

Ricerca del CNR - Istituto Nazionale di Astrofisica
e Radio Astronomia



Bologna, 18 e 19 Maggio 2018

SRITAC 2 - 2018 Officine orbitali, primo livello di espansione civile nello spazio

Protezione dalle radiazioni cosmiche e progetto SR2S

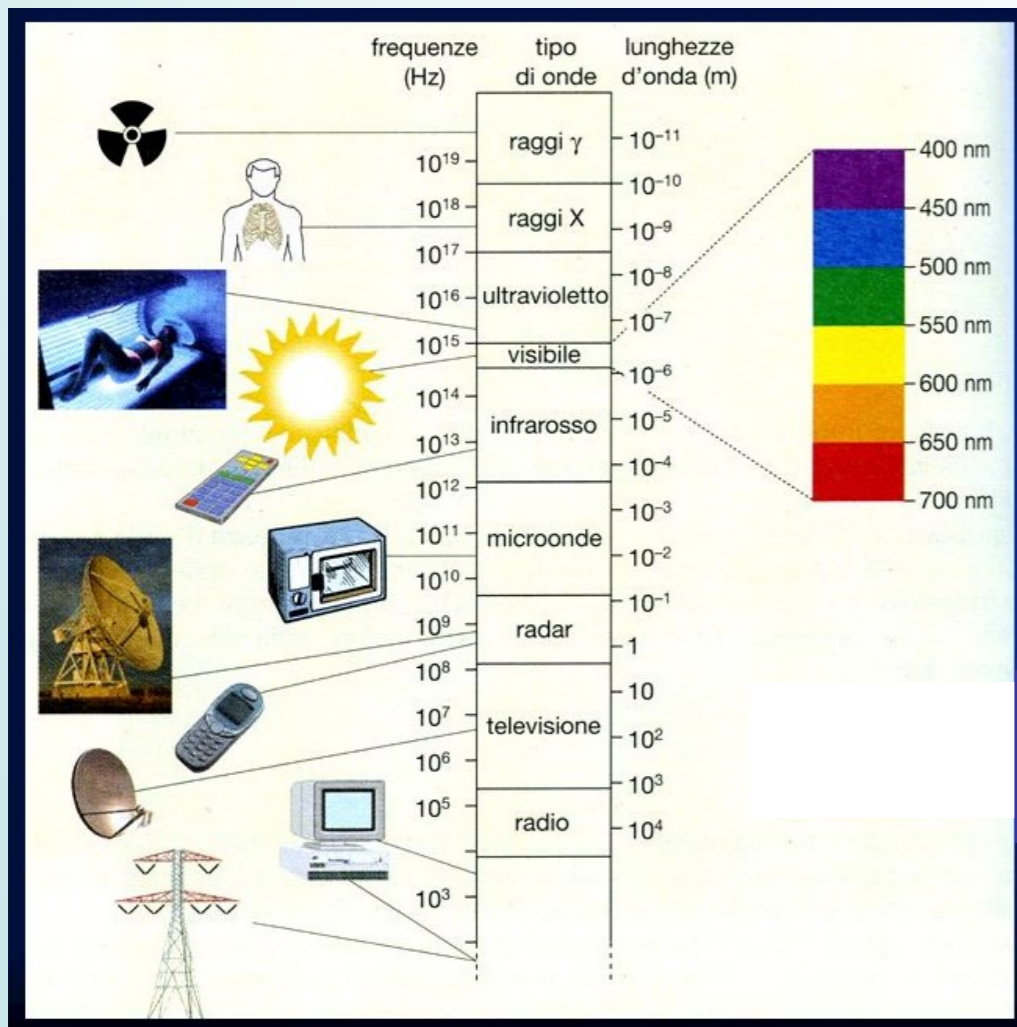
Luigina Feretti, Istituto di Radioastronomia INAF

In collaborazione con Roberto Battiston, ASI/INFN/Universita' Trento

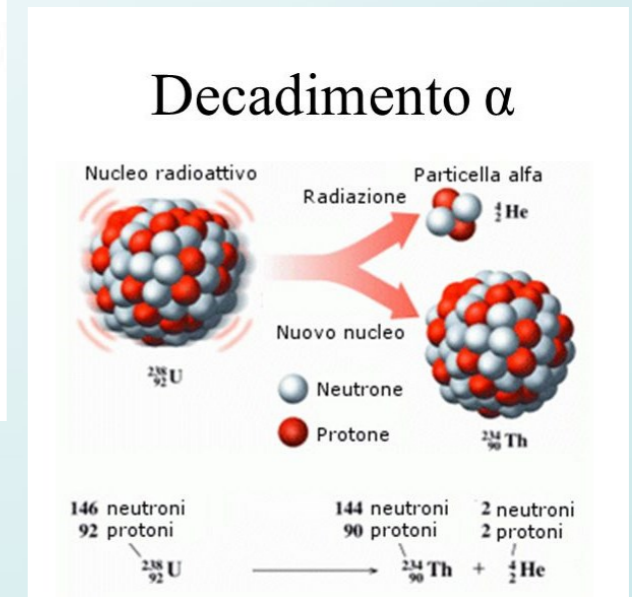
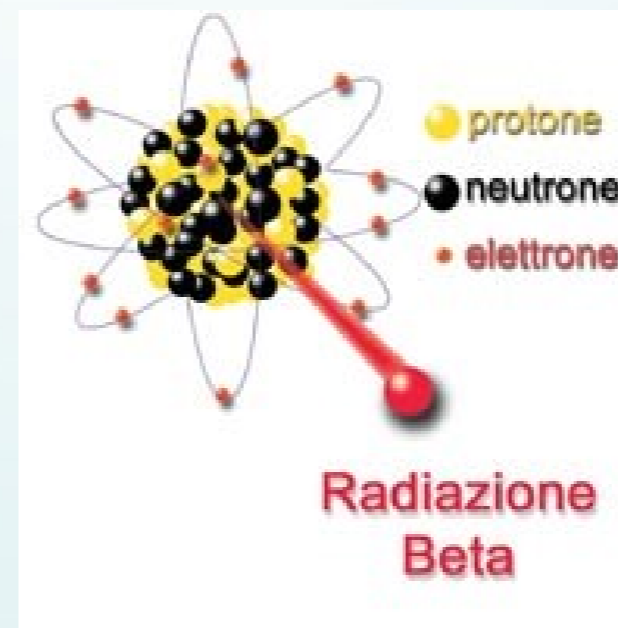


Radiazione

Radiazione elettromagnetica
Onde di alta energia - raggi X e gamma



Radiazione corpuscolare
Particelle elementari, alfa, beta, nuclei, ioni



Queste radiazioni trasportano energia sufficiente a rompere atomi e molecole

Radiazioni sono emesse dal sole e dai corpi celesti

Misura della Radiazione

Sievert (Sv) = J/kg

1 ora di volo: 0.005 - 0.01 mSv

Radiografia torace: 0.05 mSv

Mammografia: 0.1-0.2 mSv

TAC: fino a 4 mSv

Radioterapia dosi massicce: 40 mSv (localizzata)

Fondo naturale (media) ~ 2.4 mSv/anno

Effetti sulla salute (es. Parihar et al. 2016)

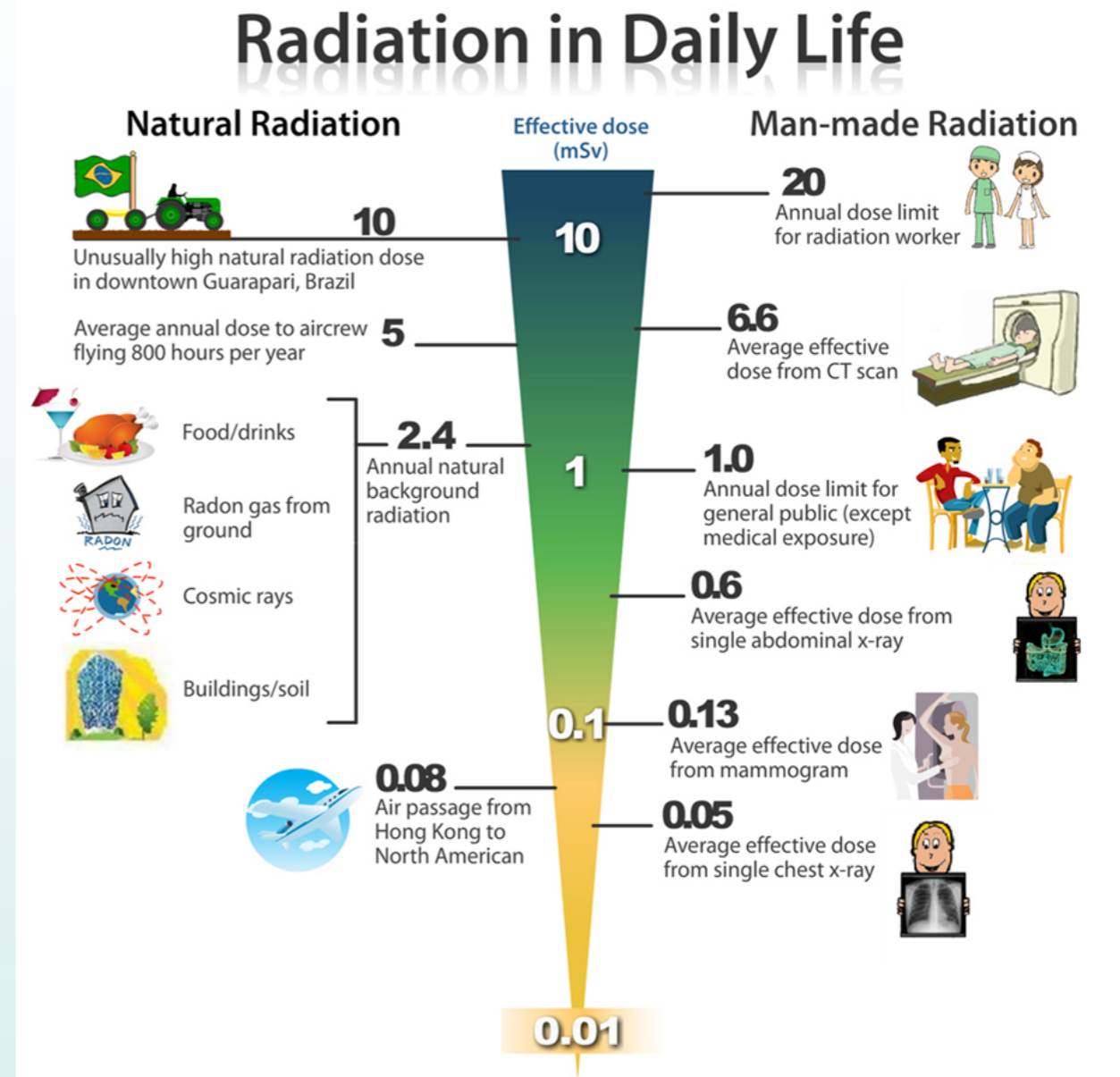
100 mSv → limite di rischio

1 Sv → lievi alterazioni temporanee emoglobina

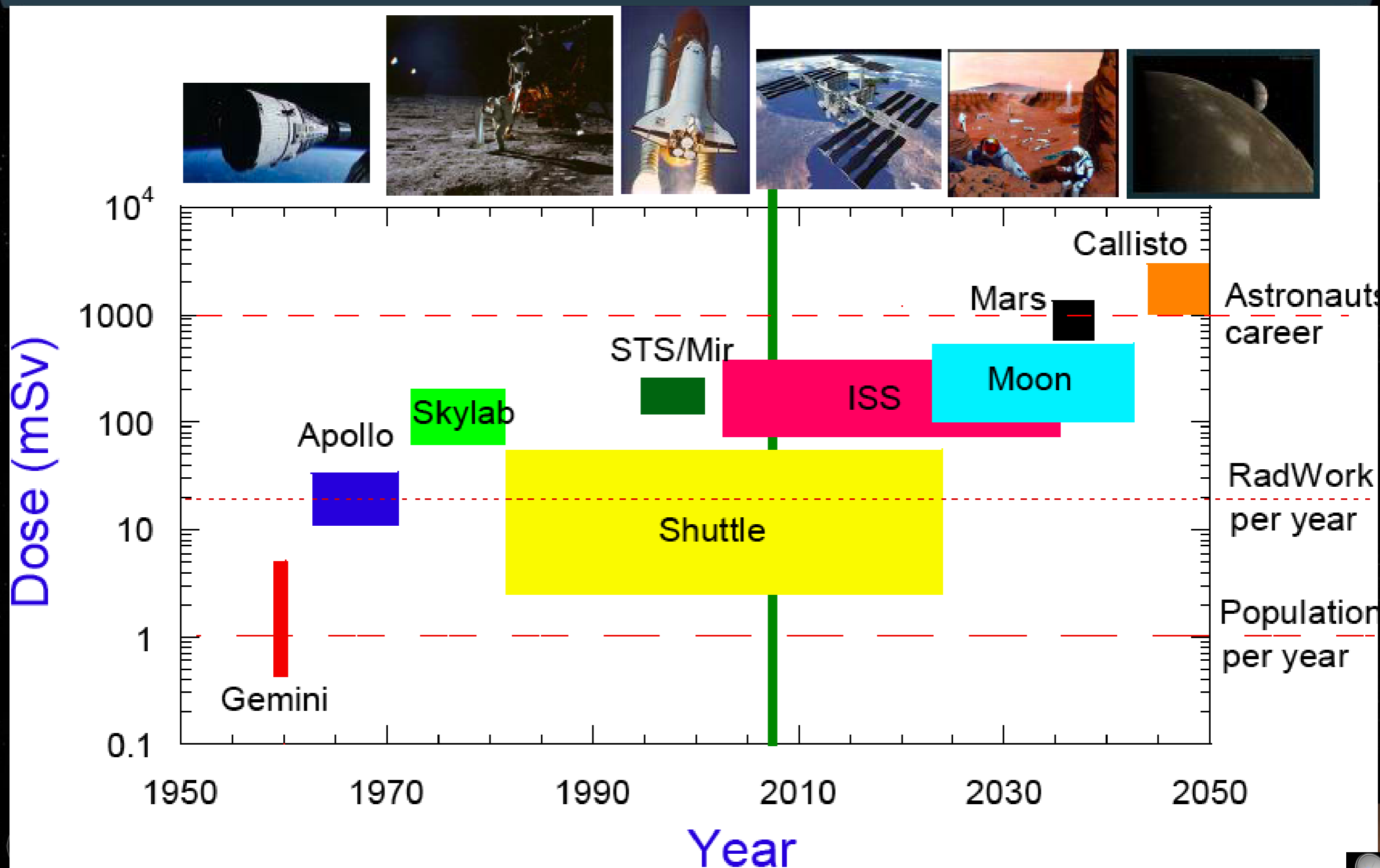
2 ~ 3 Sv → nausea, perdita di capelli, emorragie

4 Sv → morte nel 50% dei casi (se non si interviene)

> 6 Sv → avvelenamento da radiazione, morte 99.9%

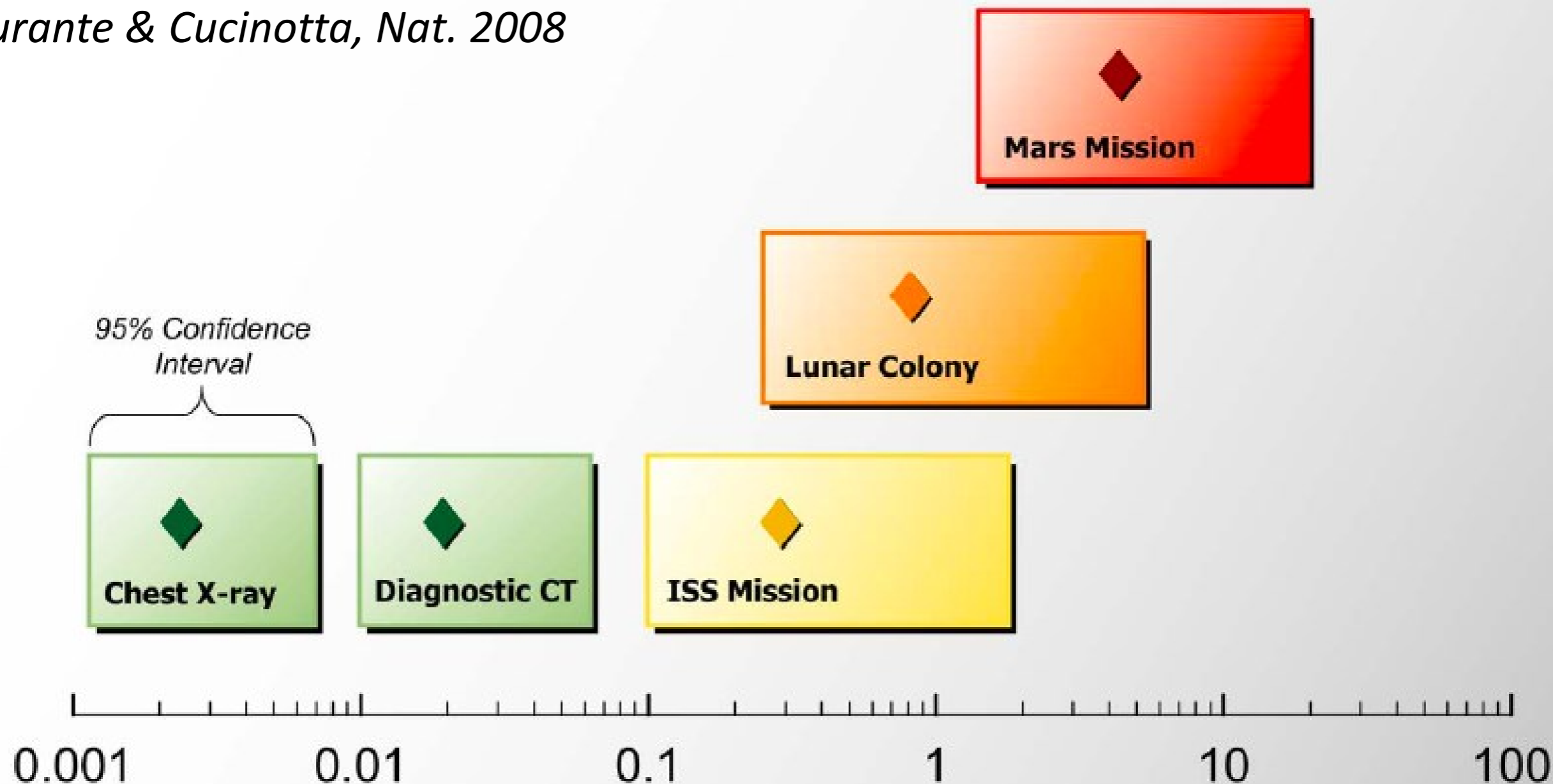


Radiation doses in different missions



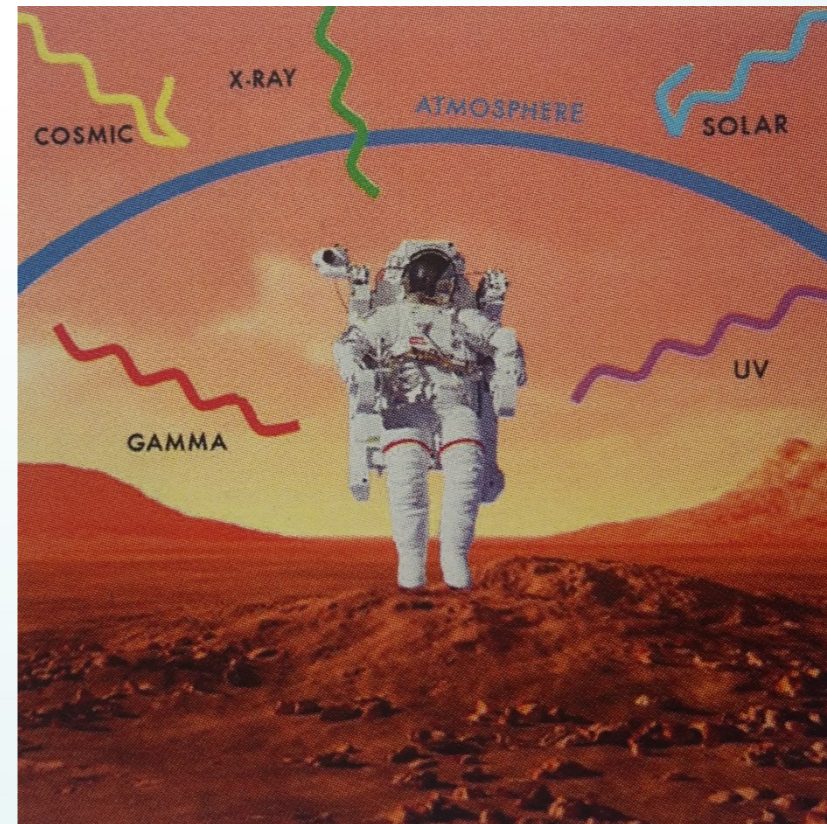
% of death due to cancer - 95% CL

Durante & Cucinotta, Nat. 2008





Terra
2.4mSv/yr



Marte
250 mSv/yr



Luna
400 mSv/yr



Spazio
650 mSv/yr

Protezione attiva: realizza deflessione delle particelle attraverso creazione di forte campo magnetico - analogamente a campo magnetico terrestre

Protezione passiva: assorbe la radiazione (usata per missioni Apollo)



Esempio di scudo -passivo - per astronauti realizzato dalla NASA: protezione limitata

→ creare sistemi di grandi dimensioni, che generano una specie di bolla protettiva adatta a contenere l'intero veicolo spaziale o il modulo abitativo

Progetto Space Radiation Superconductive Shield SR2S

Progetto finanziato EU con 2 MEur

PI : Prof Roberto Battiston



Consorzio Europeo

Partners:

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
CERN

Commissariat a l'Energie Atomique

Thales Alenia Space Italia

Compagnia Generale dello Spazio

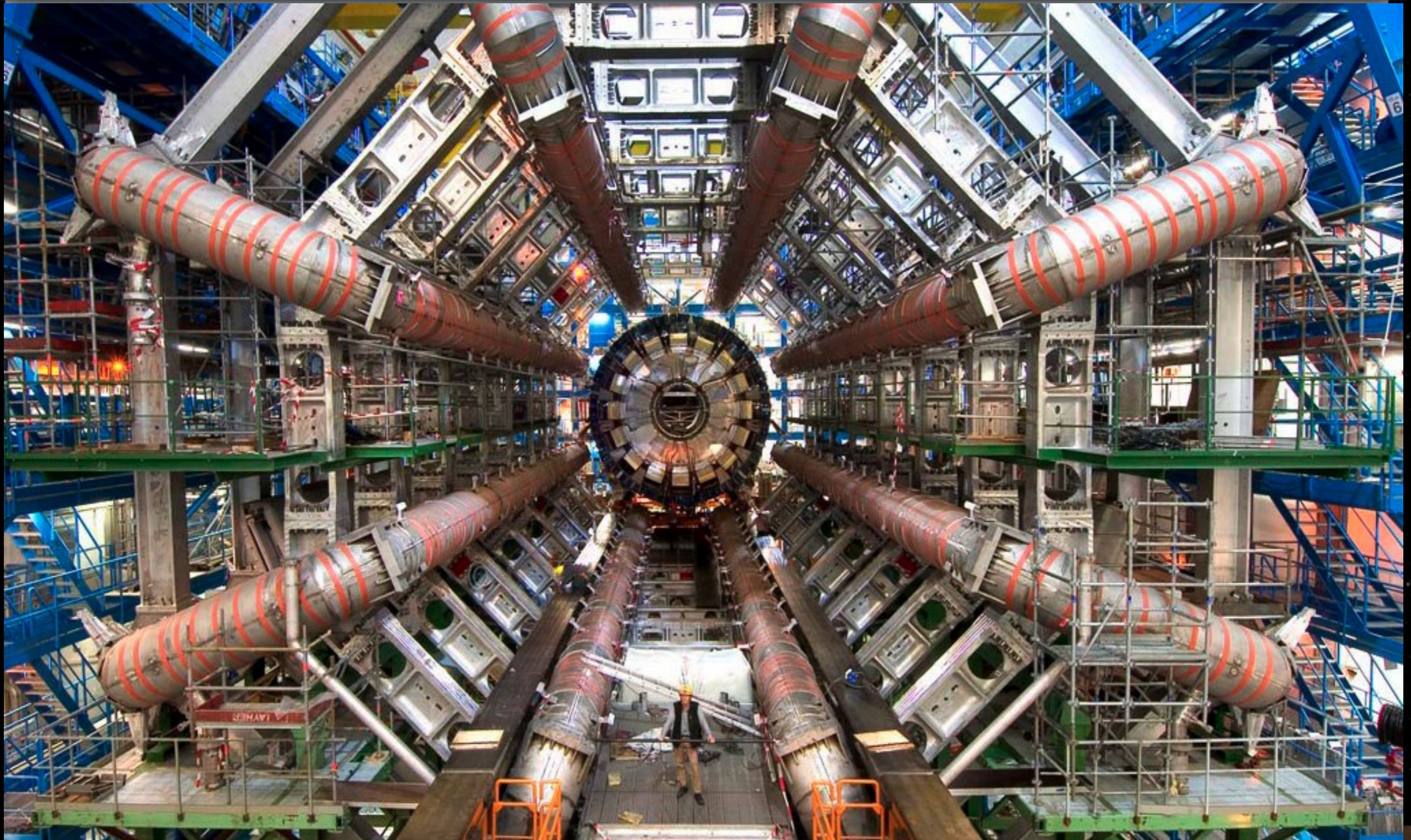
Columbus Superconductors

Carr Communication



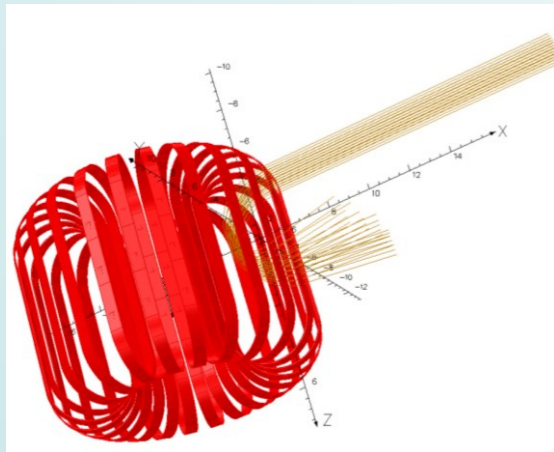
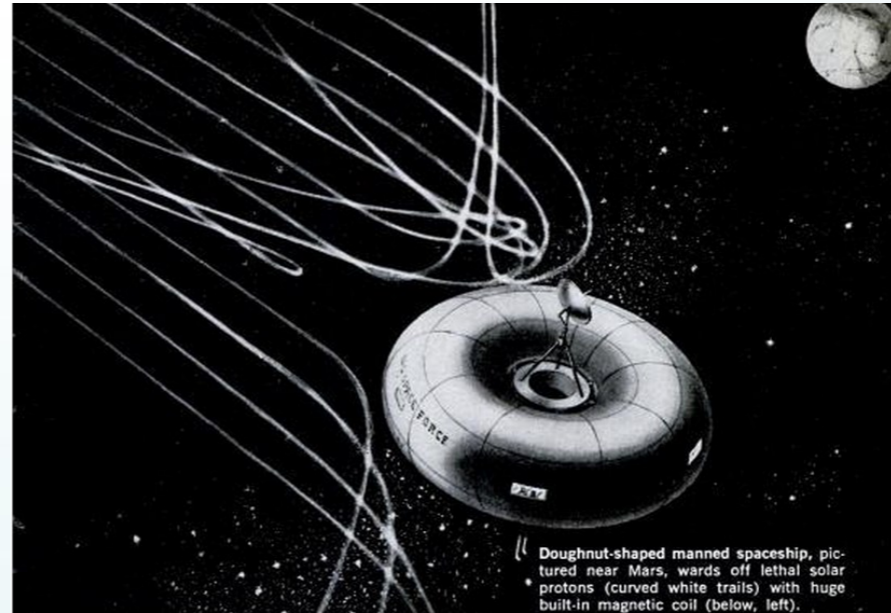
→ Progettazione di un sistema di Schermatura Magnetica attiva basata su sistemi toroidali e materiale Superconduttore

The ATLAS superconducting toroid

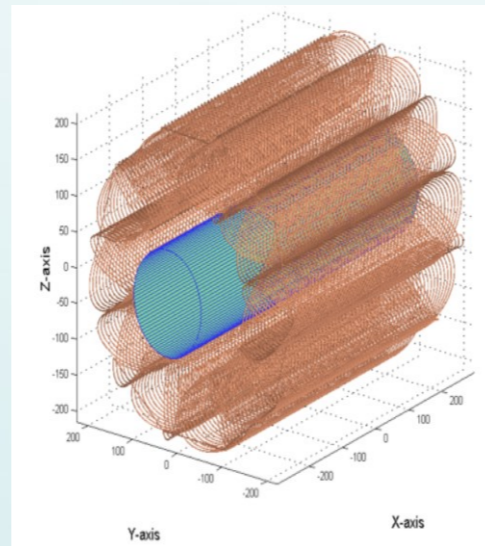


Requisiti per una Schermatura magnetica nello spazio:

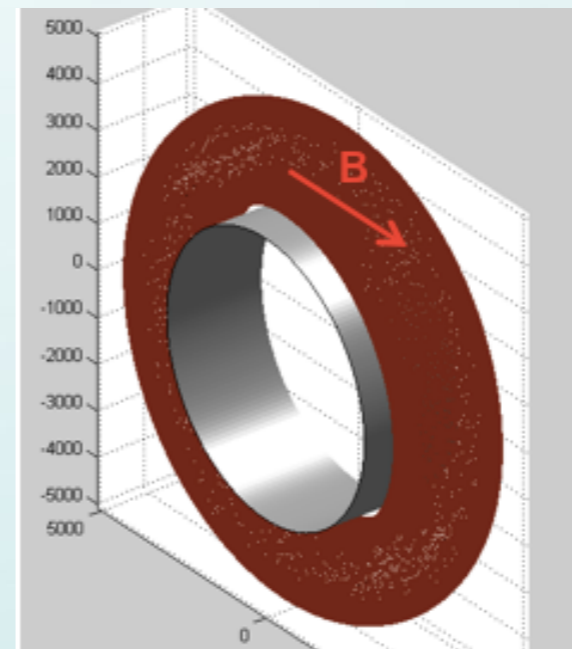
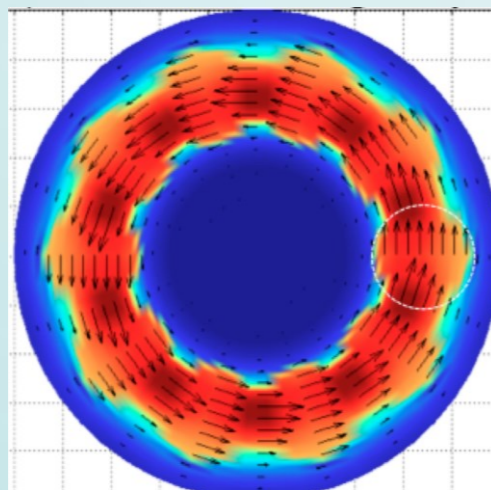
- Leggerezza
- Affidabilita'
- Campo confinato



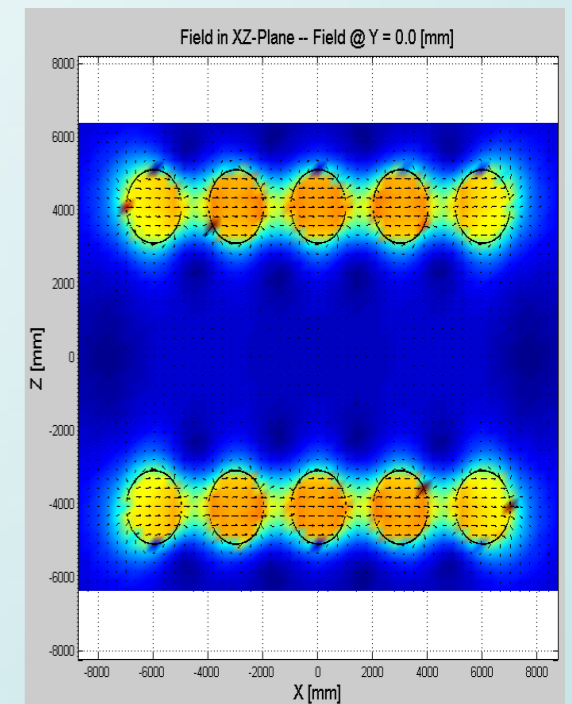
racetrack toroid



multisolenoid



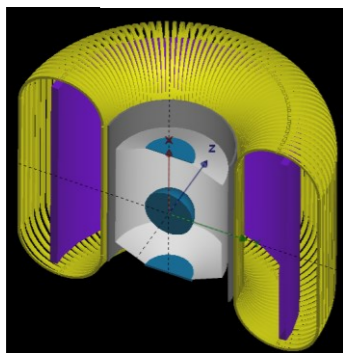
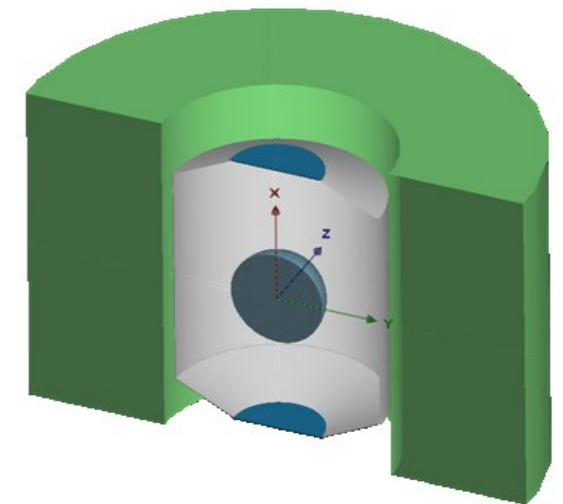
donut



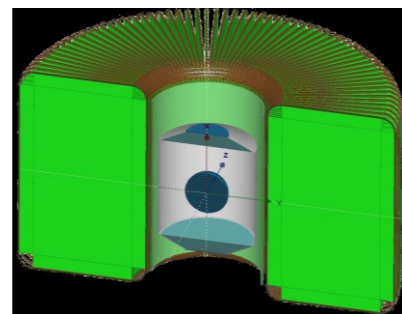
multidonut

Optimization of Passive shielding vs. Active Shielding

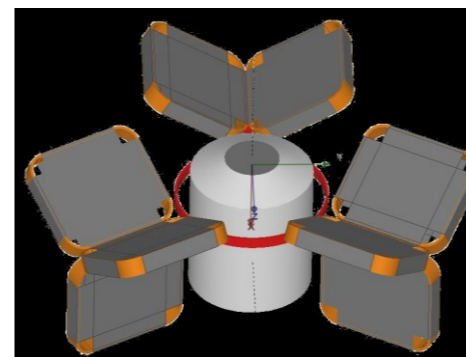
Conf.	Total	Mat.	Field	Mass [t]	Passive HDPE
A	45%	30%	15%	300	61 %
B1	42%	24%	18%	100	38%
B2	44%	22%	22%	147	44%
MT3	33%	11%	22%	39	34%
MT4	46%	24%	22%	76	36%
MT4 x2	49%	24%	25%	76	36%
MT4 x4	53%	24%	29%	76	36%



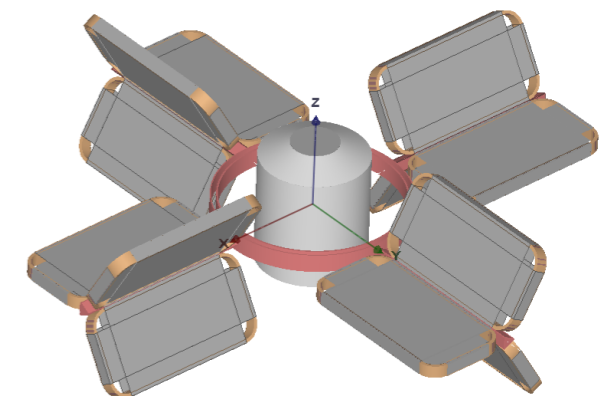
A



B1/B2



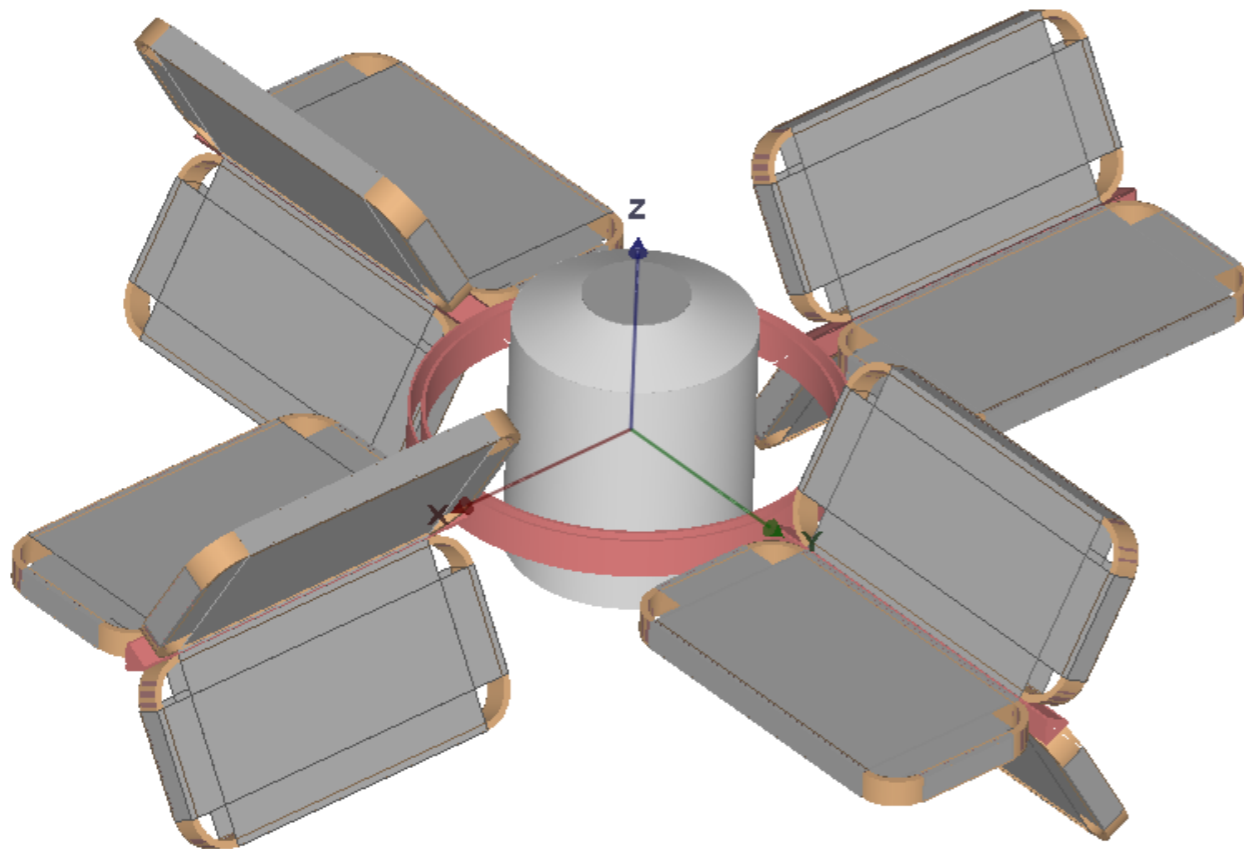
MT3



MT4

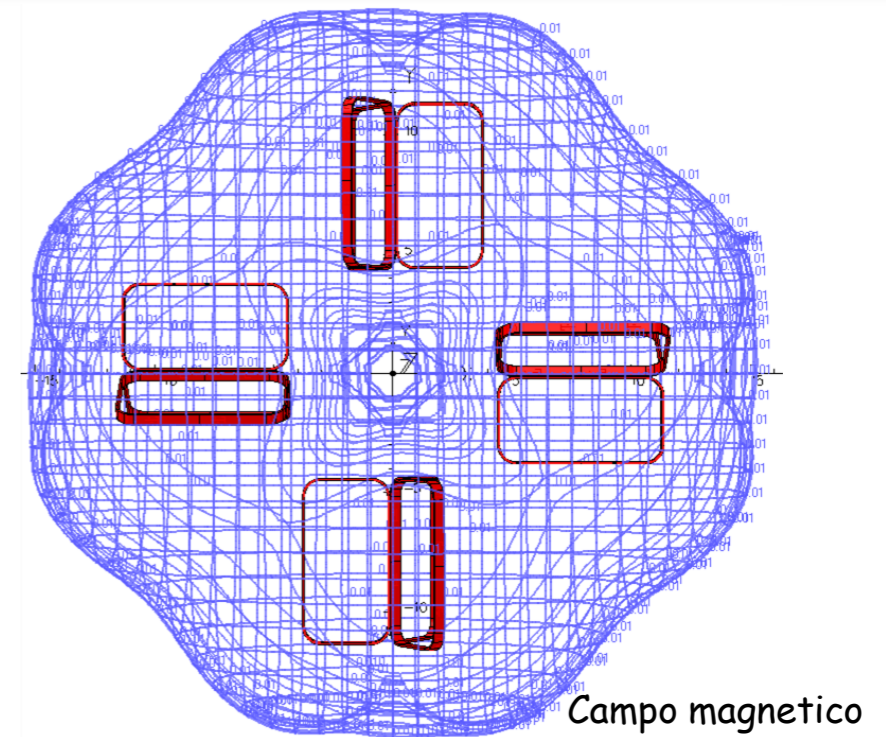


Multi Toroids MT4-“Pumpkins”



Calcolate/simulate le dosi per varie configurazioni e geometrie

migliora livello di schermatura rispetto a un toroide della stessa massa



MAGNET MAIN PARAMETERS

Current per cable 660.5 A

of layers (per racetrack) 97

Bmax over conductor 6.57 T



MgB₂: new cable on Ti frame 40% lighter for space



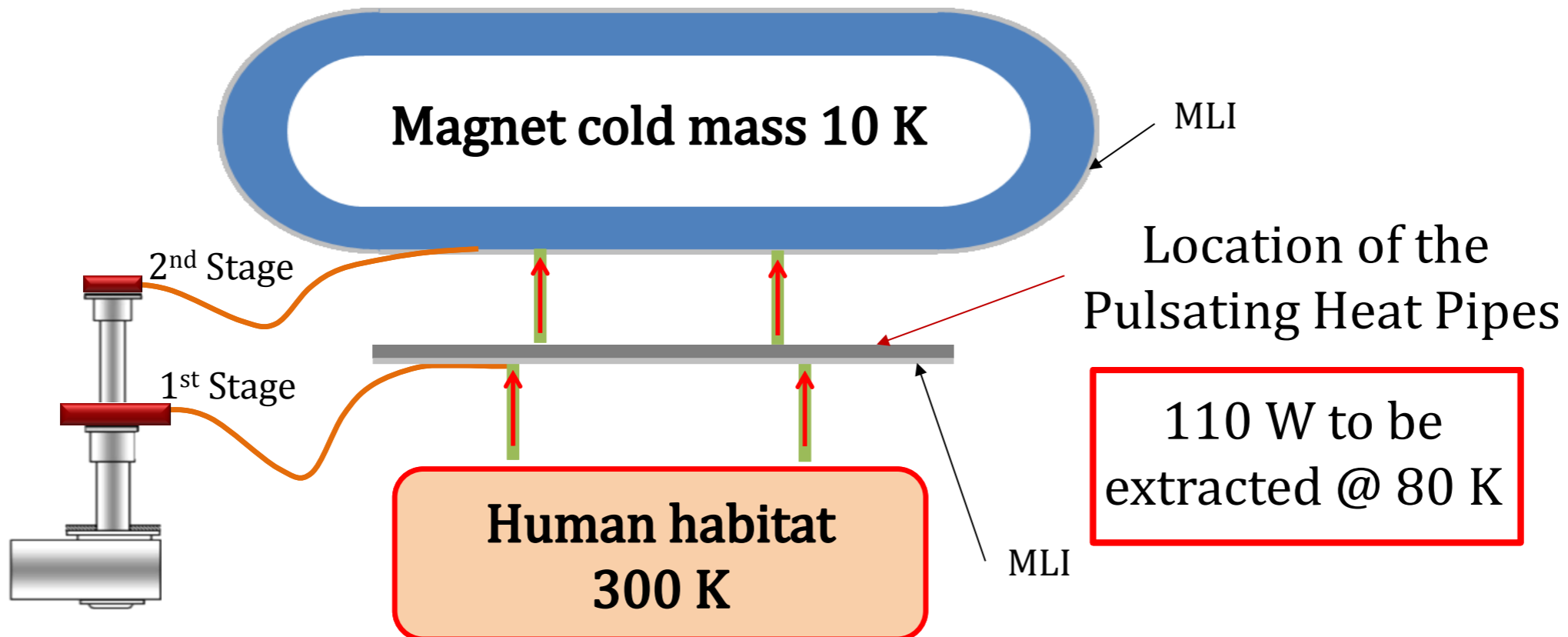
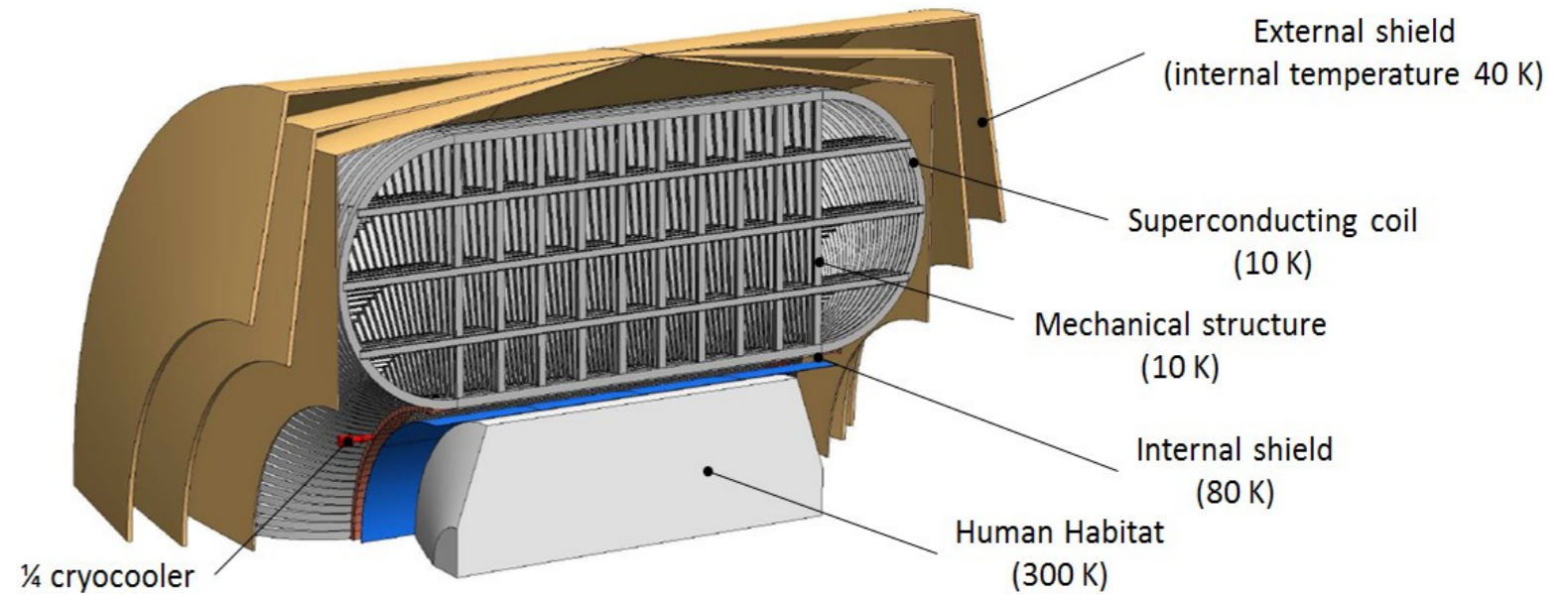
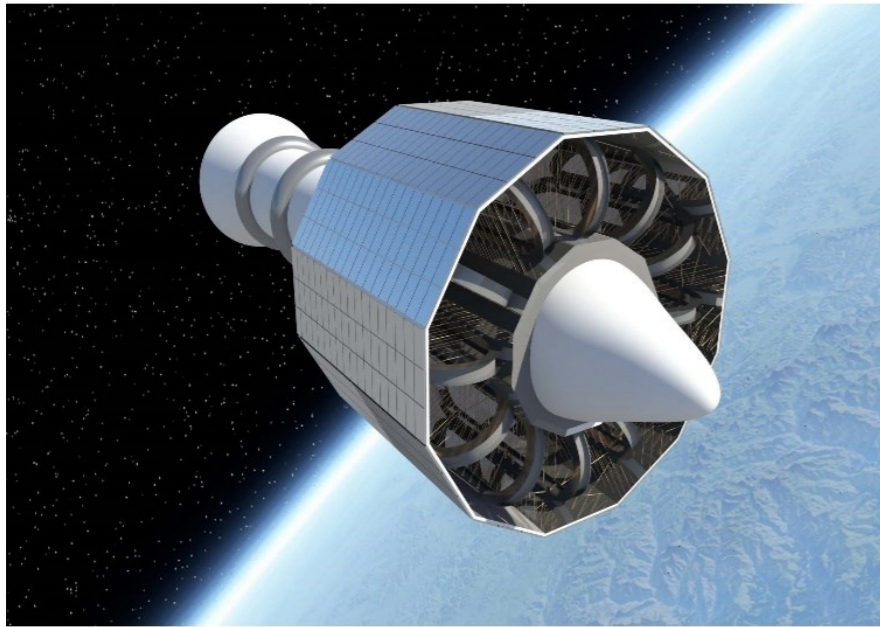
360 m Ti-MgB₂



copper plated
Ti-MgB₂ tape

Winding of the prototype coil (racetrack)
Ti-MgB₂ tape + Cu strip





Experimental Study of Large-scale cryogenic Pulsating Heat Pipes

- SR2S PHP design and construction
 - Three PHPs : 12, 24 and 36 tubes



Risultati Progetto SR2S

Nuove tecnologie a superconduttori e nuove configurazioni, mai realizzate finora

Simulazioni 3D di strutture, materiali, configurazioni, sicurezza

Scudo attivo a superconduttori: disegno a «pumpkin»

Magnete costituito di cavi di Titanio e MgB₂: i più leggeri mai realizzati

Analisi delle condizioni termiche e realizzazione di sistema criogenico

Conclusioni

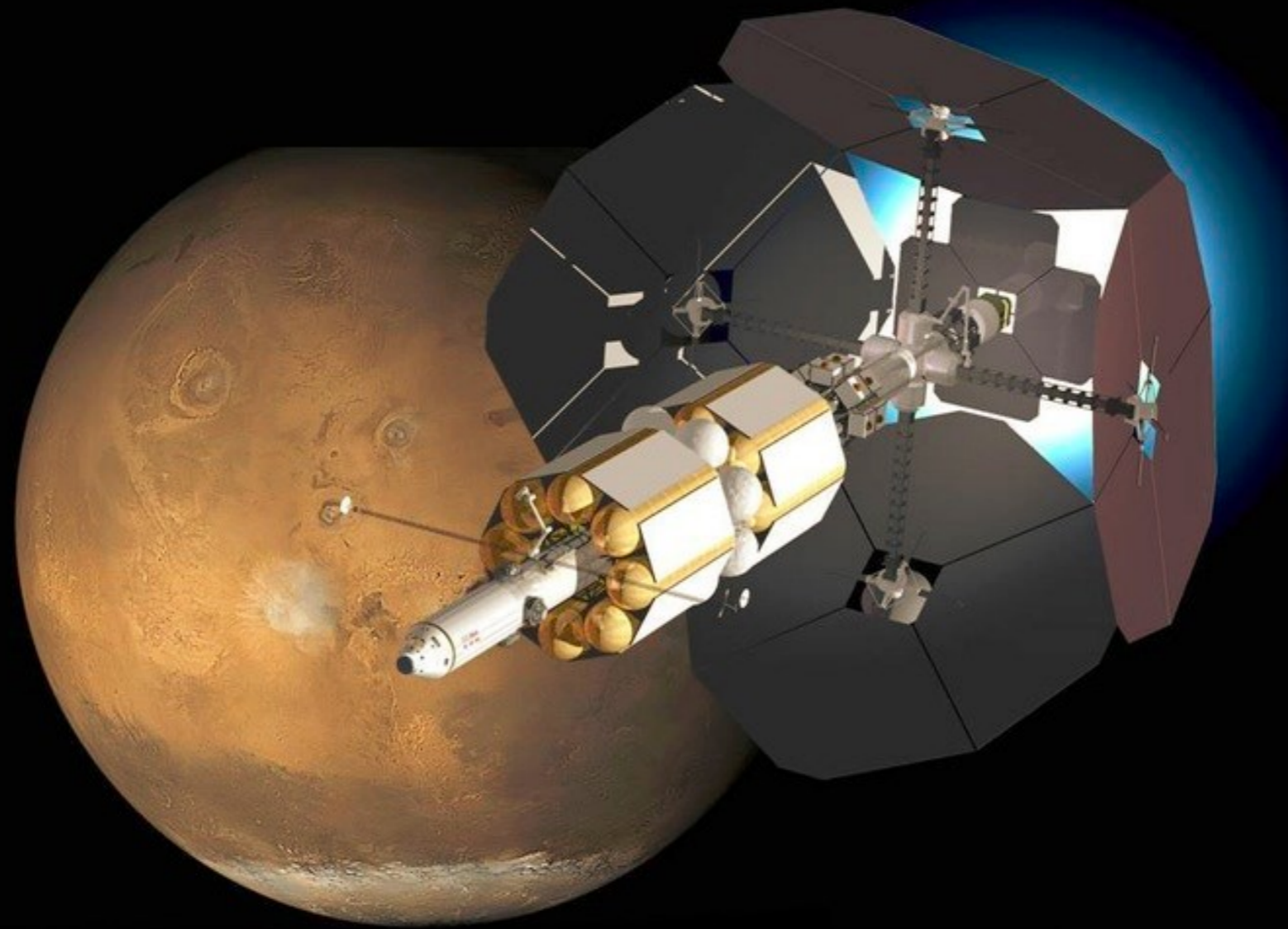
Importante strumento di base per sviluppi futuri (accoppiamento scudo attivo e passivo ?)

Prospettiva di ricadute in fisica, astrofisica e campo medico, nello spazio e a terra

Futuro

Studio ASI-CERN di magneti superconduttori di nuova generazione basati su YBCO (Yttrium Barium Copper Oxide)

Grazie!



Ulteriori dettagli al link <http://sr2s.eu>