



14 - 18 OCTOBER 2024
MILAN - ITALY

ORGANIZED BY



HOSTED BY



CO-HOSTED BY



SUPPORTED BY



RESPONSIBLE
SPACE FOR
SUSTAINABILITY

IAC2024.ORG





ORGANIZED BY



HOSTED BY



CO-HOSTED BY



14 - 18 OCTOBER 2024



Simone Pirrotta
Agencia Spaziale Italiana
Responsabile Ufficio Esplorazione Robotica



Agencia Spaziale Italiana



(Immagine Credits ESA)

L'esplorazione sostenibile e le risorse extraterrestri



ASSOCIAZIONE ITALIANA PER LO SVILUPPO DELLE ATTIVITÀ DI RICERCA SCIENTIFICA IN ASTRONAUTICA



Agenzia Spaziale Italiana



Agenzia Spaziale Italiana

**Scienza
ed
Esplorazione**

Trasporto
spaziale

Operazioni

Tecnologie

Telecomunicazioni

Navigazione

Osservazione
della Terra

Relazioni
Internazionali

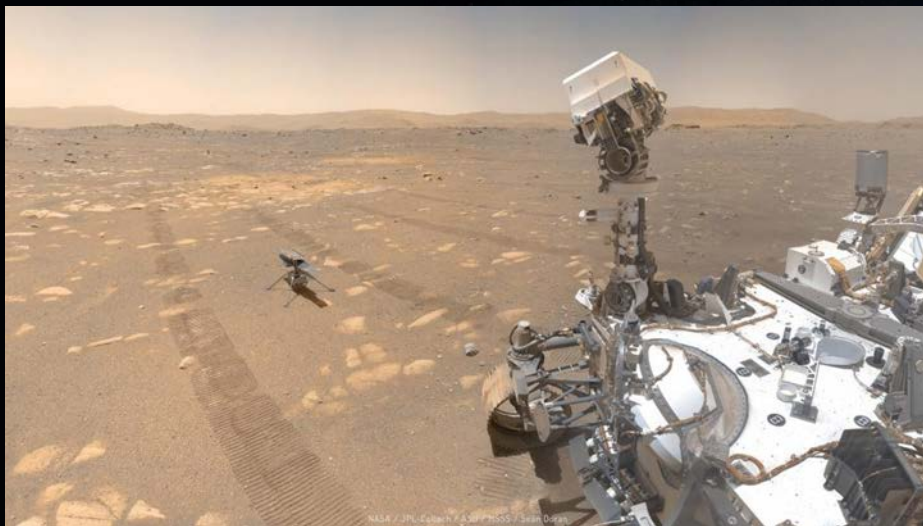
Formazione

Comunicazione

...
e molto altro



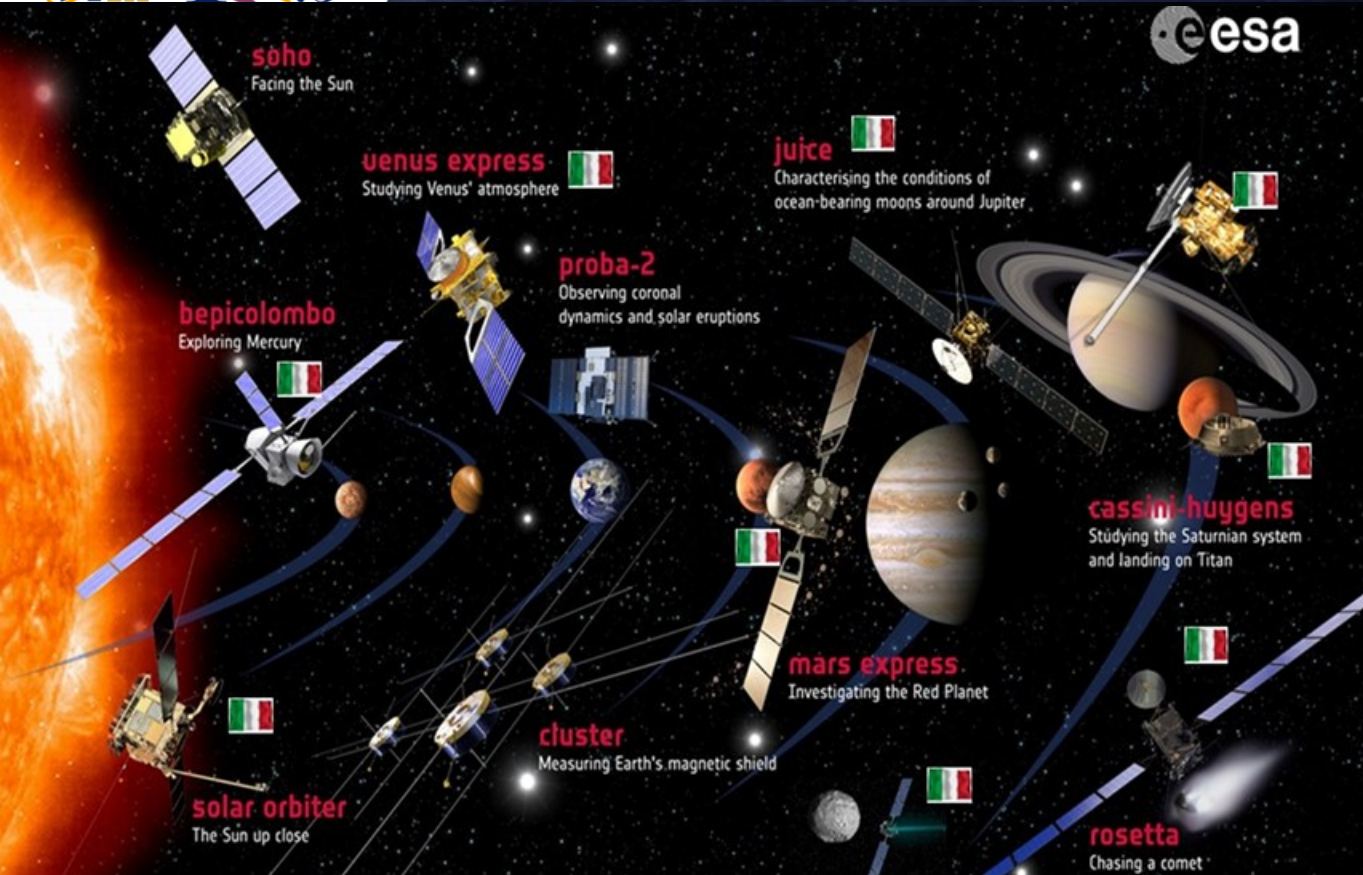
Esploratori robotici e «organici»



The Perseverance captured this image of itself and the Ingenuity Mars Helicopter days before its maiden flight. (NASA/ JPL-Caltech/ ASU/ MSSS/ Seán Doran)



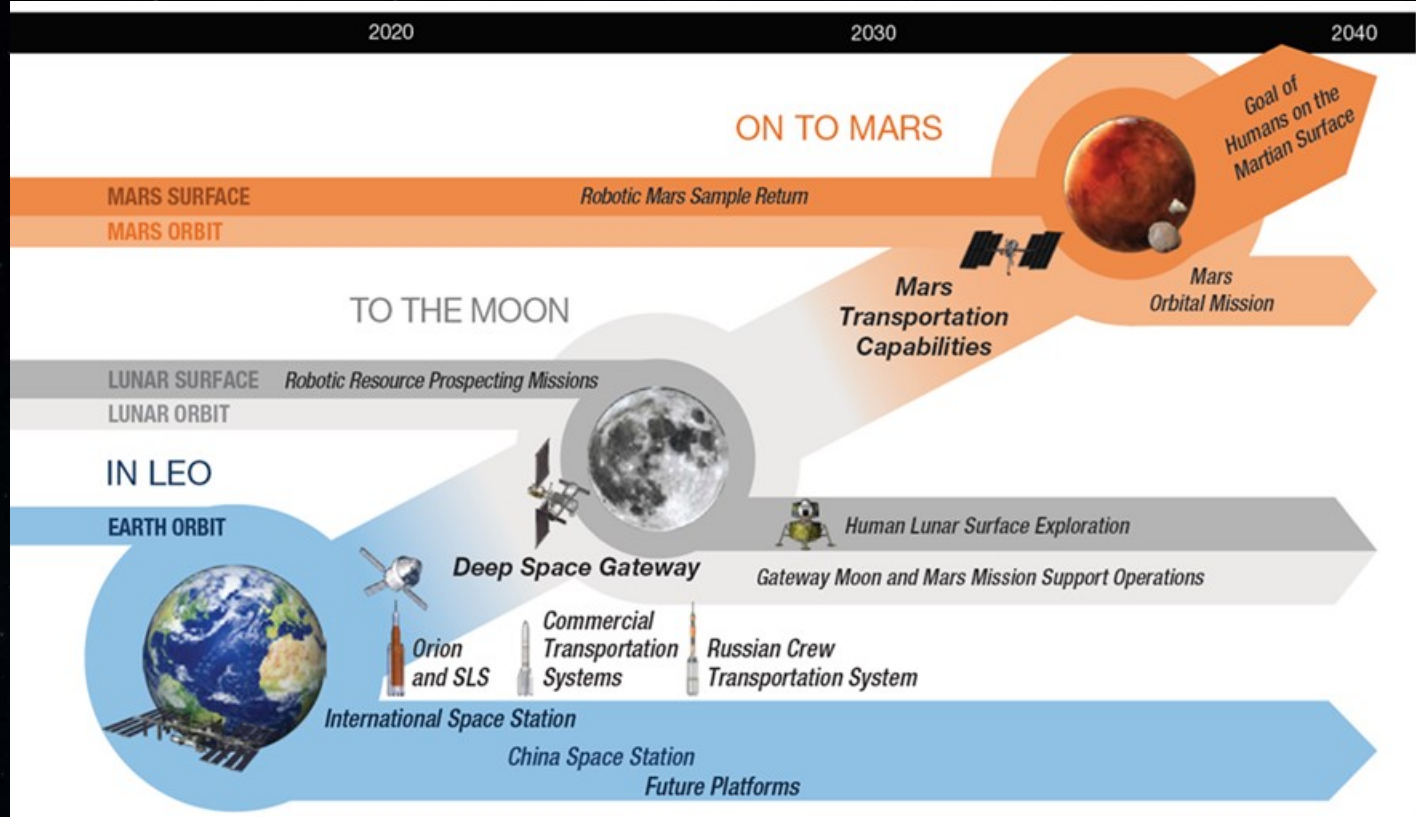
NASA astronaut Harrison Schmitt collect lunar samples during the Apollo 17 mission in 1972 (Credits NASA)

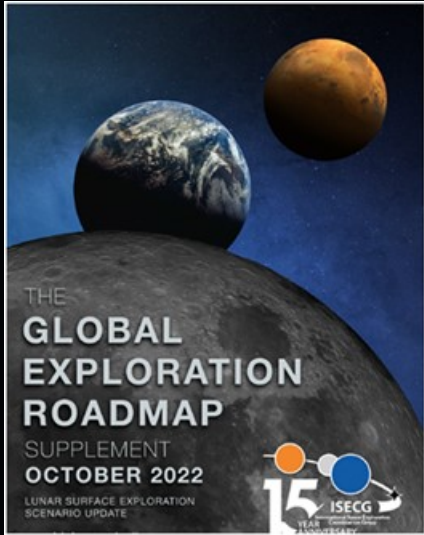


(Credits NASA - JPL)

Robot esplorativi orbitanti

e di superficie





EXECUTIVE SUMMARY

The 2019 Global Exploration Roadmap (GER) outlines a vision and a series of key milestones for the International Space Exploration partnership to explore the Moon and Mars. The GER is a living document that will be updated as the international space community evolves and as new capabilities and opportunities emerge. The GER is a living document that will be updated as the international space community evolves and as new capabilities and opportunities emerge.

ISECG SUSTAINABILITY PRINCIPLES

- Affordability**
Innovative approaches to enable more with available budgets.
- Partnerships**
Provide early and sustained opportunities for diverse partners.
- Human-robotic Partnerships**
Maximise synergies between human and robotic missions.
- Exploration Benefit**
Meet exploration objectives and generate public benefits.
- Capability Evolution and Interoperability**
The stepwise evolution of capabilities with standard interfaces.
- Robustness**
Provide resilience to technical and programmatic challenges.

ISECG SUSTAINABILITY PRINCIPLES

- ◆ **Affordability**
Innovative approaches to enable more with available budgets.
- ◆ **Partnerships**
Provide early and sustained opportunities for diverse partners.
- ◆ **Human-robotic Partnerships**
Maximise synergies between human and robotic missions.
- ◆ **Exploration Benefit**
Meet exploration objectives and generate public benefits.
- ◆ **Capability Evolution and Interoperability**
The stepwise evolution of capabilities with standard interfaces.
- ◆ **Robustness**
Provide resilience to technical and programmatic challenges.

Le tante definizioni della *Sostenibilità*

Connotazione *ambientale*: la sostenibilità si riferisce alla proposizione di soddisfare le esigenze del presente senza compromettere la capacità delle future generazioni di soddisfare le loro.

Questo concetto si estende oltre l'ambiente, comprendendo anche aspetti sociali ed economici.

in ambito spaziale -> ad es. Space Debris

Connotazione *economica*: implicazioni rispetto alla disponibilità delle risorse finanziarie per sostenere l'iniziativa

....

Connotazione *tecnica (in ambito spaziale)*: un determinato profilo di missione deve poter essere sostenuto nel tempo dall'approvvigionamento delle *risorse* necessarie

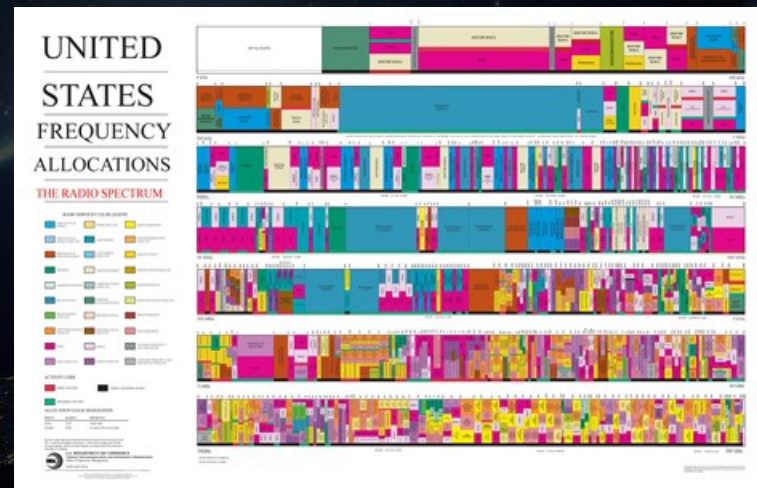
(es.: energia/potenza elettrica, propellente, dati e possibilità di trasmetterli – data rate, ma anche acqua, materiali da costruzione, minerali preziosi, ecc...)

“Ad oggi, non esiste una definizione condivisa a livello globale di cosa significhi comportamento sostenibile nello Spazio. Quantificare, valutare e verificare le linee guida internazionali per la sostenibilità spaziale rimane una sfida”.

*Mino Rathnasabapathy,
Ambassador del Space
Sustainability Rating (SSR)*

Le Risorse nello Spazio

Io Spazio stesso è una risorsa ma anche le frequenze di comunicazione





Risorse che gli esploratori portano con sé

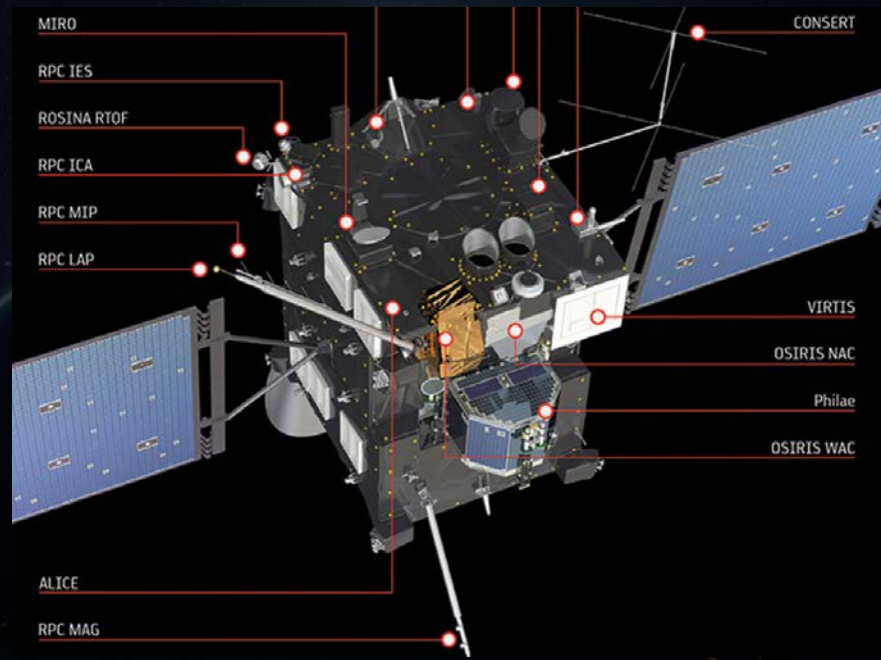


...ma anche:
-dati da trasferire/trasmettere
-massa da trasportare
-propellente

...

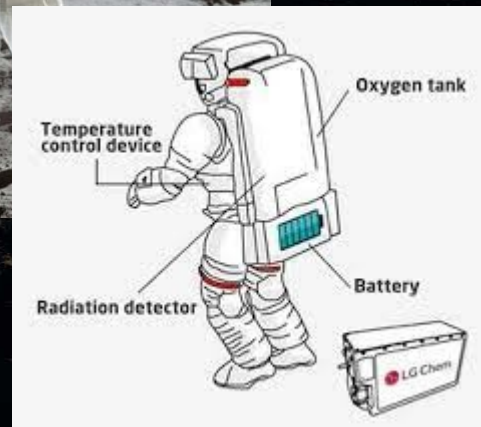
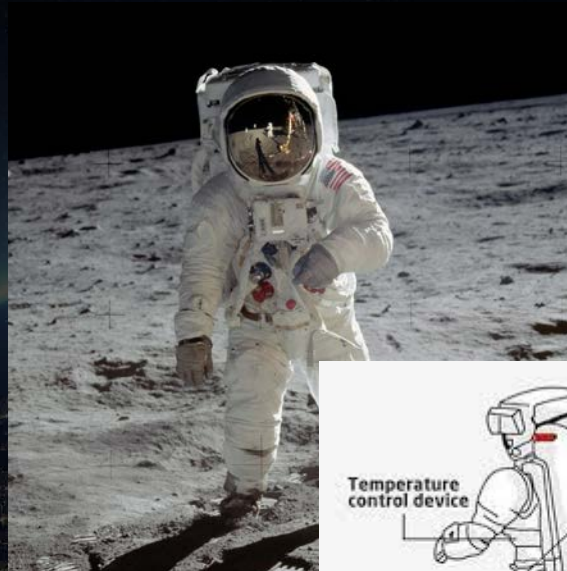
Robot esploratori:

tanti strumenti (da alimentare  **)**





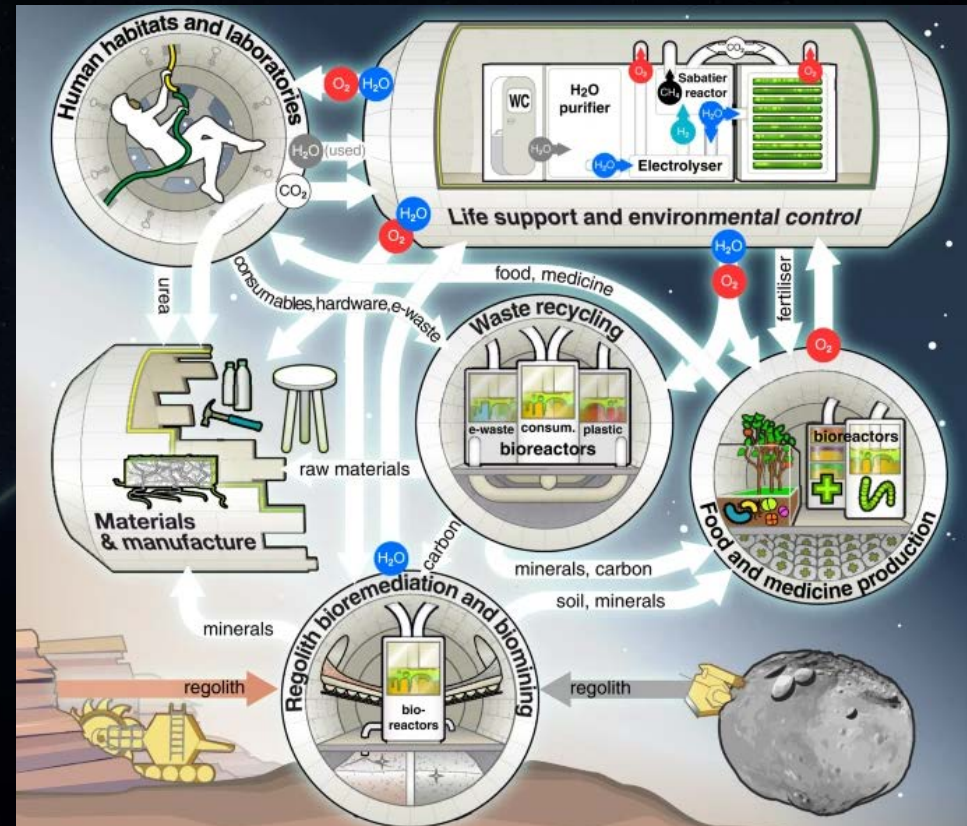
Risorse che gli esploratori portano con sé



«Poiché gli esseri umani aspirano ad avventurarsi nello spazio profondo, l'auto-sostenibilità delle operazioni di missione diventa un aspetto critico. La chiusura del ciclo, che indica il **riciclaggio e il riutilizzo delle risorse** verso la creazione di un'economia circolare, potrebbe migliorare notevolmente la sostenibilità dell'esplorazione spaziale, ed è fondamentale non solo per ridurre al minimo i costi di rifornimento delle risorse dalla Terra, ma anche per considerazioni etiche associate alla produzione di rifiuti spaziali e alla preservazione degli ambienti extraterrestri»

Credits per testo e immagine:
Santomartino, R., Aversch, N.J.H., Bhuiyan, M. et al.

Toward sustainable space exploration: a roadmap for harnessing the power of microorganisms. Nat Commun 14, 1391 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41467-023-37070-2>



Le risorse locali, da utilizzare sul posto – In Situ Resource Utilization ISRU

- Produzione di **energia**

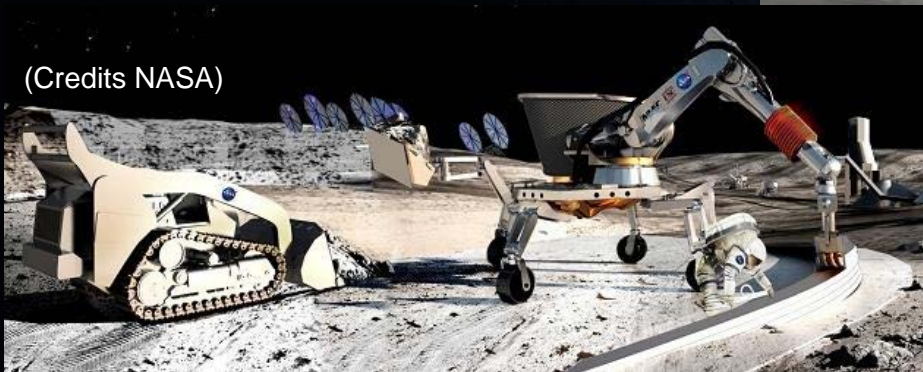
Estrazione di:

- **acqua** (molteplici usi)

- materiali da costruzione

- elementi per produrre energia

(Credits NASA)



(Credits ESA)



*La nuova stagione di Esplorazione spaziale, prima robotica e poi umana, si prefigura come di più lungo periodo e quindi dovrà essere improntata necessariamente alla **Sostenibilità**.*



*L'individuazione di
acqua in alcune regioni
del polo sud della Luna
ha contribuito a
rilanciare i piani di
esplorazione del nostro
satellite naturale*



(Credits ESA, NASA, ISRO)

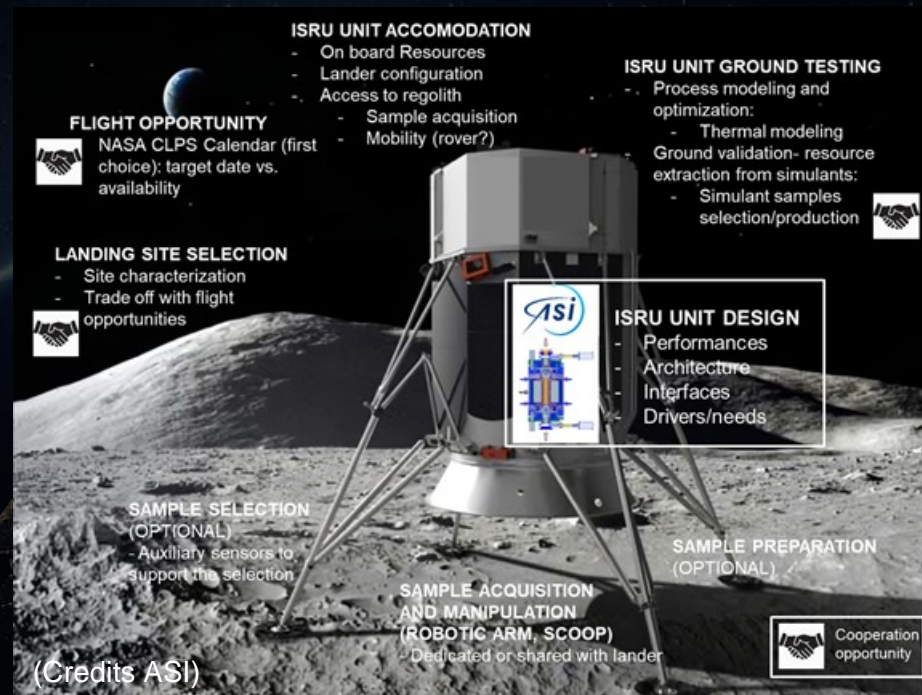


*Il progetto di ASI " **ORACLE Oxygen Retrieval Asset by Carbothermal-reduction in Lunar Environment** " dimostrerà la capacità di estrazione ossigeno (e acqua) dalla regolite lunare mediante un processo carbo-termico*

Il team ASTRA del Politecnico di Milano ha già ottenuto acqua nel corso di test di laboratorio



(Credits Politecnico di Milano)

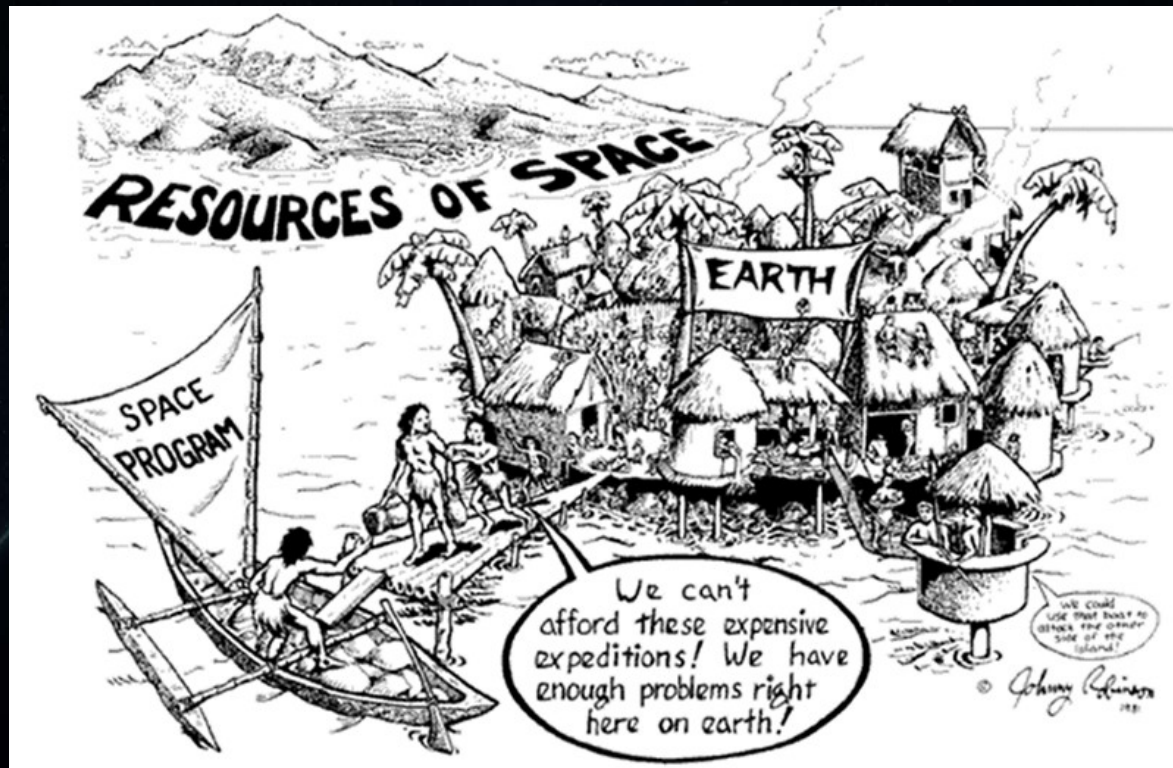


(Credits ASI)

Le risorse locali, da portare e utilizzare sulla Terra: Space Mining

Una possibile strategia di mitigazione del problema della scarsità di risorse richieste dalle nostre tecnologie e necessità.

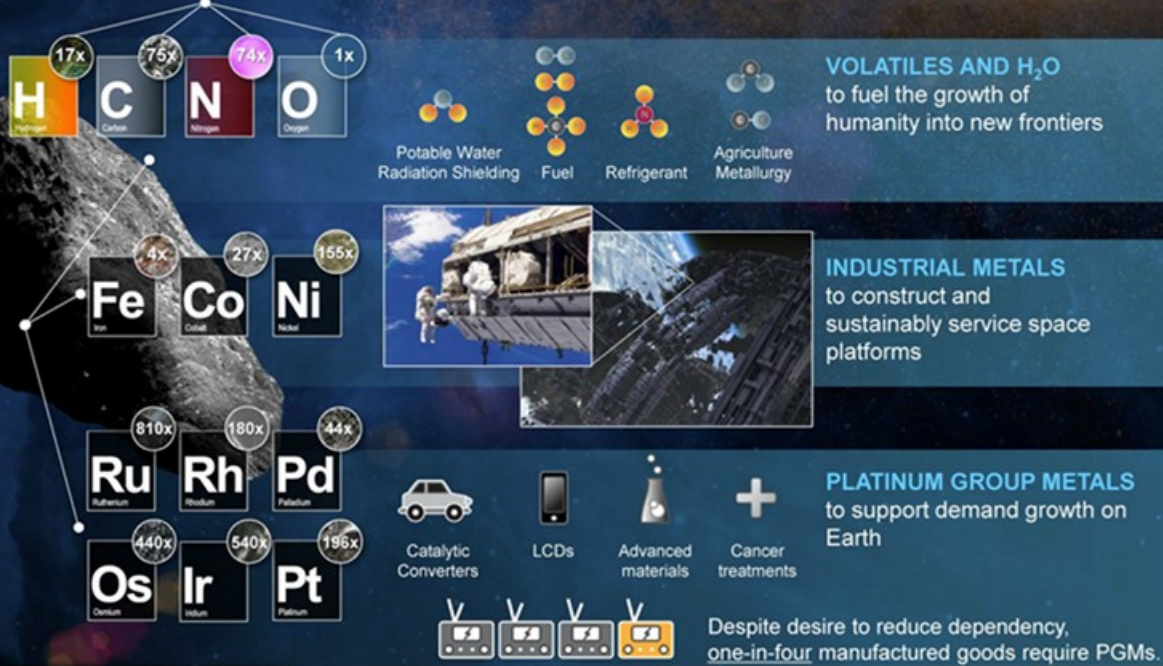
Ad oggi, le complicazioni tecniche e quindi i costi non rendono lo Space Mining ancora conveniente





High Value Asteroid Materials

ASTEROID ELEMENTAL ABUNDANCE RELATIVE TO EARTH'S CRUST



Tra i corpi celesti, gli asteroidi e in particolare i Near Earth Asteroids sono i più promettenti candidati per consentire un accesso a risorse ricercate e in grande quantità



Missione Psyche (Credits NASA)



ORGANIZED BY



HOSTED BY

AIDAA
AGENZIA ITALIANA
DI AERONAUTICA E AERONAUTICA

DC-HOSTED BY



LEONARDO

14 - 18 OCTOBER 2024



Simone Pirrotta
Agenzia Spaziale Italiana
Responsabile Ufficio Esplorazione Robotica
(simone.pirrotta@asi.it)



Agenzia Spaziale Italiana

Domande?

(Immagine Credits ESA)

