spesso impiegata in musei, centri di divulgazione o eventi sulla realtà virtuale



**MARS
VIRTUAL
SYSTEMS**

Per maggiori info
visita il sito:

WWW.MARSVRSYS.COM



EUROPEAN
CENTER FOR
SPACE
EXPLORATION AND
COLONIZATION

IL FUTURO È ARRIVATO

Da una collaborazione MARS PLANET e la Svizzera SIDI,
nasce l'European Center for Space Exploration and Colonization.

ECSEC vuole diventare un punto di riferimento nel panorama dell'industria Spaziale. Un settore destinato a cambiare radicalmente l'economia del pianeta terra come mai prima d'ora.

DIVENTA PARTNER

www.ecsec.space

ADERISCI ALLA MARS PLANET THE ITALIAN MARS SOCIETY



La Italian Mars Society si pone l'obiettivo di favorire:

- Un vasto coinvolgimento del pubblico per instillare la visione della conquista di Marte.
- Il sostegno a programmi di esplorazione sempre più intensivi finanziati dai governi e dalle grandi società del settore spazio.
- Coinvolgere le piccole e medie imprese nella ricerca collegata all'esplorazione di Marte e contribuire con loro a creare una nuova economia basata sulla colonizzazione dello spazio.

L'adesione ha lo scopo di sostenere il programma di diffusione delle informazioni tecnico-scientifiche e promozionali della Italian Mars Society.

I soci hanno diritto a sconti consistenti sul materiale promozionale e sui costi di registrazione agli eventi organizzati dalla Italian Mars Society.

UNISCITI A NOI THINK BEYOND YOUR PLANET

WWW.MARSPLANET.ORG



