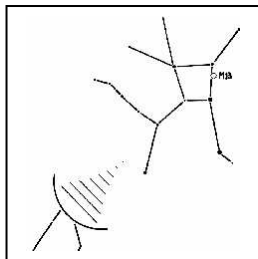


**Gruppo
Astronomico
Tradatese**

ATTIVITA' 2025

(51esimo anno di attività)



G RUPPO A STRONOMIC T RADATESE

Via Mameli 13
21049 TRADATE (Va)
ITALIA
<http://www.gruppoastronomicotradatese.it>
Tel./FAX 0331-810117
C.F. 01673900120

Al Sig. Sindaco di TRADATE / Ass. Cultura di Tradate
Al Parco Pineta / dott. Carlo VANZULLI e Mario CLERICI

31 Dicembre 2025.

O G G E T T O : resoconto attività del GAT durante l'anno 2025

Il 2025, che era il 51esimo anno consecutivo di attività della nostra Associazione, è stato un anno straordinariamente prolifico in molteplici e innovative attività. Come sempre e da sempre, ogni nostra attività è stata libera e gratuita per chiunque.

Di seguito la consueta sintesi delle nostre attività **NORMALI** (ovvero istituzionali della nostra Associazione) e delle nostre attività **SPECIALI** (ossia decise dal nostro CD anno per anno).

1) **ATTIVITA' NORMALI** : sono le conferenze pubbliche a Tradate e fuori Tradate e le lezioni scolastiche. In totale sono state **79** così distribuite:

1a) **CONFERENZE PUBBLICHE A TRADATE**, sono state **15** realizzate per tutto l'anno a scadenza quindicinale e come sempre libere e gratuite (secondo una nostra direttiva statutaria fondamentale). L'argomento più attrattivo è stato il problema del clima (con l'invito a parlarci di Carlo Buonanno, direttore generale del programma europeo COPERNICUS). L'opposizione marziana di metà Gennaio ha anche stimolato un paio di speciali serate marziane e la pubblicazione di un libro molto apprezzato su La ricerca della vita su Marte. (vedi allegato 1a).

1b) **LEZIONI PRESSO SCUOLE**: sono state **36**, sia in presenza che online, per la metà veicolate dall'esposizione a Carnago della nostra mostra sui pinaeti. (allegato 1b)

1c) **CONFERENZE PUBBLICHE FUORI TRADATE**: sono state **28**, dentro e fuori la Lombardia, realizzate in parte in presenza e in parte online (allegato 1c)

2) **ATTIVITA' SPECIALI**: sono state iniziative che, in parte, hanno fatto seguito a progetti del 50esimo..

2.a) **VISITA A PERINALDO il 23 Febbraio 2025**, in occasione del 400esimo anniversario della nascita, proprio a Perinaldo (borgo ligure in provincia di Imperia) di GianDomenico CASSINI, leggendario astronomo italo-francese che per 30 anni diresse l'Osservatorio astronomico di Parigi..

2.b) **SPEDIZIONE AL CERN DI GINEVRA il 21 Ottobre 2025**. Il massimo acceleratore di particelle al mondo è stato visitato, con il supporto di guide italiane, grazie ad permesso speciale ottenuto dopo due anni di tentativi. La visita ed il materiale che ci è stato fornito sono stati oggetto di una straordinaria serata pubblica (e gratuita) offerta a tutta la Cittadinanza.

2.c) **CONCORSO SCOLASTICO SUL TEMA 'LA MISSIONE APOLLO-SOYUZ', in occasione del 50esimo di questa storica missione USA-USSR**. Aperto a tutte le scuole secondarie della Provincia di Varese, Il concorso è stato premiato il 28 Maggio 2025 in Biblioteca Frera. La scuola del liceo vincente (Ferraris di Varese) ha ricevuto un premio di 500 euro (sponsorizzato Kiwanis Club).

2.d) **MOSTRA PIANETI 2025**, da inizio Marzo a metà Maggio a Carnago, ex chiesa di San Rocco. La mostra ampiamente rinnovata ed aggiornata, ha avuto un grande successo di pubblico e di visite scolastiche. Responsabili del GAT erano sempre presenti (gratuitamente) per spiegazioni tecniche e scolastiche.

2.e) **PROGETTO METEORITI**, un corso teorico (25 Marzo-7 Maggio) - pratico (Milano-SEM, 27 Marzo-9 Aprile) rivolto ad un gruppo di studenti di 3° Media (Ist. Pavoni) che hanno potuto utilizzare anche il SEM (Microscopio Elettronico a Scansione) del Museo di Scienze Naturali di Milano. Una esperienza assolutamente STRAORDINARIA a livello scolastico.

2f) **OSSERVAZIONI ASTRONOMICHE**: . Sono state una ventina sia a Tradate, che nei paesi limitrofi (in particolare sul lungolago di Gavigliate). Eventi primari sono stati l'eclisse parziale di Sole del 29 Marzo, una straordinaria notte a lampioni spenti ad Agra il 12 Agosto, l'eclisse totale di Luna del 7 Settembre. Eccellenti anche alcune riprese di comete in condizioni tecniche molto complesse. Purtroppo fallita ancora una volta per cattivo tempo la notte della Luna del 4 Ottobre alla scuola Rosmini.

2.g) **PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE**: sono state una decina su riviste scientifiche del settore. In più, abbiamo pubblicato 3 ulteriori numeri (176-177-178) della nostra Newsletter- 'Lettera ai soci'.

Questo resoconto 2025 si trova, come sempre, sul nostro sito Internet <http://www.gruppoastronomicotradatese.it> (dove sono consultabili anche i pdf delle attività degli ultimi 17 anni, ossia a partire dal 2009, anno internazionale dell'Astronomia). Tutte le annate precedenti sono state invece stampate e consegnate per archivio al Comune. . Sperando in un'attenta lettura, rinnoviamo gli auguri per un proficuo 2026

La Segreteria del G.A.T.
Il Presidente Cesare Guaita

1a) Conferenze del GAT a Tradate nel 2025.

1)

Lunedì 20 Gennaio 2025, h 21, Cine GRASSI, Serata a cura del dott. Palumbo sul tema
SALIUT 7, L' ODISSEA NELLO SPAZIO SOVIETICA.

Nel Giugno 1985 due astronauti sovietici salvano la stazione spaziale Salyut-7 con una serie di operazioni mozzafiato e spettacolari. Una storia simile a quella americana di Apollo 13. IMPERDIBILE !

2)

Lunedì 3 Febbraio 2025, h 21, Cine GRASSI, Conferenza del dott. Cesare GUAITA sul tema
LA RICERCA DI VITA SU MARTE, ULTIME NOVITA'

La serata farà una sintesi di un volume (disponibile per chiunque in sala) che l'autore ha di recente pubblicato sull'argomento, focalizzandosi su alcuni dati di eccezionale interesse scientifico.

3)

Lunedì 24 Febbraio 2025, h 21, Cine GRASSI, Conferenza dell' Ing. Andrea SOLDI (ex tecnico del JPL di Pasadena) sul tema

VIAGGIO AI LABORATORI SPAZIALI DEL JPL.

Un software Engineer italiano ci farà visitare i famosi laboratori NASA del JPL, e conosceremo più nel dettaglio come agisce la Deep space network per la gestione delle sonde che viaggiano nello spazio.

4)

Lunedì 3 Marzo 2025, h 21, diretta ONLINE da Bonn Cine GRASSI Conferenza del Prof. Carlo BUONTEMPO (direttore programma climatico COPERNICUS) sul tema

LO STATO DEL CLIMA IN EUROPA E NEL MONDO

L'organizzazione europea COPERNICUS, che sfrutta dati terrestri e satellitari da vent' anni, sta diffondendo un allarme mondiale preciso e inconfutabile. Ne parlerà il responsabile diretto. IMPERDIBILE!

5)

Lunedì 17 Marzo 2025, h 21, Cine GRASSI, Conferenza del dott. Luigi BIGNAMI sul tema
IL MEGA-TSUNAMI DI 20 ANNI FA IN INDONESIA

Il 26 Dicembre 2004 un terremoto di magnitudine 9,1 produsse un'onda anomala alta 20 metri che uccise 230.000 persone. Le cause e gli insegnamenti del massimo cataclisma della storia.

6)

Lunedì 7 Aprile 2025, h 21, Cine GRASSI, Conferenza del dott. Paolo OSTINELLI sul tema
VIAGGIO AL PIC DU MIDI.

La storia e le scoperte scientifiche del leggendario osservatorio astronomico nato nel 1873 a 2877 sui Pirenei francesi e visitato direttamente dal relatore in una apposita spedizione scientifica

7)

Lunedì 28 Aprile 2025, h 21, Cine GRASSI, Conferenza del dott. Cesare GUAITA sul tema
SISTEMI PLANETARI EXTRASOLARI.

Alla fine di Marzo 2025 erano state scoperte quasi 1000 stelle ciascuna circondata da parecchi pianeti. Ne sono derivate scoperte talmente peculiari da rasentare l'incredibile

8)

Lunedì 12 Maggio 2025, h 21, Cine GRASSI, Conferenza del Prof. Marco ARCANI sul tema
NUOVI TELESCOPI PER RAGGI COSMICI.

Dal super-neutrino di recente scoperto (NATURE, Febbraio 2025) con un rivelatore italiano sottomarino, a tutta una serie di applicazioni PRATICHE rese possibili da rivelatori di muoni di ultima generazione.

9)

Lunedì 26 Maggio 2025, h 21, Cine GRASSI, Conferenza dell' Ing. Lorenzo COMOLLI sul tema
ECLISSI TOTALI DI SOLE E RELATIVITA'.

Durante l'eclisse totale di Sole dell' 8 Aprile 2024 in USA il relatore ha ripetuto il famoso esperimento che nel 1919 diede fama imperitura ad Einstein e che ha avuto molteplici risvolti negli ultimi cento anni.

10)

Lunedì 9 Giugno 2025, h 21, Cine GRASSI, Conferenza di Permario e Aurora ARDIZIO sul tema
UNA GIORNATA NELLO SPAZIO.

Dormire sul soffitto, lavorare a testa in giù, grande attenzione alla preparazione del cibo, prima poco appetitoso, adesso basato su menù personalizzati che rendono la vita nello spazio possibile e piacevole.

11)

Lunedì 23 Giugno 2025, h 21 [on line da Perinaldo](#), Cine GRASSI Conferenza del dott. Lorenzo Silignaro sul tema

CASSINI, UNA VITA LEGGENDARIA INIZIATASI 400 ANNI FA.

Giandomenico Cassini nacque a Perinaldo (Imperia) l' 8 Giugno 1625. Lavorò a Bologna fino al 1669 (dove costruì la famosa meridiana di San Petronio), quindi si trasferì all' Oss. di Parigi dove fece scoperte epocali.

12)

Lunedì 13 Ottobre 2025, h 21, Cine GRASSI, Conferenza del Prof. Marco ARCANI sul tema
DAL CUORE DELLA MATERIA ALL' ORIGINE DELL' UNIVERSO.

In preparazione alla nostra visita al CERN di Ginevra del prossimo 21 Ottobre, un viaggio attraverso il mondo degli acceleratori di particelle. Dalla storia della fisica alle tecnologie d'avanguardia che ci permettono di simulare il comportamento degli oggetti più potenti del cosmo.

13)

Lunedì 27 Ottobre 2025, h 21, Cine GRASSI, Conferenza a cura del GAT sul tema

CERN DI GINEVRA: COSA CI HA INSEGNATO LA VISITA DIRETTA.

A 30 anni dalla nostra prima visita, il GAT è finalmente riuscito a ritornare al CERN di Ginevra il 21 Ottobre 2025, guidato per anni dall' italiana Fabiola Gianotti. Una esperienza entusiasmante tutta da raccontare, che fa prevedere per il CERN un futuro di inimmaginabili nuove scoperte.

14)

Lunedì 10 Novembre. 2025, h 21, Cine GRASSI, Conferenza a cura del dott. Giuseppe Palumbo sul tema

LA MISSIONE APOLLO-SOYUZ 50 ANNI DOPO.

Uno storico evento per il quale in GAT ha lanciato un fortunato concorso nelle scuole. Ne parleranno i ragazzi vincitori del concorso e verrà proiettato un bellissimo documentario realizzato dalla NASA.

15)

Lunedì 24 Novembre 2025, h 21, Cine GRASSI, a cura del dott. Giuseppe PALUMBO

THE MARTIAN, IL SOPRAVVISSUTO.

A conclusione dell'anno marziano 2025 verrà presentato un famoso film del 2015 che racconta la storia di Mark Watney che , causa una tempesta di sabbia, si è perso sulla Acidalia Planitia marziana e che è riuscito a sopravvivere per mesi grazie alle sue competenze botaniche. Film bellissimo da non perdere !

16)

Lunedì 15 Dicembre 2025, h 21, Cine GRASSI Conferenza del dott. Cesare GUAITA sul tema

LA CONQUISTA UMANA DI MARTE.

A completamento delle iniziative relative all' anno marziano 2025, verranno discusse le ultime scoperte sulla ricerca di vita marziana, le difficoltà (scientifiche e finanziarie) per trasportare a Terra campioni marziani (con la Cina, forse, in prima posizione) ed anche i programmi e le difficoltà sia scientifiche che fisiologiche della conquista diretta del Pianeta Rosso da parte di astronauti.

1b) Lezioni in vari tipi di scuole nel 2025.

Marzo-Aprile-metà Maggio 2025, Carnago

20 lezioni a studenti di scuola primaria, secondaria di Primo e Secondo grado in occasione della mostra sui pianeti nel salone della ex chiesa di San Rocco

21)

Mercoledì 19 Febbraio 2025, h 15 UNITRE Gazzada S.
Il Sistema solare

22)

Mercoledì 26 Marzo 2025, h15 UNITRE Gazzada S.
I pianeti extrasolari

23)

Mercoledì 5 Marzo 2025 h 15 UNITRE Gazzada S.
Galassie e Universo.

24)

9 Maggio 2025, Somma L. online
Le grandi aurore boreali del 2024

25)

16 Maggio 2025, Somma L. online
Alla scoperta dei misteri del Sole

26)

23 Maggio 2025, Somma L. online
Le eclissi totali di Sole e la teoria della Relatività

27)

6 Giugno 2025, Somma L. online
Scoperta di pianeti extrasolari

28)

13 Giugno 2025, Somma L. online
Donne nello spazio

29)

Lunedì 8 Novembre 2025, h 14,30 UNITRE Tradate
Marte: da Schiaparelli al Mariner 9

30)

Lunedì 15 Novembre 2025, h 14,30 UNITRE Tradate
Marte: I Viking trovarono batteri su Marte ?

31)

Lunedì 22 Novembre 2025, h 14,30 UNITRE Tradate
Marte: la ricerca di acqua liquida

32)

Lunedì 15 Novembre 2025, h 14,30 UNITRE Tradate

Marte: I Viking trovarono batteri su Marte ?

33)

Lunedì 22 Novembre 2025, h 14,30 UNITRE Tradate

Marte: la ricerca di acqua liquida

34)

Lunedì 29 Novembre 2025, h 14,30 UNITRE Tradate

Marte: le molecole di Curiosity

35)

Lunedì 6 Dicembre 2025, h 14,30 UNITRE Tradate

Marte: le scoperte di Perseverance

36)

Lunedì 13 Dicembre 2025, h 14,30 UNITRE Tradate

La stella dei Magi.

1c) Conferenze fuori Tradate nel 2025.

1)

Giovedì 16 Gennaio 2025, h21, Milano/Planetario
Acqua liquida su Marte, tutta la verità

2)

Mercoledì, 29 Gennaio 2025, h17 Saronno
L'eclisse americana dell' 8 Aprile 2024

3)

Giovedì 6 Febbraio 2025, h21, Milano/Planetario
Le molecole organiche di Curiosity.

4)

Domenica, 16 Febbraio 2025, h 17 Gazzada-Villa Cagnola
La ricerca della vita su Marte.

5)

Mercoledì, 26 Febbraio 2025, h 16 Somma Lombardo
Eclissi totali di Sole

6)

Sabato 1 Marzo 2025, h16, Carnago
Il nuovo sistema solare

7)

Mercoledì 12 Marzo 2025, h21 Carnago
La ricerca della vita su Marte

8)

Giovedì 13 Marzo, h21 Milano/Planetario
Acqua su Marte, le prove.

9)

Mercoledì 19 Marzo 2025, h21, Carnago
Astroparticelle, viaggio tra in raggi cosmici

10)

Giovedì 27 Marzo h 21, Carnago
La drammatica missione Salyut 7

11)

Giovedì 3 Aprile 2025, h21, Milano/Planetario
Alla scoperta dei terremoti marziani

12)

Venerdì 4 Aprile 2025, h21 Mantova
La ricerca della vita su Marte

13)

Giovedì 8 Maggio 2025, h21, Milano/Planetario
Marte, l'incredibile avventura di Perseverance

14)

Mercoledì, 14 Maggio 2025, h16
L'eclisse americana del 1° 8 Aprile 2024

15)

Sabato, 24 Maggio 2025, h 11 Bergamo
Molecole organiche su Marte

16)

Martedì 27 Maggio 2025, h 15,30 Olgiate Comasco
Il pianeta Marte.

17)

Giovedì 5 Giugno 2025, h21, Milano/Planetario
La conquista umana di Marte

18)

Giovedì 10 Luglio 2025 h 21 Castelveccana – Alpe Cuvignone - colonia CAI
Alla scoperta dei meteoriti.

19)

Giovedì 24 Luglio 2025, h 10, Cadegliano Viconago (Ist. Menotti)
Apollo missione impossibile.

20)

Mercoledì 20 Agosto 2025, h 21, Agra (Luino)
La conquista umana di Marte.

21)

Giovedì 18 Settembre 2025, h10, Cadegliano Viconago
Le aurore boreali

22)

Giovedì 16 Ottobre 2025, h21, Milano/Planetario
Cambiamenti climatici: cause terrestri ed extraterrestri.

23)

Venerdì 7 Novembre 2025, h21 Legnano/Antares
Molecole organiche su Marte: naturali o biologiche ?

24)

Martedì 14 Novembre 2025, h21 - Bisuschio VA (Gruppo Ipsia)
Una giornata nello spazio (conferenza a due voci Aurora e Piermario Ardizio)

25)

Giovedì 16 Novembre 2025, h21, Milano/Planetario
Conseguenze planetarie del clima impazzito.

26)

Giovedì 20 Novembre 2025, h10, Cadegliano Vicinago
I pianeti del sistema solare.

27)

Giovedì 27 Novembre 2025, h17 SAIT online
Molecole organiche su Marte: naturali o biologiche ?

28)

Giovedì 4 Dicembre 2025, h21, Milano/Planetario
Variazioni climatiche su pianeti diversi dalla Terra

TRADATE

Il Gruppo Astronomico Tradatese ripercorre “L’odissea spaziale della Salyut-7 sovietica”

Lunedì 20 gennaio 2025, alle ore 21.00 al Cinema Teatro “Grassi”, il dottor Giuseppe Palumbo, esperto di cinematografia scientifica ed autore di molte pubblicazioni su questo tema, terrà infatti una serata sul tema



Con l’inizio del 2025 inizia anche il 51esimo anno di attività del **Gruppo Astronomico Tradatese**, con una serata astronautica di grande interesse storico e documentaristico.

Lunedì 20 gennaio 2025, alle ore 21.00 al Cinema Teatro “Grassi” di Tradate il dottor Giuseppe Palumbo, esperto di cinematografia scientifica ed autore di molte pubblicazioni su questo tema, terrà infatti una serata sul tema:

“Salyut 7, l’ Odissea nello Spazio sovietica”.

Successe tutto 40 anni fa. Era il giugno 1985 ed erano passati 15 anni dalla famosa Odissea della missione americana di Apollo 13, che si salvò miracolosamente, nonostante un tremendo incidente che quasi distrusse il vettore di ritorno dalla Luna. Il caso della Salyut-7, la stazione spaziale sovietica, fu differente ma non meno drammatico. Dal luglio 1984 la “Salyut 7” era in attesa di un nuovo equipaggio e la situazione era sotto controllo. Improvvisamente, però, nel Febbraio 1985 il Centro Spaziale sovietico perse il controllo della Salyut 7: tutti i sistemi si erano spenti e la stazione spaziale era diventata un oggetto congelato e fuori controllo con il pericolo che potesse anche precipitare pericolosamente sulla Terra. Da qui la decisione di lanciare da Baikonur verso la Salyut-7 la Soyuz-T13 con a bordo i due cosmonauti Vladimir Dzhanibekov e Viktor Savinikh ed eccesso di viveri e di acqua. Due giorni dopo i due cosmonauti si agganciano alla Salyut-7 e la trovano in condizioni drammatiche: tutto era congelato all’interno, la struttura ruotava su se stessa senza controllo e mancava del tutto la corrente verosimilmente per un guasto ad uno dei pannelli solari. Il lavoro di salvataggio dei due cosmonauti sembrava disperato. In realtà si rivelò soprattutto irto di rischi che ne misero seriamente a repentaglio la loro stessa sopravvivenza. Il 16 Giugno 1985 dopo 10 giorni di lavoro ed una serie infinita di aventi avventurosi, la stazione tornò miracolosamente in vita. Finita questa avventura, ai due cosmonauti non fu però concesso di ritornare a casa. Rimasero infatti ancora nello spazio a bordo della stazione appena salvata, Dzhanibekov per 110 giorni e Savinikh per 168. Il loro lavoro rimarrà segreto a lungo per non far sfigurare il programma spaziale sovietico già in difficoltà di fronte a quello americano, che riscuote successo con lo Shuttle. Grazie al successo di Dzhanibekov e Savinikh la Salyut-7 continuerà a operare per i successivi 8 anni, ossia fino al raggiungimento naturale della sua vita operativa. La decisione sovietica di tenere segreti i dettagli del salvataggio della Salyut-7, hanno reso questa drammatica odissea spaziale quasi sconosciuta in Occidente.

A 40 anni di distanza è però ormai possibile raccontare e far rivivere al pubblico tutti i dettagli di questa avventura: esattamente quanto verrà presentato dal dott. Palumbo Lunedì 20 Gennaio h21 al Cine Grassi di Tradate.

Lunedì 3 Febbraio 2025, h21 al Cine GRASSI di Tradate

VITA SU MARTE, ULTIME AFFASCINANTI SCOPERTE.



Ennesima serata IMPERDIBILE, quella organizzata dal GAT, Gruppo Astronomico Tradatese per Lunedì 3 Febbraio, h21 (Cine GRASSI di Tradate). Il dott. Cesare GUAITA parlerà infatti sul tema: LA RICERCA DELLA VITA SU MARTE, ULTIME SCOPERTE, *un argomento che il relatore ha anche riassunto in un libro uscito nello scorso autunno e unico nel suo genere in Italia.*

Le prime semplici forme di vita nacquero sulla Terra 4 miliardi di anni fa. Si trattava di organismi molto semplici (archeo-batteri) in grado di resistere alle condizioni estreme allora esistenti ed ancora presenti nei luoghi più inhospitali del nostro pianeta (ghiacci, profondità oceaniche, acque super-salate, ecc). Marte 4 miliardi di anni fa godeva di condizioni climatiche molto simili a quelle della Terra: abbondanza di acqua liquida ed intensa attività vulcanica. E' quindi logico pensare che se la vita è un fenomeno naturale, si deve essere sviluppata in forme semplici anche sul Pianeta Rosso. Ma avendo Marte una massa di 1/10 rispetto a quella della Terra, la sua 'abitabilità' si è esaurita dopo 2-3 miliardi di anni, quando i suoi vulcani si sono spenti, il suo clima è divenuto gelido e l'abbondante acqua liquida superficiale si è trasformata ovunque in depositi di ghiaccio. Se quindi si fossero sviluppate semplici forme di vita, esse non avrebbero potuto evolversi come sulla Terra in esseri molto più complessi. Ma trovarne qualche traccia primordiale sarebbe comunque immensamente importante, perché sarebbe la dimostrazione che la vita nello spazio nasce sempre quando le condizioni lo permettano. Questa ricerca è stata condotta per anni dal rover Curiosity, sceso nel 2012 all'interno di un antico lago che riempiva il cratere Gale. Con risultati inimmaginabili a priori: Curiosity ha infatti scoperto depositi di molecole molto complesse denominate Kerogeni, che sulla Terra si formano in sedimenti di 3,5 miliardi di anni per decomposizione del materiale carbonioso di antichi batteri. I Kerogeni marziani potrebbero quindi indicare che ci fu vita primordiale sul Pianeta Rosso. Di recente, però, il lander Insight, sceso su Marte nel 2028 ha individuato chiari indizi (tra cui almeno 1500 terremoti) che Marte ha un nucleo ancora parzialmente caldo, con la possibilità che del calore possa raggiungere il ghiaccio superficiale trasformandolo in acqua liquida. Testimonianze geologiche di questo fenomeno ci sono un po' dovunque, quindi c'è la possibilità che in queste 'oasi marziane' la vita sia presente anche al giorno d'oggi: lo dimostrano alcune sensazionali scoperte del rover Perseverance, al lavoro dal 2021 sul delta ricco di carbonati di un fiume che si buttava nell'antico lago Jezero.

Il problema dell'esistenza di vita su Marte è quindi una ricerca appassionante che, se dimostrata reale, sarebbe una delle più grandi scoperte della scienza umana. Tutto questo e molto di più viene raccontato in un libro affascinante (LA RICERCA DELLA VITA SU MARTE) uscito all'inizio di Ottobre 2024, che ha richiesto al relatore della serata (chimico specializzato in chimica organica, con alle spalle oltre 400 conferenze al Planetario di Milano) ben quattro anni di lavoro. Suddiviso in dieci capitoli avvincenti e accessibili a tutti, l'opera coniuga rigore scientifico e narrazione coinvolgente di fatti ed eventi storici, guidando il lettore attraverso secoli di studi teorici e decenni di esplorazioni spaziali e scoperte che hanno alimentato il desiderio di comprendere il Pianeta Rosso. Sono documentate nel dettaglio le missioni spaziali condotte dalla NASA a partire dal 1976, con il pionieristico atterraggio su Marte dei lander Viking 1 e 2, i primi laboratori biologici a effettuare la discesa al suolo marziano. Da lì in poi, grazie alle più avanzate tecnologie e sofisticate strumentazioni di cui disponevano le sonde e i rover Phoenix, Curiosity, Perseverance, le informazioni e le conoscenze a disposizione si sono fatte via via più precise e affascinanti, aprendo la strada a nuove prospettive per l'analisi diretta dei campioni marziani, promettendo scoperte che potrebbero cambiare per sempre il concetto di vita extraterrestre. Il volume sarà disponibile per tutti coloro che assisteranno alla serata di Lunedì 3 Febbraio, h21 al Cine GRASSI: si tratta infatti di una lettura imperdibile per appassionati di scienza, astronomia e astrobiologia, per chiunque sia interessato alle esplorazioni spaziali e segue con entusiasmo le storie e le sfide che portano all'ipotesi di vita oltre i confini della Terra

TRADATE

“Viaggio al laboratorio del JPL”, serata con il GAT di Tradate

Suggestiva serata dedicata al massimo centro di ricerca spaziale al mondo, (il JPL, Jet Propulsion Laboratory della NASA) quella organizzata dal GAT, Gruppo Astronomico Tradatese. Ospite l'ingegnere Soldi



Suggestiva serata dedicata al massimo centro di ricerca spaziale al mondo, (il JPL, Jet Propulsion Laboratory della NASA) quella organizzata dal GAT, Gruppo Astronomico Tradatese per **lunedì 24 febbraio, alle ore 21, al Cine Grassi di Tradate.**

Sarà infatti ospite degli astrofili tradatesi l'**Ing Andrea SOLDI** che terrà una conferenza sul tema: **VIAGGIO AI LABORATORI DEL JPL.**

Soldi ha lavorato in America al JPL nella complessa gestione della Deep Space Network, una rete internazionale di radiotelescopi per la guida delle sonde spaziali, costituita da tre complessi principali situati nel deserto del Mojave, nei pressi di Madrid e nei pressi di Canberra.

Il Jet Propulsion Laboratory (JPL) è un

centro di ricerca e sviluppo della NASA finanziato dal Governo federale, situato nel comune californiano di La Cañada Flintridge, a Pasadena, vicino a Los Angeles. Il centro è di proprietà della NASA, ma è gestito dal California Institute of Technology. Attualmente conta circa 6000 dipendenti a tempo pieno, su una estensione di 72 ettari.

Il centro si occupa principalmente della progettazione, dello sviluppo e della costruzione delle sonde spaziali senza equipaggio della NASA. Nel 1944 il JPL venne istituito e finanziato dall'Esercito per un lavoro di studio dei razzi V2 tedeschi. Ne uscì il razzo Corporal, che venne lanciato per la prima volta nel maggio 1947. Nel Dicembre 1958 (dopo il successo del lancio di Explorer-1, primo satellite americano), la gestione del JPL venne trasferita dall'Esercito alla NASA, divenendone uno dei suoi centri principali.

Nel corso degli anni sessanta il JPL lavorò sullo sviluppo dei primi veicoli spaziali per l'esplorazione extraterrestre, iniziando coi programmi lunari Ranger e Surveyor. Il programma Ranger prevedeva missioni spaziali senza equipaggio destinate a scattare immagini ravvicinate del suolo lunare, mentre il programma Surveyor doveva dimostrare la fattibilità di un allunaggio, preparando la strada alle missioni del programma Apollo.

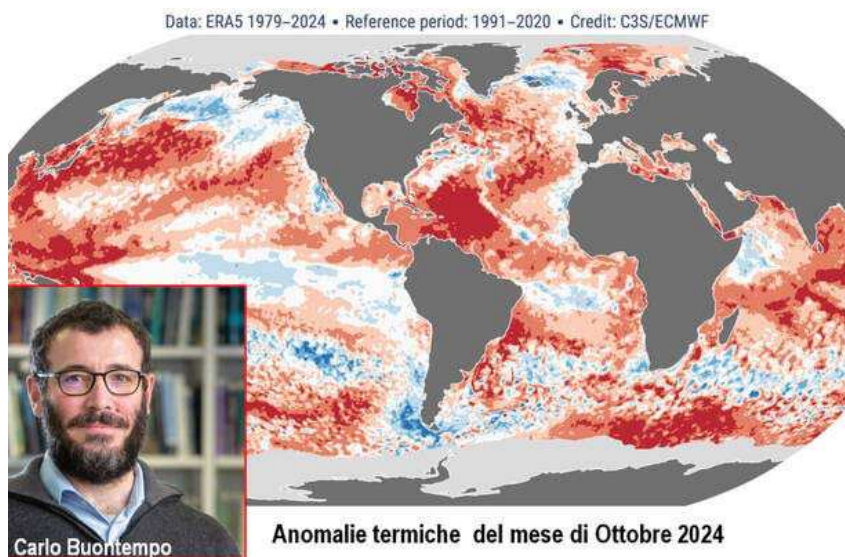
Parallelamente, il JPL era impegnato anche nelle missioni del programma Mariner per l'esplorazione di Marte, Venere e Mercurio. Nel 1965 la missione Mariner 4 fu la prima a raccogliere immagini ravvicinate della superficie marziana durante il sorvolo del pianeta. Il JPL e il Langley Research Center collaborarono per il programma Viking, che portò due sonde sulla superficie di Marte nel 1976. Tra i più grandi successi del JPL vi è il programma Voyager, che portò al lancio di due sonde spaziali nel 1977, Voyager 1 e Voyager 2: entrambe hanno osservato i pianeti Giove e Saturno, mentre la Voyager 2 è stata in grado di osservare anche i pianeti Urano e Nettuno.

Entrambe le sonde Voyager continuano a trasmettere dati verso la Terra ed entrambe hanno raggiunto lo spazio interstellare, avendo Voyager 1 superato l'eliopausa nel 2012, mentre Voyager 2 l'ha fatto sei anni dopo. Nel corso degli anni novanta il JPL prese parte alla missione spaziale Cassini-Huygens, destinata all'esplorazione di Saturno, delle sue lune e dei suoi anelli.

Proprio per seguire tutte queste missioni e raccogliere dati, il JPL progettò e realizzò una rete internazionale di radiotelescopi (l'accennata Deep Space Network) per la quale l'**Ing. Soldi ha lavorato per anni grazie alla sua grande esperienza e competenza sia in campo elettronico che informatico.**

Crisi climatica: Carlo Buontempo spiega l'urgenza di agire al Cine Teatro Grassi di Tradate

Lo scienziato di Copernicus, ospite del GAT, parlerà Lunedì 3 Marzo a Tradate dell'impatto del riscaldamento globale e della necessità di trasformare i dati in azione



Il cambiamento climatico non è più una proiezione futura, ma una realtà che sta già alterando ecosistemi, economie e società. Questo sarà il tema centrale dell'incontro organizzato dal **Gruppo Astronomico Tradatese (GAT)**, che si terrà **lunedì 3 marzo alle ore 21 presso il Cine Grassi di Tradate**. Ospite della serata sarà **Carlo Buontempo, direttore di Copernicus**, il principale programma europeo di monitoraggio climatico. In collegamento dalla Germania, Buontempo analizzerà i dati più recenti sullo stato del clima in Europa e nel mondo, sottolineando

l'importanza di utilizzare le informazioni scientifiche per guidare le politiche ambientali e la gestione della crisi climatica.

Si parlerà di un'emergenza già in atto: i dati allarmanti di Copernicus lo confermano. I dati raccolti da Copernicus ed ERA5, il sistema di analisi climatica dell'Agenzia Europea dell'Ambiente, indicano che la soglia critica dell'aumento di 1,5°C rispetto ai livelli preindustriali è già stata superata.

Ottobre 2024 è stato il secondo mese più caldo mai registrato, con un aumento della temperatura media globale di 1,65°C rispetto all'epoca preindustriale. Gli ultimi 12 mesi (novembre 2023 – ottobre 2024) hanno registrato un incremento medio di 1,62°C, consolidando un trend preoccupante.

Il ghiaccio artico si è ridotto del 20%, mentre quello antartico dell'8%, confermando il rapido declino delle calotte polari.

Questi dati, come spiegherà Buontempo, hanno effetti concreti e devastanti, specialmente nel Mediterraneo, dove ondate di calore, siccità e eventi estremi stanno diventando sempre più frequenti.

Tradurre la scienza in azione è il messaggio che vuole lanciare Buontempo. Nonostante l'abbondanza di dati e analisi scientifiche, esiste ancora un divario tra conoscenza e azione. Buontempo evidenzierà l'importanza di tradurre queste informazioni in politiche concrete, sottolineando come l'inazione politica e la scarsa consapevolezza rischino di aggravare ulteriormente la crisi climatica.

Quella offerta dal GAT è un'occasione per approfondire e confrontarsi. **L'incontro sarà un'opportunità non solo per ascoltare un esperto di livello mondiale**, ma anche per interagire direttamente con lui. Il pubblico potrà fare domande e approfondire i temi trattati, grazie alla disponibilità del relatore.

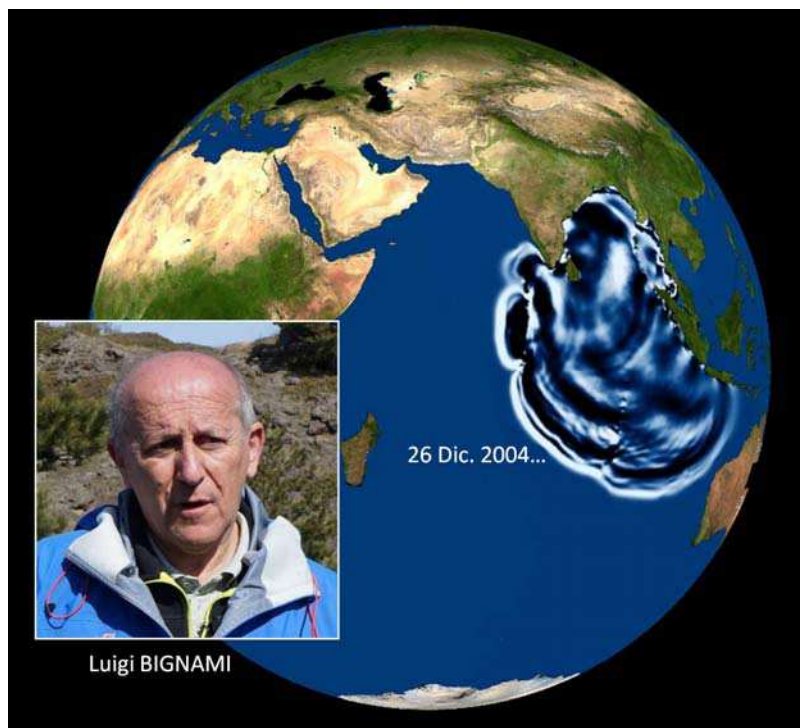
Un appuntamento imperdibile per chiunque voglia comprendere meglio l'emergenza climatica e il ruolo che scienza e politica devono avere per affrontarla.



TRADATE

Tsunami catastrofici nella storia, se ne parla al cinema Grassi di Tradate con Luigi Bignami

Venti anni fa l'Indonesia venne colpita da un violentissimo terremoto, seguito da uno tsunami che uccise oltre 230.000 persone. Sarà questo il motivo dominante della serata organizzata dal GAT, Gruppo Astronomico Tradatese, per Lunedì 24 Marzo 2025, ore 21



Venti anni fa l' **Indonesia venne colpita da un violentissimo terremoto**, seguito da uno tsunami che uccise oltre 230.000 persone. Sarà questo il motivo dominante della serata organizzata dal GAT, **Gruppo Astronomico Tradatese, per Lunedì 24 Marzo 2025, ore 21 al Cine GRASSI di Tradate.**

Il dottor **Luigi Bignami, geologo e famoso divulgatore televisivo** terrà infatti una conferenza sul tema: Il mega - Tsunami di 20 anni fa in Indonesia. Bignami parlerà delle cause e delle conseguenze di quell'evento cataclismico, la cui gravità non venne inizialmente minimamente compresa dalle autorità locali. In sostanza, alle 7:58 del mattino, ora locale (00:58 UTC), del 26 dicembre 2004, un violento terremoto di magnitudine 9,1 durato 8 minuti, ha scosso la regione di Banda Aceh, in

Indonesia, segnando l'inizio di una delle più devastanti calamità naturali dell'ultimo secolo: si è trattato del terzo sisma più violento degli ultimi 100 anni ed è stato generato dalla rottura di una faglia lunga oltre 1000 km avvenuto al margine tra la placca Indo-Australiana che, in subduzione, scivola sotto la placca indiana di Burma. Inizialmente il mare si è ritirato per alcune centinaia di metri, poi, dopo 20 minuti dalla scossa principale, uno tsunami catastrofico colpì inizialmente le coste dell'Indonesia Settentrionale con onde alte fino a 30 metri e, nelle ore successive, quelle dell'intero Oceano Indiano causando vittime e danni anche a migliaia di chilometri di distanza dall'epicentro.

Lo tsunami, infatti, si propagò in poco tempo in tutto l'Oceano Indiano, raggiungendo decine di Paesi lungo le coste asiatiche e africane. In Thailandia, Sri Lanka, India, Maldive le onde di maremoto causarono devastazione e decine di migliaia di morti, tra cui turisti da ogni parte del mondo.

Di fatto si producono tsunami ogni volta che si verifica un terremoto sottomarino di magnitudine maggiore di 7-7,5, oppure quando si verificano (per cause sia sismiche che non) grandi frane sul fondo del mare.

L' 11 Marzo 2011 uno tsunami con onde alte fino a 40 metri colpì il Giappone, causando il disastro nucleare di Fukushima ed almeno 18.000 vittime. La causa fu un terremoto violentissimo di $m=9,1$ provocato alla subduzione (scorrimento) della placca pacifica contro la placca nipponica.

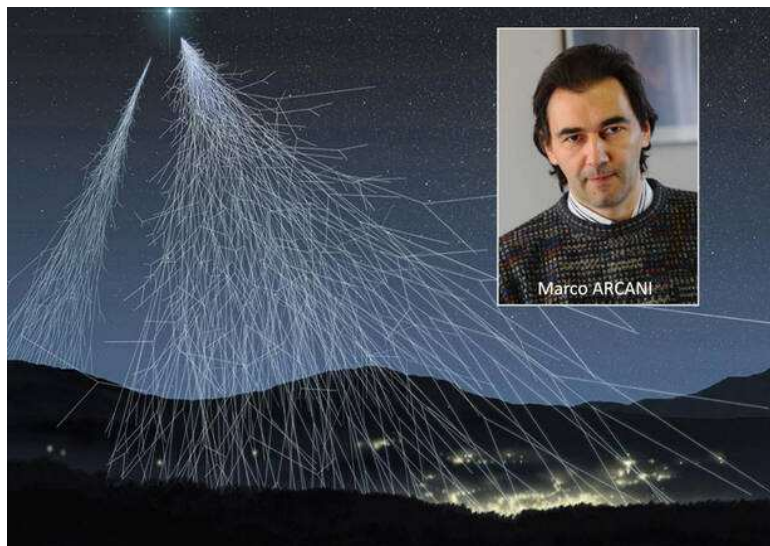
Uno tsunami di 12 metri contribuì pesantemente ai 130.000 morti del terremoto di Messina del 28 Dicembre 2008. Fu causato da un terremoto di $m=7,1$ verificatosi al centro dello stretto braccio di mare tra Calabria e Sicilia, che tutti i geologi ritengono una delle zone più sismiche e pericolose d'Europa.

Bignami, nella importante serata di **Lunedì 24 Marzo al Cine GRASSI, da geologo, parlerà sia delle cause degli tsunami**, sia dei sistemi moderni per evitarne i danni umani e materiali. Con un cenno particolare al caso del Mediterraneo, dove, a parte l'accennata pericolosità dello Stretto di Messina, ci sono altri sistemi geologici (tipo vulcani sottomarini) che potrebbero dal luogo ad imprevedibili grandi onde anomale.

VN

Al teatro Grassi di Tradate una serata del GAT dedicata ai neutrini.

Con il titolo "nuovi telescopi per raggi cosmici" lunedì 12 maggio il professor Marco Arcani parlerà della particella più sfuggente e più energetica mai rilevata nella storia dell'umanità



Chi nella notte fra il 12 e il 13 febbraio 2023 avesse avuto occasione d'affacciarsi all'oblò di un ipotetico sottomarino intento a solcare, fra i tre e i quattro chilometri di profondità, le acque del Mediterraneo al largo di Portopalo di Capo Passero attorno alle 02:16:47 ora italiana, avrebbe potuto cogliere, nel buio assoluto degli abissi, un fugace bagliore blu. A produrlo, una cascata d'eventi innescata dalla **particella più sfuggente che ci sia in natura: un neutrino**. Un minuscolo, leggerissimo, neutrino proveniente

dai più remoti recessi del cosmo, dotato di uno spaventoso condensato d'energia, vale a dire **220 milioni di miliardi di elettronvolt**. La singola particella elementare più energetica mai rilevata nella storia dell'umanità.

Sarà questo il motivo trainante della **spettacolare serata organizzata dal GAT**, Gruppo Astronomico Tradatese, per **lunedì 12 maggio 2025, h21, al Cine Grassi di Tradate**.

Relatore il Prof. Marco Arcani, che parlerà sul tema: "nuovi telescopi per raggi cosmici".

Marco Arcani stravede per le micro-particelle cosmiche (ossia i raggi cosmici) e da una vita se ne occupa anche a livello professionale con rivelatori a lui stesso progettati.

Tornando al super-neutrino del 13 febbraio 2023 va aggiunto che gli eventi luminosi scatenati dal suo arrivo sono stati individuati da **una sofisticata rete di "occhi subacquei" denominata Km3NeT** (Cubic Kilometre Neutrino Telescope): si tratta di un chilometro cubo d'acqua marina disseminato di centinaia di foto-moltiplicatori, ossia sensori di effetti luminosi.

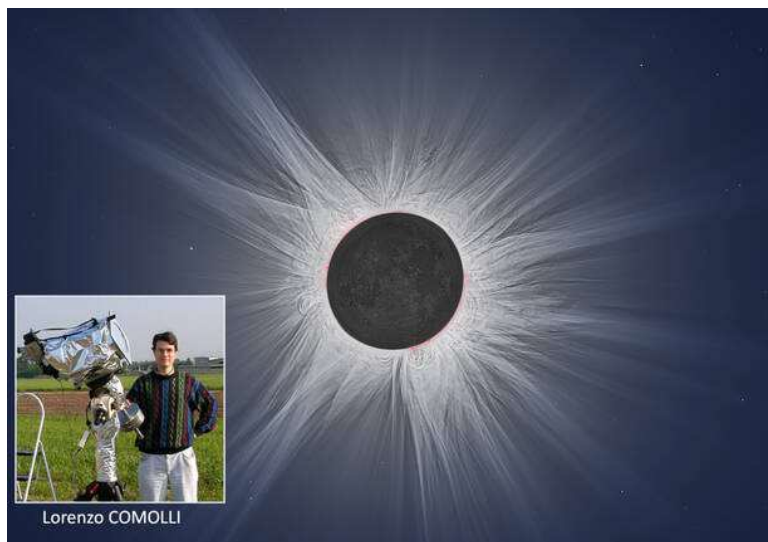
Un mega-rivelatore simile si trova nei ghiacci dell'Antartide (Ice Cube) e da circa 20 anni è operativo in Argentina l'esperimento Auger, il più esteso osservatorio per lo studio dei raggi cosmici mai costruito, con rivelatori distribuiti su un'area di circa 3000 chilometri quadrati. Va aggiunto che, in realtà quello che ha evidenziato il Km3NeT non è stato tanto il super-neutrino quanto un super-MUONE che il neutrino ha generato interagendo con il volume di acqua del rivelatore. In effetti, il **relatore è un grande esperto di muoni**, particelle negative 200 volte più pesanti dell'elettrone, che ci piovono in testa di continuo da ogni punto del Cosmo.

E i muoni sono talmente numerosi e penetranti, che, incredibilmente, hanno al giorno d'oggi acquisito anche importanti e a dir poco sorprendenti applicazioni pratiche. Per esempio, disponendo sensori muonici attorno ad un vulcano, si può 'radiografare' la posizione e la pericolosità della camera magmatica. Idem dicasi per il controllo del nocciolo di un reattore nucleare (venne usata questa tecnica per 'vedere' lo stato dei reattori nucleari di Fukushima, devastati dal terremoto del 2022). Addirittura le 'radiografie muoniche' hanno permesso di scoprire camere sconosciute all'interno delle piramidi egiziane. Per contro il super-muone prodotto dal super-neutrino del febbraio 2023 si pensa sia la testimonianza dell'esplosione/collisione di un gigantesco buco nero nel nucleo di una o più galassie lontanissime, ossia distante qualche miliardo di anni luce.

•
TRADATE

Eclissi di sole e relatività, serata del GAT al Cine Grassi di Tradate

Una serata fatta di racconti e scoperte scientifiche da non perdere con l'ingegner Lorenzo Comolli



Il 29 maggio 1919 si verificò una delle eclissi totali di Sole più importanti della storia perché fornì la prima conferma sperimentale della teoria della relatività generale di Albert Einstein, pubblicata nel 1915. La relatività generale di Einstein prevedeva che la luce di una stella passando vicino al bordo del Sole, sarebbe stata deviata di circa 1,75 secondi d'arco, il doppio di quanto postulato dalla teoria di Newton.

Una misura difficilissima e possibile

solo durante un'eclisse totale di Sole, quando il Sole viene coperto dalla Luna e il cielo diviene sufficientemente buio da permettere la visibilità di stelle e pianeti. Questa stessa misura è stata incredibilmente ripetuta con successo da Lorenzo Comolli (assistito da Emmanuele Sordini e Alessandro Gambaro) durante la grande eclisse totale di Sole dell' 8 Aprile 2024 in USA. Questo sarà il tema della conferenza organizzata dal GAT, Gruppo Astronomico Tradatese per Lunedì 26 Maggio 2025, h21 al Cine Grassi.

L'ing. Comolli parlerà infatti sul tema: **ECLISSI TOTALI DI SOLE E RELATIVITA'**.

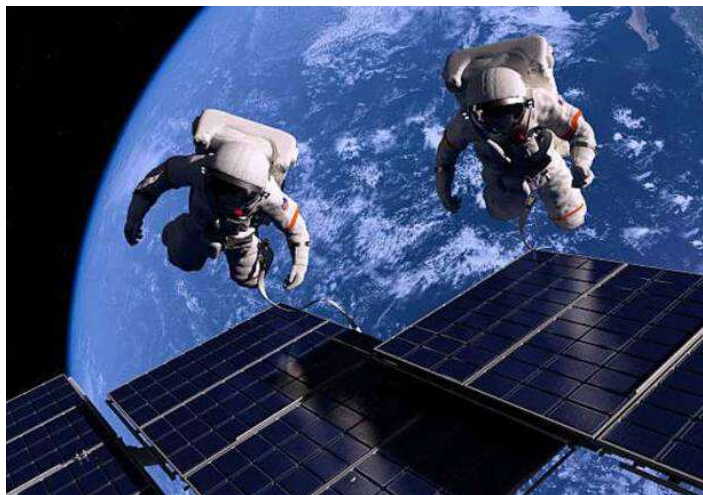
Nel 1919 l'astronomo britannico Arthur Eddington, allestì una spedizione all' isola del Principe, al largo dell'Africa occidentale, dove per la prima volta, essendo il Sole eclissato immerso tra le stelle delle Iadi, fu possibile dimostrare che la deviazione stellare prevista dalla Relatività era corretta, il che conferì ad Einstein una fama imperitura a livello mondiale. Nel caso dell'eclisse americana dell' 8 Aprile 2024 il Sole, nella costellazione del Toro, è stato ripreso dal gruppo di Lorenzo C. con una tecnica assolutamente innovativa che, oltre a produrre le migliori immagini in assoluto della spettacolare corona del Sole al massimo del 25esimo ciclo (vedere per credere nella serata di Lunedì 26 Maggio !) ha anche catturato 85 stelle di fondo. Confrontando la posizione di queste stelle in assenza del Sole, ossia in immagini appositamente riprese in Gennaio 2024, Lorenzo è riuscito a misurarne lo spostamento durante l'eclisse ed a dimostrare che, durante l'eclisse la loro luce è stata deviata dal Sole proprio nella misura prevista dalla teoria della relatività generale.

Per quel che se ne sa, **è la prima volta al mondo che questa misura sia stata realizzata da astrofili NON professionisti**. Va aggiunto che nel secolo successivo al 1919, la stessa misura è stata tentata parecchie volte da gruppi di fisici solari professionisti in varie parti del mondo, con spedizioni a volte audaci ed avventurose. Si tratta in sostanza di una delle avventure scientifiche più importanti ed interessanti di sempre. Anche questo racconto spesso emozionante e a volte drammatico sarà parte integrante della serata di Lunedì 26 Maggio al Cine Grassi.

TRADATE

Viaggio nello spazio, come si mangia tra le stelle? Se ne parla al GAT di Tradate

Sarà questo il tema di base della serata 'g-astronomica' organizzata dal Gruppo Astronomico Tradatese per lunedì 9 Giugno 2025, alle ore 21 (Cine Grassi di Tradate)



Oggi il desiderio di arrivare sulla Luna o su Marte è più vivo che mai. Non sappiamo quando, ma sappiamo che succederà. Per questo è fondamentale vivere nello spazio mantenerci sani ed efficienti. In questo ambito gli studi oggi disponibili mostrano che **il cibo è uno degli strumenti migliori per controllare l'umore e la salute degli equipaggi a bordo delle navicelle spaziali.**

Altrettanto importante è il riposo, ossia le ore di sonno, che nello spazio, in assenza di gravità, hanno delle modalità completamente differenti da quelle terrestri. Sarà questo il tema di

base della serata 'g-astronomica' organizzata dal GAT, **Gruppo Astronomico Tradatese per Lunedì 9 Giugno 2025, ore 21 (Cine Grassi di Tradate)** sull'argomento, **Una giornata nello spazio.** Relatori saranno **Piermario Ardizio (noto esperto di Astronautica)** e **Aurora Ardizio**, una studentessa dell'ultimo anno all'Istituto alberghiero Maggia di Stresa, che ha deciso di proiettare le sue conoscenze professionali anche verso la tecnologia alimentare spaziale. Il costo per portare 1Kg nello spazio è ancora compreso tra i 3000 e i 15000\$/Kg. Dalla missione di John Glenn in orbita intorno alla Terra al programma della Stazione Spaziale Internazionale, la ricerca sul cibo spaziale ha affrontato la sfida di fornire cibo leggero (ossia disidratato), appetitoso e facilmente trasportabile nello spazio. Requisiti importanti soprattutto nei voli di lunga durata. Nella preistoria, l'uomo aveva scoperto che il cibo si conservava più a lungo se veniva essiccato e conservato in un luogo fresco e asciutto fino al momento del consumo. In seguito sono state sviluppate tecniche di cottura, lavorazione, conservazione e stoccaggio degli alimenti in contenitori sigillati per meglio conservarli per l'uso sulla Terra: tutto questo si rivela perfettamente adatto per lo spazio. Ma con l'allungarsi delle missioni spaziali, specialmente in risposta all'aumento degli equipaggi e dei voli spaziali regolari sulla ISS (la Stazione Spaziale Internazionale) la ricerca sul cibo spaziale ha affrontato una sfida importante e difficile: fornire cibo appetitoso oltre che facilmente trasportabile nello spazio. **Così la varietà del cibo si è ampliata a ben 74 tipi di alimenti e 20 tipi di bevande.** Il menu è progettato per missioni di circa 7 giorni, ma gli astronauti possono personalizzare i pasti scegliendo da un elenco, soggetto a controllo dietetico per garantire un apporto bilanciato di nutrienti.

L'acqua da aggiungere ai cibi disidratati è un problema importante: sullo Space Shuttle le celle a combustibile producevano acqua come sottoprodotto, sulla ISS l'acqua viene invece trasportata e riciclata. Le varie confezioni alimentari sono progettate per poter essere scaldate con un forno a microonde, quindi consumate con normali posate terrestri. Come si vede molta strada è stata fatta dopo mezzo secolo di viaggi spaziali ma molta strada deve essere ancora compiuta per permettere all'Umanità di intraprendere viaggi ancora più lontani, primariamente basi stabili sulla Luna e la conquista di Marte prima della metà del secolo 21esimo. In questo percorso, lunedì sera al Grassi Piermario e Aurora A. guideranno il pubblico verso una migliore comprensione di questo delicato ed in parte sconosciuto settore dell'attività spaziale.

Redazione VareseNews redazione@varesenews.it

Tradate

A Tradate la leggendaria vita di Giovanni Cassini nel 400esimo della nascita

Al Cine Grassi, in diretta da Perinaldo, un evento per il grande scienziato e astronomo



L'ultima serata pubblica prima della consueta sosta estiva è stata voluta e dedicata dal GAT, Gruppo Astronomico Tradatese, ad un anniversario di grande importanza sia scientifica che umana: **l'8 giugno del 1625, quindi esattamente 400 anni fa, nasceva nel piccolo e splendido borgo ligure di Perinaldo, Giovanni Cassini, leggendario scienziato** che con le sue scoperte illuminò letteralmente tutto il seicento.

Lunedì 23 Giugno 2025, h 21 (Cine GRASSI) il GAT si collegherà in diretta proprio con

Perinaldo da dove il **dott. Lorenzo Sicignano** (Sanremo, 1999), direttore del locale Osservatorio Astronomico "G.D. Cassini" e responsabile del programma nazionale Cassini 400 in collaborazione con il Comune di Perinaldo, terrà una affascinante serata sul tema: *Cassini la massima stella del Seicento*.

Oltre ad aver curato eventi e progetti legati al quattrocentesimo anniversario della nascita di Cassini, il relatore collabora con istituzioni scientifiche e culturali di rilievo su scala nazionale e internazionale come ESA, ASI, INAF, Università di Bologna, Ministero della Cultura e Thales Alenia Space per promuovere l'astronomia e la cultura scientifica attraverso eventi, progetti educativi e contenuti visivi. La serata sarà un viaggio affascinante nella vita e nell'eredità scientifica di Cassini attraverso immagini, racconti e aneddoti poco noti, che evidenziano una figura poliedrica di uno scienziato capace di dialogare con i potenti del suo tempo, scrutare i cieli da Bologna a Parigi e lasciare un'impronta indelebile nella storia dell'astronomia.

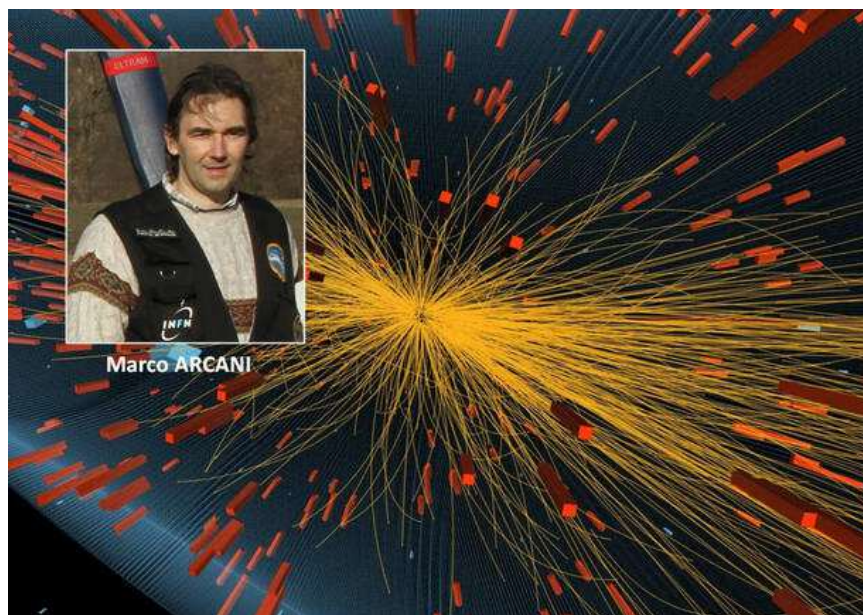
Nato a Perinaldo da una famiglia benestante, Cassini studiò prima presso i Gesuiti a Genova e poi a Bologna dove fu allievo del grande astronomo Giovanni Battista Riccioli. Nel 1650 ottenne la cattedra di Astronomia all'Università di Bologna e realizzò nella basilica di San Petronio una famosa meridiana nota in tutto il mondo. La sua fama travalicò presto i confini nazionali al punto che nel 1669 il re Luigi XIV lo convinse a trasferirsi in Francia per dirigere l'Osservatorio di Parigi. Qui l'astronomo italiano (e i suoi collaboratori, un'autentica 'dinastia' quasi sempre legata da vincoli parentali) fece le sue scoperte più importanti. Tra queste spiccono i suoi studi su Saturno, del quale scoprì 4 satelliti e la famosa divisione tra gli anelli che porta il suo nome.

Non è un caso che **porti in nome di Cassini anche la leggendaria missione spaziale** che ha orbitato Saturno dal 2004 al 2017 realizzando straordinarie scoperte scientifiche sia sul pianeta che sui suoi satelliti. Cassini morì a Parigi il 14 Settembre 1712 dopo una vita tutta da raccontare e della quale il piccolo borgo di Perinaldo (da dove il GAT si collegherà in diretta lunedì 23 giugno) reca tantissime testimonianze. Un'occasione quindi, quelle di Lunedì sera al Cine GRASSI, per riscoprire il lato più umano della scienza e riflettere sull'eredità culturale di un ligure che ha letteralmente cambiato il modo di guardare l'universo.

TRADATE

Ripresa autunnale dell'attività del GAT di Tradate con l'incontro "Dalle particelle elementari all'origine dell'universo"

Arcani farà la storia di come il CERN è nato e si è sviluppato (1952) ripercorrendo l'evoluzione delle straordinarie macchine acceleratrici di particelle



Riprende **Lunedì 13 Ottobre, ore 21 Cine Grassi di Tradate**, l'attività autunnale del **GAT Gruppo Astronomico Tradatese** con una conferenza del **Prof. Marco ARCANI** sul tema: **Dalle particelle elementari all'origine dell'universo**. Come sempre l'ingresso è libero e gratuito. La serata si inserisce in un mese di Ottobre 2025 completamente dedicato alla visita al CERN di Ginevra che gli Astrofili tradatesi sono riusciti ad ottenere per **Martedì 21 Ottobre**. Come noto presso il CERN di Ginevra si trova il massimo acceleratore di particelle esistente al mondo, con i suoi 27 km di galleria circolare a 100 metri di profondità tra il

confine svizzero e francese.

Il Prof. Marco Arcani che è un grande esperto di particelle elementari, spiegherà come al CERN, grazie allo scontro di protoni a velocità vicine a quelle della luce, è l'unica macchina al mondo in grado di avvicinarsi alle energie immense dell'Universo primordiale, quando tutta la materia venne prodotta da un'immensa esplosione (il Big Bang). In sostanza al CERN c'è l'unica macchina in grado di farci capire come e perché è nato l'Universo 13,8 miliardi di anni fa.

Arcani farà la storia di come il CERN è nato e si è sviluppato (1952) ripercorrendo l'evoluzione delle straordinarie macchine acceleratrici di particelle, dai semplici apparati elettrostatici di Van de Graaff fino ai moderni sincrotroni e all' LHC (Large Hadron Collider) di Ginevra, il più potente acceleratore mai costruito. Queste macchine utilizzano campi elettrici e magnetici per spingere minuscole particelle a velocità vicine a quella della luce, permettendo ai fisici di "frantumare" la materia e osservare i suoi costituenti più elementari. Una sfida non solo scientifica ma anche ingegneristica.

Ma gli acceleratori non sono solo invenzioni umane: il cosmo stesso ne possiede di naturali. I raggi cosmici, vere e proprie particelle provenienti dallo spazio, colpiscono costantemente la Terra con energie che superano di gran lunga quelle dei nostri laboratori, senza che siano finora riusciti a comprenderne il meccanismo cosmico di accelerazione. L'obiettivo della serata di Lunedì 13 Ottobre è quella di offrire al pubblico del GRASSI una panoramica chiara e appassionante sul ruolo degli acceleratori di particelle nella fisica moderna, sul loro contributo alla nostra conoscenza dell'universo e sul perché visitare il CERN significhi entrare nel cuore stesso della ricerca fondamentale. La serata sarà comunque obbligatoriamente introdotta da **un ricordo di Franco Martegani**, storico fondatore del GAT recentemente scomparso. Un opportuno cenno verrà anche fatto al recente premio Nobel della fisica, attribuito quest' anno a scienziati che hanno scoperto e studiato il cosiddetto effetto tunnel quantistico, un fenomeno importante per capire il mondo delle particelle subatomiche, che in certe condizioni possono superare barriere apparentemente insuperabili, dando il là ad applicazioni rivoluzionarie come i futuri computer quantistici

CERN, la magia della scienza in scena al Cine Grassi

Lunedì 27 ottobre, una serata speciale con il Gruppo Astronomico Tradatese: il racconto della visita al cuore della fisica mondiale



Una serata da non perdere per tutti gli appassionati di scienza e meraviglia: **lunedì 27 ottobre, alle ore 21, il Gruppo Astronomico Tradatese (GAT) porterà sul palco del Cine Grassi di Tradate** la straordinaria esperienza della recente visita al CERN di Ginevra, il più importante centro di ricerca nucleare al mondo.

Dopo due anni di attese e tentativi, il GAT è riuscito lo scorso 21 ottobre a ottenere l'accesso con il numero massimo di partecipanti

autorizzati, ben 35 visitatori, per un viaggio unico nel cuore della fisica delle particelle.

La serata, intitolata "CERN: la magia della visita diretta", ripercorrerà le tappe dell'escursione nei luoghi della scoperta del Bosone di Higgs e di tante altre rivoluzioni scientifiche. Ma sarà anche l'occasione per scoprire cosa si nasconde dietro a un tunnel sotterraneo di 27 km, dove protoni sfrecciano 12.000 volte al secondo a temperature prossime allo zero assoluto (-271°C).

Dalla fisica teorica alla medicina, passando per Internet

Durante l'incontro si parlerà non solo di particelle subatomiche, LHC e detector come ATLAS e CMS, ma anche delle applicazioni pratiche di queste ricerche:

la nascita del web nel 1993, grazie a Tim Berners-Lee proprio al CERN;

la terapia protonica per il trattamento dei tumori;

l'utilizzo delle tecnologie sviluppate per la scienza pura nella vita quotidiana.

Un'esperienza immersiva, tra futuro e bellezza

Spazio anche al racconto della visita ai nuovi spazi espositivi, tra cui l'avveniristico Science Gateway progettato da Renzo Piano, inaugurato nel 2023 e finanziato da Stellantis. E naturalmente un passaggio simbolico al Globo della Scienza e dell'Innovazione, una struttura imponente e iconica che rappresenta il legame tra ricerca e umanità.

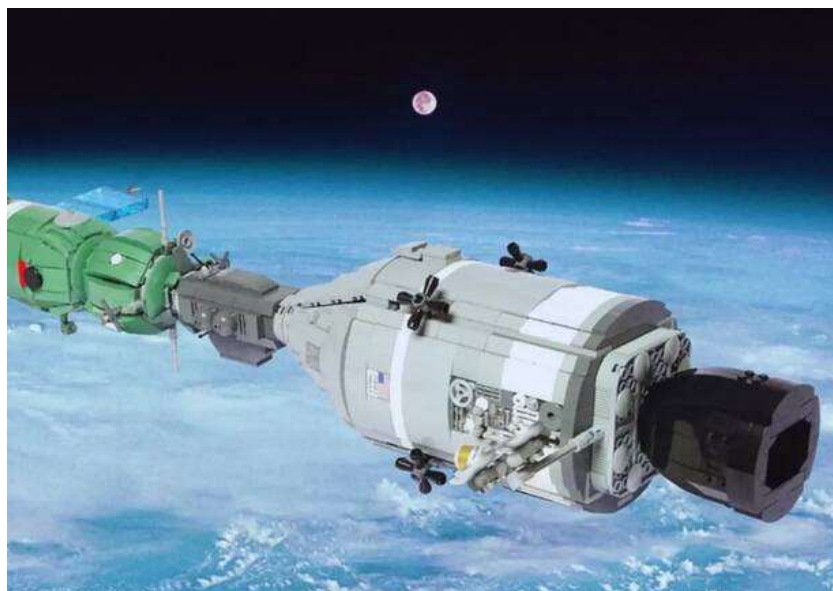
Un ritorno atteso: a 30 anni dalla visita ai tempi del Nobel di Rubbia

Il GAT torna al CERN dopo 30 anni, quando il gruppo aveva visitato il centro nel pieno dell'era del LEP e della scoperta del Bosone W da parte di Carlo Rubbia. Una testimonianza della continuità nella passione scientifica, che ancora oggi anima il gruppo tradatese, capace di coniugare divulgazione, curiosità e comunità.

TRADATE

A Tradate il GAT propone una serata spaziale tra storia e futuro 50 anni dopo Apollo-Soyuz

Lunedì 10 novembre il Gruppo Astronomico Tradatese organizza una serata al Cine Grassi per celebrare la storica missione Apollo-Soyuz e i 25 anni della Stazione Spaziale Internazionale



Due anniversari storici per una serata speciale di divulgazione scientifica. Il **Gruppo Astronomico Tradatese** organizza per **lunedì 10 novembre alle 21**, al Cine Grassi di Tradate, una serata dedicata ai 50 anni della missione Apollo-Soyuz e ai 25 anni in orbita della Stazione Spaziale Internazionale (ISS). La serata, dal titolo “50 anni fa la missione Apollo-Soyuz”, sarà coordinata da **Giuseppe Palumbo**, storico divulgatore

del GAT, che sarà affiancato da alcuni studenti liceali che hanno partecipato a un concorso scolastico lanciato lo scorso anno proprio su questo tema.

Il cuore dell'incontro sarà la **proiezione di un documentario prodotto dalla NASA**, realizzato per celebrare il 50esimo di una delle missioni più simboliche della storia dell'esplorazione spaziale: quella che, nel 1975, vide americani e sovietici collaborare per la prima volta nello spazio, anticipando di fatto lo spirito della futura ISS.

Durante la missione Apollo-Soyuz, **tra il 15 e il 21 luglio 1975**, due equipaggi si incontrarono in orbita: i sovietici **Aleksej Leonov** e **Valerij Kubasov** a bordo della Soyuz 19, e gli americani **Tom Stafford**, **Vance Brand** e **Donald Slayton** a bordo della capsula Apollo 18.

Un evento storico che rappresentò il “disgelo” tra Usa e Urss e gettò le basi per una cooperazione scientifica internazionale che ha trovato pieno compimento con la Stazione Spaziale Internazionale, entrata in funzione nel novembre del 2000.

Il primo equipaggio della ISS era, non a caso, misto: l'americano **William Shepard** con i russi **Yuri Guidzenko** e **Sergei Krikalov**. Da allora, **la stazione ha ospitato 266 astronauti da 20 nazioni e oltre 400 esperimenti scientifici** in assenza di gravità, nei campi più diversi: biologia, medicina, fisica, botanica e astrofisica.

La serata del 10 novembre sarà dunque non solo un viaggio nella storia ma anche un'opportunità per parlare del presente e del futuro dell'esplorazione spaziale, in un momento in cui la cooperazione internazionale torna ad essere un tema centrale anche sulla Terra

Lunedì 24 Novembre, h21, al Cine GRASSI di Tradate

IL GAT PRESENTA 'THE MARTIAN'

A completamento dell'anno marziano 2025, la visione integrale del famoso film marziano..



Basato sul romanzo *L'uomo di Marte* del 2011 di Andy Weir, ha come protagonista l'astronauta Mark Watney, interpretato da Matt Damon, che durante una missione su Marte viene abbandonato perché erroneamente creduto morto a seguito di una tempesta di sabbia, e racconta la sua lotta per la sopravvivenza e gli innumerevoli sforzi per salvarsi e tornare sulla Terra. Su Marte, nell'Acidalia Planitia,

durante il Sol 18 della missione *Ares 3* della NASA, una squadra di esploratori capitanata dal comandante Melissa Lewis e di cui fanno parte gli astronauti Mark Watney, Rick Martinez, Chris Beck, Beth Johanssen e Alex Vogel è al lavoro per raccogliere dei campioni da analizzare sulla Terra. A causa però dell'arrivo di una violenta tempesta di sabbia, si decide di lasciare Marte con l'astronave *Hermes*. Purtroppo Watney a causa di un incidente, perde i contatti con i compagni che, ritenendolo morto, lo lasciano su Marte. Watney però non è morto: dopo essersi ripreso, raggiunge la base e deve ricorrere al proprio ingegno e al proprio spirito di volontà per sopravvivere, pur sapendo che nel breve periodo non vi è alcuna prospettiva realistica per una missione di salvataggio. Grazie alle sue grandi competenze in ambito botanico, ha un'illuminazione: riempie una stanza del modulo spaziale con il terriccio, usa le sue feci e quelle del resto dell'equipaggio come concime ed escogita un modo per produrre acqua tramite combustione di riserve di idrazina. Tramite questo sistema, Watney riesce a creare una coltivazione di patate che gli potrebbe consentire di sopravvivere fino alla missione successiva, il cui arrivo su Marte è previsto quattro anni dopo. Nel frattempo Mindy Park, esperta di comunicazione dei satelliti della NASA, ingrandendo l'immagine su Acidalia Planitia, nota, sulla base di *Ares 3*, alcune differenze rispetto a quando il pianeta è stato abbandonato: la posizione del rover nella base è cambiata e i pannelli solari sono stati puliti. Alla NASA allora si rendono conto che Watney è sopravvissuto. Durante il rientro di Watney da una delle sue escursioni marziane, la camera di decompressione della serra esplode, distruggendo tutto il raccolto. A questo punto a Watney non restano molte scorte per sopravvivere e la missione per il suo recupero appare ancora troppo distante nel tempo. La NASA decide quindi di approntare una nave carica di soli viveri per poterlo rifornire e decide, a causa della necessità di operare in tempi brevi, di accelerare al massimo i processi di sviluppo e controllo; ciò tuttavia porta ad escludere alcuni importanti controlli di sicurezza, e per tale motivo il razzo esplode poco dopo il lancio, facendo fallire la missione. Quando tutto sembra perduto, a offrire la soluzione è Rich Purnell, un giovane astrodinamico della NASA, che calcola una manovra di fionda gravitazionale con la Terra grazie alla quale l'astronave *Hermes*, che sta riportando l'equipaggio di *Ares 3*, potrebbe tornare su Marte in poco tempo. Grazie all'aiuto dell'Agenzia spaziale cinese, che offre la sua segretissima sonda *Tayang Shen*, viene inviato un modulo contenente i viveri necessari al ritorno dell'equipaggio verso Marte e al successivo rientro sulla Terra. Il modulo viene agganciato da *Hermes* in un rendezvous in orbita terrestre.

Le riprese del film sono cominciate il 10 novembre 2014 ai Korda Studios di Budapest, i teatri di posa più grandi del mondo.^{[19][20]} Negli studios sono stati costruiti circa 20 set differenti. In uno dei set sono state piantate delle vere patate; sono state piantate in periodi differenti in modo da mostrare i diversi stadi di crescita nel film.

TRADATE

Al Cine Grassi di Tradate il GAT presenta una serata dedicata alle sfide della conquista di Marte

Lunedì 15 dicembre l'ultimo appuntamento dell'“anno marziano” promosso dal Gruppo Astronomico Tradatese



Lunedì 15 dicembre alle 21
il Cine Grassi di
Tradate ospiterà l'ultimo appuntamento dell'“anno marziano” promosso dal Gruppo Astronomico Tradatese. La serata, intitolata *“Marte: le difficoltà della conquista umana”*, sarà guidata dal dottor **Cesare Guaita**, presidente del GAT e autore del recente apprezzato

volume *La ricerca della vita su Marte*.

L'incontro offrirà un quadro aggiornato sulle più **recenti scoperte legate al Pianeta Rosso**: dalle molecole organiche rilevate dal rover Curiosity alle tracce di possibile origine batterica individuate da Perseverance nel cratere Jezero. Elementi che alimentano l'ipotesi di un futuro sbarco umano, nonostante le condizioni estremamente ostili di Marte, tra radiazioni elevate, tempeste di sabbia e persino terremoti. La conferenza ripercorrerà anche le **principali simulazioni terrestri progettate per preparare eventuali missioni**, dalle spedizioni HiSEAS alle Hawaii al progetto Mars500 fino alla recente Mars Science City negli Emirati Arabi. Non mancherà un approfondimento sulle colture alimentari testate in condizioni analoghe a quelle marziane, con risultati spesso sorprendenti.

In apertura, spazio alle ultime notizie sulla cometa interstellare 3I/ATLAS, attesa al massimo avvicinamento alla Terra il 20 dicembre e attualmente monitorata da tutti i seri gli osservatori astronomici professionali e amatoriali nel mondo. Una serata pensata per appassionati e curiosi, tra scienza, esplorazione e scenari futuri.

Redazione VareseNews 10 Dicembre 2025

2a) VISITA A PERINALDO



PERSONAL TOUR

viaggi - vacanze - turismo

21100 VARESE - Italia - via Ugo Foscolo, 12 - Tel. 0332 29 89 19

www.personal-tour.it

e-mail: gruppi@personal-tour.it

G.A.T.

x50° anniversario di fondazione

Gita a PERINALDO – Liguria
Il borgo delle stelle e l'osservatorio "Cassini"



Domenica, 23 Febbraio 2025

Ore 6,00 Ritrovo a Tradate.

Ore 6,30 Ritrovo a Varese e a seguire Solbiate Arno, Gallarate.

Partenza in Pullman per la Liguria percorrendo l'autostrada Ligure.

Arrivo a **Perinaldo**, nell'entroterra di Imperia e classificato come uno tra *"I Borghi più belli d'Italia"*.

Visita del paese a cura dei volontari dell'Osservatorio.

Pranzo presso il ristorante *Au Gaggian* con seguente menù:

Antipasto a base di vitello tonnato

Pasta con le vongole

Dolce - Caffè

Acqua e vino sul tavolo

Al pomeriggio visita dell'Osservatorio e se possibile osservazione del sole o Planetario.

Rientro a Gallarate, Solbiate Arno, Varese e Tradate percorrendo l'autostrada.

Arrivo in serata intorno alle ore 20.00/20.30.

QUOTA DI PARTECIPAZIONE:

Euro 110 (in agenzia) per viaggio e pranzo

- Da pagare in loco a parte
10 euro a persona per l'ingresso in
osservatorio e 5 euro a nucleo familiare per
tessera assicurativa obbligatoria CSEN (per
chi non ne è già in possesso)

Prenotazioni entro il 5 febbraio 2025



Perinaldo è un comune italiano di 784 abitanti della provincia di Imperia in Liguria.

Il centro di Perinaldo è ubicato lungo l'esile cresta collinare che si stacca a levante dal nodo dei monti Bignone (1299 m) e Caggio (1090 m), a cavallo tra le valli dei torrenti Verbone - a sud - e Merdanzo a nord.

Tra le vette del territorio perinaldese il colle Termini di Perinaldo (984 m), il colle Termine di Bajardo (950 m), il monte Mera (835 m), il monte Peiga (782 m).

Secondo gli storici antichi, sorse intorno all'anno 1000 per volontà di Rinaldo della potente famiglia dei conti di Ventimiglia, dal quale derivò il nome. Infatti, il toponimo Perinaldo ha origine dalla parola *Podium Rainaldi*: letteralmente il "poggio di Rinaldo". La leggenda vuole che il locale castello abbia accolto i fuggitivi della vicina villa Gionco, che sotto attacco dei saraceni, venne data alle fiamme¹.

È l'astronomo del Re Sole, **Gian Domenico Cassini** (8 Giugno 1625-14 Settembre 1712) , il figlio più illustre di Perinaldo. **Nel 2025 si celebrava il 400esimo**

anniversario della nascita, con manifestazioni sia locali che nazionali. Da qui la decisione del GAT di tornare a Perinaldo dopo una prima visita effettuata quasi 40 anni prima. L'attività dello scienziato, che fu molto attivo anche nel campo della biologia, è documentata nel **museo** omonimo e nell'**Osservatorio astronomico comunale** che organizza, per appassionati e curiosi, numerosi incontri e serate a tema. Numerosi murales e un sistema solare in scala abbelliscono la via G.D. Cassini, componendo una sorta di museo all'aperto. La parrocchiale di San Nicolò, che conserva il bel sovrapporta in ardesia (*Agnus Dei*) dell'edificio precedente, nonché un paliotto d'altare (*Ecce Homo*) datato 1465, affaccia su piazza Croesi.

Lungo la strada per San Romolo, notevole è il panorama su Apricale (anch'essa Bandiera Arancione del Touring Club Italiano), Bajardo e le montagne circostanti. Per gli amanti delle passeggiate, una rete di percorsi escursionistici collega Perinaldo ai centri vicini.

Tra i prodotti tipici, da assaggiare nei ristoranti del borgo, ci sono il carciofo di Perinaldo (presidio Slow Food), l'olio extravergine di Oliva Taggiasca e il vino Rossese di Dolceacqua.

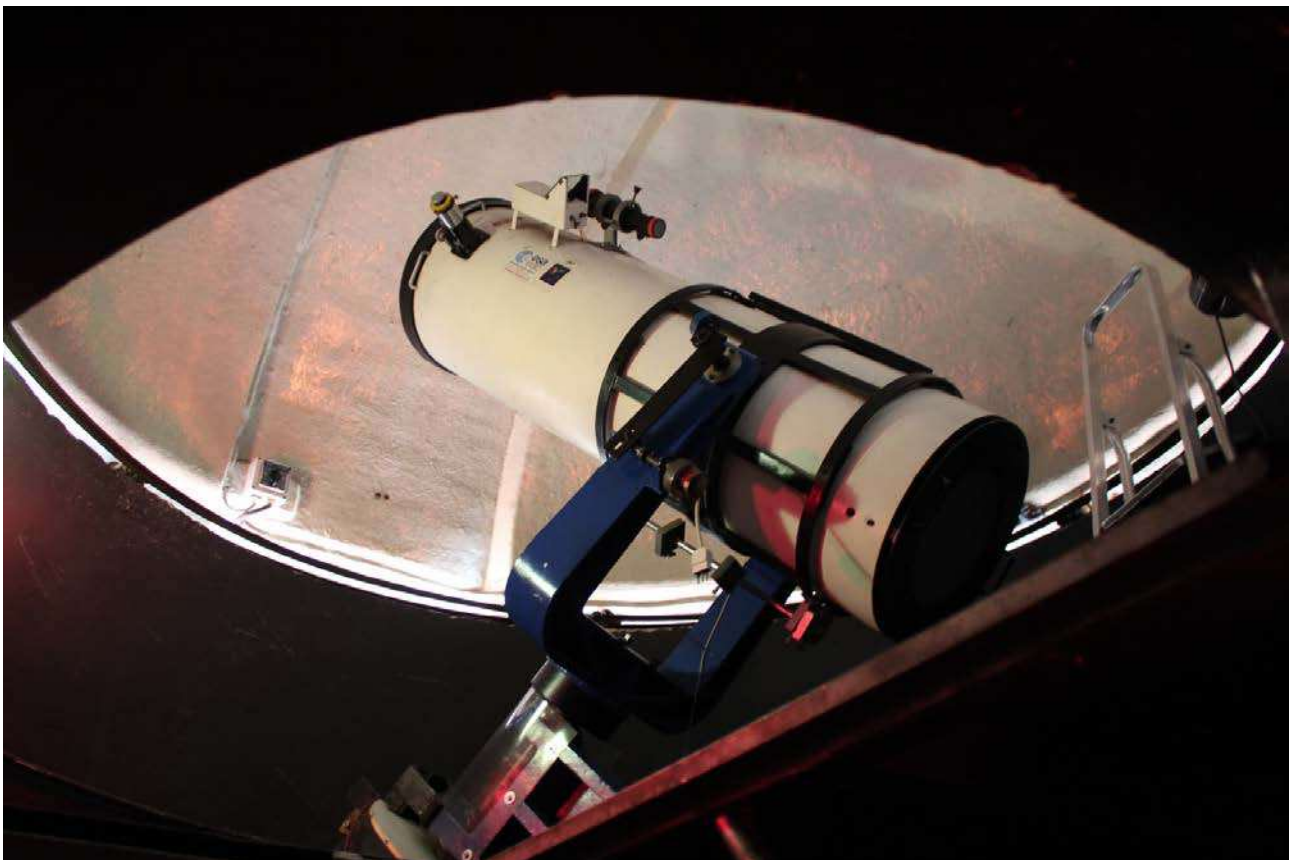




Il GAT nei vicoli di Perinaldo...



Perinaldo, l'Osservatorio



2b) LA VISITA AL CERN DI GINEVRA (21 Ottobre 2025)

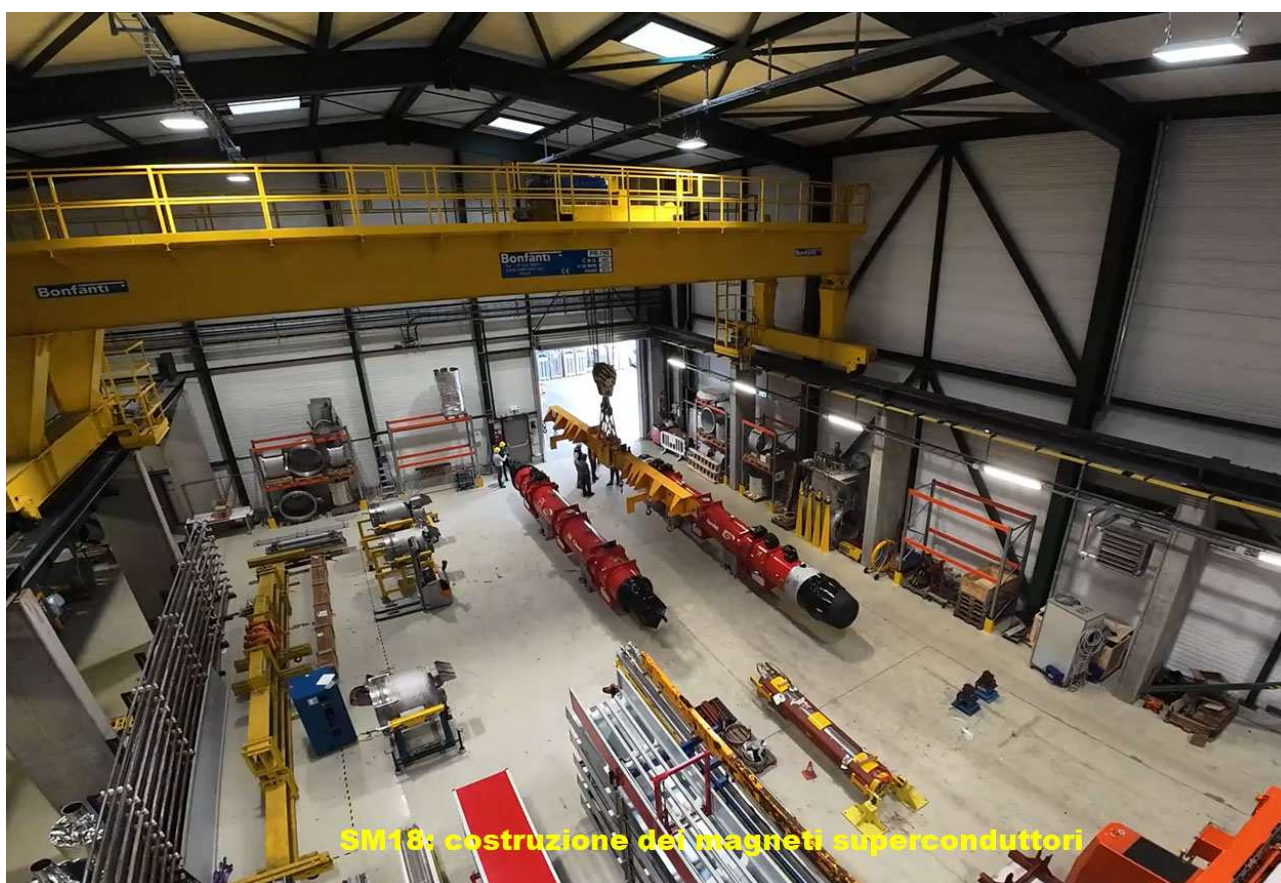
Visitare il CERN (Consiglio Europeo per la Ricerca Nucleare) è un'esperienza entusiasmante e estremamente motivante sia dal punto di vista scientifico che didattico. Tanto è vero che si tratta sicuramente del Centro di ricerca più affollato al mondo: circa 750 mila visitatori ogni anno. Per questa ragione prenotare una visita non è facile: tanto è vero che il GAT, Gruppo Astronomico Tradatese c'è riuscito solo dopo due anni di tentativi, lo scorso 21 Ottobre 2025, avendo oltretutto ottenuto di portare a Ginevra il numero massimo di visitatori consentiti dalle regole, ossia 35. Gli astrofili tradatesi avevano già visitato il CERN 30 anni fa, ai tempi del Nobel a Carlo Rubbia per la scoperta del bosone W, veicolo dell'unificazione di due delle quattro forze della natura, la forza elettromagnetica e la forza debole (causa della radioattività). Tutto avvenne in un tunnel di 27 km a 100 metri di profondità, dove venivano fatti collidere due fasci contrapposti di elettroni e positroni ad un'energia tale (100 GeV) da far emergere il bosone W: sotto la denominazione di LEP ([Large Electron-Positron collider](#)) questa fase si è protratta dal 1989 al 1995. Dopo di allora il tunnel sotterraneo di 27 km è stato profondamente modificato trasformandolo nell'attuale LHC (Large Hadron Collider), consistente nella collisione di due fasci contrapposti di protoni (ossia nuclei di Idrogeno) alla fantastica energia di 7 TeV (circa 100 volte quella di prima), quindi non lontana da quella del Big Bang: questo ha prodotto la storica scoperta nel 2012 del Bosone di Higgs (125 GeV), da cui dipendono le masse di tutte le particelle. Attualmente al CERN (gestito da 23 nazioni) lavorano circa 3000 tra fisici ed ingegneri, coinvolti in soluzioni apparentemente fantascientifiche: basti dire che l'anello collisore di 27 km lavora ad altissimo vuoto e ad una temperatura di -271°C grazie all'utilizzo di quasi 300 tonnellate di Elio liquido. E' impressionante sapere che ogni secondo i protoni compiono 12 mila giri prima che una quarantina di essi collidano in quattro punti dove sono collocati quattro rivelatori di nuove particelle: ATLAS, CMS, Alice, LHCb. Ovviamente i visitatori non possono recarsi nella galleria sotterranea di 27 km. Possono però visitare tutte le strutture superficiali di controllo e tutti i laboratori dove si studiano le tecnologie e i materiali più innovativi. Qui si fanno le ricerche più fondamentali sulla struttura della materia. Ma non va dimenticato che tutto questo ha prodotto anche impressionanti risultati pratici. Uno di questo è Internet che venne escogitato nel 1993 da Tim Berners-Lee per permettere lo scambio veloce dei dati tra tutti gli scienziati mondiali coinvolti. Un altro è un grande contributo alla medicina. Gli acceleratori di particelle progettati per la ricerca fondamentale sono infatti stati adattati per l'uso clinico nella **terapia protonica**, una forma avanzata di radioterapia utilizzata per trattare i tumori, nella quale dei protoni accelerati colpiscono il tumore con precisione millimetrica, risparmiando i tessuti sani circostanti. Tutto questo e molto di più si può imparare e sperimentare nel nuovo avveniristico centro espositivo progettato dall'architetto Renzo Piano e finanziato da Stellantis (per volontà del compianto Sergio Marchionne) ed inaugurato il 7 Ottobre 2023. A questo si affianca (anzi è quasi un simbolo del CERN!) il famoso globo della scienza e dell'innovazione, una struttura di legno, alta 27 metri e con un diametro di 40 metri, che simboleggia il pianeta [Terra](#) e che, originariamente costruita per l'Expo.02, venne trasferita nell'attuale nel [2004](#).



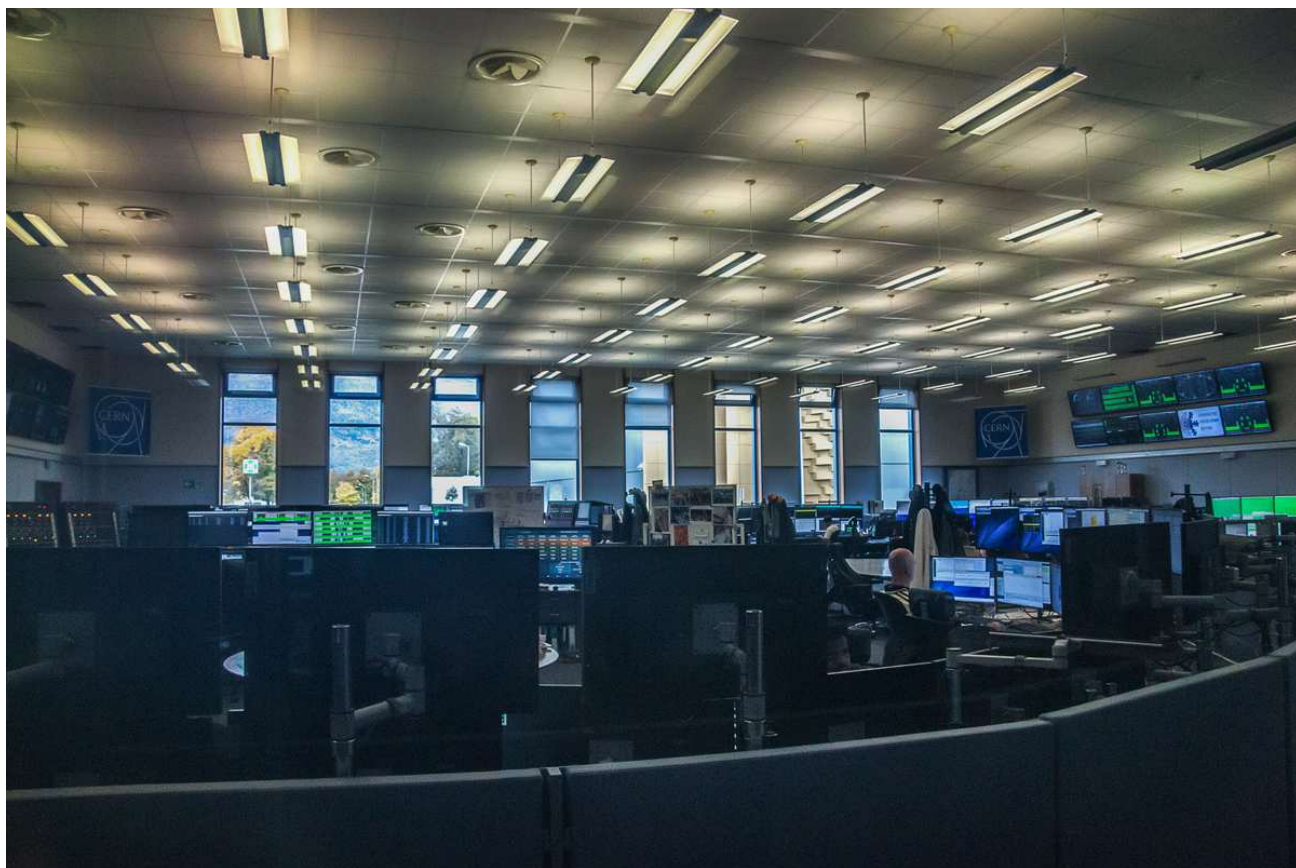
21 Ottobre 2025: il G.A.T. in visita al CERN di Ginevra.



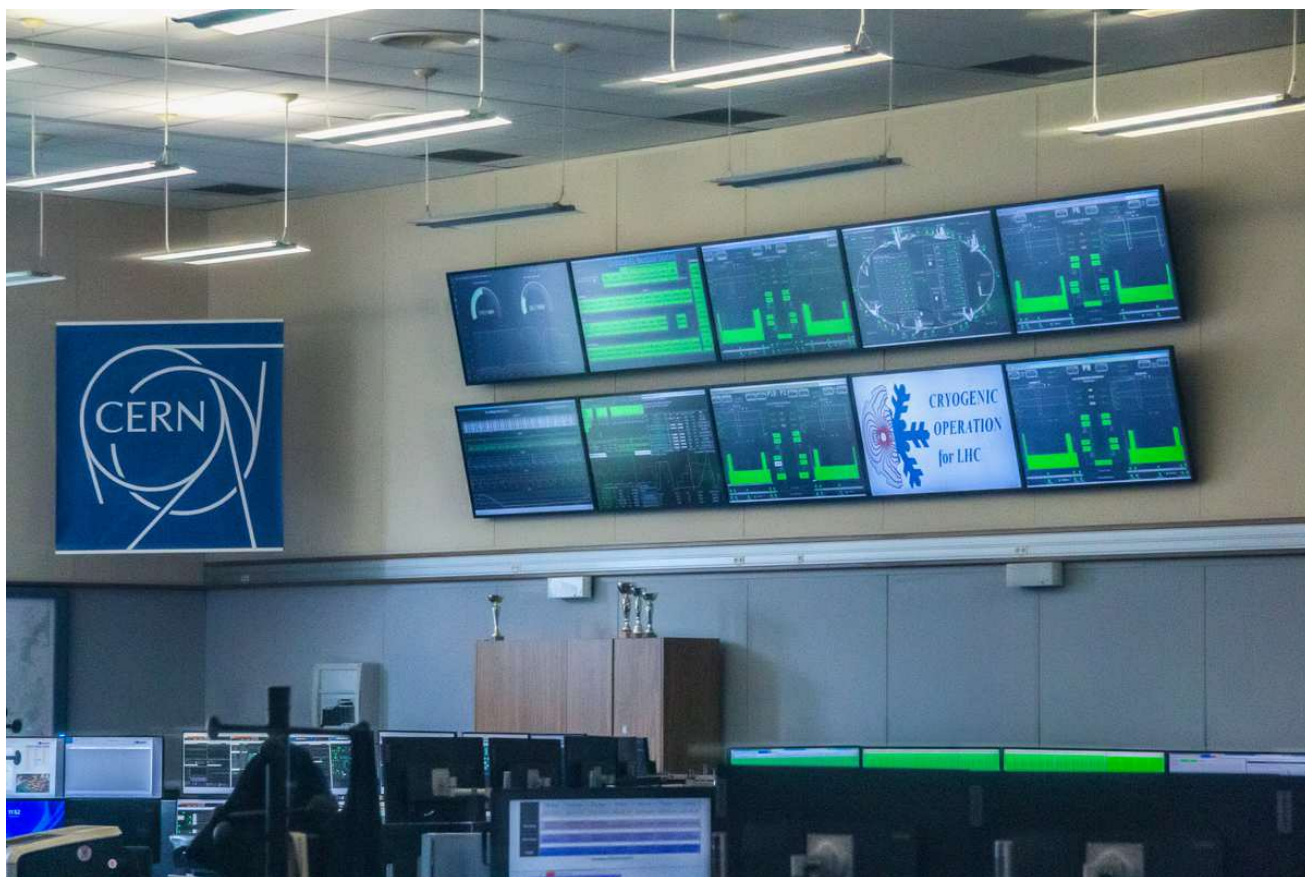
L'entrata nel grande visitor center



SM18: costruzione dei magneti superconduttori



La CONTROL ROOM dove affluiscono tutti i dati degli esperimenti (qui fu scoperto il Bosone di Higgs...)



1. II CERN

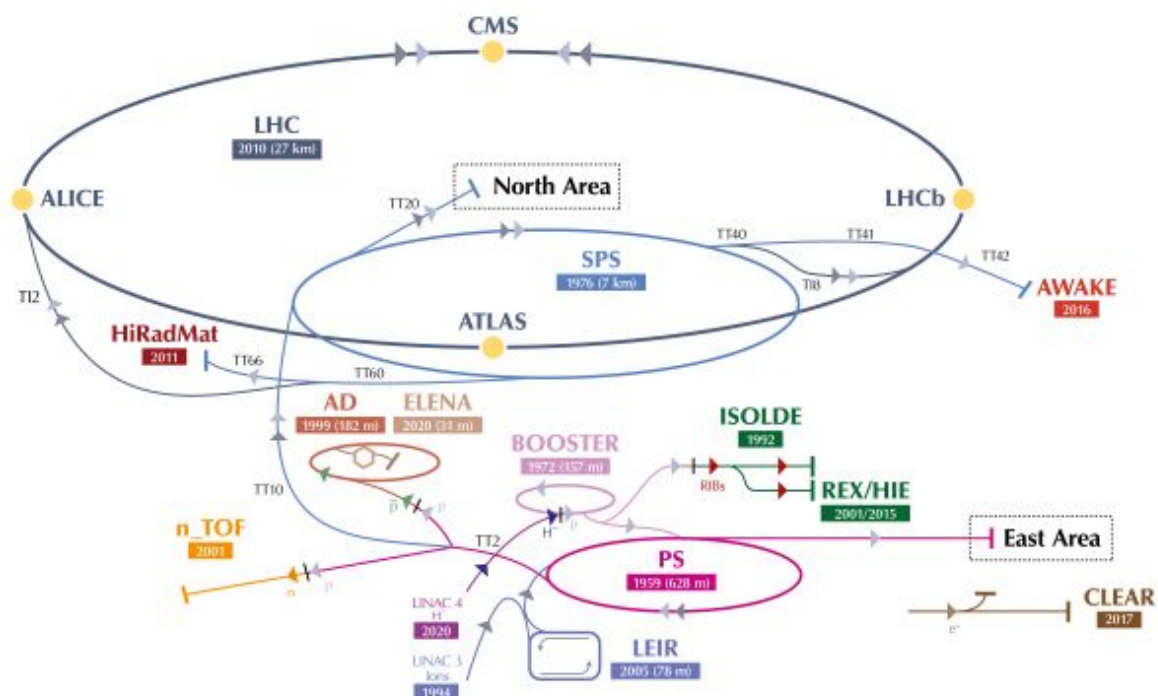
Il **CERN, European Organization for Nuclear Research** (storicamente il nome è l'acronimo di **Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire**) è il più grande laboratorio al mondo di fisica delle particelle. Si trova al confine tra Svizzera e Francia, alla periferia ovest della città di Ginevra. Qui i fisici esplorano i segreti della materia e le forze che regolano l'universo. La convenzione che istituiva il CERN fu firmata il 29 settembre 1954 da 12 stati membri, inclusa l'Italia. Oggi fanno parte del CERN 23 stati membri più alcuni osservatori anche extraeuropei.

Scopo principale del CERN è quello di fornire ai ricercatori gli strumenti necessari per la ricerca in fisica delle alte energie attraverso esperimenti che rappresentano lo stato dell'arte sia dal punto di vista scientifico che tecnologico. Questi strumenti sono essenzialmente gli acceleratori, che accelerano le particelle fino a energie molto elevate. Indispensabili per la sperimentazione sono, assieme agli acceleratori, i rivelatori, che permettono di vedere e scoprire le particelle che si creano durante le collisioni. Un altro elemento importante del successo del laboratorio è la fervente e stimolante atmosfera rappresentata da una così straordinaria concentrazione di menti e competenze.

a. Il complesso degli acceleratori

Il complesso degli acceleratori del CERN comprende attualmente, oltre a LHC, di cui parleremo in seguito, sei strutture principali:

- Due acceleratori lineari che generano particelle a basse energie, che successivamente vengono immesse nel *PS Booster*. Uno fornisce protoni, l'altro ioni pesanti. Sono noti come *Linac2* e *Linac3*, rispettivamente.



- Il *PS Booster*, che aumenta l'energia delle particelle generate dagli acceleratori lineari prima di iniettarle negli acceleratori successivi.
- Il *Proton Synchrotron* da 28 GeV (PS), costruito nel 1959.
- Il *Super Proton Synchrotron* (SPS), un acceleratore circolare di 2 km di diametro, costruito in un tunnel, che iniziò a funzionare nel 1976. Originariamente aveva un'energia di 300 GeV, ma è stato potenziato più volte. Oltre ad avere un proprio fascio per esperimenti a bersaglio fisso, ha funzionato come collisionatore protone-antiprotone e per accelerare elettroni e positroni, che venivano poi iniettati nel *Large Electron Positron collider* (LEP). Oggi è anche iniettore di LHC.
- Isotope Separator On-line (ISOLDE), che è usato per studiare nuclei instabili di isotopi molto pesanti.

b. Successi scientifici

Alcuni importanti successi nel campo della fisica delle particelle sono stati possibili grazie agli esperimenti del CERN. Per esempio:

- La scoperta della corrente neutra nel 1973 nella camera a bolle Gargamelle.
- La scoperta dei bosoni W e Z nel 1983 con gli esperimenti UA1 e UA2. Nel 1983 il premio Nobel per la fisica fu assegnato a Carlo Rubbia e Simon van der Meer per questa scoperta.
- Nel 1992 il premio Nobel per la fisica fu assegnato a Georges Charpak "per l'invenzione e lo sviluppo di rivelatori di particelle, in particolare della camera proporzionale a multifilo".
- La scoperta del bosone di Higgs, annunciata nel Luglio 2012, da parte degli esperimenti ATLAS e CMS. Questa scoperta ha portato all'assegnazione del premio nobel a Peter Higgs e Francois Englert per la scoperta teorica del bosone di Higgs confermata sperimentalmente dagli esperimenti del CERN.

c. LHC

Gran parte del lavoro svolto al CERN all'inizio del nostro millennio è stato finalizzato alla costruzione del *Large Hadron Collider* (grande collisionatore di adroni) e alla preparazione degli esperimenti collegati. Il progetto è stato completato nel 2008. L'acceleratore – del tipo collisionatore – è stato costruito all'interno dello stesso tunnel circolare di 27 km di lunghezza in precedenza utilizzato dal LEP, che è stato spento nel novembre 2000. Il complesso di acceleratori PS/SPS viene utilizzato per pre-accelerare sia i protoni che gli ioni che poi sono immessi nell'LHC. Il tunnel si trova mediamente a 100 m di profondità, in una regione compresa tra l'aeroporto di Ginevra e la catena montuosa del Giura. Quattro grandi esperimenti (ALICE, ATLAS, CMS, LHCb) sono situati lungo l'anello di LHC: ognuno di essi studia collisioni tra particelle alle più alte energie mai raggiunte, con metodi diversi e facendo uso di tecnologie differenti.

Il Large Hadron Collider è stato progettato per accelerare protoni fino a 14 TeV e fornire collisioni tra ioni piombo con una massima energia nel centro di massa per coppia di nucleoni di 5.5 TeV.

LHC è stato spento all'inizio del 2013 ed è rimasto inattivo fino al 2015 per importanti lavori di rinforzo dei dispositivi di sicurezza. A seguito del secondo periodo di presa dati, iniziato nel 2015 e terminato nel 2018, LHC è stato nuovamente spento per permettere sia i lavori di manutenzione dell'acceleratore stesso che i lavori di upgrade dei rivelatori degli esperimenti.

d. Dove è nato il Web

Il World Wide Web è nato al CERN nel 1989, da un'idea di Tim Berners-Lee. Nacque come progetto marginale, chiamato ENQUIRE, basato sul concetto dell'ipertesto nel 1980. Con lo scopo di scambiare efficientemente dati tra chi lavorava a diversi esperimenti, è stato introdotto al CERN nel 1989 con il progetto World Wide Web, il primo browser sviluppato sempre da Berners-Lee. Inoltre Tim Berners-Lee sviluppò le infrastrutture che servono il Web e cioè il primo web server.

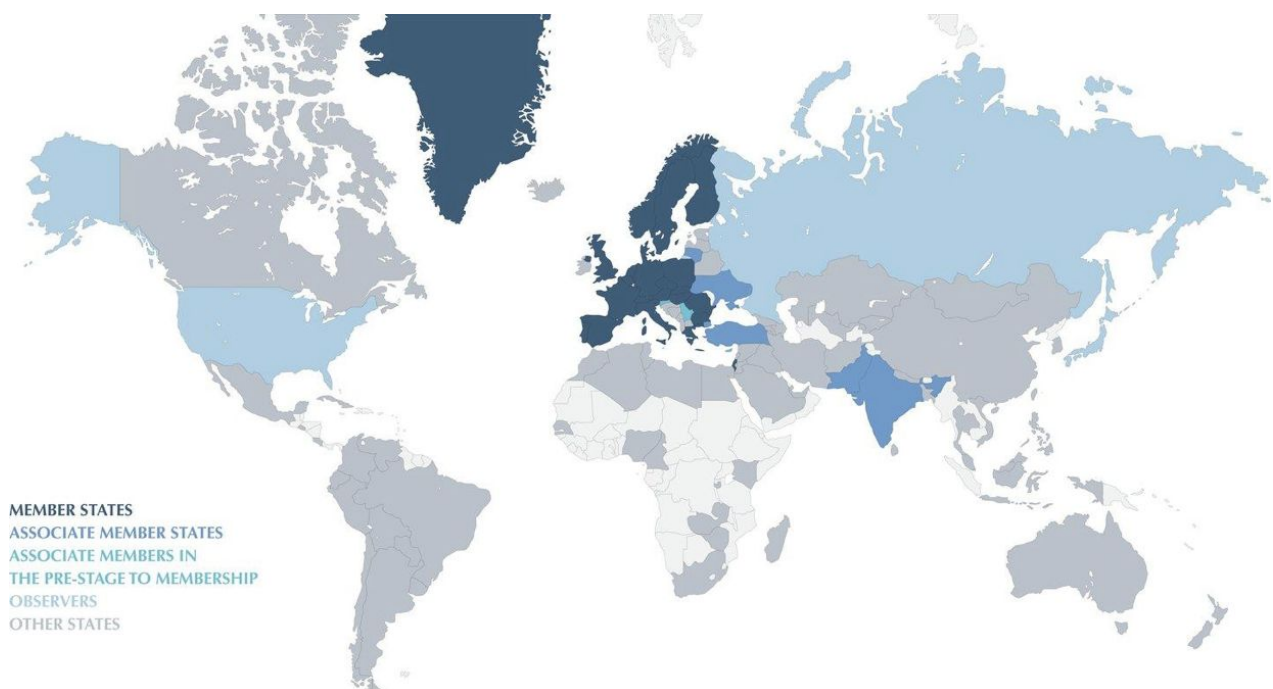
Il 30 Aprile 1993 il CERN annunciò che il World Wide Web sarebbe stato libero per tutti. Nel 1993 la NCSA rilasciò il primo browser grafico, Mosaic. Da quel momento lo sviluppo del www fu inarrestabile.

e. Un laboratorio di pace

Al CERN persone da tutte le parti del mondo si incontrano, collaborano, discutono; riescono a lavorare insieme persone provenienti da paesi in guerra tra loro (Israeliani e Palestinesi ad esempio, ma si dice che sia un successo riuscire a far collaborare anche Francesi ed Inglesi). In questo senso il CERN è un *laboratorio di pace*.

"Il CERN è stato fondato meno di 10 anni dopo la costruzione della bomba atomica. Penso che l'esistenza della bomba abbia avuto una grande importanza nel rendere possibile il CERN. L'Europa è stata teatro di violenti guerre per più di duecento anni. Adesso, con la fondazione del CERN, abbiamo qualcosa di diverso. Spero che gli scienziati al CERN si ricordino di avere anche altri doveri oltre che proseguire la ricerca nella fisica delle particelle. Essi rappresentano il risultato di secoli di ricerca e di studio per mostrare il potere dello spirito umano. Quindi mi appello a loro affinché non si considerino tecnici, ma guardiani di questa fiamma dell'unità europea, così che l'Europa possa salvaguardare la pace nel mondo."

(Isidor Isaac Rabi, al trentesimo anniversario del CERN (1984))

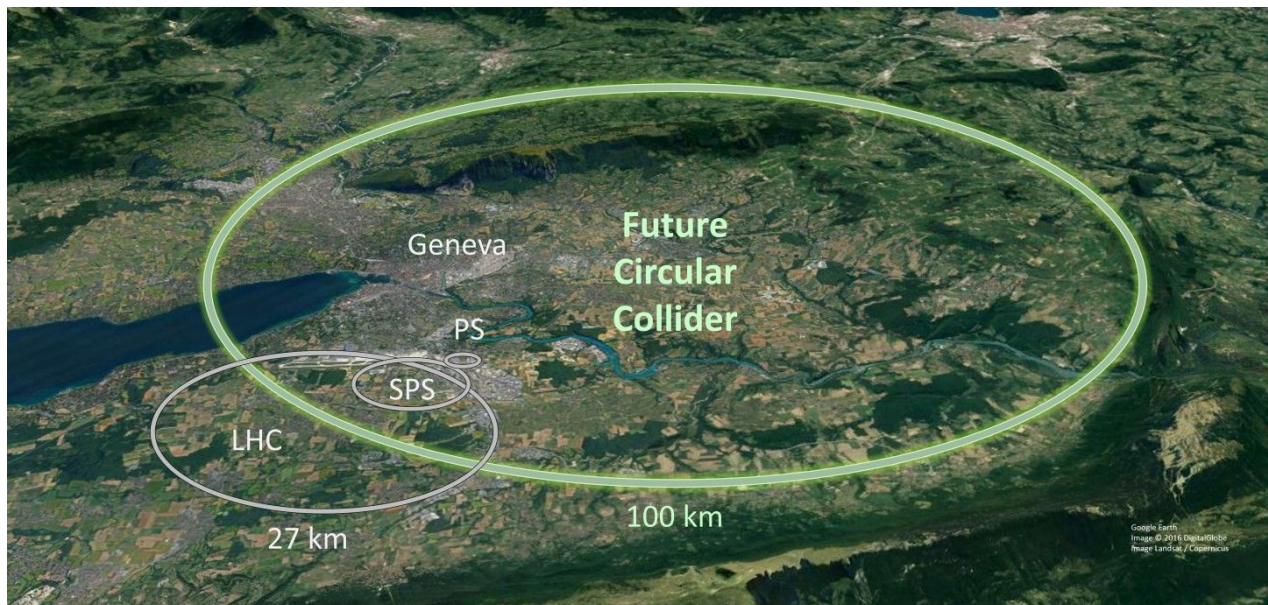


f. Il futuro del CERN

Il programma di presa dati con il LHC è proseguito fino al 2024. Il CERN ha in programma il progetto per l'High Luminosity Large Hadron Collider (HL-LHC) per ottimizzare le scoperte di fisica dopo il 2027. La luminosità fornisce un'indicazione delle performance dell'acceleratore, essendo proporzionale al numero di collisioni che avvengono in un certo lasso di tempo. Il che significa che più alta è la luminosità, più dati possono essere raccolti dagli esperimenti per osservare processi rari, come le indicazioni della fisica oltre il Modello Standard. L'obiettivo finale di HL-LHC è di aumentare la luminosità di un fattore 10 rispetto ad LHC.

L'HL-LHC sarà operativo fino a dopo il 2036. A quel punto si ipotizza la costruzione di un nuovo acceleratore: il Future Circular Collider (FCC) dove collideranno protoni e ioni ad un'energia di 100 TeV (più di un fattore 6 rispetto a quella di LHC) in un tunnel di 100 km. Più di 150 tra università, istituti di ricerca e partner industriali da tutto il mondo studiano le prospettive di realizzazione dell'FCC che sarà operativo tra il 2060 e il 2080. Infatti per poter costruire l'FCC lo sviluppo tecnologico interesserà lo studio di magneti da 16 Tesla, migliori tecniche di vuoto e criogenia. Queste tecnologie trovano poi applicazione in altri campi, come quelli industriali e di medicina.

Con queste prospettive, la comunità di fisici delle particelle sarà impegnata per molti decenni!

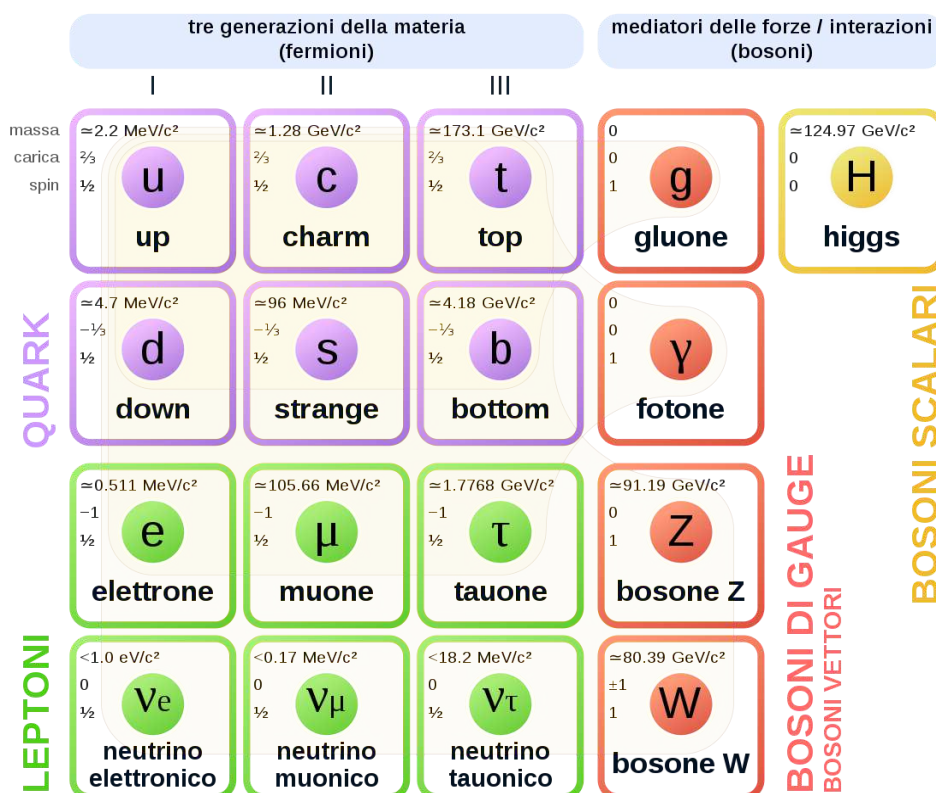


2. Modello Standard e bosone di Higgs

Il Modello Standard è una teoria che descrive i componenti primi della materia e le loro interazioni. Solo tre delle quattro forze fondamentali osservate in natura sono di fatto considerate dal modello: l'interazione elettromagnetica, quella debole (unificate nella cosiddetta interazione elettrodebole) e l'interazione forte. Il Modello Standard costituisce una teoria di campo quantistica, consistente quindi con la meccanica quantistica oltre che con la relatività speciale, in cui ogni interazione tra i campi di materia è regolata da un'opportuna simmetria locale (di *gauge*). Conseguenza di ciò è che l'interazione tra campi di materia può interpretarsi in termini di scambio di bosoni che, proprio per il loro ruolo, vengono detti bosoni mediatori (o di *gauge*). I bosoni di *gauge* del Modello Standard sono i seguenti:

- il fotone, mediatore dell'interazione elettromagnetica;
- i bosoni W e Z, che mediano la forza debole;
- i gluoni, che mediano la forza forte.

Il Modello Standard divide dunque le particelle fondamentali in due tipi: i cosiddetti campi di materia (leptoni, che subiscono solo interazioni elettrodeboli, e quark) e i bosoni mediatori delle forze. Leptoni e quark sono fermioni e come tali, sono particelle con spin semintero ($\frac{1}{2}$ per tutti i fermioni del Modello Standard), al contrario dei bosoni, caratterizzati invece da spin intero (spin 1 nel caso specifico di bosoni di *gauge*).



Si può dimostrare che le trasformazioni di *gauge* possono essere descritte esattamente per mezzo di un gruppo unitario chiamato gruppo di *gauge*. Il gruppo di *gauge* dell'interazione forte è SU(3), mentre quello dell'interazione elettrodebole è SU(2)×U(1): perciò il Modello Standard è noto anche come SU(3)_C×SU(2)_L×U(1)_Y. Tuttavia, se tale simmetria fosse esatta, allora tutti i bosoni di *gauge* sarebbero privi di massa (come

accade per fotoni e gluoni); questa eventualità è esclusa dall'evidenza sperimentale che quantifica la massa di W e Z in circa 80 e 91 GeV/c² rispettivamente. La possibilità di mantenere la struttura fondamentale del modello è offerta dal meccanismo di Higgs che, a fronte dell'introduzione di un ulteriore campo scalare (un bosone di spin 0), consente di assegnare massa non soltanto ai bosoni W e Z, ma anche a tutti i fermioni del modello, rompendo in modo spontaneo la simmetria di *gauge*.

In particolare, la rottura avviene secondo lo schema $SU(2)_L \times U(1)_Y \times U(1)_{em}$, in cui si recupera la simmetria caratteristica dell'elettromagnetismo, di cui non sono state mai osservate violazioni. Diverse speculazioni indirette, basate sulla consistenza interna del Modello Standard e sulle correzioni quantistiche a quantità misurate sperimentalmente (come la massa del quark top), sembravano preferire una massa del bosone di Higgs dell'ordine della scala elettrodebole, ovvero dell'ordine di 200 GeV/c². Uno dei maggiori obiettivi di LHC – dopo quanto fatto al LEP e al Tevatron – è stata proprio la ricerca del bosone di Higgs.

Tale ricerca ha dato i suoi frutti: il CERN, il 4 luglio 2012, ha potuto annunciare la scoperta di una particella compatibile con il bosone di Higgs, dotata di una massa intorno ai 126 GeV per l'esperimento ATLAS e ai 125,3 GeV per l'esperimento CMS.

La scoperta del Bosone di Higgs è stata ufficialmente confermata il 6 Marzo 2013, nel corso di una conferenza tenuta a La Thuile. Adesso, il progetto di LHC e dei suoi esperimenti ATLAS e CMS, è proprio lo studio delle caratteristiche e proprietà di questa nuova particella, insieme alla ricerca di Nuova Fisica oltre a quella prevista dal Modello Standard.

Ad oggi, essenzialmente tutte le verifiche sperimentali del Modello Standard si sono dimostrate in accordo con le previsioni. Nonostante ciò il Modello Standard non può considerarsi una teoria completa delle interazioni fondamentali, dal momento che non include una descrizione della gravità e non è compatibile con la relatività generale. Ecco allora la necessità di cominciare ad esplorare oltre la scala elettrodebole, alla ricerca di simmetrie o dimensioni più estese di quelle che oggi caratterizzano il Modello Standard.

3. Quark-Gluon Plasma

La fisica degli ioni pesanti a energie ultrarelativistiche si propone di estendere il Modello Standard alla comprensione dei sistemi complessi di dimensione finita e della loro evoluzione dinamica. Ciò per capire come proprietà macroscopiche e fenomeni collettivi, coinvolgenti molti gradi di libertà, discendono dalle leggi microscopiche della fisica delle particelle elementari. In particolare, si vuole sondare l'ambito delle interazioni forti studiando la materia nucleare in condizioni estreme di densità e temperatura.

I fenomeni collettivi di più straordinario impatto, predetti dal Modello Standard, consistono nel manifestarsi di transizioni di fase in campo quantistico in corrispondenza di ben determinate condizioni di densità d'energia. Ciò coinvolge in modo cruciale la nostra attuale comprensione sia della struttura del Modello Standard a basse energie che dell'evoluzione dell'Universo nei primissimi istanti successivi al Big Bang. Questa evoluzione, a partire da uno stato iniziale di estrema densità, avrebbe attraversato una fase di rapida espansione e conseguente raffreddamento, passando attraverso delle serie di transizioni di fase predette dal Modello Standard. Caratteristiche globali del nostro attuale Universo, quali l'asimmetria barionica o la struttura su larga scala, sono connesse a proprietà caratteristiche di tali transizioni di fase.

La comparsa, nel quadro del Modello Standard, di transizioni di fase che coinvolgono campi quantistici elementari, è intrinsecamente connessa alla rottura di simmetrie fondamentali della natura, e dunque all'origine della massa. Generalmente avviene che

simmetrie intrinseche della teoria, valide ai più alti valori di densità d'energia, si rompano al di sotto di valori critici della stessa.

Il numero di particelle e la loro massa sono una diretta conseguenza del meccanismo di rottura di una simmetria. Grazie a calcoli di Cromodinamica Quantistica (QCD) su reticolo si può predire un valore di 170 MeV, corrispondente a una densità d'energia di circa 1 GeV fm^{-3} , per la temperatura critica alla quale la materia dovrebbe effettuare una particolare transizione di fase, ovvero quella verso uno stato deconfinato di quark e gluoni.

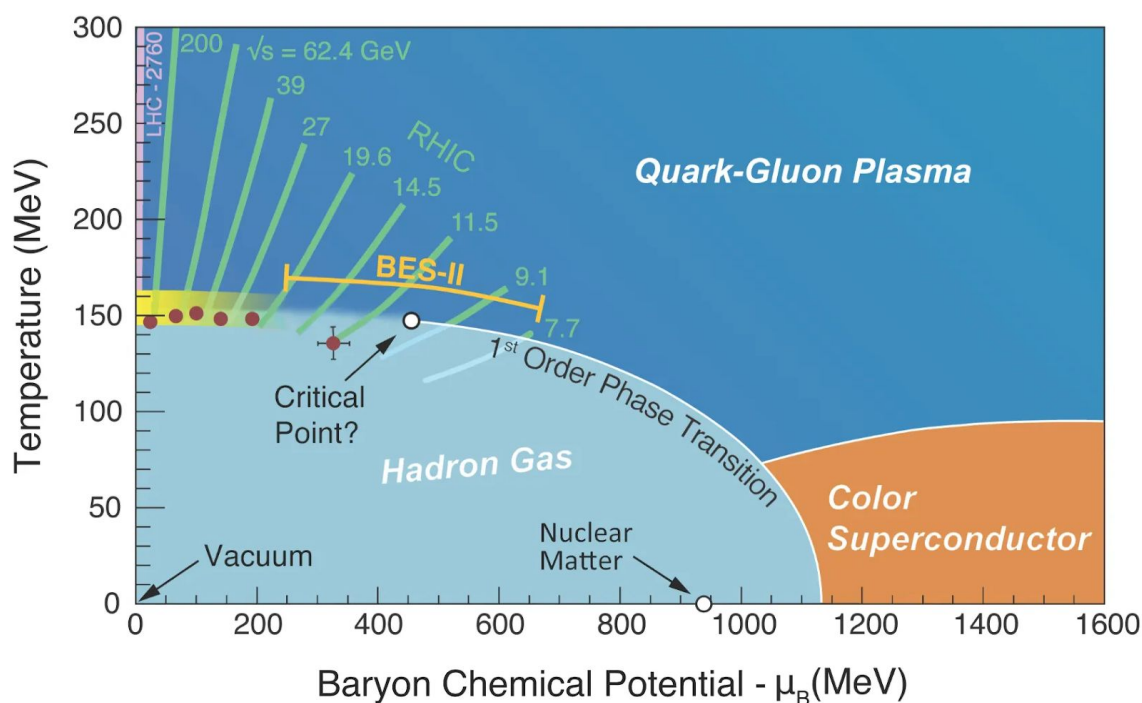


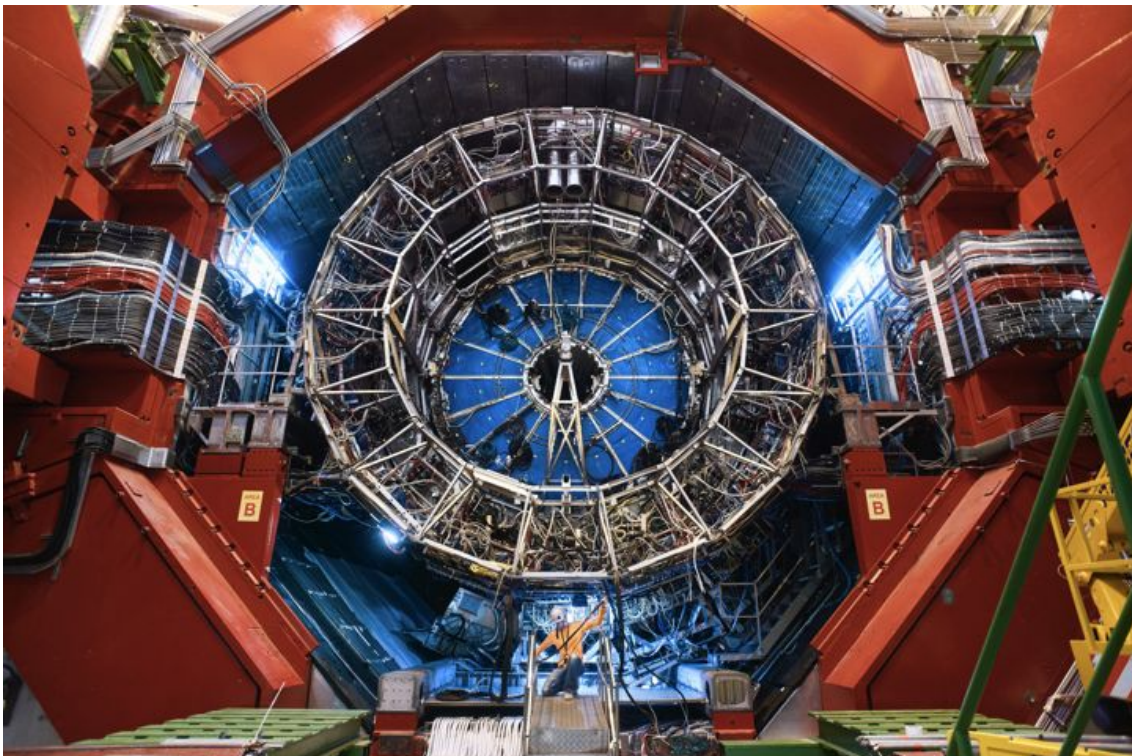
Diagramma di fase della materia nucleare

Negli urti fra ioni pesanti ottenuti a LHC tali valori critici sono stati raggiunti e anche superati. Ciò fa della transizione di fase di QCD verso il Quark Gluon Plasma la sola transizione predetta dal Modello Standard e contemporaneamente accessibile oggi con esperimenti in laboratorio.

I sistemi creati negli urti fra ioni pesanti ultrarelativistici possono dunque dare luogo alla fase deconfinata detta di Quark Gluon Plasma che, evolvendo dinamicamente in modo molto rapido, transisce verso la condizione finale adronica e diluita. La comprensione di questa fase di rapida evoluzione si configura come una formidabile sfida teorica che va ben oltre l'esplorazione della condizione di equilibrio in QCD.

I. Esperimento ALICE

ALICE (*A Large Ion Collider Experiment*) coinvolge una collaborazione di oltre 1800 fisici, ingegneri e tecnici provenienti da più di 40 diverse nazioni nel mondo. L'esperimento ALICE è pensato per studiare nel modo più efficiente le interazioni fra ioni piombo che vengono accelerati da LHC ad energie ultrarelativistiche. Il goal di ALICE è lo studio del Quark-Gluon Plasma e dei fenomeni ad esso associati e date le notevoli caratteristiche del rivelatore, esso può contribuire in modo significativo anche ai risultati della fisica delle interazioni protone-protone.



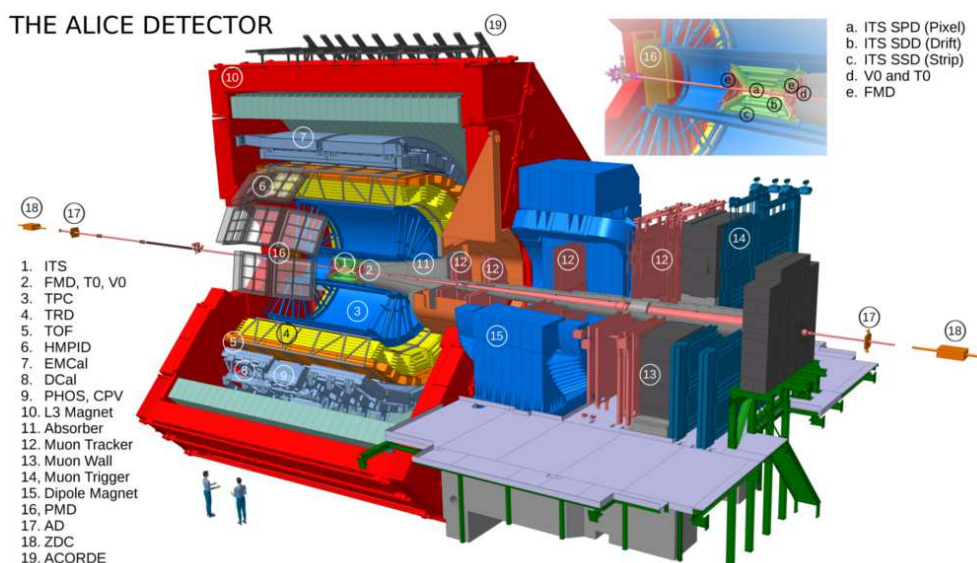
L'esperimento ALICE durante le fasi di upgrade

L'apparato sperimentale è costituito da un magnete solenoidale e da più rivelatori, funzionanti sulla base di tecniche differenti ma complementari, per la gran parte contenuti entro il magnete e disposti a simmetria cilindrica attorno all'asse dei fasci di LHC. Ciò garantisce al sistema la capacità di rivelare, con alta efficienza, l'enorme moltitudine di particelle di diverse specie prodotte negli urti ione-ione, e di ricostruirne con precisione le caratteristiche dinamiche.

L'apparato misura complessivamente circa 20 metri in lunghezza e 16 metri sia in altezza che in larghezza.

Partendo dal volume a ridosso della zona d'interazione e muovendosi radialmente verso l'esterno, vi sono: il rivelatore di vertice ITS, costituito da 6 strati cilindrici di rivelatori rispettivamente a pixel di silicio, a deriva di silicio e a microstrip di silicio; una camera di tracciamento a gas (TPC); rivelatori per elettroni, positroni ed altre particelle ad alto impulso (TRD, HMPID); un rivelatore di tempo di volo (TOF); uno spettrometro per fotoni (PHOS); un calorimetro elettromagnetico (EMCal). Fuori dal

magnete vi sono poi uno spettrometro per muoni, rivelatori dedicati al trigger e a misure calorimetriche a piccoli angoli, rivelatori di monitor per raggi cosmici.



I risultati dello studio dei fenomeni associati al Quark Gluon Plasma stanno conducendo ad una migliore e più ampia comprensione della natura della interazione forte, altrimenti non ottenibile da reazioni che comportino pochi nucleoni nel canale d'ingresso. Essi forniscono anche importanti risultati con cui confrontare le previsioni di evoluzione dell'Universo nei suoi primi microsecondi di vita dopo il Big Bang; gli urti centrali fra ioni piombo ad LHC costituiscono infatti quelli che vengono detti dei Little Bang, ovvero Big Bang su piccolissima scala, a meno del maggior contenuto iniziale in materia adronica, rispetto all'evento che ha originato il nostro Universo.

È ora iniziata, sia per LHC che per gli esperimenti, una lunga pausa di circa due anni durante i quali, per quanto riguarda ALICE, si procederà ad un importante lavoro di upgrade del rivelatore.

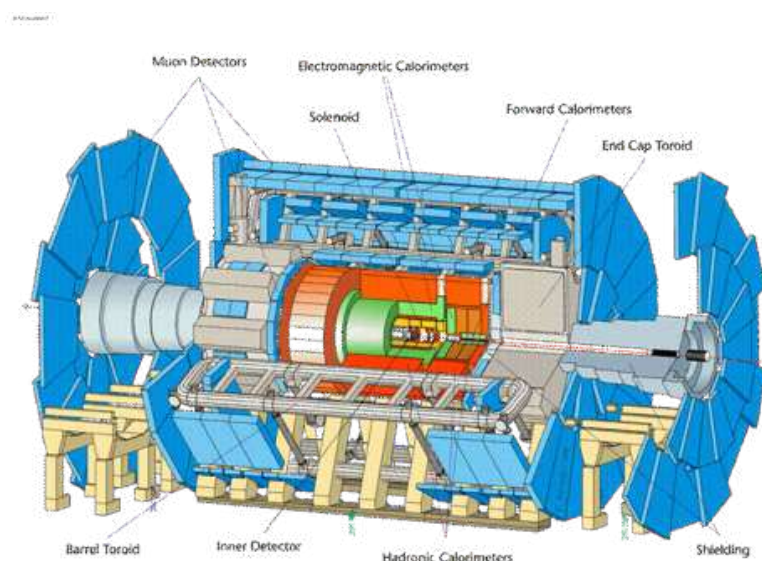
Il gruppo di Trieste è coinvolto nell'esperimento ALICE sin dalle prime fasi, quando ha partecipato alla costruzione e alle operazioni di raccolta dati con il tracciatore al silicio (ITS). In questo momento il gruppo di Trieste è fortemente coinvolto nello sviluppo e costruzione del nuovo tracciatore al silicio, nonché in molteplici temi di analisi dati legati sia alla caratterizzazione generale della collisione (fenomenologia dell'evento), che allo studio dell'interazione forte (mediante tecniche di femtoscopia), che allo studio della produzione di nuclei/ipernuclei, risonanze e mesoni pesanti.

II. Esperimento ATLAS

ATLAS (A Toroidal LHC ApparatuS) è uno dei quattro maggiori rivelatori di particelle (ALICE, ATLAS, CMS e LHCb) presenti all'LHC. Il rivelatore è lungo 46 metri con un diametro di 25 metri e pesa circa 7,000 tonnellate. Al progetto partecipano approssimativamente 3000 scienziati ed ingegneri, divisi tra 183 istituti e 38 nazioni. L'esperimento è stato progettato per osservare fenomeni che riguardano particelle pesanti che non sono mai state osservate usando gli attuali acceleratori a più bassa energia e per far luce su nuove teorie di fisica delle

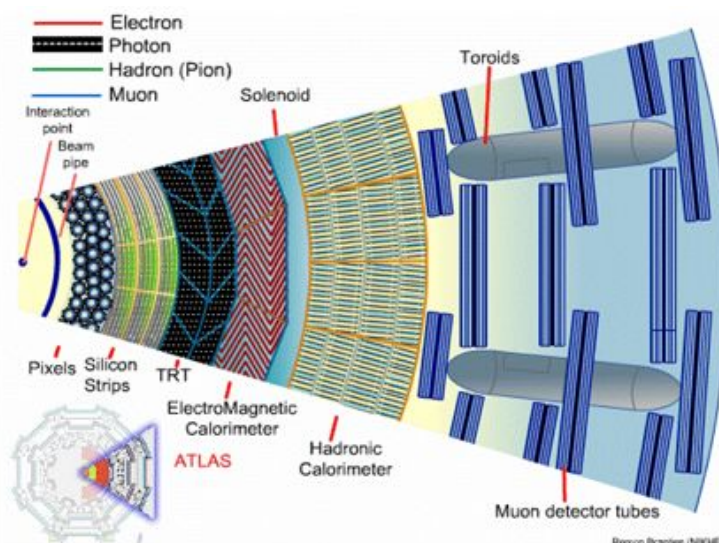
particelle oltre il Modello Standard. E' un esperimento "*general purpose*" che studia:

- il bosone di Higgs, scoperto nel 2012
- segnali di "nuova Fisica"
- la fisica del quark top
- la violazione di CP
- rivelazione di W e Z pesanti



ATLAS è costituito da più rivelatori le cui specifiche caratteristiche sono state scelte in fase di progettazione come le più indicate per la rivelazione dei processi di Fisica che si intendono studiare. Ogni rivelatore è dedicato alla misura di una grandezza fisica (energia dei prodotti della reazione, traiettoria, tipo di particelle, ...). Le particelle prodotte nell'urto fra i protoni del fascio sono emesse in tutte le direzioni. L'apparato che le

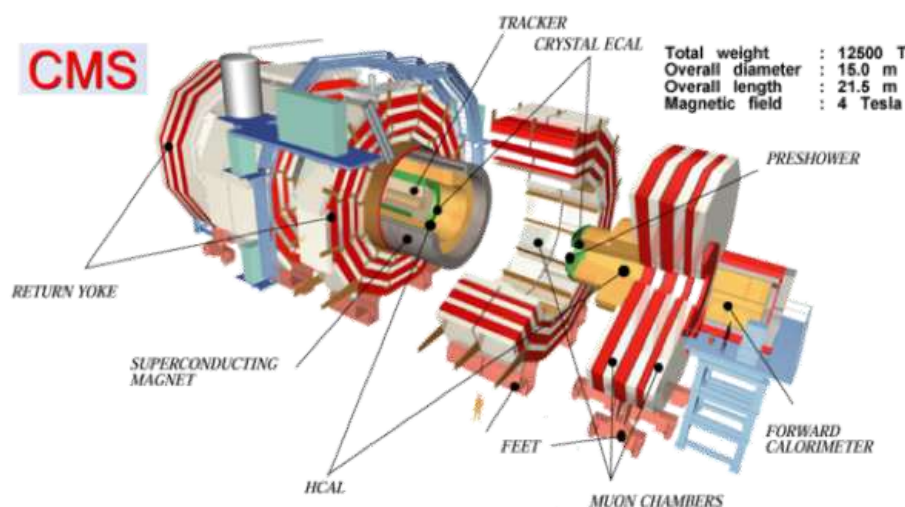
rileva ha quindi la forma di un cilindro intorno all'asse del fascio. Come mostrato nello schema a lato, il rivelatore ATLAS è formato da più sotto-rivelatori: il calorimetro elettromagnetico misura l'energia degli elettroni e dei gamma prodotti e permette la loro identificazione. Il calorimetro adronico misura l'energia degli adroni: protoni, K, pi etc. che emergono dal calorimetro elettromagnetico dove hanno ceduto solo una parte trascurabile della loro energia. Come gli elettroni ed i gamma nel calorimetro elettromagnetico, gli adroni interagendo con il materiale del calorimetro adronico cedono integralmente la loro energia. I muoni, così come i neutrini, sono le uniche particelle che emergono dai rivelatori precedenti. Il rivelatore muonico identifica le tracce dei muoni e dalla loro curvatura in campo magnetico ne misura l'impulso. I neutrini non vengono rivelati direttamente, essendo trascurabile la probabilità di una loro interazione con conseguente rilascio di un segnale, ma indirettamente nella



fase di analisi degli eventi.

Ad Udine, il gruppo ATLAS collabora attualmente all'upgrade del rivelatore pixel (progetto ITk) e si occupa di analisi dei dati nell'ambito della fisica del quark top e di nuova fisica.

III. Esperimento CMS



CMS (Compact Muon Solenoid) è un esperimento progettato da una collaborazione di 181 istituzioni scientifiche per operare al collider adronico LHC presso i laboratori del CERN di Ginevra. La progettazione

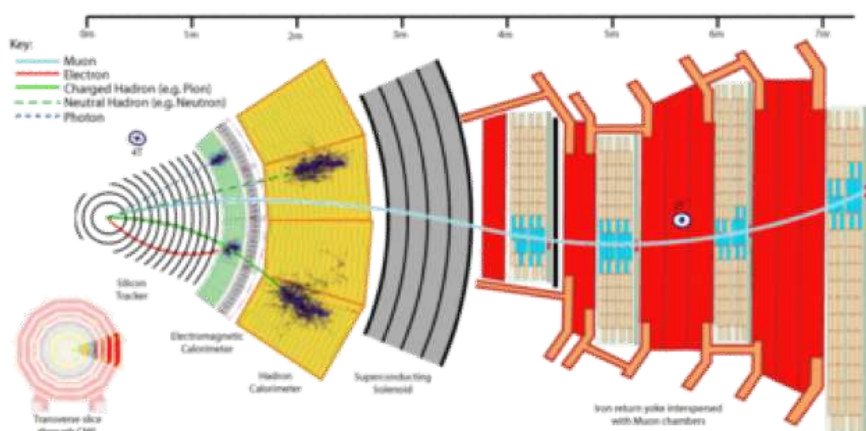
dell'apparato è stata principalmente guidata dalla sua ottimizzazione per la ricostruzione del bosone di Higgs. I limiti teorici e sperimentali precedenti all'inizio delle operazioni di CMS indicavano che la massa permessa era compresa tra i 100 GeV ed 1 TeV, con una netta preferenza per il limite inferiore. In questo caso i canali di decadimento privilegiati per la scoperta sono stati quelli in due fotoni o quattro leptoni carichi.

Il calorimetro elettromagnetico ad alta risoluzione e le camere di rivelazione dei muoni combinate con l'elevato campo magnetico di CMS sono stati progettati avendo come obiettivo primario questa ricerca.

Le ricerche sul bosone di Higgs hanno portato nel 2012 alla scoperta di una particella con massa di 125 GeV, compatibile con quella postulata dal Modello Standard allo stato attuale delle misure.

Lo studio di precisione delle sue proprietà si unisce agli altri obiettivi dell'esperimento, quali la ricerca diretta di nuove particelle al di là del Modello Standard, di possibile produzione di materia oscura, o la ricerca indiretta di nuova fisica attraverso misure di precisione di vari processi, inclusi i decadimenti del quark b.

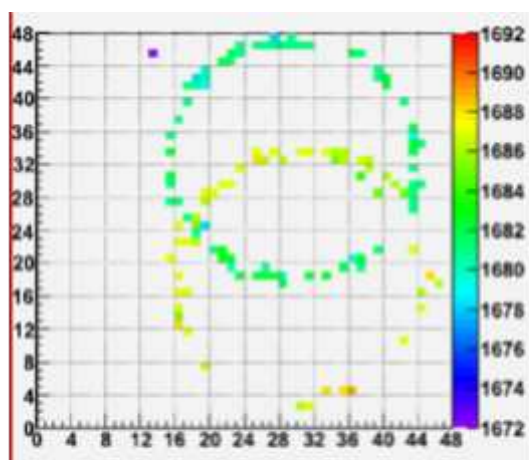
CMS è stato quindi progettato per essere un rivelatore "general purpose", in grado di studiare molti aspetti delle collisioni tra protoni a 14 TeV. È costituito da una struttura cilindrica del peso di 12500



tonnellate lunga 21 metri e con diametro di 16 metri, assemblata all'interno di una cavità sotterranea nei pressi di Cessy, in Francia. È strutturato in sotto-rivelatori che permettono la misura di energia e momento di fotoni, elettroni, muoni ed altri prodotti di collisione. Internamente vi è un sistema di tracciamento con rivelatori al silicio, circondato da un calorimetro elettromagnetico a cristalli scintillanti. Il calorimetro elettromagnetico è a sua volta circondato da un calorimetro adronico a campionamento. Tracciatori e calorimetri sono racchiusi all'interno del solenoide di CMS, in grado di generare un campo magnetico di 4 T parallelo all'asse dei fasci. All'esterno di questo solenoide trovano posto i rivelatori di muoni, conglobati nel giogo di ritorno del campo magnetico.

Il gruppo di Trieste è da molti anni impegnato in vari settori dell'esperimento, avendo contribuito alle attività del calorimetro elettromagnetico ed allo sviluppo e gestione del software e dei sistemi di calcolo della collaborazione. Inoltre è attivo nello studio di precisione di processi del Modello Standard che costituiscono importanti fondi alla ricerca di nuova fisica.

IV. Esperimento COMPASS



Immagini ottenute con il RICH

leptoni su nucleoni e' alla base della moderna descrizione di questi fondamentali componenti di tutta la materia che ci circonda.

Lo studio di questa fisica ha una lunga tradizione al CERN, dove si sono susseguiti, dagli anni 70 in poi, esperimenti di diffusione fortemente inelastica via via più precisi ed ambiziosi, che hanno fatto uso di uno strumento di indagine unico nel suo genere: il fascio di muoni di alta energia. COMPASS, in particolare, è dedicato allo studio della struttura di spin dei nucleoni.

COMPASS è un esperimento di fisica delle alte energie installato all'acceleratore SPS del CERN, a Ginevra, cui partecipano circa 240 fisici da 13 paesi e da 25 istituti. Scopo di questo esperimento è lo studio della struttura dei nucleoni e della spettroscopia adronica. In particolare, lo studio della struttura dei nucleoni (cioè protoni e neutroni) con misure di diffusione fortemente inelastica di



La parete a specchi del RICH

COMPASS sta raccogliendo dati e producendo risultati di fisica dal 2002 e continuerà per tutto il decennio in corso e nel decennio successivo. L'esperimento è stato progettato nella seconda metà degli anni '90, anche grazie al ruolo propositivo del gruppo di fisici di Trieste che vi si dedicano, una ventina in tutto: da sempre questo gruppo rappresenta una delle forze trainanti della collaborazione.

Il gruppo triestino ha contribuito e contribuisce a COMPASS in maniera determinante in ogni aspetto dell'esperimento. Sul piano dell'apparato sperimentale, ha progettato e realizzato il rivelatore Cerenkov a focalizzazione di immagine RICH-1, dedicato all'identificazione delle particelle; è il rivelatore di particelle ionizzanti più sofisticato e complesso dell'esperimento. Nell'ambito degli studi di fisica e dell'analisi dei dati, il gruppo triestino guida, all'interno di COMPASS, lo studio della struttura di spin trasverso dei nucleoni.

V. La struttura SM18

SM18 è un laboratorio di punta del CERN in cui si testano magneti ed altra strumentazione a basse temperature (tra 1.9 K e 80 K) e ad alti valori di corrente (fino a 30 kA). Nel laboratorio si effettuano test dei magneti superconduttori e misure magnetiche di tutti i tipi di magneti utilizzati negli acceleratori.

Il laboratorio, ottimizzato per studiare i magneti superconduttori di LHC al NbTi, è stato di recente oggetto di un upgrade per permettere lo studio dei magneti che verranno utilizzati in High-Luminosity LHC, l'upgrade di LHC che sarà operativo a partire dal 2027.



2c) LA MISSIONE APOLLO-SOYUZ RIVISSUTA IN UN IMPORTANTE CONCORSO SCOLASTICO.

Si è svolta nella **mattinata di Mercoledì 28 Maggio, presso la biblioteca Frera di Tradate**, la premiazione del concorso che il GAT, Gruppo Astronomico Tradatese ha indetto per ricordare il **50esimo anniversario della storica missione Apollo-Soyuz** (15-21 Luglio 1975).

Il bando era rivolto a tutte le classi delle scuole secondarie Superiori della Provincia di Varese. L'iniziativa ha visto la partecipazione di 11 scuole della provincia di Varese e sono state premiate le prime tre classificate: ai ragazzi era richiesto di essere presenti per esporre direttamente i loro lavori. **Sponsor primario della manifestazione è stato il Kiwanis club di Varese**, rappresentato in occasione della premiazione di Mercoledì mattina dall' **Avv. Maura Magni** (Trustee del Kiwanis International), insieme al Presidente del Kiwanis Varese **Giuseppe Bertini** ed al Tesoriere **Alfonso Carollo**. Presente anche il **vice-sindaco di Tradate Franco Accordino**. L'Avv. Magni ha presentato le attività del Key Club International ai ragazzi presenti perché possano avere l'opportunità di far parte della grande famiglia del Kiwanis.

Il Kiwanis Varese, che era al secondo anno di "collaborazione spaziale" con il GAT (lo scorso anno aveva sponsorizzato uno dei premi del concorso dedicato a La ricerca della vita nel Cosmo) ha erogato, per il primo premio, **una borsa di studio di 500 euro assegnata alla classe IV L del Liceo Scientifico Ferraris di Varese, docente referente Francesco Marazzi** (video e giornalino sulla missione Apollo-Soyuz con documenti originari dell'epoca). **Il secondo premio è stato assegnato ad alcuni ragazzi della V AS del Liceo Scientifico Curie di Tradate, docente referente Sonia Sala** (approfondita ricerca tecnico-scientifica-umanistica-politica). **Il terzo premio è stato assegnato alla I del Liceo Scientifico Manfredini di Varese, docente referente Federica Penna** (i ragazzi hanno deciso di raccontare la "missione Apollo-Soyuz". attraverso una puntata di un loro podcast "Spazzissimo". In questa puntata delle voci narranti raccontano la missione e simulano domande/risposte coi protagonisti della missione). Oltre alla borsa di studio di 500 euro per la classe prima classificata offerti da Kiwanis, i primi tre classificati sono stati premiati con diplomi e medaglie progettate dal **dott. Giuseppe Palumbo**, che è stato il Coordinatore Scientifico del Concorso e l'anima della cerimonia di premiazione. Significativo il commento finale del dott. Cesare Guaita, Presidente del GAT: "Ragazzi, siete stati così bravi che anche noi abbiamo imparato molte cose che non sapevamo. Soprattutto il vostro entusiasmo fa ben sperare che in qualcuno di voi nasca la 'scintilla' che vi spinga in futuro ad essere protagonisti anche professionalmente della conoscenza del Cosmo ed della conquista dello spazio".



Biblioteca FRERA, Mercoledì 28 Maggio 2025, h11 : il saluti del vice-Sindaco Accordinò



Liceo FERRARIS, 1° classificato



Liceo CURIE, 2° classificato



Liceo MANFREDINI, 3° classificato

Al secondo concorso provinciale vince la classe del Ferraris di Varese, secondi tre studenti del Curie

TRADATE (rinv.) Campioni di scienza: sono stati premiati mercoledì gli studenti delle scuole della provincia che hanno partecipato al concorso indetto anche quest'anno dal Gruppo Astronomico Tradatese insieme all'associazione benefica Kiwanis, tema del bando, che l'anno scorso nella sua prima edizione in occasione dei 50 anni del GAT si era concentrato sulla domanda «C'è vita nello spazio?», è stata la missione «Apollo-Soyuz» di cui quest'anno ricorre il 50esimo anniversario.

Una missione che ha fatto la storia, anche se poco conosciuta, come hanno ricordato il professor **Giuseppe Palumbo** e il presidente del GAT **Cesare Gualta**, perché in piena guerra fredda (era il 1975) segnò il passaggio dalla competizione spaziale fra le due superpotenze, USA e URSS, alla collaborazione spaziale: in quell'anno due navicelle spaziali, Apollo e Soyuz appunto, partirono dai rispettivi Paesi, raggiunsero l'orbita terrestre e si agganciarono nello spazio, permettendo ai tre astronauti americani e ai due cosmonauti sovietici di stringersi la mano e abbracciarsi, a centinaia di chilometri di distanza da un mondo diviso tra i due blocchi di influenza. «Quell'evento», spiegano dal GAT - rappresenta come lo spazio potesse essere un luogo senza divisioni, frontiere o guerre e in cui vi sono solo esseri umani, pace e scienza. Fu l'inizio di una collaborazione spaziale internazionale che anni dopo portò alla realizzazione della

Il GAT e le scuole alla riscoperta della missione Apollo-Soyuz: premiati i migliori studenti

Le tre classi premiate dai soci del GAT e dall'associazione Kiwanis per il concorso sulla missione Apollo-Soyuz



Stazione Spaziale Internazionale. Numerosi i lavori inviati dalle scuole superiori della provincia, tre quelli chiamati sul podio: al terzo posto la classe prima del Liceo Scientifico Indirizzato Scienze Applicate delle Scuole Manfredini di Varese, che ha raccontato la

missione con una puntata di un podcast immaginando di intervistare i protagonisti della missione. Al secondo posto i vincitori dello scorso anno, tre studenti della SAS del Liceo Scientifico Marie Curie di Tradate che hanno presentato un lavoro approfondito sulla

missione analizzandone sia gli aspetti scientifici e tecnologici sia il quadro e le conseguenze politiche. Prima classificata infine la 4L del Liceo Scientifico Ferraris di Varese che ha realizzato due lavori: un video di 15 minuti nel formato di un telegiornale

dell'epoca e un quotidiano datato 1975 per raccontare la missione, presentando l'italiano americano Rocco Petrone, personaggio straordinario che lavorò alla NASA nei primi anni del programma spaziale, evidenziando le varie fasi della missione e i suoi preparativi e infine intervistando la professoressa Amalia Erco-li-Finzi, consulente scientifica della NASA, dell'Agenzia Spaziale Italiana e di quella Europea e una delle personalità più importanti al mondo nel campo delle scienze e delle tecnologie aerospaziali.



GRUPPO ASTRONOMIC TRADATESE

Sede: Villa Comunale di Via Mameli 13 (ex-biblioteca civica),
21049 Tradate (VA)

<http://www.gruppoastronomicotradatese.it>

Per informazioni e contatti: c.guaita@libero.it

(0331-841150 – 347 0063515)

Progetto: CONCORSO SCIENTIFICO PROVINCIALE di STORIA DELL'ASTRONAUTICA

Il G.A.T. nacque nel novembre 1974, ossia negli anni immediatamente seguenti all'esplorazione umana della Luna, conclusasi nel dicembre 1972 con la missione Apollo 17. Nel 1975, l'anno successivo alla fondazione del G.A.T., vi fu una missione spaziale storica poiché, in piena Guerra Fredda, due navicelle spaziali, Apollo (USA) e Soyuz (URSS), ognuna partita dalla base spaziale del proprio Paese, raggiunsero l'orbita terrestre e si agganciarono nello spazio; i tre astronauti americani e i due cosmonauti sovietici riuscirono a stringersi la mano e ad abbracciarsi nello spazio. Questo evento rappresentò come lo spazio potesse essere il luogo senza divisioni o frontiere o guerre, ossia il luogo in cui vi sono solo esseri umani, pace e scienza. Quell'evento fu l'inizio di una collaborazione spaziale internazionale che anni dopo portò alla realizzazione della Stazione Spaziale Internazionale.

In occasione dei 50 anni della storica missione

“Apollo-Soyuz”

il Gruppo Astronomico Tradatese

bandisce il

Concorso Scientifico Provinciale

di Storia dell'Astronautica

- LA MISSIONE APOLLO-SOYUZ -

REGOLAMENTO

L'argomento del Concorso Scientifico Provinciale di Storia dell'Astronautica, per la Provincia di Varese, è "LA MISSIONE APOLLO-SOYUZ" e può riguardare la missione, i protagonisti della missione, il significato politico della missione, l'inizio della collaborazione spaziale tra USA e URSS che ha portato poi alla realizzazione della Stazione Spaziale Internazionale.

Il concorso è riservato alle Scuole Secondarie di Secondo Grado (Scuole Medie Superiori) della Provincia di Varese.

La partecipazione al concorso prevede due modalità:

come "classe" o "singolarmente";

come "classe" l'elaborato deve essere firmato da almeno un docente della classe e dal Dirigente Scolastico dell'Istituto a cui la classe appartiene.

Gli elaborati devono essere redatti in lingua italiana e devono essere inviati come "testi" oppure come "presentazioni ppt" o "video" presso la seguente casella di posta elettronica: gat.cinquantesimo@gmail.com

Dovrà essere indicato il recapito (indirizzo, telefono, e-mail) della classe/Scuola/Istituto o dello studente che partecipa singolarmente; inoltre dovrà essere indicato che il lavoro partecipante al concorso è inedito e non ha conseguito premi in altri concorsi.

La data di scadenza per partecipare al concorso è fissata al 30 aprile 2025 (fa fede la data di invio alla casella di posta elettronica).

Non è prevista alcuna tassa di partecipazione al concorso.

I lavori partecipanti al concorso non saranno restituiti.

Il giudizio della giuria è inappellabile e i componenti la giuria saranno resi noti in occasione della premiazione.

Saranno nominati vincitori e premiati i primi tre classificati.

Premi: per il primo classificato è prevista una borsa di studio di 500 euro con medaglia e attestato; per il secondo e terzo classificato una medaglia con attestato; la giuria si riserva di premiare con Premi Speciali anche lavori non classificati al primo, secondo e terzo posto.

A tutte le classi partecipanti e agli studenti partecipanti singolarmente non classificati ai primi tre posti e non assegnatari di Premi Speciali, sarà rilasciato in occasione della premiazione un attestato di partecipazione al concorso.

La premiazione avverrà in Tradate in data e sede che verranno comunicate dopo la data di scadenza del 30 aprile 2025; tutti i partecipanti riceveranno una comunicazione sull'esito del concorso.

Le opere partecipanti al concorso devono essere inviate presso la casella di posta elettronica gat.cinquantesimo@gmail.com con la seguente intestazione: Segreteria del Concorso Scientifico Provinciale "LA MISSIONE APOLLO-SOYUZ" – GAT/2025

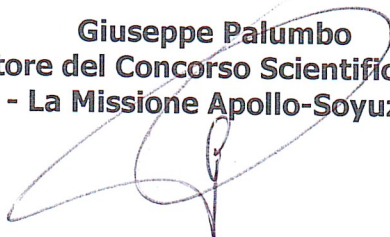
I premi e gli attestati dovranno essere ritirati personalmente dai vincitori e dai partecipanti (o da persone munite di specifica delega); in caso di impossibilità a partecipare alla premiazione i premi e gli attestati saranno spediti tramite posta, con spedizione a carico del destinatario.

La partecipazione al Premio implica l'accettazione del presente regolamento.

La partecipazione al Premio, inoltre, costituisce espressa autorizzazione all'utilizzo, senza fini di lucro, dei lavori inviati ed all'uso dei dati anagrafici unicamente ai fini delle comunicazioni inerenti il Premio stesso.

Per ulteriori informazioni sul concorso si può telefonare ai numeri 0331-841150 – 347 0063515 o inviare un'e-mail all'indirizzo: c.guaita@libero.it.

Giuseppe Palumbo
Coordinatore del Concorso Scientifico Provinciale
- La Missione Apollo-Soyuz -



Cesare Guaita
Presidente del Gruppo Astronomico Tradatese



APOLLO - SOJUZ

Americani e Russi si stringono la mano nello spazio

Ieri, 17 luglio 1975, una navicella spaziale del programma Apollo ed una capsula Sojuz si sono agganciati nell'orbita intorno alla Terra, consentendo ai due equipaggi di potersi trasferire da una navicella spaziale verso l'altra.

Tutti i dettagli di questo eccezionale avvenimento

UN ITALO-AMERICANO ALLA
NASA:
ROCCO PETRONE

By GRETA ERCOLI, PAOLA SAMBO,
GIORGIA TENCONI E MARTINA ZANETTI

Rocco Petrone, figlio di Teresa De Luca e Antonio Petrone, nati in Italia, immigrati negli Stati Uniti nel 1921, nacque il 31 marzo 1926. Visse un'infanzia difficile dopo la morte del padre in un incidente sul lavoro nel settembre 1926. Si distinse come studente nella Wilbur Lynch High School, ricevendo una medaglia d'oro per il suo rendimento accademico. A 17 anni, entrò all'Accademia Militare di West Point, finendo con il grado di Tenente Colonnello dell'esercito degli Stati Uniti.

Dopo la Seconda Guerra Mondiale, nel 1947, servì in Europa con le truppe di occupazione in Germania. Tornato negli Stati Uniti, si iscrisse al M. I. T. di Boston, conseguendo un Master's Degree in ingegneria meccanica nel 1951 e successivamente un dottorato onorario da Rollins College. Iniziò a lavorare nel 1952 come ingegnere nel laboratorio per i lanci missilistici, occupandosi della progetta-

zione balistica sotto la supervisione di Wernher von Braun. Nonostante iniziali scetticismi riguardo alle sue origini, Rocco dimostrò notevoli capacità, risolvendo problemi nel progetto del razzo Redstone, il primo missile balistico americano.

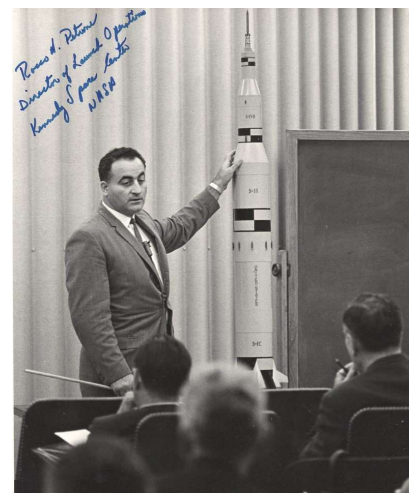


PETRONE CON VON BROWN

La sua abilità guadagnò il rispetto di von Braun, che lo considerò essenziale nel programma spaziale degli USA. Nel 1956, Petrone divenne Vicecapo dello Stato Maggiore dell'esercito al Pentagono, occupandosi del posizionamento delle basi missilistiche. Quattro anni dopo, nel 1960, entrò nella NASA, dove coordinò la progettazione e realizzazione del Saturno V. Nel 1966, abbandonò la carriera militare e divenne Direttore delle operazioni di lancio al Kennedy Space Center.

Il 19 luglio 1969, Rocco, soprannomi-

nato "la tigre di Cape Canaveral" per il suo carattere, si preparò per l'importante evento del lancio dell'Apollo 11. Controllò che tutti seguissero le sue istruzioni e, alle 9:32, pronunciò il "GO" che avviò la missione per portare l'uomo sulla Luna. Il successo della missione, culminato con il ritorno degli astronauti, rafforzò la sua carriera. Divenne capo del programma Apollo e, nel 1972, di un nuovo progetto, l'Apollo-Sojuz.



ROCCO PETRONE

ASPETTI POLITICI DELLA MISSIONE

By ALESSANDRO CHIERICO, ALBERTO
GIACOMELLO, SAMUELE LOMBARDO E
RICCARDO LOSORELLI

Oggi, il mondo assiste a un evento senza precedenti: per la prima volta nella storia, astronauti americani e cosmonauti sovietici si incontrano nello spazio. Il rendez-vous tra la capsula Apollo e la Soyuz, avvenuto a 222 km sopra la Terra, segna una svolta nella storia dell'esplorazione spaziale e nelle relazioni tra le due superpotenze.

La missione Apollo-Soyuz, nata da un accordo del 1972 tra il presidente americano Richard Nixon e il segretario generale sovietico Leonid Brežnev, non è solo un traguardo tecnologico, ma un potente simbolo politico. Nel pieno della Guerra Fredda, con un mondo diviso tra il blocco occidentale e quello sovietico, questo incontro tra stelle manda un messaggio di speranza: la cooperazione tra rivali è possibile.

La Guerra Fredda: un conflitto senza battaglie dirette

Dopo la Seconda Guerra Mondiale, il mondo si è trovato diviso in due blocchi contrapposti. Da un lato, gli Stati Uniti e i loro alleati della NATO, promotori del capitalismo e della democrazia. Dall'altro, l'Unione Sovietica e il Patto di Varsavia, fautori del comunismo e del controllo statale. Questa divisione ha generato una competizione feroce in ogni ambito: economico, politico, militare e tecnologico. Sebbene non si sia mai giunti a un conflitto diretto tra le due superpotenze, la Guerra Fredda ha prodotto decenni di tensioni, crisi internazionali e conflitti indiretti, come la Guerra di Corea (1950-1953) e la Guerra del Vietnam (1955-1975).

L'equilibrio del terrore si è basato sulla corsa agli armamenti, in particolare nucleari. Stati Uniti e URSS hanno accumulato arsenali in grado di distruggere il pianeta più volte, dando vita alla politica della "mutua distruzione assicurata" (MAD – Mutually Assured Destruction). In questo clima di sospetto e ostilità, ogni progresso tecnologico non era solo un

passo avanti per la scienza, ma un segnale di supremazia strategica.

La corsa allo spazio: un altro campo di battaglia

Negli anni '50 e '60 la competizione tra USA e URSS si è estesa oltre l'atmosfera terrestre: lo spazio è diventato il nuovo teatro della Guerra Fredda. Il primo grande colpo è stato sovietico: nel 1957 l'URSS ha lanciato lo Sputnik 1, il primo satellite artificiale della storia. Il successo ha scosso gli Stati Uniti, che hanno percepito la superiorità spaziale sovietica come una minaccia alla sicurezza nazionale.

La risposta americana non si è fatta attendere e nel 1958 è stata creata la NASA. Tuttavia, l'URSS ha continuato a dettare il ritmo della corsa: nel 1961 Yuri Gagarin è diventato il primo uomo a orbitare intorno alla Terra, consolidando il vantaggio sovietico. Gli Stati Uniti hanno puntato più in alto e, con il Programma Apollo, hanno raggiunto l'obiettivo più ambizioso: il 20 luglio 1969, Neil Armstrong e Buzz Aldrin hanno camminato sulla Luna, realizzando il sogno annunciato dal presidente John F. Kennedy nel 1961.



I PROTAGONISTI

Dalla competizione alla collaborazione

Nonostante i successi di entrambe le nazioni, la corsa allo spazio è stata un costo enorme per le due superpotenze. Negli anni '70, mentre la Guerra del Vietnam si trascinava e l'economia globale affrontava difficoltà, sia Stati Uniti che URSS hanno iniziato a valutare nuove strade. Il decennio ha segnato l'inizio della "distensione", una politica di riduzione delle tensioni e di dialogo.

Nel 1972, gli accordi SALT (Strategic Arms Limitation Talks) tra Nixon e Brež-

nev hanno posto limiti agli arsenali nucleari, un primo passo verso un equilibrio più stabile. In questo contesto, Apollo-Soyuz è nata come un'iniziativa congiunta per dimostrare che la collaborazione tra le due superpotenze era possibile, almeno nello spazio.

FOCUS SULLA TECNOLOGIA

By CHRISTIAN BOTTINELLI, MARIAN
JASIK, GIACOMO LANZO, MARCO SOSIO
E SIMONE ZUCCOLOTTO

Analizziamo gli aspetti tecnici che hanno portato al successo della missione Apollo-Sojuz. Andremo ad analizzare le fasi del volo e altri aspetti come i motori e il sistema di attacco. Infine andremo ad esplorare la fisica che ha permesso la riuscita di questo grande evento.



LA PARTENZA DEL SATURN

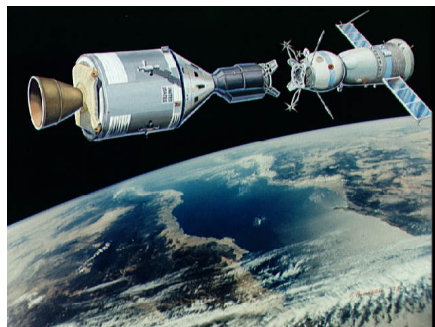
Ma perché le missioni spaziali utilizzano luoghi come la Florida e il Kazakistan per far partire i propri razzi? Innanzitutto dobbiamo capire che per far sì che il razzo stia nella propria orbita deve bilanciare la sua forza peso. Questo problema si risolve con l'equilibrare quest'ultima con la forza centrifuga, dunque la velocità del razzo è essenziale e per far sì che questo non richieda troppa energia, i razzi vengono lanciati più vicino possibile all'equatore dove la velocità di rotazione della Terra attorno al proprio asse è maggiore rispetto ad altre latitudini.

Partenza capsula Apollo

Alle 15:50 ora locale del 15 luglio del 1969 il razzo americano viene fatto partire da Cape Canaveral (Florida) verso lo spazio. Dopo una partenza senza problemi il razzo inizia ad accelerare e tra i 70 e i 160 km di altezza sgancia i diversi stadi ormai inutili. Arrivato poi a una quota di 230 km, l'unica cosa che gli astronauti dovranno fare è correggere la propria traiettoria per garantire un attracco sicuro con la Sojuz.

Partenza capsula Sojuz

Il razzo sovietico Sojuz-U decolla dal cosmodromo di Baikonur in Kazakistan senza manifestare alcun tipo di problema. Dopo l'accensione dei booster laterali e del motore centrale, all'altezza di circa 45 km a due minuti dopo il lancio, i quattro booster esauriscono il carburante dopo aver dato una spinta iniziale e viene espulso il primo stadio. A 150 km di altezza il secondo stadio si sgancia e il sistema di fuga viene espulso dato che il razzo è stabile. Dopo aver percorso altri 50 km, supportata dal terzo stadio, la Sojuz entra in un'orbita provvisoria mentre la capsula esegue correzioni di traiettoria per prepararsi all'attracco, che avverrà a 229 km da terra.



L'AGGANCIO

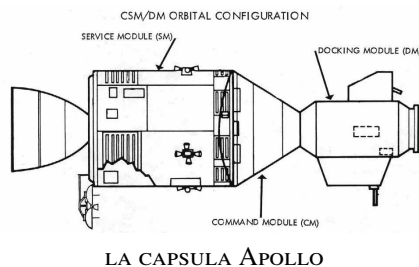
Aggancio tra le navicelle

Una volta lanciati i due razzi in orbita bisognava farli incontrare e attraccare. Per far ciò fu necessario costruire un adattatore che permettesse di equilibrare le diverse atmosfere e di fare appunto attraccare le due capsule.

Dettagli sulla capsula Apollo

La capsula Apollo era divisa in due parti: il modulo di comando e il modulo di servizio. Il modulo di comando era quello principale della capsula che ospi-

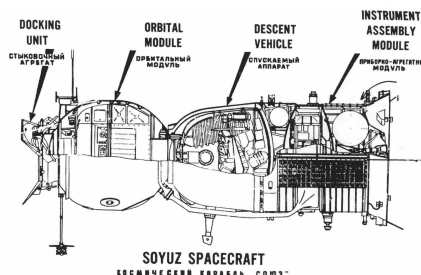
tava gli astronauti, il modulo di servizio, invece, era responsabile del movimento e della gestione dei sistemi vitali.



LA CAPSULA APOLLO

Dettagli sulla capsula Sojuz

La navicella russa era la Sojuz 19 che era costituita da tre moduli: quello orbitale, che ospitava l'equipaggio durante gran parte della missione: quello di discesa, che ospitava l'equipaggio durante l'ascesa e rientro (era infatti l'unico modulo che sarebbe rientrato a terra) e quello di comando che conteneva diversi sistemi di controllo come quello di controllo della temperatura, quello delle comunicazioni a onde radio e includeva anche un sistema di propulsione.



LA CAPSULA SOJUZ

Rientro della capsula Apollo

Dopo essersi staccato dalla navicella dalla Sojuz, Apollo inizierà il suo viaggio di ritorno. Le temperature raggiunte dato l'attrito con l'aria saranno molto elevate, ma lo scudo termico non dovrebbe aver problemi a garantire la sicurezza degli astronauti. Arrivati a un'altezza di 30 km, inizierà la fase di decelerazione con l'utilizzo di tre paracaduti aperti uno per volta. Il luogo di atterraggio previsto è l'Oceano Pacifico, al largo della costa ovest degli USA, dove gli astronauti, dopo poco tempo, verranno recuperati dalle navi americane.

Rientro della capsula Sojuz

Dopo lo sgancio finale tra le due navicelle la Sojuz accenderà i motori di frenata per uscire definitivamente dall'orbita, dirigendosi verso la terraferma. A circa 80 km di altezza la navicella entrerà nella mesosfera, dove raggiungerà temperature altissime e la capsula inizierà a ruotare per mantenere la giusta traiettoria. Raggiunta l'altezza di 10 km verranno aperti uno dopo l'altro tre paracaduti che ridurranno drasticamente la velocità della navicella e verrà espulso lo scudo termico, permettendo la dissipazione di calore. A pochi metri da terra verranno attivati dei retrorazzi che garantiranno un atterraggio morbido sulla steppa kazaka.

LA MINIATURIZZAZIONE DEI COMPUTER CON L'APOLLO 11

By GABRIELE ARTESE, TOMMASO

BALLERIO, LORENZO MEI E ENDRI TAFÀ

La miniaturizzazione dei computer ha rivoluzionato la tecnologia, rendendo possibili missioni spaziali come Apollo 11. Dai primi calcolatori come l'ENIAC, ingombrante e poco efficiente, si è passati all'uso dei transistor, che hanno permesso di ridurre le dimensioni e migliorare le prestazioni. Questa evoluzione ha portato allo sviluppo dell'Apollo Guidance Computer (AGC), un sistema compatto e avanzato, essenziale per la missione lunare.



AGC E DSKY

L'AGC, progettato dal MIT per la NASA, misurava solo 30 cm per lato e disponeva di 64 KB di memoria ROM e 2 KB di RAM. Pur con risorse limitate, rappresentava un'innovazione straordinaria, grazie a un processore a 16 bit e un software ottimizzato per la navigazione. Programmato

in linguaggio assembly, il suo codice veniva testato con simulazioni rigorose per garantire la massima affidabilità.

Durante Apollo 11, l'AGC fu cruciale nel guidare il modulo lunare, fornendo dati aggiornati per la discesa e permettendo correzioni in tempo reale. La sua affidabilità segnò un punto di svolta nella storia dell'informatica, dimostrando come la miniaturizzazione fosse la chiave per l'esplorazione spaziale e aprendo la strada a futuri sviluppi tecnologici.

L'interfaccia DSKY (DiSplay-KeYboard) funzionava sia da input che da output per l'AGC.

Questo computer, multitasking, può gestire fino a 8 processi contemporaneamente e ha stabilito nuovi standard nel campo dell'informatica spaziale e ha contribuito in modo determinante al successo delle missioni lunari, influenzando lo sviluppo dei sistemi di navigazione e dei computer spaziali in generale.

UNA TESTIMONE D'ECCEZIONE: AMALIA ERCOLI FINZI

By GRETA ERCOLI

Intervista con la professoressa Amalia Ercoli Finzi, ingegnere aeronautica e consulente della NASA

D: Buongiorno professoressa e grazie per averci concesso questa intervista. Vengo subito alla prima domanda: a suo parere, la missione Apollo-Sojuz è un

evento importante nella storia della esplorazione dello Spazio? Quali cambiamenti, secondo lei, porterà per il futuro l'incontro in orbita tra gli astronauti di queste due grandi superpotenze?

R: Il volo combinato, il volo doppio Apollo-Sojuz è un evento importantissimo perché in realtà avviene in un momento in cui finalmente gli americani hanno dimostrato di essere bravi, anzi bravissimi. Come lei sa, con le missioni Apollo fino alla diciassettesima (nel '72) gli americani erano arrivati sulla Luna, superando tutti quelli che erano stati i successi dei Russi. Allora questo ha voluto dire che, in un momento cruciale in cui gli americani avrebbero anche potuto fare una scena di superiorità, hanno accettato di fare una collaborazione con i russi e questo ha voluto dire cambiare qualche cosa proprio nella mentalità.

In realtà non è vero che non c'è più la competizione, la competizione c'è ancora, ma tutti e due, russi e americani, hanno capito che solo con la collaborazione possono avere un grande successo. Tant'è vero che la missione Apollo-Sojuz è stata chiamata Apollo 18. Quindi è ancora nell'ambito delle missioni Apollo, ma con una collaborazione profonda con la Sojuz. Soprattutto dal punto di vista politico e sociale la missione congiunta Apollo-Sojuz è un grandissimo successo e avrà un'importanza fondamentale per quelli che saranno poi gli eventi successivi.

D: Ha avuto mai l'opportunità di conoscere Rocco Petrone?

R: Io non lo conosco di persona perché non ne ho ancora avuto l'occasione, anche se in tutto il programma Apollo la

presenza di italiani o di persone di origine italiana è alta, proprio perché tanti sono gli italiani emigrati che sono andati in America occupando anche delle posizioni importanti.

Mi dicono che è una persona bravissima, competentissima, con grandissime capacità organizzative. Mi dicono anche che ha un carattere non facile, cioè è una persona molto esigente e secondo me proprio questo è tipico delle grandi persone. Le persone grandi, le persone capaci mettono molto di se stessi, ma pretendono anche dagli altri che facciano tanto, che si impegnino tanto e che quindi portino a compimento quello che stanno facendo e anche Petrone ha questo carattere così deciso. Ha indubbiamente un ruolo chiave, fondamentale per quello che riguarda il programma Apollo.



AMALIA ERCOLI FINZI

Caporedattore: prof. Francesco Marazzi

Redattori: Artese Gabriele, Ballerio Tommaso, Bottinelli Christian, Chierico Alessandro, Ercoli Greta, Giacomello Alberto, Jasik Marian, Lanzo Giacomo Mario, Lombardo Samuele, Losorelli Riccardo, Mei Lorenzo, Sambo Paola, Sosio Marco, Tafa Endri, Tenconi Giorgia, Zanetti Martina, Zuccolotto Simone.



PROGRAMMA APOLLO

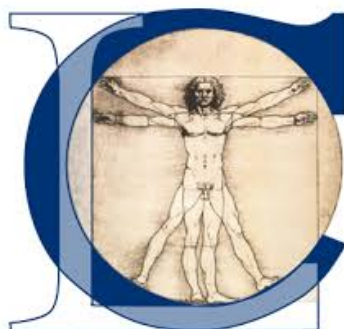


PROGRAMMA APOLLO-SOJUZ



PROGRAMMA SOJUZ

Apollo + Soyuz
Il Nuovo Volto Dell'esplorazione Spaziale



a cura di

Bernardelli S., Bortolin G., Gregorini T.G.

realizzato nell'ambito del

**CONCORSO SCIENTIFICO PROVINCIALE di STORIA
DELL'ASTRONAUTICA
- Provincia di Varese -
Edizione 2025**

**LICEO SCIENTIFICO MARIE CURIE
VIA MONSIGNOR BRIOSCHI 21049 TRADATE (VA)**

30 Aprile 2025

Premessa

“È una bella cosa riscoprire la meraviglia - disse il filosofo. - L’astronautica ci ha fatto tornare tutti bambini.”

(Ray Bradbury, *"Cronache Marziane"*, 1950)

Non vi è nella storia umana avvenimento più straordinario che la conquista dello spazio. In meno di mezzo secolo dalla nascita della missilistica, l’Uomo è riuscito a compiere imprese di complessità e portata incommensurabili, superando i propri limiti e lasciando il proprio nido in direzione delle stelle. Nondimeno, si è rivelato capace di mettere da parte rivalità e interessi di fazione, di fronte ad obiettivi tanto grandi e nobili oltremodo.

Ciononostante, seppur oggi giorno la collaborazione internazionale rappresenti un fattore chiave nell’esplorazione spaziale, è noto a tutti come la corsa allo spazio fu un terreno di contesa tra gli Stati Uniti e l’Unione Sovietica, in cui i successi scientifici ed esplorativi divenivano un riflesso della potenza nazionale.

In questo senso, ci proponiamo di fornire una disamina approfondita della storica missione Apollo-Soyuz, primo programma internazionale nella storia del settore spaziale e occasione di distensione del clima competitivo della Guerra fredda. Il 17 luglio 1975, sotto gli occhi di milioni di spettatori, l’epocale “stretta di mano” tra una navicella Apollo e una capsula Soyuz, aprì la strada per una nuova era di intesa e cooperazione, mostrando al mondo la capacità della scienza di valicare le barriere della politica e del pregiudizio. Il capitolo I del nostro elaborato sarà dedicato a fornire un quadro generale degli anni della corsa allo spazio, senza il quale risulterebbe difficile comprendere a fondo la rilevanza dell’Apollo-Soyuz; in particolare, verranno discussi i principali programmi di volo americani e sovietici dagli albori fino agli anni Settanta. Nel capitolo II ci occuperemo dell’analisi vera e propria della missione, del suo sviluppo e della sua realizzazione. Con il capitolo III, infine, si passeranno in rassegna gli sviluppi nella collaborazione internazionale che ne conseguirono e che portarono alla realizzazione della Stazione Spaziale Internazionale.

In conclusione, rilanciamo le parole di Ray Bradbury e auspichiamo una piacevole lettura!

Ringraziamenti

Al Gruppo Astronomico Tradatese,

Ai nostri professori,

A tutti i pionieri dello spazio

Indice

1	Introduzione alla corsa allo spazio	1
1.1	La diplomazia spaziale come antidoto alla Guerra fredda	1
1.2	La corsa allo spazio: dinamiche politiche e implicazioni strategiche . . .	2
1.3	I programmi spaziali statunitensi: Mercury, Gemini, Apollo e Skylab . . .	3
1.3.1	Mercury: i primi passi dell’America in orbita	3
1.3.2	Gemini: la palestra per l’allunaggio	4
1.3.3	Apollo: verso la Luna	5
1.3.4	Skylab: il Laboratorio in Orbita	6
1.4	I programmi spaziali sovietici: Vostok, Voskhod e Soyuz	6
1.4.1	Vostok: i pionieri dell’uomo nello spazio	6
1.4.2	Voskhod: il passaggio ai voli multipli	6
1.4.3	Soyuz: versatilità e longevità	7
2	La missione Apollo-Soyuz	8
2.1	Premessa	8
2.2	Analisi tecnica dei veicoli	10
2.2.1	Apollo CSM-111	10
2.2.2	Soyuz 19	12
2.2.3	APAS-75 e il Docking Module	13
2.3	Gli equipaggi e l’addestramento	14
2.3.1	Gli astronauti americani	14
2.3.2	I cosmonauti sovietici	16
2.3.3	Addestramento e preparativi per la missione	17
2.4	Cronologia della missione	19
3	Dopo l’Apollo-Soyuz	24
3.1	Proposte di collaborazione Shuttle-Salyut	24
3.2	Dagli anni Ottanta al crollo dell’URSS	25
3.3	Progetto Shuttle-Mir	27
3.3.1	Mir	28
3.3.2	Shuttle	28
3.3.3	Lanci internazionali con STS	29
3.3.4	Difficoltà tecnico-logistiche	31
3.4	International Space Station	32
3.4.1	Cronologia dell’assemblaggio	32
3.4.2	Voli verso la ISS	33
4	Conclusione	35
	Bibliografia e sitografia	36

Elenco delle figure

1.1	Storica stretta di mano tra Stafford e Leonov nella missione ASTP (Credits: NASA)	2
1.2	Lancio della Mercury-Atlas 6 con John Glenn a bordo della capsula Friendship 7 (Credits: NASA)	4
1.3	Buzz Aldrin sulla superficie lunare durante Apollo 11 (Credits: NASA) .	5
1.4	Francobollo celebrativo di Yuri Gagarin	7
2.1	Nixon e Kosygin, Mosca, 24 maggio 1972 (Credits: National Archives) .	10
2.2	Apollo Command and Service Module (Credits: NASA-NSSDCA)	11
2.3	Soyuz 7K-TM (Credits: RussianSpaceWeb)	13
2.4	Esemplare di backup dell'APAS-75 (Credits: Smithsonian)	14
2.5	Gli equipaggi scelti per l'ASTP (Credits: NASA)	16
2.6	Kubasov, Brand e Leonov campionano vari alimenti predisposti per l'ASTP presso il Johnson Space Center (Credits: NASA-JSC)	18
2.7	Soyuz 19 nello spazio vista dal CSM-111 (Credits: NASA)	20
2.8	Slayton e Leonov nel Modulo Orbitale della Soyuz (Credits: NASA Human Space Flight Gallery)	21
2.9	La targa commemorativa assemblata in orbita (Credits: NASA)	22
3.1	Salyut 1 celebrata in un francobollo sovietico del 1972	25
3.2	Attracco dell'Atlantis alla Mir durante STS-71 (Credits: NASA)	29
3.3	La Stazione Spaziale Internazionale (Credits: NASA)	33
3.4	Crew Dragon in attracco al modulo Harmony (Credits: NASA/SpaceX) .	34

Capitolo 1

Introduzione alla corsa allo spazio

1.1 La diplomazia spaziale come antidoto alla Guerra fredda

Durante gli anni Sessanta, la Guerra fredda non si limitò ai soli equilibri militari e agli arsenali nucleari: si estese su nuovi fronti, inclusa l'orbita terrestre. Il lancio dello Sputnik 1 da parte dell'Unione Sovietica nel 1957 e, successivamente, il primo volo umano di Yuri Gagarin nel 1961 trasformarono la corsa allo spazio in un elemento centrale delle strategie di politica estera. In tale quadro, l'idea di *space diplomacy* emerse come risposta pragmatica: impiegare l'esplorazione spaziale non solo per affermare il proprio primato, ma per favorire la cooperazione tra nazioni antagoniste.

La *space diplomacy* poggiava su diverse fondamenta politiche: anzitutto, permetteva di ridurre le tensioni globali creando un clima di fiducia reciproca, poiché i rischi elevati di un insuccesso in orbita avrebbero colpito entrambe le parti. In secondo luogo, offriva l'opportunità di condividere costi e competenze tecniche, razionalizzando investimenti in un periodo di rallentamento dei programmi lunari e di contenimento delle spese militari. Infine, un progetto congiunto migliorava l'immagine internazionale delle superpotenze, offrendo alla comunità globale la testimonianza di un impegno comune per la pace e il progresso scientifico.

Questi principi furono applicati nel Programma Test Apollo-Sojuz, definito nel maggio 1972 con la firma a Mosca tra il presidente Richard Nixon e il premier sovietico Aleksej Kosygin. Il protocollo prevedeva lo sviluppo di un adattatore di aggancio universale per connettere due navicelle realizzate secondo standard tecnici differenti, l'armonizzazione delle procedure di comunicazione mediante frequenze radio condivise e la redazione di manuali d'emergenza comuni. L'organizzazione di comitati bilaterali, composti da ingegneri, tecnici e diplomatici, garantiva la prosecuzione del dialogo anche oltre i confini dell'ambito spaziale. Il 17 luglio 1975, alle ore 16:19 UTC, l'Apollo CM-111 si agganciò alla Sojuz 19 a un'altitudine di 212 km. A bordo, tre astronauti statunitensi e due cosmonauti sovietici svolsero esperimenti congiunti che analizzarono la fisiologia umana in microgravità, la dinamica dei fluidi in sistemi chiusi e le tecniche di termore-



Figura 1.1: Storica stretta di mano tra Stafford e Leonov nella missione ASTP (Credits: NASA)

golazione. La stretta di mano tra Stafford e Leonov, ripresa dalle telecamere di bordo, rimase un simbolo potente di cooperazione e fiducia.

L'impatto politico di questa impresa fu significativo. I rapporti fra astronauti e cosmonauti continuarono a evolversi nel tempo, favorendo la cooperazione tecnica su programmi successivi. Inoltre, la collaborazione mitigò, almeno temporaneamente, alcune tensioni legate alla guerra del Vietnam e alle crisi in Europa orientale. Infine, il modello di governance congiunta e di standardizzazione tecnologica adottato per l'Apollo-Sojuz costituì una preziosa lezione per la creazione di istituzioni multilaterali in svariati settori scientifici e tecnologici.

1.2 La corsa allo spazio: dinamiche politiche e implicazioni strategiche

Il lancio del primo satellite artificiale, Sputnik 1, avvenuto il 4 ottobre 1957, rappresentò un evento dirompente sul piano geopolitico. Oltre a dimostrare l'efficacia dei vettori balistici sovietici, tale successo alimentò il dibattito sulla supremazia tecnologica e spinse gli Stati Uniti a istituire la NASA nel luglio 1958. L'obiettivo non era unicamente scientifico, ma rientrava in una strategia più ampia di deterrenza e deterritorializzazione della minaccia nucleare.

Nel 1961, il volo di Yuri Gagarin cancellò qualsiasi residua incertezza: l'Unione Sovietica si presentò come la nazione in grado di garantire capacità spaziali umane, offrendo un forte impulso propagandistico. Nel discorso alla Rice University del settembre 1962, il

presidente John F. Kennedy adottò una retorica di forte impatto: promettere un allunaggio entro la fine del decennio significava non solo competere con Mosca, ma dimostrare la resilienza del modello politico-economico americano. L'incremento di finanziamenti alla NASA – da 500 milioni di dollari nel 1960 a oltre 5 miliardi nel 1965 – si accompagnò a politiche di reclutamento e formazione di ingegneri, tecnici e scienziati. Tali investimenti generavano effetti di ricaduta sull'industria aerospaziale civile e militare, rafforzando il complesso industriale-militare e favorendo il trasferimento di tecnologie dual-use. Tuttavia, la tragedia dell'Apollo 1 (27 gennaio 1967), con la morte di Gus Grissom, Ed White e Roger Chaffee, evidenziò i rischi intrinseci nella ricerca della supremazia spaziale. L'episodio obbligò a rivedere i protocolli di sicurezza, spingendo il Congresso a mantenere un controllo più stringente sui programmi NASA e a richiedere valutazioni di rischio più rigorose.

Parallelamente, l'Unione Sovietica continuò a consolidare il proprio primato con i programmi Vostok e Voskhod, sperimentando voli multiposto e attività EVA. Tali progetti ricoprivano un ruolo di primo piano nella strategia propagandistica di Mosca, con lo scopo di dimostrare la superiorità del sistema socialista nell'innovazione tecnologica. Verso la fine degli anni Settanta, tuttavia, emerse la consapevolezza che la competizione aveva costi esorbitanti in termini economici e umani. Di conseguenza, entrambe le superpotenze intravidero nella cooperazione spaziale una leva politica per stabilizzare i rapporti bilaterali e rilanciare la propria immagine sul piano internazionale, dando avvio a un percorso che avrebbe trasformato l'esplorazione orbitale in un paradigma di diplomazia tecnologica.

1.3 I programmi spaziali statunitensi: Mercury, Gemini, Apollo e Skylab

1.3.1 Mercury: i primi passi dell'America in orbita

Il Programma Mercury, attivo dal 1958 al 1963, fu concepito per valutare la fattibilità del volo umano in orbita terrestre. Le capsule monoposto, lanciate inizialmente da vettori Redstone per voli suborbitali e successivamente da razzi Atlas per missioni orbitali, ospitavano sistemi di supporto vitale minimali e strumenti di comunicazione in tempo reale. Le fasi fondamentali includevano la termoregolazione mediante rivestimenti ablativi, il monitoraggio delle condizioni fisiologiche e la separazione della capsula dal vettore di lancio. I voli di Alan Shepard (5 maggio 1961) e John Glenn (20 febbraio 1962) fornirono



Figura 1.2: Lancio della Mercury-Atlas 6 con John Glenn a bordo della capsula Friendship 7 (Credits: NASA)

no dati essenziali sui parametri di pressione, temperatura e comportamento psicologico dell'astronauta, aprendo la strada a missioni di durata crescente.

1.3.2 Gemini: la palestra per l'allunaggio

Il Programma Gemini (1963–1966) rappresentò una tappa intermedia fondamentale: i veicoli biposto e l'introduzione del Gemini Guidance Computer consentirono di eseguire manovre di rendez-vous con il veicolo Agena e attività extraveicolari (EVA). Durante la missione Gemini 4, Ed White realizzò la prima passeggiata spaziale americana, mentre Gemini 8 dimostrò l'efficacia delle procedure di emergenza quando un malfunzionamento ai giroscopi costrinse gli astronauti a interrompere prematuramente l'operazione di docking. Queste esperienze si rivelarono determinanti per la progettazione delle missioni Apollo.

1.3.3 Apollo: verso la Luna

Nato nel 1961, il Programma Apollo coinvolse decine di migliaia di persone fra ingegneri, tecnici e ricercatori. Al centro dell'iniziativa vi era il razzo Saturn V, il più potente mai realizzato, e il modulo lunare (LEM o LM), progettato per scendere sul suolo lunare e riportare in orbita l'equipaggio.

John Kennedy, umiliato dai continui record sovietici proprio nel momento in cui la Guerra fredda conosceva la sua fase più critica, pensò di giocare una mano che le vincessero tutte. Il 12 settembre 1962, durante un discorso alla Rice University (Houston, Texas) affermò, di fronte a 35mila persone: «Nessuna nazione che aspiri a essere alla guida delle altre può attendersi di rimanere indietro nella corsa per lo spazio». Quindi la promessa: «Abbiamo deciso di andare sulla Luna entro questo decennio». Il Presidente faceva sul serio: aveva appena chiesto al Congresso di sbloccare diversi miliardi di dollari per il nuovo programma spaziale chiamato "Apollo". I fondi a disposizione della NASA, da 500 milioni di dollari nel 1960 divennero 5.2 miliardi nel 1965 e l'Agenzia passò da 10mila a 36mila dipendenti tra il 1960 e il 1963. A questo punto gli Stati Uniti si giocavano il tutto per tutto.

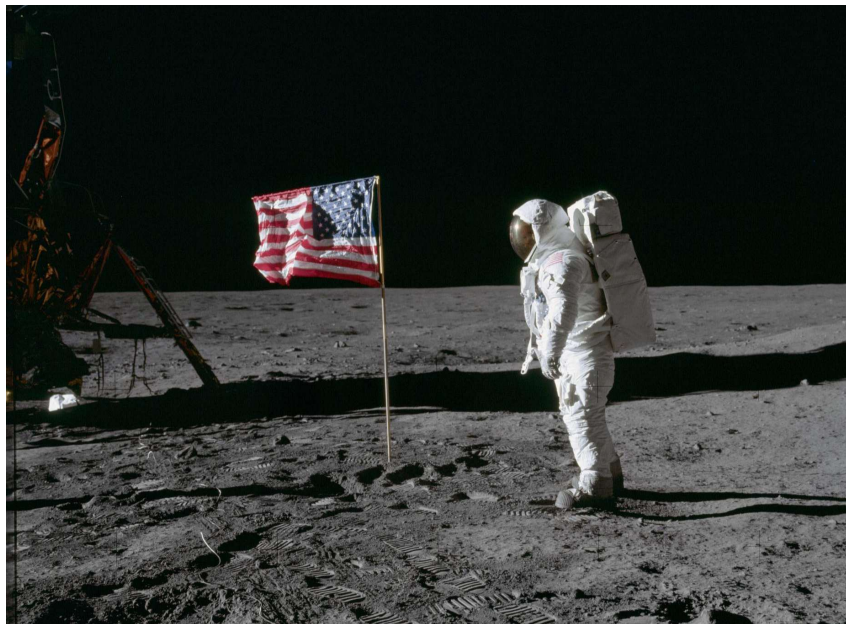


Figura 1.3: Buzz Aldrin sulla superficie lunare durante Apollo 11 (Credits: NASA)

Le missioni erano articolate in più fasi: voli di prova senza equipaggio (Apollo 4, 5 e 6), orbite lunari con equipaggio (Apollo 8 e 10) e sei allunaggi a partire dall'Apollo 11 del 20 luglio 1969. Ogni volo comportava la raccolta di campioni geologici, l'installazione di strumenti per misurazioni sismiche e la conduzione di esperimenti scientifici sul campo.

Le successive missioni Apollo 12, 14, 15, 16 e 17 approfondirono lo studio del materiale lunare e sperimentarono tecniche avanzate di esplorazione extraveicolare.

1.3.4 Skylab: il Laboratorio in Orbita

All'inizio degli anni Settanta, con l'obiettivo di prolungare la permanenza umana nello spazio e di studiare gli effetti della microgravità, la NASA convertì il secondo stadio di un razzo Saturn V in un laboratorio orbitante, denominato Skylab. Tra il 1973 e il 1974, tre equipaggi trascorsero un totale di 171 giorni a bordo, conducendo esperimenti di fisiologia umana, osservazioni solari continue tramite l'Apollo Telescope Mount e prove di manutenzione a distanza con manipolatori robotici.

Il rientro incontrollato di Skylab nell'estate del 1979, con detriti dispersi nell'area oceanica a ovest di Perth, dimostrò la complessità delle traiettorie di rientro e la necessità di sistemi di propulsione di servizio in grado di correggere l'orbita anche a missione terminata.

1.4 I programmi spaziali sovietici: Vostok, Voskhod e Soyuz

1.4.1 Vostok: i pionieri dell'uomo nello spazio

Tra il 1961 e il 1963, il Programma Vostok (in russo "Est") introdusse la prima serie di missioni spaziali umane dell'URSS. Le capsule sferiche, private di sistemi di guida avanzati, ruotavano intorno al proprio asse per orientare i pannelli solari e mantenere l'assetto corretto durante il volo orbitale. Gli obiettivi principali erano testare i parametri vitali, garantire un rientro sicuro e ottimizzare i processi di recupero a Terra.

Yuri Gagarin, con Vostok 1, compì l'orbita inaugurale in 108 minuti, mentre Valentina Tereškova, a bordo di Vostok 6, fu la prima donna a sperimentare le condizioni dello spazio. Le missioni di Vostok 2, 3 e 4 segnarono record di durata e di operazioni simultanee, consolidando la capacità tecnica sovietica.

1.4.2 Voskhod: il passaggio ai voli multipli

Il Programma Voskhod ("alba"), avviato nel 1964, estese le capacità delle capsule a tre cosmonauti, rinunciando però all'utilizzo di tute pressurizzate. Nel marzo 1965, Alexei Leonov compì la prima attività extraveicolare della storia, un'impresa resa possibile



Figura 1.4: Francobollo celebrativo di Yuri Gagarin

da procedure d'emergenza ingegnose che gli permisero di rientrare dopo un gonfiaggio incontrollato della tuta.

Voskhod rappresentò un equilibrio tra necessità di primati tecnici e limiti strutturali, sottolineando come l'URSS fosse disposta a correre rischi estremi in nome della propaganda ideologica.

1.4.3 Soyuz: versatilità e longevità

Introdotta nel 1967, il Programma Soyuz ("Unione") nacque con l'obiettivo di sostenere il progetto lunare sovietico, ma sopravvisse alle difficoltà del vettore N1 per diventare colonna portante dei voli umani in orbita bassa. Dotata dei sistemi di aggancio automatico Igla e successivamente Kurs, la navicella Soyuz si adattò alle esigenze delle stazioni Salyut, poi Mir, e infine alla Stazione Spaziale Internazionale.

Con un tasso di successo superiore al 99% e oltre 140 missioni umane, Soyuz rimane il veicolo più affidabile nella storia dei voli spaziali con equipaggio, testimoniando la flessibilità ingegneristica e la capacità di aggiornamento continuo.

Capitolo 2

La missione Apollo-Soyuz

2.1 Premessa

A tutti coloro che oggi giorno si affacciano per la prima volta al panorama dell'astronautica può sembrare una prassi assolutamente scontata quella della collaborazione internazionale. Non fa più certo gran notizia assistere ad equipaggi misti, selezionati fra le singole agenzie, che volano sugli stessi vettori e fruiscono delle medesime infrastrutture. In particolare, con il definitivo pensionamento dello *Shuttle* nel luglio 2011 (STS-135 con *Atlantis*), la NASA si è trovata per anni priva della capacità di inviare autonomamente equipaggi umani verso la ISS (*International Space Station*), costretta ad appoggiarsi alle Soyuz di Roscosmos. Tale soluzione è rimasta l'unica realmente valida fino al 30 maggio 2020, quando con il lancio inaugurale della *Crew Dragon* (la versione 'abitabile' della *Dragon 2* di SpaceX) gli Stati Uniti hanno ripreso a lanciare i propri astronauti dal suolo americano.

Questa proficua collaborazione fra le due potenze affonda le sue radici piuttosto in là con il tempo, verso la fine degli anni Sessanta e l'inizio della decade successiva. Proprio nel bel mezzo della *corsa allo spazio*, infatti, fra USA e URSS cominciarono a poco a poco a delinearsi sforzi cooperativi che esulavano dal clima di competizione caratteristico dell'epoca. Già nel 1963, sotto il mandato di John F. Kennedy, si era palesata la possibilità di missioni lunari congiunte. Successivamente, nel biennio 1967-1968, i due governi strinsero due accordi fondamentali:

1. *Outer Space Treaty (1967)*, primo codice internazionale sullo spazio extra-atmosferico, siglato presso le Nazioni Unite;
2. *Agreement on the Rescue of Astronauts, the Return of Astronauts, and the Return of Objects Launched into Outer Space (1968)*, per consentire il salvataggio congiunto di astronauti (o cosmonauti, secondo la denominazione sovietica) e garantire il corretto rimpatrio degli oggetti spaziali recuperati.

In forza di ciò, nell'aprile 1970 i sovietici offrirono assistenza per il salvataggio di Apollo 13. Nello stesso anno, l'Amministratore della NASA Thomas O. Paine ed il presidente dell'allora Accademia Sovietica delle Scienze Mstislav V. Keldysh stimolarono una serie di discussioni sulla possibilità di una capacità di salvataggio congiunta; all'inizio del 1971, giunse dagli Stati Uniti la proposta concreta di una missione per testare l'hardware di attracco appositamente progettato.

I colloqui si intensificarono, sotto la guida di George Low (*deputy administrator* della NASA) e Boris Petrov (suo omologo sovietico), finché nel 1972 non fu siglato l'*Agreement Concerning Cooperation in the Exploration and Use of Outer Space for Peaceful Purposes*. Firmato a Mosca il 24 maggio dal presidente americano Nixon e dal premier russo A. N. Kosygin, esso rappresentò una tappa cruciale nel processo di distensione fra le due superpotenze. Entrambi i Paesi accettarono di sviluppare un sistema compatibile di docking e di condurre una missione sperimentale congiunta in orbita terrestre per la metà del 1975. Veniva così ufficializzato il programma ASTP (*Apollo-Soyuz Test Project*), con i suoi fini e le sue tempistiche.

Art. 3 – The parties have agreed to carry out projects for designing compatible rendezvous and docking systems of United States and Soviet manned spacecraft and stations in order to enhance the safety of manned flight in space and to provide the opportunity for conducting joint scientific experiments in the future. It is planned that the first experimental flight to test these systems be conducted during 1975, envisaging the docking of a U.S. Apollo-type spacecraft and a Soviet Soyuz-type spacecraft with visits of astronauts in each other's spacecrafts. The implementation of these projects will be carried out on the basis of principles and procedures which will be developed in accordance with the summary of results of the meeting between representatives of the U.S. National Aeronautics and Space Administration and the U.S.S.R. Academy of Sciences on the question of developing compatible systems for rendezvous and docking of manned spacecraft and space stations of the U.S.A. and the U.S.S.R., dated April 6, 1972.

(tratto da *Agreement Concerning Cooperation in [...] Space for Peaceful Purposes*)



Figura 2.1: Nixon e Kosygin, Mosca, 24 maggio 1972 (Credits: National Archives)

2.2 Analisi tecnica dei veicoli

Definiti il piano di missione e gli obiettivi, si passò alla selezione dell'hardware specifico - di cui si intende ora fornire una breve disamina. La scelta fu piuttosto naturale, visto che nei primi anni Settanta esistevano solo due famiglie di capsule adatte al trasporto umano: Apollo (USA) e Soyuz (URSS). Modificare *ad hoc* due veicoli già operativi risultava una scelta molto più sostenibile - in termini di budget e tempistiche - rispetto a progettarne di nuovi da zero.

2.2.1 Apollo CSM-111

Con l'espressione "capsula Apollo" ci si riferisce generalmente all'*Apollo Command and Service Module* (CSM – il Modulo di Comando e Servizio) sviluppato dalla NASA nell'ambito dell'omonimo programma. Questo veicolo spaziale era progettato per il trasporto di tre astronauti in traiettoria translunare; tuttavia, fu in seguito utilizzato anche per le missioni Skylab e per l'Apollo-Soyuz Test Project. Sviluppato in due versioni (*Block I* e *Block II*), solo la seconda godette di un reale sviluppo/impiego per i voli umani nello spazio. Il CSM era strutturalmente diviso in due componenti principali: il *Modulo di Comando* (CM) e il *Modulo di Servizio* (SM). Configurato per ASTP, misurava complessivamente 11.04 m in altezza e aveva una massa complessiva al lancio di circa 32.400 kg.

Il Modulo di Comando, di forma conica, misurava 3.2 m in altezza e 3.9 m di diametro alla base, con una massa di circa 5600 kg; rappresentava l'ambiente pressurizzato abitabile della navicella ed era l'unico componente progettato per rientrare in atmosfera e

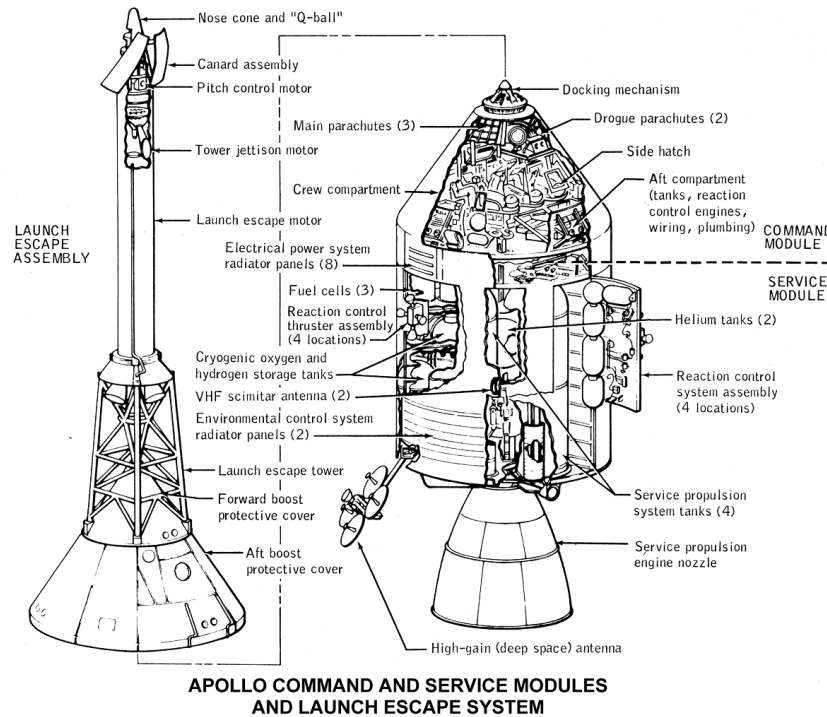


Figura 2.2: Apollo Command and Service Module (Credits: NASA-NSSDCA)

ammarare nell'oceano (manovra di *splashdown*). Il compartimento pressurizzato interno aveva un volume di 5.9 m³ e ospitava i tre sedili per l'equipaggio, i pannelli di controllo, i sistemi ottici ed elettronici di guida e di navigazione; erano poi presenti i vari sistemi di comunicazione, 3 batterie da 40 Ah in zinco-argento, 12 propulsori RCS (*Reaction Control System* – da 420 N di potenza ciascuno), il tunnel di aggancio e il portellone adatto al soft-docking con il modulo lunare (che in ASTP venne sostituito dall'APAS-75), il portellone di ingresso laterale, cinque finestre e il sistema di rientro. La struttura era realizzata in alluminio e ricoperta da uno scudo termico in resina fenolica formaldeidica (AVOCOAT), di spessore variabile da 5.1 cm (poppa) a 1.3 cm (parte anteriore e compartimento dell'equipaggio); il sistema di rientro comprendeva tre paracadute principali da 25.4 m di diametro, due paracadute di riserva da 5 m ed un paracadute *drogue*; tale sistema garantiva un ammaraggio sicuro anche con solo due dei tre paracadute principali pienamente operativi. Il Modulo di Servizio era una struttura cilindrica non pressurizzata, lunga 7.5 metri e con un diametro di 3.9 metri. Aveva funzione di supporto al Modulo di Comando, cui forniva propulsione, energia elettrica e altri sistemi di volo. Conteneva il *Service Propulsion System* (SPS – il sistema di propulsione principale della capsula da 91 kN), i serbatoi del propellente, le celle a combustibile da 670 kWh, l'antenna ad alto guadagno; radiatori, serbatoi per acqua, ossigeno e idrogeno, nonché 16 propulsori RCS

da 440 N ciascuno. Durante il volo, CM e SM rimanevano agganciati, separandosi solo poco prima del rientro nell'atmosfera terrestre. Per ragioni di peso e sicurezza, era previsto che il SM non venisse recuperato, perciò non era dotato di alcuna protezione termica. Durante il volo il modulo di servizio rimaneva attaccato al modulo di comando per poi essere sganciato poco prima del rientro nell'atmosfera terrestre.

Per la missione ASTP, venne utilizzato CSM-111, senza denominazione ufficiale e comunemente indicato come "Apollo 18". L'inserzione in orbita era da effettuarsi sulla testa di un Saturn IB (l'ultimo della famiglia Saturn a prendere il volo, con numero di serie: SA-210). Questo rappresentava una versione migliorata del razzo vettore Saturn I, in quanto dotato di un secondo stadio più potente denominato S-IVB. Ciò lo rendeva capace di indirizzare 15.300 kg di carico utile verso l'orbita terrestre bassa (*Low Earth Orbit* – LEO). Fondamentale risultò il suo impiego per testare il CSM delle missioni Apollo prima che lo sviluppo del Saturn V fosse terminato. Inoltre, siccome la potenza di quest'ultimo non era necessaria in ASTP, si optò proprio per un Saturn IB visti i minori costi operativi.

2.2.2 Soyuz 19

Per quanto concerne l'apporto sovietico, fu utilizzato un veicolo spaziale Soyuz tipo 7K-TM (designazione industriale: 11F615A12; numero di serie: 75), impiegato sia nella Soyuz 16 (un *dress rehearsal* per ASTP), che nella Soyuz 19 (ASTP vera e propria). Altro non era che una versione modificata della Soyuz 7K-T utilizzata per l'attracco alle Salyut, con adattamenti specifici per la compatibilità con il veicolo Apollo; fu il primo modello della famiglia Soyuz a compiere una missione internazionale e le innovazioni introdotte, a partire dal sistema APAS-75, influenzarono notevolmente progettazione e sviluppo di successive stazioni spaziali modulari congiunte, come Mir e ISS (si veda il capitolo successivo). In linea generale, la navicella era composta da tre sezioni:

1. *Modulo orbitale*: abitabile, sferico, usato per le operazioni in orbita e per il trasferimento tra i veicoli;
2. *Modulo di rientro*: capsula con scudo termico, unica parte capace di rientro a terra con l'equipaggio;
3. *Modulo di servizio*: contenente motori principali, sistemi di supporto vitale, pannelli solari e serbatoi.

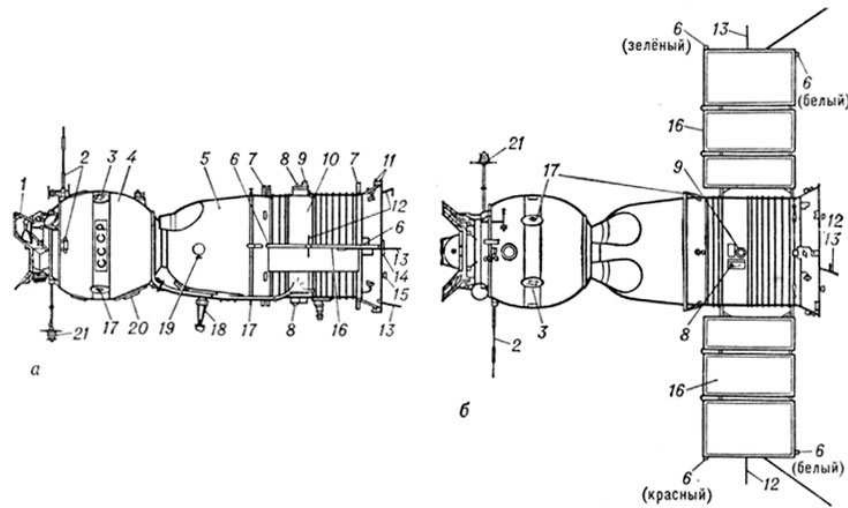


Figura 2.3: Soyuz 7K-TM (Credits: RussianSpaceWeb)

Il corpo principale, costituito dai tre tronconi uniti assieme, misurava circa 7.2 m di lunghezza, con un diametro massimo di 2.7 m. Era pensata per ospitare 2 cosmonauti e aveva una massa al lancio di circa 6.800 kg; dotata di pannelli solari per la produzione energetica, era progettata per sostenersi autonomamente fino a 5-7 giorni. Le missioni Soyuz 16 e 19 furono lanciate per mezzo di un lanciatore Soyuz U, una versione migliorata del razzo Soyuz originale e sempre appartenente alla famiglia del razzo R-7 Semyorka (i lanciatori Soyuz derivano dai razzi Voschod, a loro volta derivati dai razzi Vostok, basati sul missile balistico intercontinentale R-7). Soyuz U merita una nota di apprezzamento per il suo impiego operativo: con un tasso di successo del 97.3%, si è dimostrato un lanciatore estremamente affidabile. Con un utilizzo ininterrotto per quasi 44 anni (1973-2017), detiene ancora oggi, ad aprile 2025, il record di sempre per il maggior numero di missioni su un singolo vettore: 786 missioni (il Falcon 9 di SpaceX si ferma a poco più della metà). Il lanciatore Soyuz U1 specificamente utilizzato per la missione Soyuz 19 era costituito da 3 stadi, con un'altezza complessiva di 51.10 m, diametro di 2.95 m e un peso al lancio di 313 tonnellate. La sua capacità di carico in LEO era di circa 6.900 kg.

2.2.3 APAS-75 e il Docking Module

Vista l'incompatibilità fra i sistemi di aggancio base di Apollo e di Soyuz 7K-TM, fu sviluppato un apposito dispositivo di aggancio universale. Si tratta dell'APAS-75 (*Androgynous Peripheral Attach System – 1975*), un sistema definito 'androgino' per distinguerlo dai più tradizionali solo attivi/passivi (era, in sostanza, di un doppio sistema *probe-drogue*).

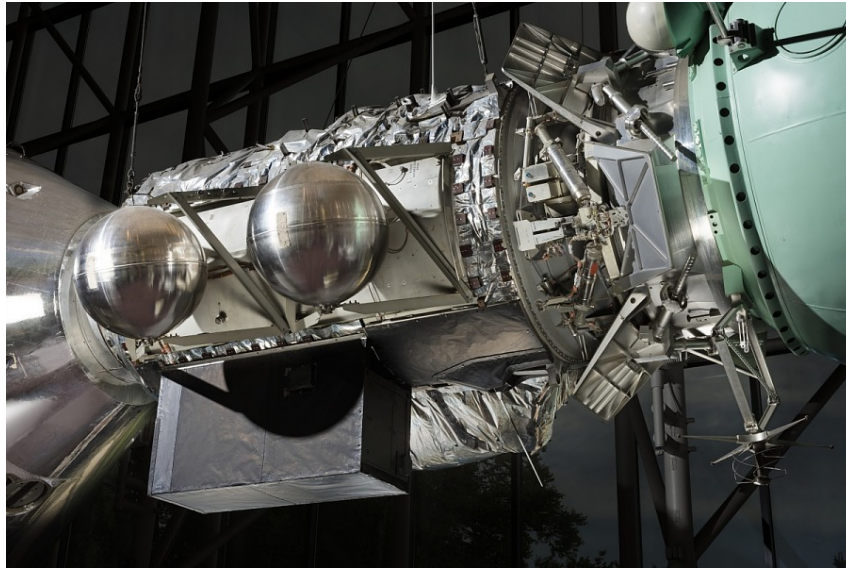


Figura 2.4: Esempio di backup dell'APAS-75 (Credits: Smithsonian)

Esso fu sviluppato congiuntamente da NASA e OKB-I e sarebbe stato trasportato dalla navicella Apollo all'interno di un modulo intermedio chiamato *Docking Module* (DM), secondo una procedura di stivaggio e aggancio simile a quella utilizzata precedentemente con il modulo lunare; si basava su una guida conico-sferica, molle ammortizzatrici e un meccanismo di bloccaggio circolare per assorbire gli urti del contatto e completare il serraggio strutturale. L'allineamento con ciascun veicolo era garantito da una struttura guida a tre 'petali' (rispettivamente inclinati a 120°).

L'APAS-75 permetteva il trasferimento degli astronauti/cosmonauti fra le due capsule, collegamenti elettrici, connessioni atmosferiche per equalizzazione della pressione e dell'aria. L'atmosfera interna al CM di Apollo era composta infatti da ossigeno puro a circa 0.34 atm, mentre la Sojuz utilizzava una miscela di azoto e ossigeno a circa 1 atm (poi abbassata a 0.68 per facilitare il passaggio fra le navicelle).

2.3 Gli equipaggi e l'addestramento

2.3.1 Gli astronauti americani

Il 30 gennaio 1973, la NASA annunciò formalmente la squadra americana per l'ASTP. L'equipaggio principale era composto dal Comandante Thomas P. Stafford, dal Pilota del Modulo di Comando (CMP) Vance D. Brand e dal Pilota del Modulo di Attracco (DMP) Donald K. "Deke" Slayton. L'equipaggio di riserva comprendeva, invece, Alan L. Bean, Ronald E. Evans e Jack R. Lousma. Stafford, selezionato come astronauta nel 1962 e ve-

terano di tre missioni spaziali, aveva volato su Gemini VI nel 1965, Gemini IX nel 1966 e Apollo 10 nel 1969 (il volo che simulò il primo sbarco sulla Luna). Brand, selezionato come astronauta nel 1966, non aveva ancora effettuato il suo primo volo spaziale; nondimeno, aveva servito come membro dell'equipaggio per Apollo 2TV-1 nel giugno 1968 – un test a terra del CSM di Apollo presso lo Space Environment Simulation Laboratory (SESL) del Manned Spacecraft Center in Houston. Inoltre, si addestrò in quanto CMP di riserva per la missione di allunaggio Apollo 15, oltre ad essere stato assegnato come comandante di riserva per le missioni Skylab 3 e 4. Slayton, pur essendo membro dei Mercury Seven nominati nel 1959, nel marzo 1962 un problema cardiaco lo aveva bloccato due mesi prima della sua prevista prima missione, ed era tornato ad addestrarsi al volo solo nel marzo 1972 – proprio in preparazione alla missione Apollo-Soyuz.

Fra le riserve, Bean aveva prestato servizio come pilota del modulo lunare durante la missione Apollo 12 nel novembre 1969, effettuando due traversate della superficie lunare; al momento della selezione per ASTP si stava addestrando come comandante del secondo equipaggio per Skylab 3 in una missione di due mesi con lancio nel luglio 1973. Evans era appena tornato sulla Terra nel dicembre 1972 dopo aver prestato servizio come CMP sull'Apollo 17, l'ultima missione Apollo di allunaggio. Lousma non aveva ancora effettuato un volo spaziale, ma si stava addestrando per volare con Bean nella seconda missione Skylab con equipaggio.

Infine, l'equipaggio di supporto era composto da Karol Bobko, Robert Crippen, Robert Overmyer e Richard Truly. Questi erano passati alla NASA nel 1969 dopo la cancellazione del programma MOL (Manned Orbiting Laboratory) della USAF. Tutti e quattro fornirono assistenza ai propri colleghi durante l'addestramento ed operarono come *Cap-Com* (Capsule communicator) durante la missione, con Overmyer che lavorò dal centro di controllo di Mosca. Siccome la NASA aveva programmato una sospensione prolungata dei suoi voli con equipaggio, furono scelti per l'occasione astronauti con già una certa esperienza all'attivo, che non necessitavano di ulteriore addestramento di volo se non quello specifico per la missione in oggetto. Infatti, i preparativi per ASTP coincidevano con una fase di relativa stasi per l'astronautica americana, un periodo successivo agli ultimi allunaggi e in cui si stavano cercando soluzioni alternative per rendere il trasporto spaziale più sostenibile. Lo Space Transportation System fu annunciato solo il 5 gennaio 1972 nel suo concept definitivo di spaziotrapianto parzialmente riutilizzabile (anche se più che *reusable* sarebbe definirlo *refurbishable*); bisognò comunque attendere il 1981 prima



Figura 2.5: Gli equipaggi scelti per l'ASTP (Credits: NASA)

che STS-1 prese il volo con il Columbia.

2.3.2 I cosmonauti sovietici

I sovietici annunciarono il loro equipaggio il 24 maggio 1973 durante il Paris Air Show, a un anno esatto dagli accordi presi a Mosca. Come titolari furono nominati il comandante Aleksei A. Leonov e l'ingegnere di volo Valeri N. Kubasov. Invece, Anatoli V. Filipchenko e Nikolai N. Rukavishniko furono designati come riserve. Reclutato nel primo gruppo di cosmonauti nel 1960, il comandante Leonov era celebre per aver effettuato la prima EVA (*Extravehicular activity*) nella storia durante Voskhod 2, nel marzo 1965. Kubasov, selezionato come cosmonauta-ingegnere nel 1968, aveva completato la sua prima missione spaziale, Soyuz 6, nell'ottobre 1969. Filipchenko aveva comandato la Soyuz 7, mentre Rukavishnikov aveva volato a bordo della Soyuz 10 per raggiungere la stazione spaziale Salyut nell'aprile 1971 – tuttavia, un problema al sistema di attracco impedì agli astronauti di occuparla. Inoltre, entrambi avevano preso parte sette mesi prima alla Soyuz 16, con lo scopo di simulare completamente la missione Soyuz 19 (parte sovietica dell'ASTP). I sovietici assegnarono quattro cosmonauti esordienti, Vladimir A. Dzhanibekov, Boris D. Andreyev, Yuri V. Romanenko e Aleksandr S. Ivanchenkov, come equipaggio di supporto, rompendo la tradizione di non annunciare i nuovi cosmonauti prima che fossero stati lanciati con successo.

2.3.3 Addestramento e preparativi per la missione

Si entra ora in quella che può essere considerata la parte storicamente più significativa di questa dissertazione. Nominati gli equipaggi e con un paio d'anni di lavoro per rendere operativa la missione, la NASA e l'Accademia Sovietica delle Scienze avviarono una fase di preparativi congiunti, cooperando a stretto contatto nell'addestramento di tecnici ed astronauti. Questo programma, capitolo decisivo nella storia del settore aerospaziale, segnò una svolta senza precedenti nella guerra fredda, che si stava ormai entrando nella sua fase *détente*. Gli astronauti, i comitati scientifici, i tecnici e il personale di supporto assunsero un ruolo diplomatico di rilievo, nonché un tramite fondamentale per il primo, vero scambio culturale fra USA e URSS.

Un primo aspetto da considerare fu l'abbattimento delle barriere linguistiche. L'addestramento linguistico per gli astronauti arrivò ad occupare fino a un terzo del monte ore lavorativo totale: tra le 600 e le 1000 ore spese da Stafford e compagni per imparare il russo. Inoltre, il personale di supporto si occupò di creare dizionari bilingui per tutti i partecipanti: metà di ogni pagina era in russo e l'altra metà in inglese e conteneva un piano di volo dettagliato in entrambe le lingue. Durante la missione, la comunicazione radio sarebbe avvenuta principalmente in inglese, ma entrambi gli equipaggi acquisirono una discreta padronanza della lingua altrui per garantire il successo delle procedure d'emergenza. L'addestramento fu reciproco, intenso e durò circa due anni, con lunghi soggiorni dei cosmonauti in Texas e degli astronauti nei pressi di Mosca. Gli americani furono ospitati presso la Città delle Stelle (*Star City*), vicino Mosca. Lì furono addestrati all'uso del veicolo Soyuz, dei sistemi di controllo e navigazione sovietici, e alle procedure d'emergenza. Dovettero anche familiarizzare con le condizioni del lancio dalla base di Baikonur. Dalla loro, i cosmonauti sovietici furono coinvolti in attività simili presso il Johnson Space Center a Houston.

Cruciale fu la familiarizzazione con il Docking Module sviluppato per rendere compatibili le due navicelle. Entrambi gli equipaggi si addestrarono in simulazioni dettagliate dell'attracco e del trasferimento tra i moduli, replicando ogni fase della missione con precisione. Queste esercitazioni includevano anche la gestione delle differenze di pressione, le emergenze mediche simulate e gli esperimenti scientifici congiunti da eseguire nello spazio (cristallizzazione in microgravità, studi su fotosintesi in assenza di peso e proprietà dei fluidi, esperimenti di telemedicina e monitoraggio del corpo umano, osservazioni geofisiche della Terra). Furono simulate da terra operazioni in condizioni di microgra-

vità, test in camere a pressione, immersioni in vasche e prove di sopravvivenza in caso di atterraggio in zone remote. Varie testimonianze riferiscono che, quando la delegazione americana si recò a Star City per lavorare al volo, si scoprì che i sovietici avevano costruito un albergo privato per loro. Gli astronauti scoprirono che le loro stanze erano state messe sotto controllo con dispositivi di ascolto; tuttavia, invece di arrabbiarsi, si divertirono a fare richieste a gran voce. Con grande sorpresa, molte delle cose domandate sarebbero state nelle loro stanze ad attenderli al loro ritorno dopo il lavoro al centro spaziale russo. Lavorando a stretto contatto, entrambe le fazioni scoprirono di avere parecchie caratteristiche in comune. Il professor Konstantin D. Bushuyev, direttore tecnico sovietico dell'ASTP, ha dichiarato: “Nel nostro lavoro comune c'è stata una sola contraddizione: il dottor Lunney [l'omologo statunitense di Bushuyev] beve il caffè nero e io bevo il caffè con la panna”. Charles W. Busch, capo dei piani di integrazione delle operazioni di comunicazione, scoprì che “entrambe le parti avevano figli che avevano bisogno di tagliarsi i capelli e ragazzi che ascoltavano musica a volume troppo alto”. Molti dei membri del personale coinvolti non vedevano più l'altro come il nemico della guerra fredda, ma come un collega.



Figura 2.6: Kubasov, Brand e Leonov campionano vari alimenti predisposti per l'ASTP presso il Johnson Space Center (Credits: NASA-JSC)

Nel corso dei due anni di preparazione, furono organizzati diversi workshop tecnici e incontri scientifici bilaterali, che coinvolsero non solo gli equipaggi ma anche decine di ingegneri, medici, linguisti e coordinatori di missione. Le due delegazioni si scambiarono più volte visite ufficiali, cementando un rapporto non solo professionale ma anche personale. Ogni visita era accompagnata da cerimonie ufficiali, conferenze stampa e scambi di

doni simbolici. Gli americani donarono, tra gli altri oggetti, modelli in scala della navetta Apollo, bandiere e orologi digitali. I sovietici contraccambiarono con artigianato tipico, decorazioni commemorative e distintivi in metallo smaltato raffiguranti la missione congiunta. In un celebre incontro a Star City, gli equipaggi condivisero una cena in stile sovietico con piatti tradizionali e vodka, mentre a Houston gli ospiti russi parteciparono ad un barbecue texano.

Tali eventi furono determinanti per stabilire un linguaggio tecnico comune e creare un clima di fiducia tra le due agenzie. Favorirono inoltre una notevole empatia tra i membri dei due team: tra Thomas Stafford e Aleksei Leonov si instaurò una profonda amicizia, che sarebbe durata ben oltre la missione. Entrambi contribuirono a mantenere vivi i canali di comunicazione tra le agenzie spaziali anche negli anni successivi.

Vi fu grande cura per il simbolismo attraverso elementi visivi e cerimoniali: il logo russo della missione fu concepito come una fusione dei simboli delle due agenzie spaziali, con le parole Apollo e Soyuz che si abbracciavano in un cerchio, a simboleggiare l'unione fra Est e Ovest; quello americano, invece, conteneva una rappresentazione delle due capsule in fase di aggancio. Inoltre, durante le prove generali del lancio, gli equipaggi si presentarono fianco a fianco davanti ai media internazionali, indossando patch identiche con i nomi in formato bilingue. I preparativi congiunti per la missione Apollo-Soyuz rimangono tutt'ora un'esperienza *sine exemplo* nella storia dell'Astronautica, nonché esperienza *ante litteram* del concetto odierno di space diplomacy, debitamente discusso nel prossimo capitolo. Furono richieste pazienza, adattabilità e spirito di cooperazione; si dimostrò inoltre come l'umanità potesse operare in sinergia ad un progetto comune, archiviando conflitti e pregiudizi. Gli scambi, le visite, l'apprendimento reciproco e i gesti di amicizia rimasero nel cuore dei protagonisti e nella memoria collettiva come uno dei momenti più nobili dell'esplorazione spaziale.

2.4 Cronologia della missione

La missione ebbe inizio il 15 luglio 1975, con il lancio della capsula spaziale Soyuz 19 dal cosmodromo di Baikonur alle 08:20 EDT (le 14:20 italiane), con a bordo Leonov e Kubasov. Si trattò del primo lancio di un vettore sovietico mai trasmesso in diretta televisiva dalle televisioni internazionali.

Circa sette ore più tardi, verso le 15:50 EDT (le 21:50 italiane), la navicella Apollo lasciò la rampa di lancio al Launch Complex 39 del Kennedy Space Center, Florida, sotto

i comandi di Stafford, Brand e Slayton. L'ulteriore presenza di due cosmonauti sovietici nello spazio – entrambi di stanza presso la Salyut 4 – fece segnare un nuovo record per il maggior numero di persone contemporaneamente nello spazio extra-atmosferico: sette (battuto poi nel 1980). Attualmente, il massimo mai raggiunto è stato di 19 individui (11 settembre 2024), distribuiti fra la ISS, la Stazione spaziale Tiangong e la Crew Dragon Resilience (Dragon C207) della missione privata Polaris Dawn (SpaceX-Polaris).

Giunte nello spazio, sia il CSM di Apollo che la capsula Soyuz effettuarono delle correzioni orbitali nei due giorni successivi, portandosi in un'orbita circolare a 229 km di altitudine. Il primo contatto a vista tra le due navicelle avvenne il 17 luglio; a meno di 600 miglia di distanza reciproca, l'equipaggio dell'Apollo riuscì a localizzare la Soyuz attraverso il sestante. Poco dopo, i due equipaggi stabilirono il contatto radio, con ciascun equipaggio che comunicò nella lingua dell'altro. Seguirono controlli di comunicazione e preparativi per l'aggancio, con l'Apollo che utilizzò prima il propulsore SPS, poi gli RCS per avvicinarsi correttamente alla Soyuz.



Figura 2.7: Soyuz 19 nello spazio vista dal CSM-111 (Credits: NASA)

Le manovre si conclusero con l'aggancio finale, in cui gli americani assunsero il ruolo attivo nella manovra, avvicinandosi alla Soyuz che rimaneva ferma. Il momento fu sigillato dalla chiamata di "Contact!" da parte di Stafford, cui Leonov rispose con "Capture! Soyuz and Apollo are shaking hands now!". L'aggancio rigido fu completato il 17 luglio 1975 alle 12:12 EDT (le 18:12 italiane), mentre i due veicoli sorvolavano l'Oceano Atlantico. Le botole furono aperte alle 15:17 EDT e i due equipaggi si salutarono calorosamente, iniziando ufficialmente le attività congiunte. Quando Slayton aprì per la prima volta la botola verso il modulo di attracco, l'odore di colla bruciata spinse l'equipaggio dell'Apollo a cercare maschere d'ossigeno, ma l'odore si dissipò rapidamente. Il modulo di attracco fu utilizzato come camera di equilibrio.

Il momento culminante fu l'incontro fra i due comandanti nell'interfaccia mediana, con la celebre stretta di mano fra i due; Leonov esclamò: "Very good to see you!", e Stafford rispose (in russo): "Very happy, my friend!". Questa stretta di mano nello spazio fu un evento dalla fortissima carica simbolica, segnando il culmine degli sforzi per la cooperazione fra le due potenze, in linea con la strategia distensiva di Kissinger e Nixon (il cui mandato era terminato l'anno prima). Per la prima volta, equipaggi di nazioni rivali si incontravano e collaboravano nello spazio, segnando radicalmente la storia del settore aerospaziale.



Figura 2.8: Slayton e Leonov nel Modulo Orbitale della Soyuz (Credits: NASA Human Space Flight Gallery)

Stafford donò ai russi cinque bandiere statunitensi, mentre Leonov ricambiò con alcune bandiere sovietiche ed una delle Nazioni Unite. Furono poi unite le due metà di una targa cerimoniale e firmati certificati formali per autenticare il primo attracco internazionale nello spazio. Il Presidente in carica Gerald Ford si congratulò via radio con entrambi gli equipaggi per i risultati ottenuti, mentre Victor Balahov, noto volto della televisione sovietica, lesse le congratulazioni a nome del Segretario Leonid Brezhnev. Seguirono tour televisivi delle navicelle e conferenze stampa congiunte con giornalisti a Houston e Mosca.

Dopo le cerimonie, gli equipaggi consumarono un pasto in comune. Sul lato Soyuz del velivolo attraccato, gli astronauti Apollo gustarono succo di mela, fragole ricostituite, formaggio Roquefort, mele, prugne e tubetti di *Borshch* (una zuppa di barbabietole ucraina predisposta per l'uso nello spazio) che i cosmonauti avevano etichettato come "vodka". Sul lato Apollo, i cosmonauti si rifocillarono con zuppa di patate, pane, fragole

e bistecca alla griglia. Inoltre, Leonov presentò scherzosamente alcuni schizzi che aveva disegnato degli astronauti, mentre Stafford mostrò lui una scatola di semi di abete rosso.

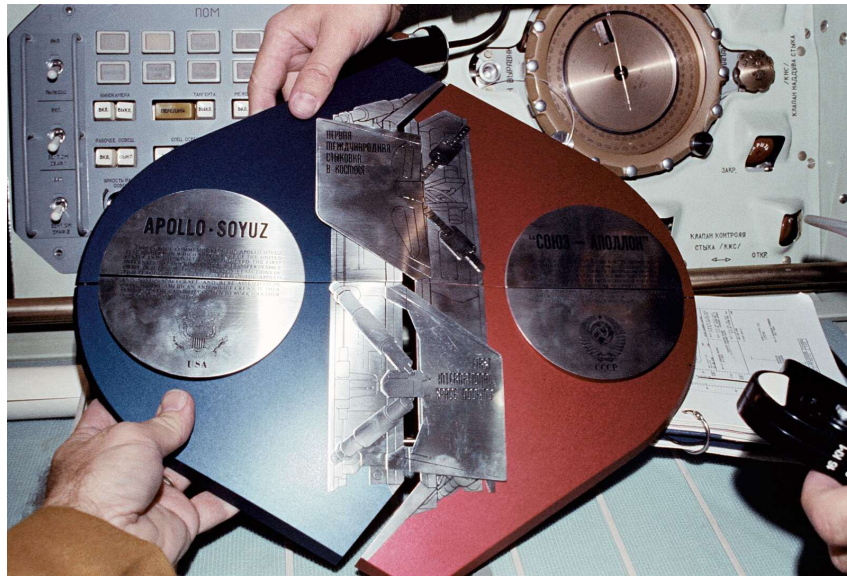


Figura 2.9: La targa commemorativa assemblata in orbita (Credits: NASA)

Nei giorni successivi, gli equipaggi condussero diversi esperimenti, sia separati che congiunti. Gli americani trasportavano sul CSM attrezzature per 23 esperimenti tecnico-scientifici; la Soyuz, invece, ne aveva a bordo 6 di astrofisica e biologia. Cinque esperimenti congiunti sono stati programmati per essere completati da entrambi gli equipaggi (sia a capsule agganciate che sganciate).

Dopo circa 47 ore di volo con le navicelle agganciate, le due navicelle si staccarono per la prima volta il 19 luglio alle 08:02 EDT (le 14:02 italiane). L'Apollo si posizionò fra la Soyuz e il Sole per creare un'eclissi solare artificiale come parte di un rilevamento congiunto della corona solare (ripresa dalla capsula sovietica). In seguito, Slayton avvicinò l'Apollo per un secondo attracco, questa volta con il sistema Soyuz in modalità attiva. Rimasero agganciati per circa tre ore, prima del distacco definitivo alle 11:26 EDT (le 17:26 italiane). Dopo la separazione, Apollo eseguì un esperimento di assorbimento ultravioletto (UVA), proiettando raggi di luce sulla Soyuz (dotata di retro riflettori) per misurare la quantità di ossigeno e azoto atomico nell'orbita. Al termine delle operazioni congiunte, la Soyuz 19 rimase in orbita altri due giorni per condurre esperimenti di scienze della vita. Terminò la sua missione il 21 luglio 1975 alle 06:51 EDT con un atterraggio nel deserto del Kazakistan (anche questo trasmesso in diretta televisiva per la prima volta). L'Apollo rimase nello spazio altri cinque giorni. Gli astronauti trascorsero il tempo extra conducendo esperimenti di scienze spaziali e di osservazione della Terra. La capsula-

la Apollo ammarò nell'Oceano Pacifico a ovest delle Hawaii alle 17:18 p.m. EDT del 24 luglio 1975.

Durante il rientro e l'ammarraggio dell'Apollo, avvenne un incidente potenzialmente catastrofico: a causa di una valvola erroneamente aperta e di interruttori non azionati per spegnere automaticamente il sistema RCS, alcuni gas tossici (idrazina e tetrossido di azoto) penetrarono all'interno dell'abitacolo e Brand perse brevemente conoscenza. Nonostante i malfunzionamenti dei paracadute automatici, l'equipaggio riuscì ad azionarli manualmente. L'ammarraggio fu violento e la capsula si capovoltò; Brand riuscì ad azionare il congegno di rialzo prima di svenire, e Stafford gli fece indossare una maschera d'ossigeno. Raddrizzata la capsula, Stafford aprì il portellone per far defluire i gas tossici. L'equipaggio dovette comunque rimanere in osservazione in ospedale per due settimane a Honolulu e Brand si assunse la responsabilità dell'incidente.

Malgrado il tumultuoso rientro, la missione fu considerata un vero successo. Si noti come la manovra di splashdown sopra descritta non fu più ritentata per oltre quarant'anni fino all'8 marzo 2019, con la missione senza equipaggio Crew Dragon Demo 1 di SpaceX.

Capitolo 3

Dopo l'Apollo-Soyuz

Nella sezione seguente si intende fornire una cronologia delle missioni collaborative tra gli Stati Uniti e l'Unione Sovietica, divenuta poi Federazione Russa, che seguirono al programma Apollo-Soyuz fino a giungere alla costruzione della ISS. In particolare si tratterà di come le iniziative comuni subirono un arresto negli anni Ottanta per poi riprendere solo a seguito della caduta dell'URSS con il programma Shuttle-Mir, fase uno di un più lungo progetto collaborativo tra NASA e Roscosmos (erede del programma spaziale sovietico, fondata il 25 febbraio 1992). In seguito verrà esaminata la seconda fase del progetto che vide la realizzazione della Stazione Spaziale Internazionale.

3.1 Proposte di collaborazione Shuttle-Salyut

I primi accenni ad una eventuale ripresa della collaborazione da parte delle due potenze a seguito dei lanci Apollo-Soyuz si devono alle discussioni relative ad un mai intrapreso progetto Shuttle-Salyut. Nel gennaio del 1975 Christopher Kraft, allora direttore del Johnson Space Center, propose le linee guida di una futura operazione congiunta tra le due agenzie spaziali ipotizzando l'attracco di uno Shuttle ad un veicolo spaziale sovietico, senza però fornire indicazioni più precise. Suggerì inoltre l'avvio di un progetto bilaterale per lo sviluppo di una stazione spaziale che sarebbe dovuto partire nel 1983. A ottobre dell'anno successivo risale un incontro tra l'amministratore della NASA Alan Lovelace ed il Presidente del consiglio di Intercosmos Boris Petrov per discutere la possibilità di far attraccare uno Shuttle ad una stazione spaziale Salyut. Il programma Salyut, attivo dal 1971 fino al 1986, vide il lancio di nove stazioni spaziali di cui sette ebbero successo. La Salyut-1, lanciata il diciannove aprile del 1971, fu la prima stazione spaziale. Siccome nel mese seguente la riunione si tennero le elezioni, che spinsero la NASA a dichiarare che non avrebbe portato avanti alcun programma spaziale, si dovette attendere maggio dell'anno successivo per un secondo summit (questa volta tra Lovelace e Anatoly Alexandrov, Presidente dell'Accademia sovietica per le scienze) che confermò l'intenzione da parte di entrambe le agenzie spaziali di portare avanti un programma



Figura 3.1: Salyut 1 celebrata in un francobollo sovietico del 1972

Shuttle-Salyut. I veicoli spaziali americani erano d'altronde compatibili con le stazioni spaziali sovietiche essendo i primi progettati per il trasporto di personale e rifornimenti e la seconde per lunghe permanenze in orbita. A novembre si tenne un primo colloquio a Mosca, che vide coinvolti scienziati di ambedue le nazioni. Seppur potessero apparire promettenti, queste trattative non stabilirono mai formalmente un piano operativo ma si limitarono ad esplorarne eventuali modalità. L'incontro successivo, che doveva tenersi negli Stati Uniti tra marzo e aprile, venne però rimandato. L'alleanza scientifica che andava instaurandosi finì con l'arenarsi con la fine del periodo della "Grande Distensione". Durante il decennio successivo vi furono sparute proposte di attracchi di Shuttle con stazioni spaziali sovietiche, come quella avanzata di inviare una navicella americana presso la stazione Salyut-7 dopo che questa aveva perso potenza nell'ottobre del 1985, ma tali iniziative non si concretizzarono.

3.2 Dagli anni Ottanta al crollo dell'URSS

Il periodo che va dagli anni Ottanta fino al crollo dell'Unione Sovietica presentò una natura ambivalente per quanto riguarda l'approccio alla cooperazione nelle operazioni spaziali tra le due superpotenze. Da un lato c'è la presenza di numerose dichiarazioni che suggeriscono un desiderio da parte di entrambe le fazioni di partecipare a progetti congiunti o, perlomeno, di garantire che l'esplorazione spaziale non avvenisse in un clima di tensione come quello che aveva caratterizzato gli anni precedenti alla missione Apollo-

Soyuz. Un primo documento, la decisione direttiva di sicurezza nazionale numero 42 (firmata da Reagan nel 1982), stabilì che la politica spaziale americana avrebbe dovuto promuovere attività congiunte NASA-programma sovietico. L'elezione di Gorbachev a segretario generale del PCUS (1985) diede un'ulteriore spinta in avanti agli intenti collaborativi che culminarono, l'anno successivo, in un voto del comitato centrale a favore di una cooperazione con gli Stati Uniti nel campo di esplorazioni spaziali pacifiche. Dall'altro lato si deve invece considerare come l'inasprirsi delle tensioni nel periodo successivo alle missioni Apollo-Soyuz implicò la mancata realizzazione di alcun progetto congiunto. Fu proprio la seconda metà degli anni Settanta a sancire l'esplosione di numerosi conflitti indiretti tra USA e URSS, volti ad ampliare le rispettive sfere d'influenza. Questo clima d'instabilità sfociò nell'invasione sovietica dell'Afghanistan che segnò la ripresa della guerra fredda. Per giunta i sovietici erano preoccupati che gli americani potessero tentare di militarizzare la ricerca spaziale. In particolare l'iniziativa per la difesa strategica (SDI), che consisteva nella realizzazione, mai compiuta, di un sistema di difesa che prevedesse addirittura stazioni di intercettazione missilistiche spaziali, affievolì ulteriormente ogni speranza in una ripresa delle collaborazioni. Avvenne dunque che, fino alla crisi dell'Unione Sovietica, le due nazioni portarono avanti progetti paralleli ma non coordinati: STS per gli Stati Uniti e Buran per l'URSS.

- **STS:** fu un programma di volo spaziale avviato nel 1972 e conclusosi nel 2011. Per la prima volta si impiegò una navicella riutilizzabile capace, dunque, sia di decollo che di atterraggio. Nonostante le tragedie del Challenger (1986) e del Columbia (2003) lo shuttle rivoluzionò l'esplorazione spaziale e svolse un ruolo cruciale nella costruzione dell'ISS.;
- **Buran:** sviluppato come controparte dello Shuttle, il Buran, oltre ad essere riutilizzabile, era anche in grado di volo autonomo. L'unico lancio, svoltosi in assenza di equipaggio, si tenne nel 1988 e si rivelò un successo: dopo aver compiuto due orbite della Terra il veicolo spaziale riatterrò in sicurezza. I fondi del programma furono tagliati a seguito del crollo dell'URSS.;

Nel 1984, inoltre, il Presidente Reagan annunciò pubblicamente il progetto Freedom. Si trattava della costruzione di una stazione spaziale orbitante adibita alla ricerca ed avrebbe coinvolto, oltre alla NASA, anche l'ESA, la CSA e la NASDA. La proposta risultò troppo ambiziosa: già nella seconda metà degli anni Ottanta cominciarono a insorgere

problemi relativi ai fondi e ai ritardi nella progettazione. La messa in opera della stazione Freedom fu definitivamente abbandonata nel 1993 a seguito di ingenti tagli ai fondi della NASA. La versione ridotta di Freedom che ne derivò divenne il modulo USOS della ISS. Analogo sovietico dell'esperienza di Freedom fu la proposta della costruzione di una Mir-2, una stazione spaziale di riserva alla Mir. Il progetto subì numerose modifiche ma mantenne sempre il modulo DOS-8 come componente centrale. Nel luglio del 2000 il DOS-8, ribattezzato Zvezda, divenne il terzo modulo dell'ISS.

A seguito del crollo del muro di Berlino seguirono ingenti tagli ai fondi sia del programma spaziale sovietico (che finì col dissolversi) che della NASA. Questo spinse gli Stati Uniti, che non potevano più sostenere i costi esorbitanti di Freedom, ad avviare trattative per la realizzazione di una stazione spaziale internazionale. Per quanto concerne i rapporti con la Federazione Russa va ricordato "l'accordo tra Stati Uniti e Federazione Russa riguardo la cooperazione nell'esplorazione e nell'uso dello spazio per scopi pacifici", firmato nel giugno del 1992 da Bush e Yeltsin. A seguito del trattato si aprirono le discussioni inerenti un eventuale progetto Shuttle-Mir. L'anno successivo fu stabilita, al termine di un summit a Vancouver che vide coinvolti i Presidenti Clinton e Yeltsin, una commissione congiunta per la cooperazione economica e tecnologica. Questa prese il nome dei suoi due sottosegretari: il Vice Presidente Al Gore ed il Primo Ministro Viktor Chernomyrdin. Tra le varie competenze della commissione c'era anche quella di decidere in materia di esplorazione spaziale. A settembre i due sottosegretari resero noto il piano di costruire una seconda stazione spaziale (che sarebbe diventata l'ISS) a seguito di una prima fase corrispondente al programma Shuttle-Mir. È importante notare come la disponibilità americana alla collaborazione abbia consentito alla NASA di contribuire al finanziamento di Roscosmos, la neonata agenzia spaziale russa, per mantenere operativa la stazione Mir. Questa manovra strategica mirava a garantire il coinvolgimento della Federazione Russa in missioni congiunte, il cui programma spaziale, a causa della crisi economica post-sovietica, dipendeva in larga parte dai fondi statunitensi.

3.3 Progetto Shuttle-Mir

Questo progetto congiunto rappresentò il primo esempio concreto di iniziativa spaziale comune tra gli Stati Uniti e la Federazione Russa a seguito del crollo dell'URSS. Esso consisteva in una serie di missioni atte a promuovere un clima di intesa tra NASA e Roscosmos e, soprattutto, a testare la compatibilità dei progetti spaziali delle due nazioni

e consolidare la presenza umana nello spazio. Si trattava però solo della fase uno di un progetto più ampio che sarebbe culminato con la realizzazione della ISS. Il programma, annunciato nel 1993, prese avvio l'anno successivo e si protrasse fino al 1998. Nell'arco di questi quattro anni vennero effettuati undici lanci di shuttle. Gli Stati Uniti finanziarono inoltre il lancio di due componenti aggiuntive: lo Spektr e il Priroda, destinati ad ancorarsi alla Mir.

3.3.1 Mir

Il principale contributo sovietico consistette nell'aver messo a disposizione la stazione spaziale Mir. Essa fu costruita a seguito del successo del progetto Salyut, nel decennio compreso tra il febbraio del 1986 fino all'aprile del 1996, ed è il primo esempio di stazione spaziale modulare: era infatti composta da una sezione centrale ed altre sei secondarie destinate alla ricerca scientifica e all'attracco di navicelle. Per quattro delle sei unità si usarono razzi Proton per il lancio ed un braccio automatizzato per assistere con l'aggancio al corrispondente nodo di ancoraggio. Si deve menzionare anche il trasporto del modulo d'attracco operato dallo shuttle Atlantis durante la missione STS-74 del progetto Shuttle-Mir. La stazione fu fatta precipitare e bruciare in atmosfera il 23 marzo del 2001.

3.3.2 Shuttle

Con l'espressione "Shuttle" si intende un sistema di navicella spaziale riutilizzabile sviluppato nel contesto del programma STS (Space Transportation System). L'STS poteva contare su 5 navicelle: Columbia, Challenger, Atlantis, Discovery ed Endeavour oltre che al prototipo usato per i lanci di prova nel 1981. Gli shuttle compirono un totale di 135 voli tra il 1981 ed il 2011, anno di cessazione del progetto STS. Gli shuttle erano utilizzati per il trasporto di equipaggio, strumenti e provviste e si stima che ognuno di essi fosse capace singolarmente di circa cento lanci. In particolare nel corso del progetto si compirono nove attracchi di cui sette spettano all'Atlantis, uno al Discovery e uno all'Endeavour. Columbia non venne utilizzato a causa del suo peso e delle sue dimensioni che lo rendevano inadatto a compiere le manovre di attracco.

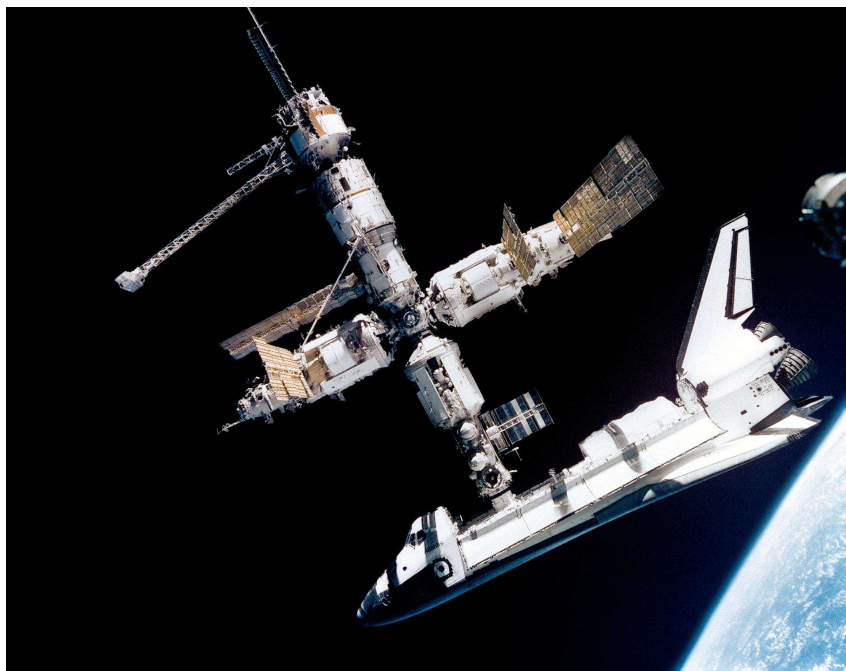


Figura 3.2: Attracco dell'Atlantis alla Mir durante STS-71 (Credits: NASA)

3.3.3 Lanci internazionali con STS

STS-63

- **Lancio:** 3 febbraio 1995
- **Atterraggio:** 11 febbraio 1995

La missione segnò il primo incontro ravvicinato di uno Shuttle americano (Discovery) con la stazione spaziale allo scopo di simulare un attracco. Il veicolo spaziale si avvicinò a 12,2 metri dalla Mir per poi allontanarsi di 122 per eseguire un fly around. Si ricorda la presenza a bordo di Eileen Collins, prima donna a pilotare uno Shuttle. L'importanza di STS-63, al di là degli aspetti tecnici, è soprattutto simbolica: infatti, per la prima volta astronauti americani stabilirono contatto radio con la Mir. Non si può non menzionare lo scambio radiofonico tra il comandante dello Shuttle James D. Wetherbee ed il comandante a bordo della Mir Alexander Viktorenko. Tornato alla distanza di 12 metri dalla stazione dopo aver eseguito il fly around, Wetherbee disse: "Avvicinando le nostre navi spaziali, stiamo avvicinando anche le nostre nazioni. La prossima volta che saremo vicini, ci stringeremo le mani e insieme condurremo il mondo nel prossimo millennio." Al che Viktorenko rispose: "Siamo uno. Siamo umani."

STS-71

- **Lancio:** 27 giugno 1995
- **Atterraggio:** 7 luglio 1995

Questa missione, oltre ad essere il centesimo lancio di esseri umani nello spazio da parte degli Stati Uniti, rappresentò il primo attracco di uno Shuttle alla Mir ed infranse il record allora vigente per il più grande veicolo spaziale combinato in orbita. Fu con questo storico evento che, a seguito del progetto congiunto Apollo-Soyuz, cosmonauti russi ed astronauti americani ripresero a lavorare e a vivere assieme. Nei cinque giorni che seguirono l'attracco, avvenuto il 29 giugno, si assistette al trasferimento di oltre 1000 kg di rifornimenti e campioni scientifici. L'obiettivo principale di STS 71 consisteva però nell'effettuare il primo cambio di equipaggio dallo Shuttle alla Mir e viceversa: Norman Thagard (primo astronauta americano a salire a bordo di una Soyuz), Vladimir Dezhurov e Gennady Strekalov rientrarono sulla Terra mentre rimasero in orbita Anatoly Solovyev e Nikolai Budarin.

STS-74

- **Lancio:** 12 novembre 1995
- **Atterraggio:** 20 novembre 1995

Con questo lancio si effettuò il secondo attracco di Atlantis alla Mir e si assistette all'installazione del docking module di fattura sovietica. L'introduzione di questa sezione garantì la presenza di un adattatore permanente tra lo Shuttle e la stazione rendendo i successivi attracchi più maneggevoli e sicuri. Il processo di installazione, avvenuto il terzo giorno dalla partenza, richiese complesse manovre con il Remote Manipulator System (SRMS – noto anche come Canadarm 1) in modo da posizionare la nuova unità alla corretta distanza dal sistema di attracco. Oltre a piloti e tecnici di origini americane e russe va menzionata la presenza di Chris Hadfield, primo specialista di missione canadese ed addetto all'installazione del Docking Module.

STS-91

- **Lancio:** 2 giugno 1998
- **Atterraggio:** 12 giugno 1998

Con questo lancio si sancì la chiusura del programma Shuttle-Mir portando a termine un sodalizio scientifico durato ben tre anni. La spedizione, comandata da Charles Precourt, riportò sulla superficie del pianeta Andrew Thomas che aveva trascorso ben 130 giorni a bordo della Mir. La missione fornì anche l'opportunità di testare un nuovo serbatoio esterno, il cosiddetto Super Lightweight Tank. Si volevano infatti massimizzare le prestazioni degli Shuttle in vista della costruzione dell'ISS. Infine, STS 91 consentì un primo uso dello spettrometro magnetico Alpha: un rivelatore progettato per studiare i raggi cosmici per la ricerca di antimateria. A capo della realizzazione del modello definitivo di questo strumento (lanciato l'11 maggio 2011) venne posto Samuel Ting, vincitore nel premio Nobel per la Fisica del 1976.

3.3.4 Difficoltà tecnico-logistiche

Prima di chiudere questo paragrafo sul programma Shuttle-Mir riteniamo utile mettere in risalto alcune difficoltà, sia tecniche che logistiche, che caratterizzarono il progetto al fine di ricordare come sia lo svolgimento delle missioni che la collaborazione tra le due potenze non furono esenti da imprevisti ed attriti.

1. Il 24 febbraio 1997 un malfunzionamento di un generatore d'ossigeno scatenò un incendio che bruciò per circa 14 minuti. Le fiamme impedirono l'accesso ad una delle due navicelle di evacuazione Soyuz e riempirono le unità della stazione di fumo. Grazie agli sforzi del sovietico Valeri Korzun non si riscontrarono danni importanti alle componenti della stazione (solo alcuni pannelli del modulo Kvant erano stati bruciati).
2. L'altro incidente che caratterizzò la storia del progetto fu la collisione dei pannelli solari dello Spektr con la navetta cargo Progress M-34 dovuta ad un errore nell'esecuzione di una manovra d'attracco sperimentale chiamata TORU (Tele-robotically Operate Rendez-vous Unity). I danni riportati dal modulo Spektr ne implicarono la sigillatura e ridussero significativamente la capacità energetica della stazione, tanto che si considerò l'abbandono del programma. L'astronauta Blaine Hammond affermò che i dubbi relativi alla sicurezza della Mir, che furono sollevati a seguito dell'accaduto, vennero ignorati dalla NASA.
3. Un forte motivo di attrito riguardò anche le differenze tra i protocolli sovietici e quelli americani. In particolare i russi avevano mantenuto la prassi di scandire

dettagliatamente le giornate e le operazioni degli astronauti e di ridurre al minimo le operazioni manuali di volo. Questa pratica non fu condivisa dagli americani, che l'avevano abbandonata dai tempi di Skylab, e ne ricavarono l'impressione di aver sprecato tempo prezioso per colpa di un controllo troppo zelante.

4. Col progredire della missione si cominciò a mettere in dubbio l'affidabilità della stazione ritenuta ormai troppo vecchia (seppur progettata per orbitare il pianeta per cinque anni la stazione rimase operativa il triplo del tempo). Si registravano infatti numerosi crash dei computer, perdite di potenza e numerosi collassi del sistema di generazione d'ossigeno (questi ultimi erano ciò che aveva portato allo scoppio dell'incendio). Infine, si suggerì che a seguito della depressurizzazione dello Spektr, che era il modulo scientifico, i risultati scientifici che si sarebbero potuti ottenere sulla Mir non sarebbero valse i costi di proseguire il progetto.

3.4 International Space Station

L'ISS (*International Space Station*) rappresenta il compimento della collaborazione NASA-Roscosmos che poté prendere avvio grazie al programma Apollo-Soyuz. Il frutto di questa intesa, che coinvolge anche Europa, Giappone e Canada, è la realizzazione ed il mantenimento della più grande stazione orbitante mai progettata, teatro di numerosi esperimenti che spaziano dallo studio sulla vita in condizioni di microgravità ad operazioni di monitoraggio ed analisi dell'atmosfera terrestre. Per concludere questa rassegna, si offre al lettore una panoramica di costruzione/impiego della ISS.

3.4.1 Cronologia dell'assemblaggio

Il 20 novembre 1998 prende ufficialmente avvio la costruzione della Stazione Spaziale Internazionale (ISS) con il lancio del modulo Zarya dal cosmodromo di Baikonur. Questo modulo, finanziato dagli Stati Uniti ma costruito in Russia, aveva la funzione di fornire energia elettrica, propulsione e sistemi di navigazione necessari per le manovre di attracco. Il 4 dicembre 1998, lo Shuttle Endeavour porta in orbita Unity, un modulo progettato dagli Stati Uniti con lo scopo di fungere da nodo di connessione tra le varie unità che, nel tempo, sarebbero andate a comporre la stazione spaziale. Il 12 luglio 2000 viene lanciato il terzo modulo, Zvezda, inizialmente concepito come componente centrale di una ipotetica Mir-2. Il 2 novembre 2000 ha inizio l'occupazione permanente della



Figura 3.3: La Stazione Spaziale Internazionale (Credits: NASA)

stazione con l'arrivo degli astronauti William Shepherd, Yuri Gidzenko e Sergei Krikalev. Da quella data, l'ISS è abitata ininterrottamente. Il 7 febbraio 2001 viene aggiunto il modulo *Destiny*, destinato alla ricerca scientifica a bordo della stazione. Ancora oggi, *Destiny* rappresenta il laboratorio principale della ISS. Il 1° febbraio 2003, durante il rientro in atmosfera, lo Shuttle *Columbia* si disintegra causando la morte di tutti e sette i membri dell'equipaggio. Questa tragedia comporta la sospensione dei voli shuttle – e quindi anche dei lavori di costruzione della ISS – per un periodo di due anni. Il 26 luglio 2005, un volo di ispezione effettuato dallo Shuttle *Discovery* segna la ripresa delle missioni shuttle verso la stazione spaziale. Il 23 ottobre 2007 viene lanciato un secondo nodo di connessione, il modulo *Harmony*. Il 7 febbraio 2008 viene lanciato *Columbus*, il più importante contributo dell'ESA (Agenzia Spaziale Europea) alla ISS. L'11 marzo 2008 viene lanciato il modulo *Kibo*, progettato dalla JAXA, l'agenzia spaziale giapponese che ha preso il posto della NASDA. Nel maggio 2009, la ISS viene dichiarata pienamente operativa e capace di ospitare un equipaggio fino a sette astronauti.

3.4.2 Voli verso la ISS

I voli congiunti NASA-Roscosmos, che fino agli anni Settanta parevano una proposta assurda, divennero operazioni di routine con l'avvio dell'assemblaggio dell'ISS. Questa pratica fu infatti fondamentale nel garantire una continua presenza a bordo della stazione. Dal punto di vista pratico gli Shuttle erano usati per il trasporto di equipaggio, rifornimento e dei moduli destinati a dar forma all'ISS. Le Soyuz garantivano invece un sempre



Figura 3.4: Crew Dragon in attracco al modulo Harmony (Credits: NASA/SpaceX)

presente mezzo di evacuazione dalla stazione.

Il programma Shuttle fu però chiuso il 21 luglio del 2011 a fronte di costi ormai troppo alti e alle crescenti preoccupazioni relative alla sicurezza: le navicelle erano ormai divenute obsolete e si temeva potessero ripetersi tragedie come quella del Challenger o del Columbia. Fino al 2020 la NASA non ebbe a sua disposizione mezzi propri per il trasporto di astronauti nello spazio. Per un periodo di nove anni gli Stati Uniti si trovarono a dipendere dalla Russia per l'invio dei propri astronauti sulla stazione spaziale. Nonostante il progressivo incremento dei costi, la collaborazione non si fermò bensì si intensificò a tal punto che l'addestramento incrociato dei membri dell'equipaggio, cominciato nel 1994, divenne di routine. Nel 2011 prese avvio il programma Commercial Crew con cui la NASA si impegnava a finanziare la costruzione di veicoli spaziali americani ad opera di privati.

A maggio 2020 fu annunciata la collaborazione con SpaceX consolidata dal lancio, in data 16 novembre, della Crew Dragon. Nel luglio del 2022 è stato firmato un accordo che, oltre a garantire la presenza continua di almeno un cosmonauta russo e un astronauta americano a bordo dell'ISS, prevede anche uno scambio di posti tra russi ed americani sulle rispettive navicelle spaziali senza alcuna compensazione economica. A settembre 2022 l'astronauta NASA Francisco Rubio ha raggiunto l'ISS a bordo della navicella Soyuz MS-22. Analogamente, un mese dopo, la cosmonauta russa Anna Kikina prese parte alla missione SpaceX Crew-5 (che tra l'altro ospitava anche il giapponese Koichi Wakata). Ad aprile del 2025, nonostante le tensioni dovute al conflitto in Ucraina, l'accordo è stato esteso fino al 2027.

Capitolo 4

Conclusione

Essendo giunti alla conclusione di questo elaborato vorremmo ribadire in queste ultime righe l'importanza culturale e storica della missione Apollo-Soyuz. Al di là dei risultati tecnici ed ingegneristici la grande qualità della missione fu quella di aver proiettato l'intera umanità in una nuova epoca. Il cosmo era stato fino ad allora sminuito dalla competizione della "corsa allo spazio" venendo ridotto, nell'ottica delle politiche della guerra fredda, ad un mero oggetto di contesa.

Dal 1975 questa concezione prese a sgretolarsi. Cominciò finalmente ad insinuarsi, anche nelle alte sfere del potere, l'idea che nel mondo dell'esplorazione scientifica si dovessero trascendere gli antagonismi politici. Certo non si può ingenuamente negare che, anche nel periodo della Distensione, furono gli interessi nazionali a giustificare gli ingenti finanziamenti alle agenzie spaziali e che ogni collaborazione cessò una volta che il conflitto riprese ad inasprirsi. Ciononostante, la propensione alla collaborazione perdurò latente nel corso degli anni Ottanta per poi farsi di nuovo manifesta con il crollo dell'Unione Sovietica.

Finita la Guerra fredda i fondi della NASA furono significativamente ridotti e il programma spaziale statunitense si ritrovò a dover dipendere dalla collaborazione con le altre agenzie per poter essere portato a compimento. A partire dal progetto Shuttle-Mir quel futuro auspicato con la missione Apollo-Soyuz si stava concretizzando. La costruzione dell'ISS si rivelò essere il culmine di un processo di oltre trent'anni che vide l'instaurarsi una progressiva interdipendenza tra i programmi delle varie nazioni. Intendiamo dunque chiudere con l'augurio che, nonostante la ripresa delle ostilità nel periodo corrente, il fascino dell'esplorazione e della ricerca piuttosto che la propensione al conflitto e all'ostilità siano assunti a valori guida dell'umanità tutta.

Bibliografia e sitografia

- 1 A. Mortarino. *La conquista dello spazio. L'entusiasmante avventura dell'uomo nell'universo*. 2018.
- 2 <https://www.nasa.gov/>.
- 3 <http://www.inaf.it/it>.
- 4 <https://www.esa.int/>.
- 5 <https://nsarchive.gwu.edu/>.
- 6 <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/>.
- 7 <https://www.nasa.gov/johnson/>.
- 8 <https://spacenews.com/>.
- 9 <https://issnationallab.org/>.
- 10 <https://www.russianspaceweb.com/>.
- 11 https://www.fordlibrarymuseum.gov/sites/default/files/pdf_documents/library/document/0018/81556594.pdf.
- 12 <https://www.eiu.edu/historia/Buskirk2017.pdf>.
- 13 <https://history.state.gov/historicaldocuments/frus1969-76ve01/d281>.
- 14 https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/static/history/alsj/12_Earth_Landing_Subsystem_pp93-98.pdf.
- 15 <https://airandspace.si.edu/>.

2d) UN FANTASTICO VIAGGIO ALLA SCOPERTA DEI PIANETI NELLA EX-CHIESA DI SAN ROCCO A CARNAGO.

Per tre mesi (Marzo-Maggio 2025) nello spazio espositivo della ex chiesa di San Rocco a Carnago, tutti i segreti di Sole, Luna, pianeti, aurore boreali, meteoriti, raggi cosmici sono stati raccontati a centinaia di studenti di ogni grado e migliaia di visitatori comuni. Con l'aggiunta di osservazioni pubbliche di Luna e Sole e di tre conferenze in tema presso la locale Biblioteca Civica.

La mostra era incentrata su 23 pannelli giganti che il GAT ha realizzato in tre anni di lavoro, rendendo questa mostra la più completa ed estesa finora realizzata. Tutto questo per accompagnare il pubblico e le scuole verso altre dimensioni dell'universo, con l'ausilio sistematico e sapiente di spiegazioni guidate sempre tarate sul tipo di scuola o di visitatori.

Di sicuro è stato un impegno molto grande perché assicurare guide gratuite per tre mesi è stata una fatica non indifferente.

Ogni pannello era anche accompagnato da una guida sonora (in Italiano e in Inglese) cui si poteva accedere da cellulari tramite opportuno QR Code. La forte impronta didattica della mostra è stata una delle sue caratteristiche più importanti, focalizzata sulla 'scoperta' della Terra, pianeta piccolissimo ma unico e fragile. Nel primo pannello si è voluto sottolineare la posizione assolutamente anomala, seppur importantissima del nostro pianeta attorno ad una stella altrettanto piccola stella (il Sole) e situata sul bordo di una galassia (La Via Lattea) popolata da 200 miliardi di stelle, ognuna in media circondata da uno o più pianeti.

Seguendo un logico percorso illustrativo, dopo aver 'esplorato' il Sole e la nascita delle stelle, si passava a Mercurio, poi Venere, la Terra con le aurore boreali, i suoi vulcani e i suoi terremoti, per approdare poi alla Luna ed alle missioni umane ed automatiche che l'hanno raggiunta. Una particolare attenzione è stata dedicata a Marte, a lungo studiato per la ricerca di condizioni adatte all'esistenza di possibili microorganismi antichi o anche attuali.

In mostra si trovavano anche gli asteroidi e in particolare i NEO (gli asteroidi pericolosi per la Terra) di recente esplorati da vicino con trasporto a Terra di campioni (tipo Ryugu dalla sonda giapponese Hayagusa-2) e Bennu (esplorato dalla sonda NASA Osiris-REX). Questo studio è importante per comprendere come è nato il Sistema Solare ma anche per imparare a difenderci nel caso di un impatto con la Terra.

Subito dopo i visitatori trovavano molti pannelli relativi ai pianeti giganti gassosi (Giove, Saturno, Urano e Nettuno) ed i loro straordinari satelliti. Il percorso finisce con Plutone e le comete: il passaggio alla scoperta delle comete, con particolare attenzione alla cometa più famosa (Halley) e alla cometa più studiata (la Churyumov-Gerasimenko orbitata per due anni dalla sonda Rosetta).

Alcuni rivelatori di raggi cosmici (in particolare muoni) ed un plastico ruotante del Sistema Solare completavano la manifestazione.

PROLOCO
Carnago



Gruppo
Astronomico
Tradatese



I PIANETI

Un fantastico viaggio
alla scoperta di sole e pianeti

1 MARZO - 13 MAGGIO

Chiesa di S. Rocco via Italia, Carnago (Va)

IN MOSTRA OLTRE 20 PANNELLI DESCRITTIVI
realizzati dal Gruppo Astronomico Tradatese
ingresso libero

INAUGURAZIONE SABATO 1 MARZO ORE 16,00
presentazione a cura del dott. Cesare Guaita

durante la mostra verranno realizzate 3 serate di approfondimento

CONFERENZE

1. Mercoledì 12 Marzo ore 21:00
LA RICERCA DELLA VITA SU MARTE
a cura del dott. Cesare Guaita

2. Mercoledì 19 Marzo ore 21:00
ASTROPARTICELLE
In viaggio tra i Raggi Cosmici
a cura di Marco Arcani

3. Giovedì 27 Marzo ore 21:00
presentazione del film "SALJUT 7"
introduzione a cura del dott. Palumbo

Le conferenze si terranno presso
la Biblioteca Comunale BICA
via Libertà 5, Carnago



Orari della mostra:

venerdì e sabato 15.00/18.00
domenica 10.00/12.00 - 15.00/18.00

Feriali per appuntamento

info: 339 8159654
proloco.carnago@tiscali.it





2e) PROGETTO METEORITI

Nell'ambito delle opportunità offerte dai finanziamenti PNRR, la Scuola Secondaria di I grado "Paolo VI" di Tradate ha avviato il progetto **"Viaggio all'interno delle rocce cosmiche"**, in collaborazione con il Museo di Storia Naturale di Milano e con il coinvolgimento del GAT (Gruppo Astronomico Tradatese).

L'iniziativa è nata con l'obiettivo di avvicinare gli studenti allo studio scientifico dei meteoriti, attraverso un'esperienza diretta di analisi chimica e strutturale di campioni autentici rinvenuti sulla Terra. Il progetto ha previsto l'utilizzo del microscopio elettronico a scansione (SEM), strumento di alta precisione in dotazione al Museo di Storia Naturale di Milano, che consente di osservare la morfologia dei campioni su scala micrometrica e di determinarne la composizione chimica. Grazie a tale tecnologia, gli studenti hanno potuto comprendere come sia possibile distinguere scientificamente una meteorite da una roccia terrestre, identificandone gli elementi caratteristici e le firme chimiche tipiche dell'origine extraterrestre.

La prima fase del percorso si è svolta presso la scuola Paolo VI, con una lezione introduttiva dedicata al funzionamento del SEM, alla classificazione dei meteoriti (condriti, acondriti, meteoriti ferrose e rocciose) e alla loro provenienza astronomica. Questa fase teorica ha fornito le basi concettuali necessarie per affrontare consapevolmente l'esperienza laboratoriale.

Successivamente, il gruppo di studenti coinvolti si è recato per due giornate presso il Museo di Milano. Durante tali incontri, guidati con competenza e disponibilità dal Dott. Cesare Guaita (Presidente del GAT) e dal Dott. Michele Zilioli (Entomologo e Tecnico specializzato del SEM), i ragazzi hanno potuto analizzare diversi campioni di meteoriti, sperimentando differenti modalità operative del SEM. L'attività ha richiesto attenzione, precisione e capacità di interpretazione dei dati ottenuti, mettendo gli studenti di fronte a un contesto autentico di ricerca scientifica. Per questa ricerca il GAT ha sfruttato la grande esperienza acquisita nell'analisi di meteoriti al SEM in occasione del 2009, anno internazionale dell'Astronomia, quando la ricerca sui meteoriti venne inserita in uno dei cinque programmi principali della nostra Associazione.

E' seguita una fase di rielaborazione didattica: gli alunni hanno organizzato e sistematizzato i dati raccolti, producendo una presentazione multimediale che illustrasse l'intero percorso, dalle basi teoriche alle

osservazioni microscopiche, fino alle conclusioni scientifiche tratte dall'analisi. Il progetto si è concluso con una serata di divulgazione scientifica presso la scuola media Paolo VI a Tradate, durante la quale gli studenti hanno presentato pubblicamente il lavoro svolto, illustrando metodologie, risultati e riflessioni maturate: bisogna dire che questa esposizione è stata un grande successo !

Nonostante la complessità del tema trattato e le difficoltà iniziali legate al linguaggio tecnico e agli strumenti utilizzati, i ragazzi hanno dimostrato entusiasmo, curiosità e crescente consapevolezza scientifica. L'esperienza ha permesso loro di comprendere in modo concreto quali caratteristiche chimiche e strutturali distinguano un meteorite da una roccia terrestre, sviluppando al contempo competenze di analisi, rielaborazione e comunicazione scientifica.

Il progetto “Viaggio all'interno delle rocce cosmiche” si è rivelato un esempio significativo di didattica laboratoriale avanzata e di proficua collaborazione tra scuola e istituzioni scientifiche del territorio, lasciando negli studenti non solo conoscenze specifiche, ma anche una più matura percezione del metodo della ricerca scientifica.

Il gruppo di ragazzi di cui sopra ha potuto utilizzare direttamente il SEM grazie ad un permesso speciale concesso dalla dott.ssa Fabi, direttrice del Museo di Storia Naturale di Milano, che ha compreso il significato estremamente formativo dell'iniziativa e che, naturalmente, ha tenuto presente la grande esperienza che il GAT si è procurato sui meteoriti in tanti anni di ricerche (e di pubblicazioni scientifiche su riviste professionali) che hanno fatto seguito al progetto iniziale del 2009. Alla fine del 2025 il museo di Storia Naturale di Milano si è dotato di un nuovo SEM, di ultimissima generazione. Una macchina forse unica in Italia: è altamente probabile che con questo strumento davvero straordinario l'esperienza del 2025 possa essere ripetuta con altri ragazzi del Pavoni in un prossimo futuro.



Per la prima volta a tu per tu con il SEM (Microscopio Elettronico a Scansione)...





SCUOLA MEDIA "PAOLO VI" - ISTITUTO LODOVICO PAVONI
Scuola secondaria di primo grado - Paritaria
Via Saporci 26 - 21049 Tradate (VA)
Tel.: 0331/814117 - Segreteria Tel. e Fax: 0331/81429507
e-mail: info@scuola-pavoni.it - S.S. 01499080122



Gentilissima dott. ssa Fabi,

sono la prof.ssa Broggi Federica, preside della scuola media Paolo VI - Istituto Pavoni di Tradate (Va). Desidero esprimerLe un sentito ringraziamento per aver accolto, all'interno del Museo di Storia Naturale di Milano, alcuni dei nostri studenti e delle nostre studentesse nell'ambito di un'attività didattica di straordinario valore formativo.

Il percorso, articolato in due incontri e guidato con grande passione e competenza dal dott. Zilioli, ha rappresentato un'esperienza altamente significativa per i nostri ragazzi. La possibilità di osservare da vicino dei meteoriti utilizzando lo strumento SEM (Scanning Electron Microscope), simulando il lavoro di un ricercatore scientifico, ha permesso loro di avvicinarsi concretamente al metodo scientifico e al mondo della ricerca, stimolando curiosità, spirito critico e passione per le discipline STEM.

L'iniziativa, inserita all'interno delle progettualità PNRR finalizzata alla promozione delle STEM nella scuola, ha riscosso grande entusiasmo tra gli studenti partecipanti, che hanno vissuto un'opportunità unica e coinvolgente e non vedono l'ora di divulgarla nelle diverse occasioni di racconto che la nostra scuola organizzerà.

Esperienze come questa dimostrano quanto sia preziosa la collaborazione tra scuola e territorio, in particolare con istituzioni museali che, come la vostra, sanno aprirsi al mondo della formazione e offrire ai ragazzi occasioni autentiche di apprendimento.

I ragazzi hanno più potere di quanto possano lontanamente sospettare.

Potere di immaginare sé stessi, gli altri, la realtà migliori.

Potere di cambiare le vite altrui.

Potere di fare davvero la differenza, anche attraverso iniziative come questa.

Con l'auspicio di mantenere vivo questo prezioso legame e dialogo tra scuola e istituzioni culturali, di cuore di nuovo ringrazio per l'opportunità e la sensibilità dimostrata.

La Preside
prof.ssa Broggi Federica

Federica Broggi

2f) Osservazioni astronomiche.

Il 2025 è stato un anno molto ricco di eventi astronomici. Come conseguenza sono state molte anche le serate di osservazione pubblica (sempre gratuita) sia a Tradate che fuori Tradate.

- L'evento primario è stato ovviamente **l'eclisse totale di Luna di Domenica 7 Settembre**, favorita sia da un tempo ottimo che da un'orario assolutamente invitante (dalle ore 20 in avanti).
- **Sabato 29 Marzo c'è stata un'eclisse parziale di Sole** che, grazie all'ora molto favorevole (massimo del 20% a mezzogiorno) ha potuto essere osservata da tutti, nonostante che il cielo fosse piuttosto nuvoloso. Il GAT, oltre a parecchie postazioni private, aveva due postazioni pubbliche: una a Carnago, (nel cortile della locale Biblioteca) ed una sul lungolago di Gavirate. In più, grazie all'aumento di attività solare del 25esimo ciclo, nel 2025 sono state seguite alcune mega-macchie (tipo la AR4294) che hanno prodotto importanti fenomeni aurorali.
- Due comete sono state oggetto di nostre splendide osservazioni: a metà Gennaio la cometa C/ATLAS G3 è stata ripresa a pochi gradi dal Sole (quindi di giorno !) da Lorenzo Comolli e Paolo Bardelli. Sempre Paolo Bardelli, il 23-24 Ottobre ha ripreso belle immagini della lunga chioma della cometa C/2025 A6 Lemmon.
- Ottime anche le osservazioni di meteore cadenti. Nella notte tra il 12 e 13 Agosto le Perseidi (Lacrime di San Lorenzo) assieme a molti oggetti del cielo estivo sono stati oggetti di una bellissima (e affollatissima !) serata nel campo sportivo di Agra, piccolo paese sopra Luino dove l'amministrazione locale ha accettato di far spegnere TUTTE le luci: in questo modo la Via Lattea solcata da stelle cadenti, è riapparsa agli occhi attoniti degli oltre 300 presenti. Dopo mezzanotte la Luna +Saturno sono sorti dalle montagne circostanti, a completamento di una serata davvero indimenticabile.
- Ottime anche le osservazioni di centinaia di Geminidi, le stelle cadenti di metà Dicembre.
- Purtroppo, per il terzo anno consecutivo (!) nuvole e pioggia hanno impedito ai ragazzi della scuola Elementare Rosmini l'osservazione della Luna per l'evento mondiale MoonWatch 2025. Ci ritenteremo nel 2026.
-

TRADATE

Gli astronomi del GAT di Tradate fotografano una cometa in pieno giorno

"La cometa C/ATLAS G3 ripresa in pieno giorno nei pressi del Sole: un'impresa davvero memorabile, che rasenta l'impossibile"



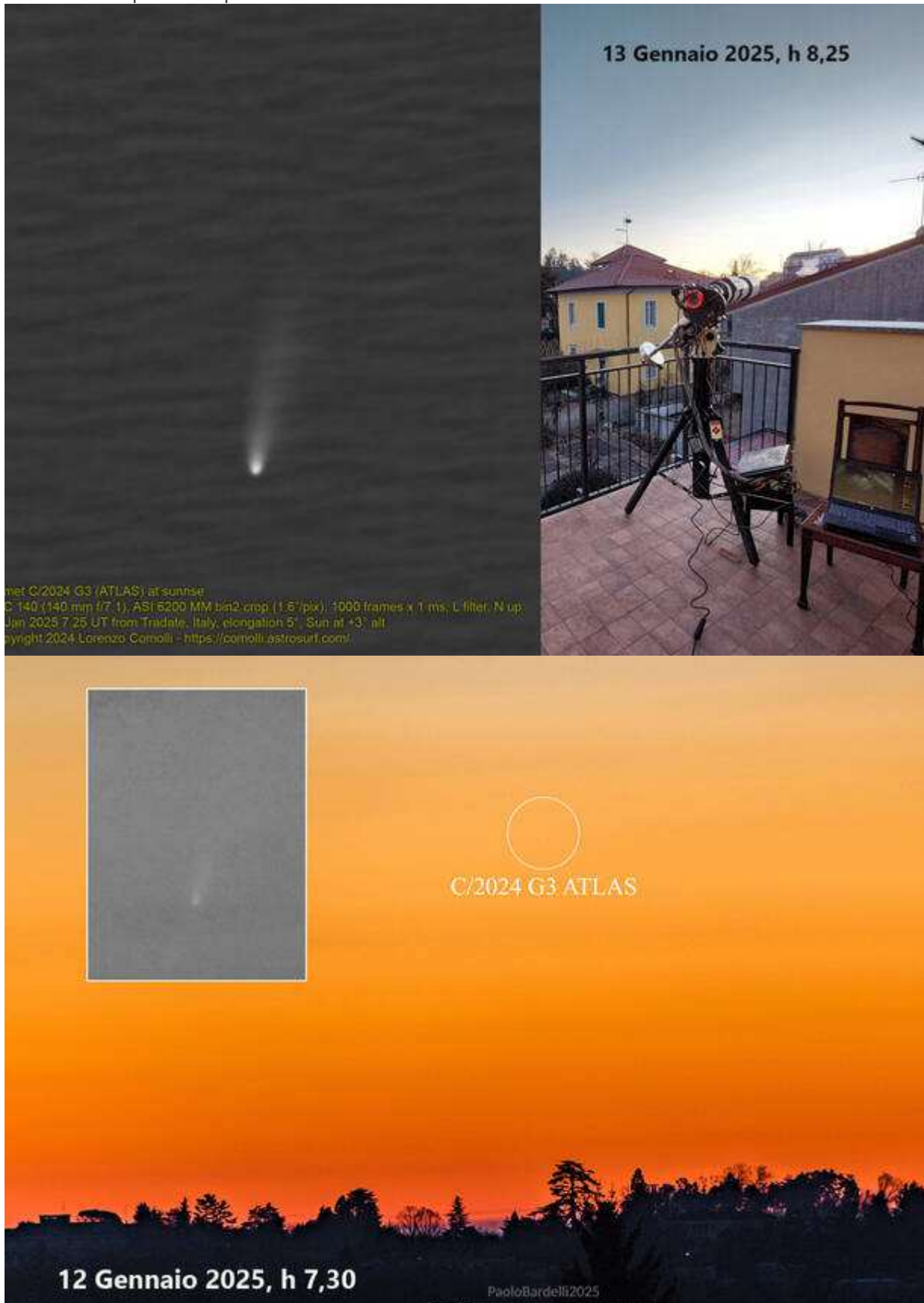
Lo scorso 5 aprile 2024 una camera Schmidt da 0,5 m f/2 di uno splendido sito cileno che lavora in remoto nella regione cilena di Coquimbo (Rio Hurtado), scoprì **nella costellazione dell' Ottante una cometa nuova destinata**, il 13 gennaio 2025 a passare a soli 14 milioni di km dal Sole.

Siccome il sito di Rio Hurtado fa parte del sistema Atlas (Asteroid Terrestrial-impact Last Alert System) **la nuova cometa ha assunto la denominazione di C/2024 G3Atlas** (G3 significa che era la terza scoperta nella prima metà di Aprile 2024). Nonostante un perielio così ravvicinato e quindi pericoloso per l'integrità della cometa, le immagini riprese dal coronografo della sonda Soho hanno mostrato che la cometa sembrava avvicinarsi senza danni al perielio, nel contempo aumentando a dismisura la sua luminosità. Da qui **la possibilità che diventasse un oggetto visibile anche da Terra**, seppur ad una minima distanza relativa dal disco solare, in parole povere **visibile sì ma in piena luce solare, ossia di giorno!**

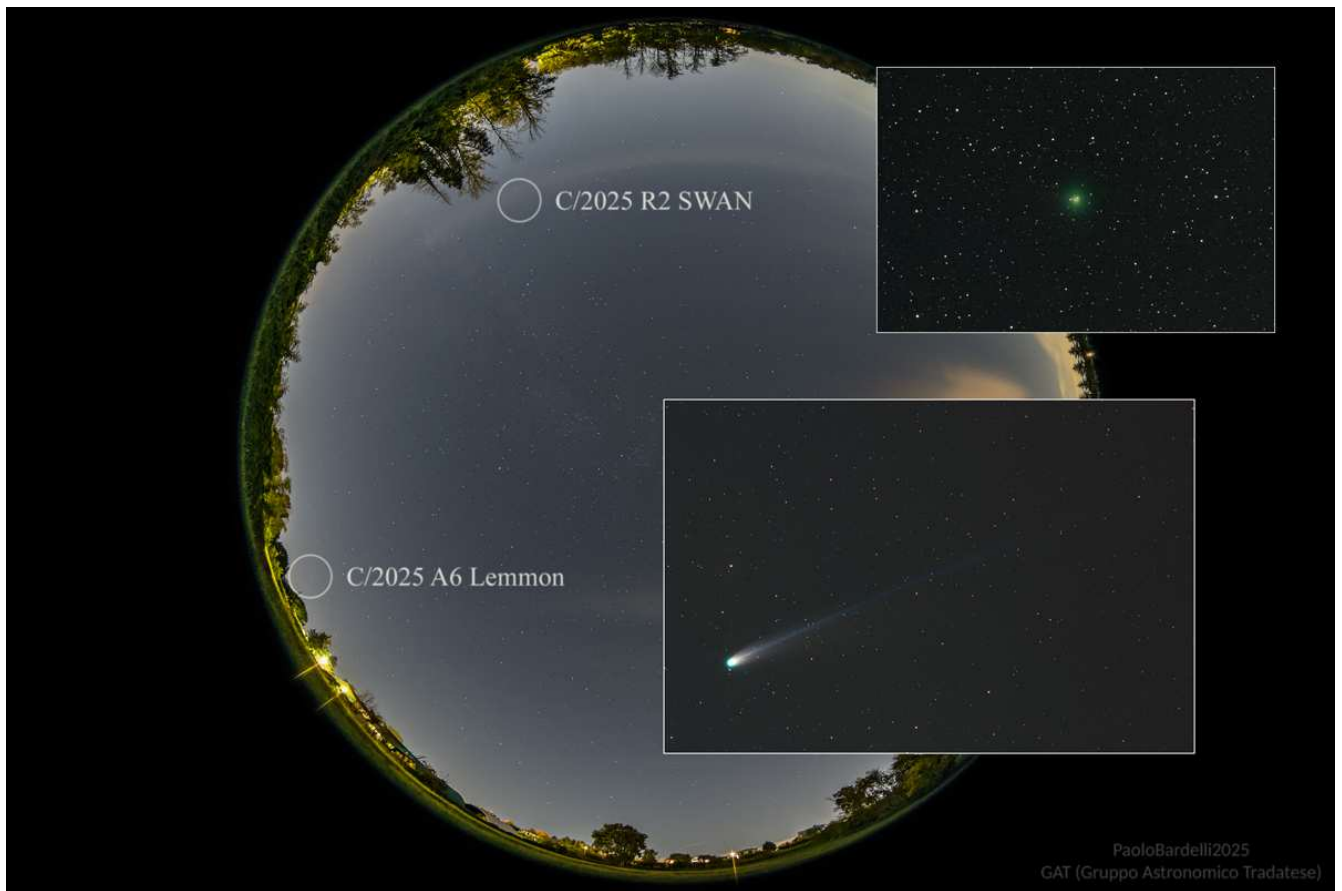
Questa eventualità è stata sfruttata da Lorenzo Comoli (astrofotografo del Gruppo Astronomico Tradatese di fama internazionale) per uno scoop che ha dell'incredibile. **Lorenzo infatti è riuscito a riprendere la cometa (con tanto di coda!) in pieno giorno**, attorno alle 13 di domenica 12 gennaio 2025 a soli 6° di distanza dal Sole, che in quel momento era alto 22°. Per questo sensazionale risultato, Lorenzo ha usato il suo rifrattore Tec da 140mm f/7,1, accumulando decine di pose da 5 millisec a 6500 ISO, ottenute tutte ad alto rischio, in quanto al telescopio non era stato applicato nessun filtro solare e nessun paraluce aggiuntivo.

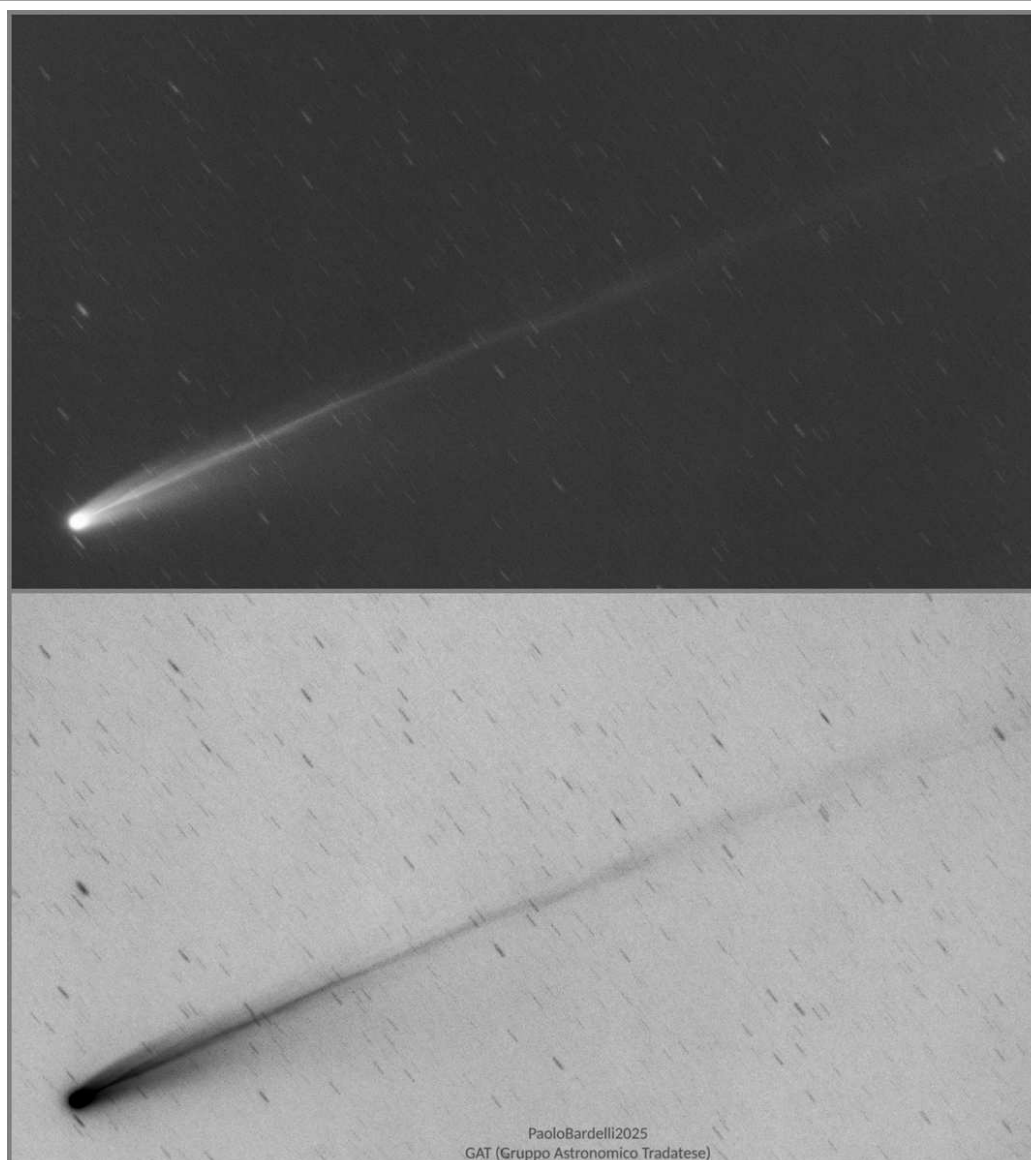
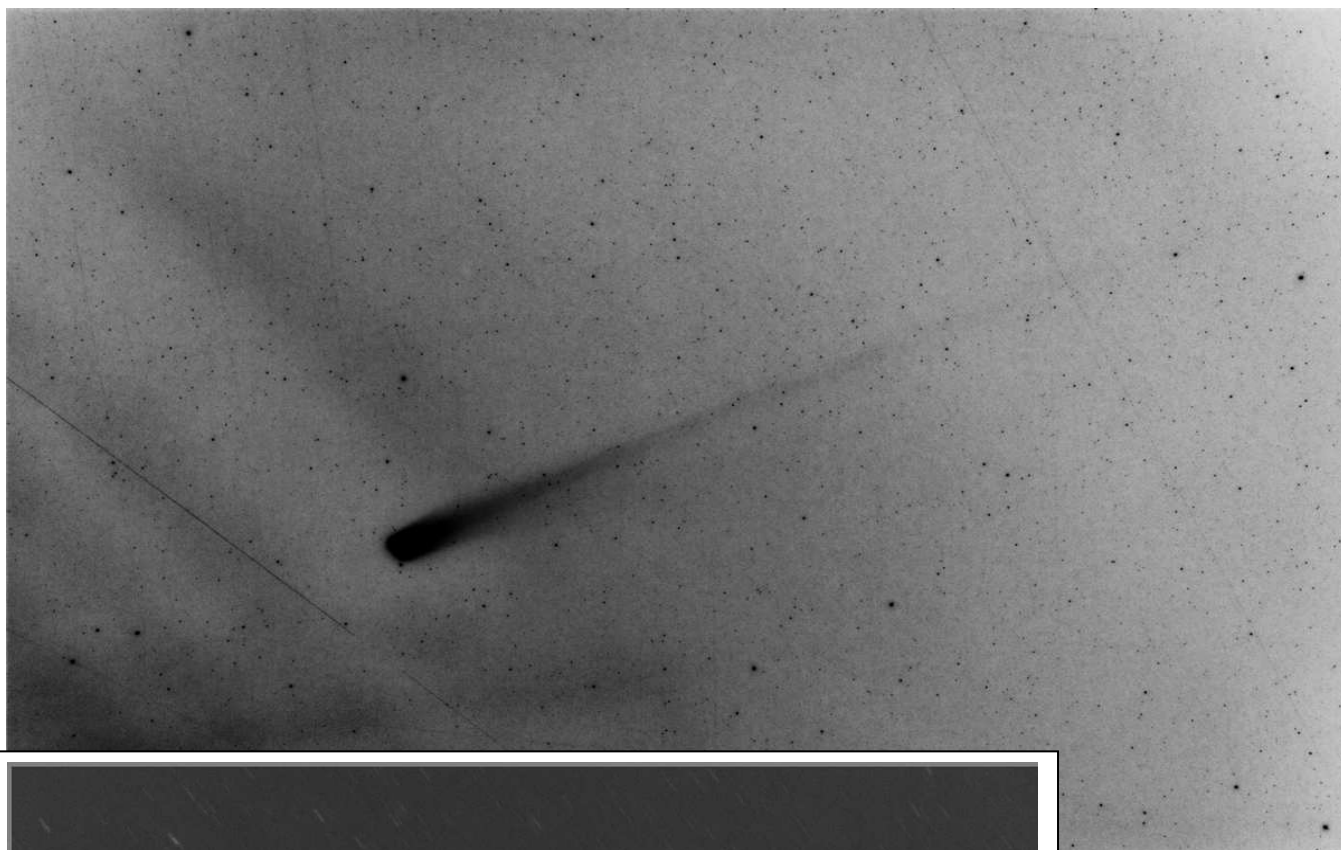
Poche ore prima, alle 7,30 della mattina, ossia mezz'ora circa prima del sorgere del Sole **la cometa è stata catturata anche da Paolo Bardelli** (altro prolifico astrofotografo del Gat) con un singolo scatto di 1/13 sec a 100 ISO, con un

teleobiettivo da 300 mm applicato ad una Canon 6d. La mattina seguente (13 gennaio 2025) alle 8,25, con il Sole alto solo 3° Lorenzo C. ha **ripreso nuovamente la cometa a soli 5° dal Sole** con le stesse modalità del giorno precedente: la cometa non era cambiata di molto rispetto al giorno precedente, a dimostrazione che il Sole non ne ha compromesso la vitalità e che quindi le sorprese non sono ancora finite.



La cometa C/2025 A6 Lemmon il 24 e il 28 Ottobre 2025.





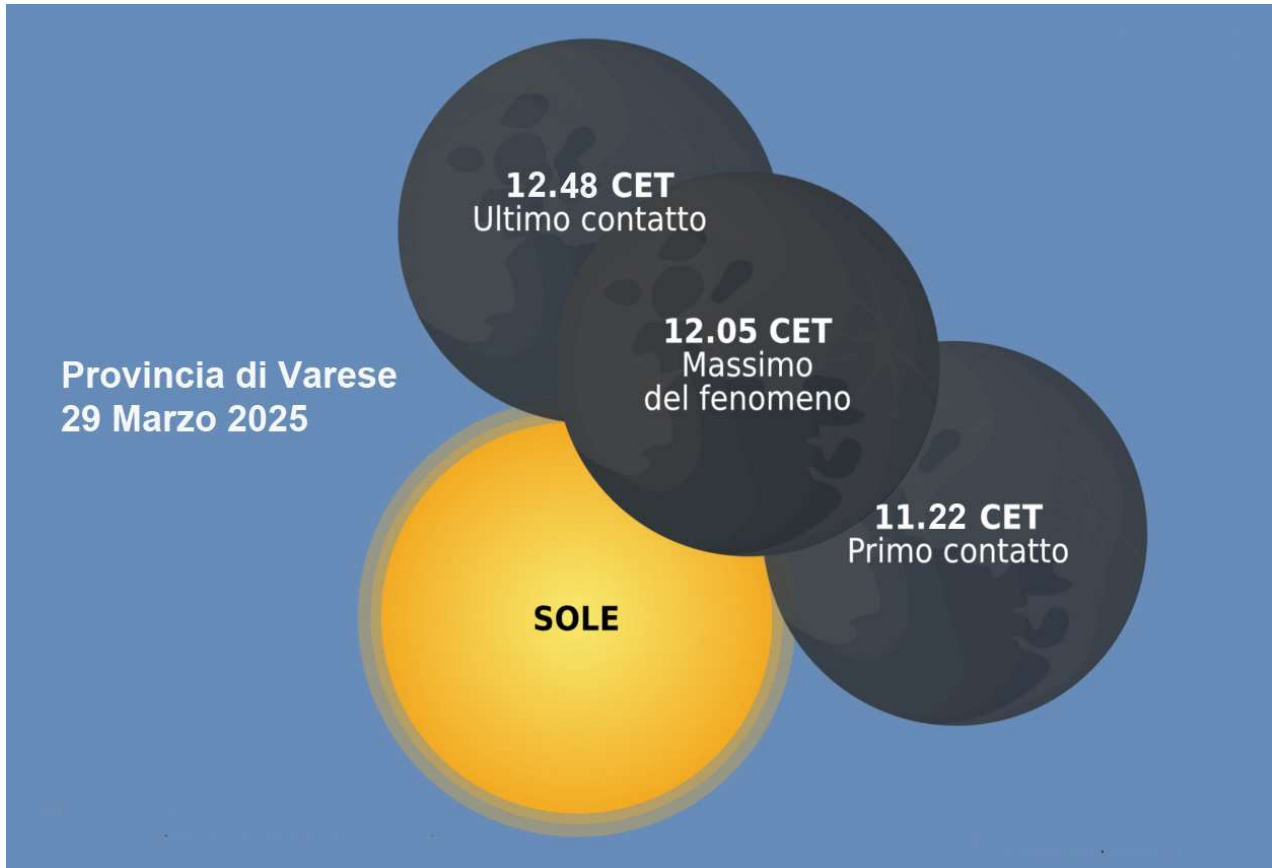
24 Ottobre 2025: Canon 60Da + 200 mm. f/3,2, 54 x 25 sec. 2000 ISO, cielo
parzialmente velato, passaggio satelliti Starlink Copyright Paolo BARDELLI



26 Marzo 2025

Comunicato stampa del Gruppo Astronomico Tradatese.

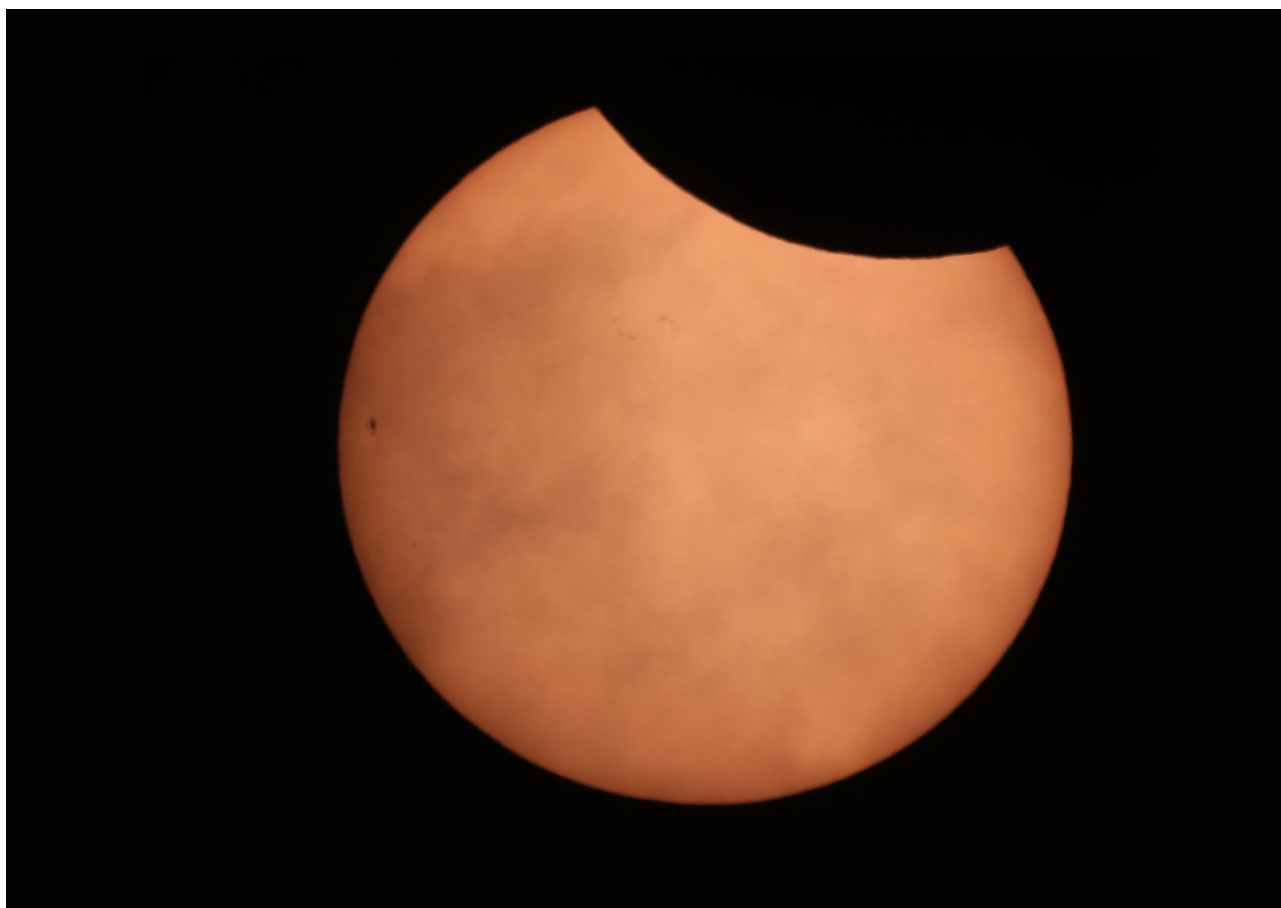
Sabato 29 Marzo 2025, eclisse parziale di Sole !

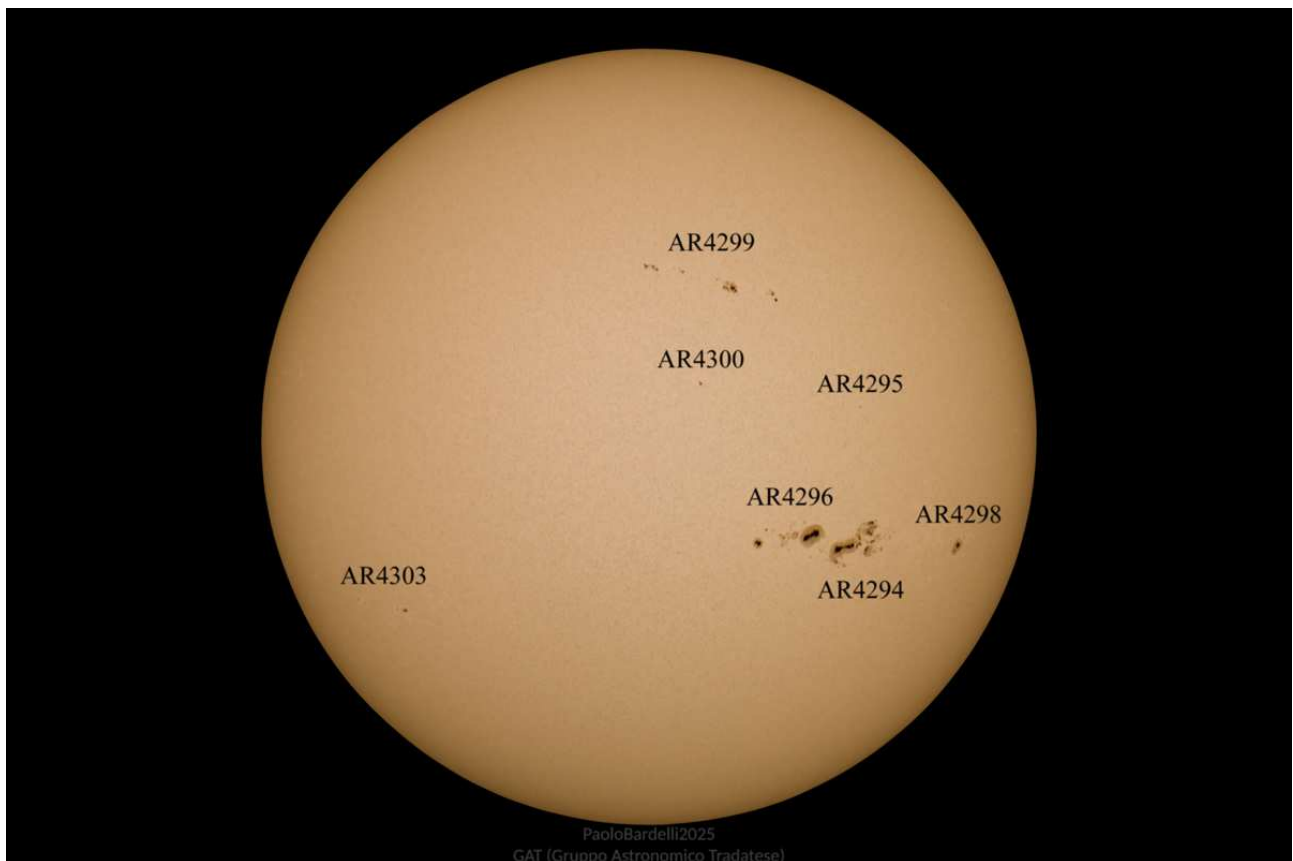


Sabato 29 Marzo 2025 l'Italia sarà toccata da un'eclisse parziale di Sole con la copertura massima del 20% in Lombardia e copertura via via decrescente verso il Sud Italia (A Roma, per esempio la copertura sarà del 10%). Man mano che si sale in latitudine, la % di disco solare ricoperto aumenta: per esempio sarà del 60% in Inghilterra e del 90% (il massimo in assoluto) al circolo Polare. In questa eclissi, quindi, la Luna non coprirà mai completamente il Sole, facendogli emergere la magia della corona. **Da noi in Lombardia il primo contatto, ossia il momento in cui il bordo scuro della Luna toccherà il bordo del Sole avviene alle 11,21 locali. Alle 12,05 locali il disco della Luna raggiungerà il massimo di copertura del disco solare, ossia circa il 20%. La Luna lascerà definitivamente il Sole alle 12,48 ora locale.** Avvenendo il fenomeno di Sabato, in un'ora assolutamente comoda, sarà possibile, naturalmente tempo permettendo, per chiunque osservare il suggestivo fenomeno. Con l'avvertenza che **MAI il Sole va guardato ad occhio nudo**, ma con i classici occhialini da eclisse oppure attraverso un telescopio dotato di FILTRO SOLARE a tutta apertura. Anche perché il Sole, in questo periodo è in un massimo di attività, quindi, c'è la possibilità che, osservando con un telescopio, siano visibili delle macchie solari, un dettaglio sempre suggestivo per chi non è abituato a questi fenomeni. In alternativa alla visione diretta e in presenza di più osservatori, l'eclisse sarà perfettamente visibile (e fotografabile con i soliti telefonini !) centrando il Sole con un rifrattore (un telescopio a lenti) e proiettandone l'immagine su uno schermo bianco dietro l'oculare. Il GAT, Gruppo Astronomico Tradatese ha ovviamente organizzato una osservazione pubblica e libera per tutti. **L'appuntamento è presso il cortile della Biblioteca Civica di Carnago, in via Libertà 5, a partire dalle 10,30 di Sabato 29 Marzo.** La manifestazione si inserisce nelle manifestazioni che accompagnano la mostra sui pianeti attualmente in esposizione, con grande successo, nella ex chiesa di San Rocco (Carnago Via Italia), grazie alla preziosissima collaborazione della Proloco Locale.



SOPRA: l'eclisse da Venegono (by Alberto Brunati). SOTTO: l' eclisse da Carnago (by gruppo GAT)



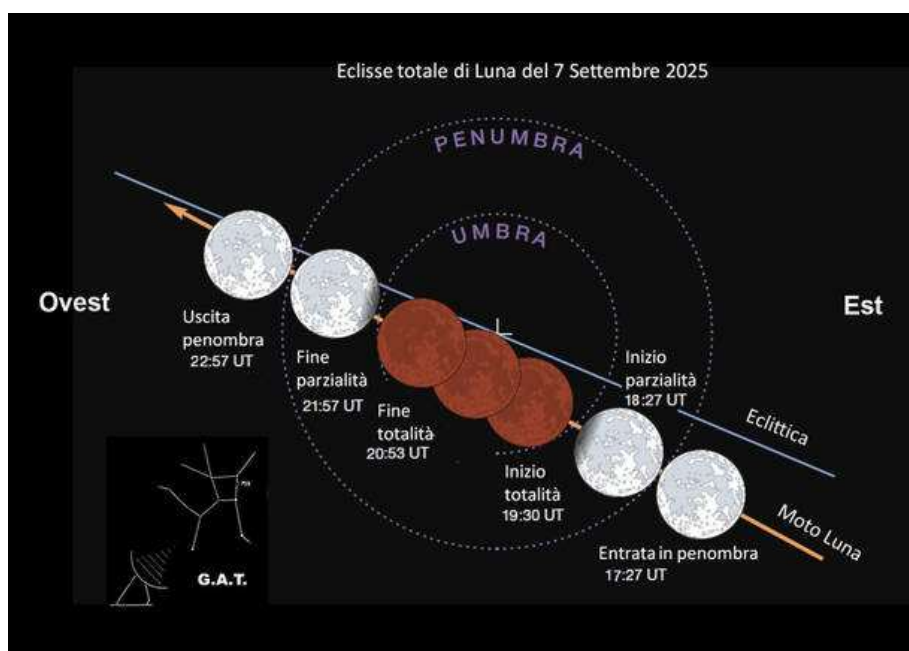


L'evoluzione della mega-macchia AR 4294/4296, che ha prodotto brillamenti, intense aurore polari ed anche aurore ROSSE alle nostre latitudini.



Eclisse di Luna: spettacolo a Cassano Magnago con i telescopi del GAT e degli astrofili cassanesi

L'evento sarà visibile già con la Luna rossa all'orizzonte: il momento più emozionante quando, verso le 20.52, il satellite riemergerà dall'ombra della Terra



Domenica 7 Settembre il GAT, Gruppo Astronomico Tradatese e gli astrofili di **Cassano Magnago** hanno organizzato una grande serata di osservazione pubblica in occasione dell'**eclisse totale di Luna**. L'appuntamento si svolgerà **a partire dalle 20, nel piazzale dietro il cimitero di**

Cassano, zona scelta per la scarsa presenza di inquinamento luminoso e la visuale libera sull'orizzonte est. Una situazione introvabile in qualunque zona di Tradate, a causa dell'inquinamento luminoso sempre crescente.

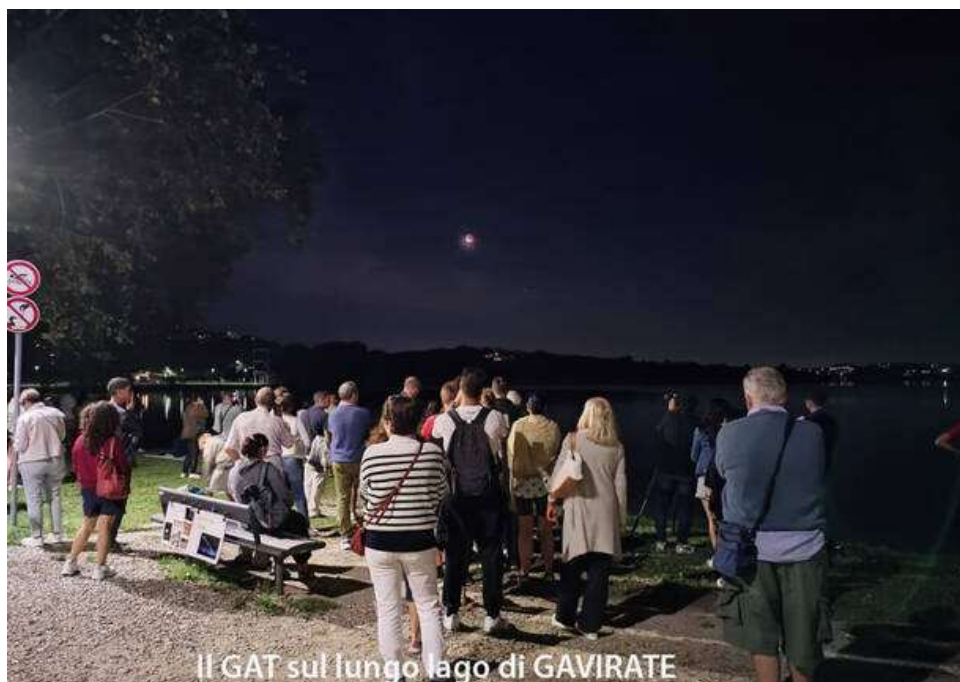
Il fenomeno astronomico **inizia alle 18.27**, ma siccome in Lombardia la Luna sorgerà alle **19.50** **il nostro satellite sorgerà già immerso nel caratteristico colore rosso**. Il momento più spettacolare sarà attorno **alle 20.52**, quando la Luna inizierà a uscire dall'ombra della **Terra** per poi tornare completamente luminosa entro le 21.56.

Gli organizzatori metteranno a disposizione gratuitamente **una decina di telescopi**, permettendo a curiosi e appassionati di ammirare da vicino l'evento. Binocoli e macchine fotografiche con teleobiettivo offriranno immagini suggestive, mentre la coincidenza con il perigeo lunare, a soli tre giorni di distanza, renderà la Luna visibilmente più grande e affascinante.

GAVIRATE/TRADATE/CASSANO M.

La Luna rossa non delude: mostra il suo fascino e dà appuntamento al 31 dicembre 2028

Molto affollati gli eventi di osservazione organizzati dal Gruppo Astronomico Tradatese. A Gavirate e a Cassano Magnago, con gli astrofili locali, presenti adulti ma anche bambini



Il GAT sul lungo lago di GAVIRATE

E' stato uno spettacolo fantastico, che si ripeterà solo tra molti anni, ossia il 31 Dicembre del 2028. Il GAT, Gruppo Astronomico Tradatese ha fatto osservazioni in una mezza dozzina di postazioni, in varie parti della provincia

Piermario Ardizio ha condotto una affollata serata

sul lungo lago di Gavirate. Molto particolare e affollatissima è stata la **serata che gli astrofili tradatesi** hanno condotto assieme agli **astrofili di Cassano M. guidati da Giuseppe Macalli**. Assolutamente interessante è stata la presenza di moltissimi genitori con bambini da 4-5 anni in su: per loro è stata la prima eclisse e il loro stupore ed entusiasmo fa pensare che potrebbe aver fatto scattare, in qualcuno, quella meravigliosa 'scintilla' che si può trasformare negli anni nella meravigliosa (e inguaribile...) passione per le stelle. Tutto favorito anche dall'ora comodissima in cui l'eclisse era visibile.

Il sito osservativo era sul piazzale del Cimitero di Cassano, **da dove la Luna sorgeva da Est attorno alle 19,30 di ieri sera**. Come noto la Luna piena sorgeva già completamente immersa nel cono d'ombra della Terra, ma **per apprezzarne bene l'intensità reale della colorazione rossa conferita dall' eclisse** (e non quella tipica della bassa altezza sull' orizzonte) **è stato necessario attendere fin verso le 20,30**, quando il cielo era ormai sufficientemente scuro e la Luna si era alzata di una decina di gradi sopra l' orizzonte.

A questo punto sia visivamente sia fotograficamente, il rosso dell'eclisse era evidentissimo e mediamente chiaro: un indizio che i raggi del Sole attraversavano una atmosfera terrestre in quel momento abbastanza (ma non completamente !) poco intasata da nuvole e da polvere, come spesso succede durante la stagione estiva. Poi alle 20,57 il momento

più spettacolare, con la Luna che lentamente è scivolata (con ripresa della illuminazione da sinistra) fuori dal cono d'ombra della Terra.

Alle 22 la Luna piena ha riassunto quasi completamente la sua luminosità. Il quasi è dovuto al fatto che, in realtà, per un'altra ora la Luna ha attraversato il debole guscio di penombra, che per ragioni ottiche avvolge il denso disco dell'ombra terrestre.

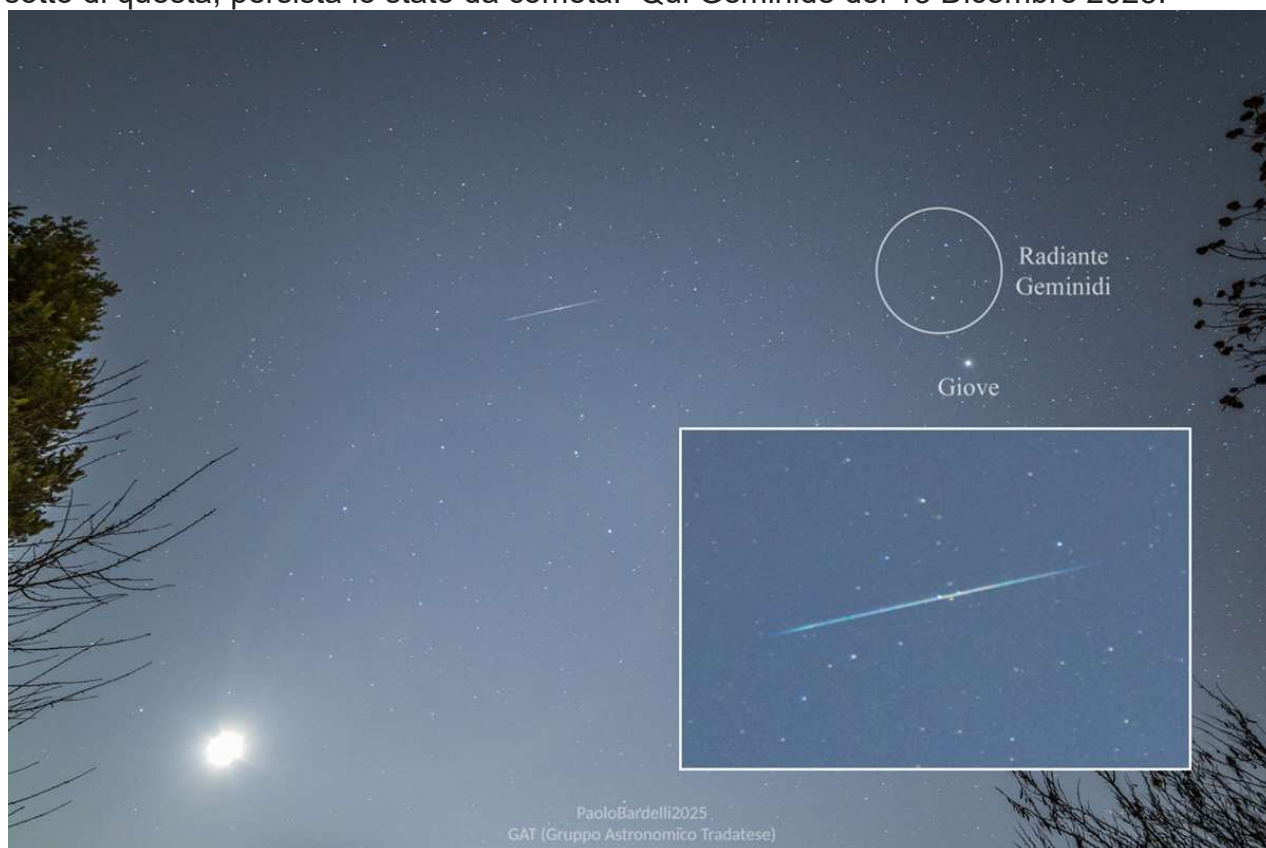
L'osservazione di uno splendido Saturno situato assieme alla Luna nella costellazione dei Pesci ha concluso alla grande la serata.

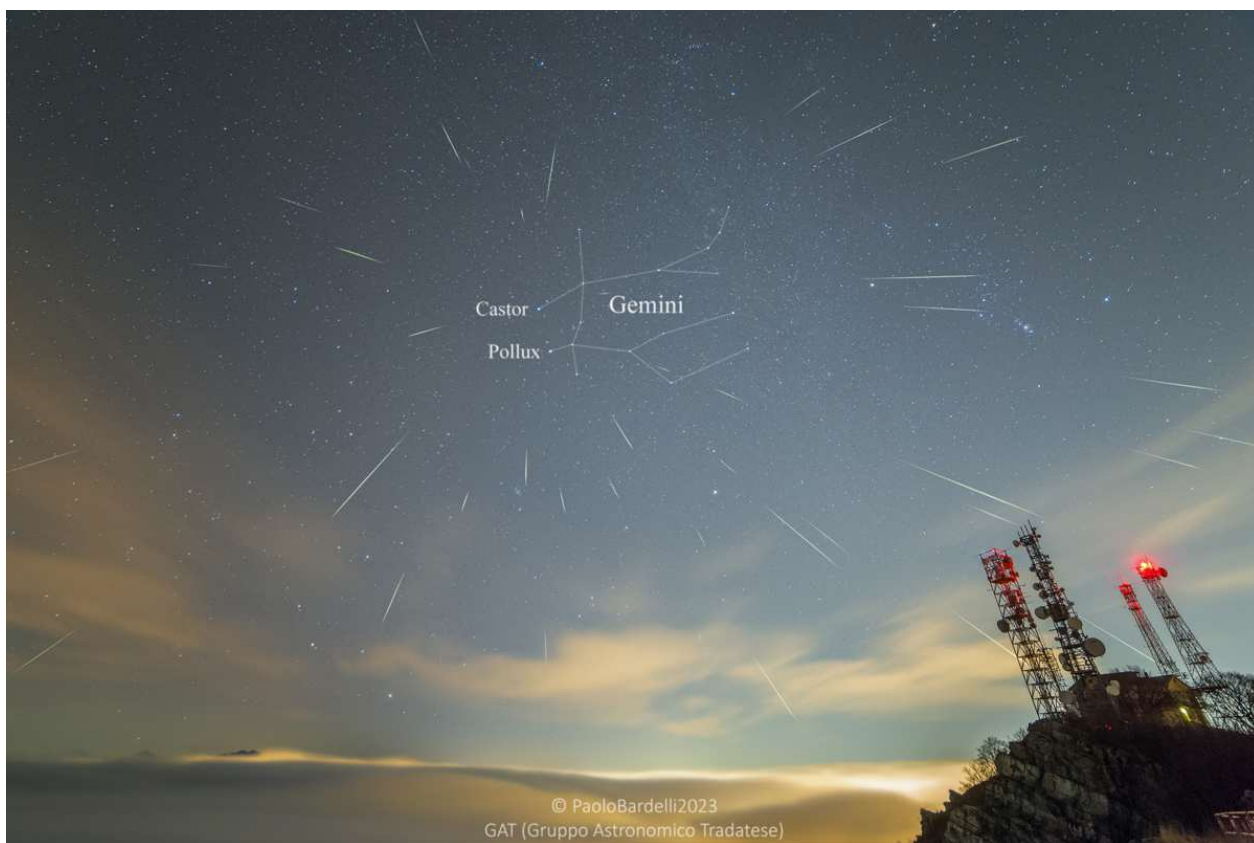


Le cospicue GEMINIDI 2025.

Le **Geminidi** sono uno **sciame meteorico** annuale causato dall'**asteroide** (o ex cometa) **3200** [[] **Fetonte**, individuato da **Simon F. Green** e **John Keith Davies** l'11 ottobre 1983 mentre esaminavano immagini del satellite **IRAS** alla ricerca di asteroidi e **comete**, la sua scoperta è stata annunciata il successivo 14 ottobre dopo la conferma osservativa effettuata da **Charles T. Kowal**, che ne riportò l'aspetto asteroidale. La struttura è quella asteroidale ma l'orbita è quella cometaria; infatti essa è estremamente ellittica e dura 1,4 anni e passa all'interno dell'orbita terrestre, che lo porta a 0,15 **AU** (unità astronomiche) dal Sole, e nel dicembre 1997 passò a 0,31 AU dal nostro pianeta; all'avvicinarsi lascia una scia di una gran quantità di materiali e per questo molti **astronomi** sono giunti alla conclusione che si tratti di una cometa estinta e che abbia accumulato moltissime polveri e materiale roccioso da formare una **crosta** ma che, al di sotto di questa, persista lo stato da cometa. Le Geminidi sono attive dal 3 al 19 dicembre, col picco tra il 13 e 14 dicembre; sembrano partire da un **radiante** situato qualche grado nord/ovest di **Castore**, la **stella** alpha della **costellazione** dei **Gemelli**: da qui La sua sigla internazionale di **GEM**. Quando la **Terra** si trova in prossimità del **nodo ascendente** di 3200 Phaeton si possono contare circa 120 **meteore** ogni ora. La velocità d'**impatto** di queste meteore con l'**atmosfera** è relativamente lenta, circa 35 km/s, la **densità** varia tra 1 e 3 g/cm³. Si tratta di uno **sciame** giovane: le cronache riportano che la prima osservazione risale al 1862 con una frequenza di 20-30 **meteore** all'ora.

La struttura è quella asteroidale ma l'orbita è quella cometaria; infatti essa è estremamente ellittica e dura 1,4 anni e passa all'interno dell'orbita terrestre, che lo porta a 0,15 **AU** (unità astronomiche) dal Sole, e nel dicembre 1997 passò a 0,31 AU dal nostro pianeta; all'avvicinarsi lascia una scia di una gran quantità di materiali e per questo molti **astronomi** sono giunti alla conclusione che si tratti di una cometa estinta e che abbia accumulato moltissime polveri e materiale roccioso da formare una **crosta** ma che, al di sotto di questa, persista lo stato da cometa. Qui Geminide del 13 Dicembre 2025:





Il radiante delle Geminidi 2023 visto da Sumirago e la pioggia vista dal Campo dei Fiori.





CITTA' DI GAVIRATE - Varese

P.zza Matteotti n. 8 – 21026 Gavirate

C.F. 00259850121

Prot.

Gavirate, 02.05.2025

OGGETTO: Concessione Patrocinio

Spett.le Gruppo Astronomico Tradate
mail: motospin@libero.it

Come da Vostra richiesta in data 03.02.2025, acquisita al protocollo dell'ente in data 03.02.2025 n. 2368, intesa ad ottenere il patrocinio del Comune di Gavirate per il posizionamento di un telescopio presso il Lungolago di Gavirate

Visto il vigente Regolamento per la concessione del patrocinio del Comune di Gavirate;

Considerato che la predetta iniziativa riveste finalità culturali;

SI CONCEDE

il patrocinio gratuito del Comune per il posizionamento di un telescopio presso il Lungolago di Gavirate per l'osservazione gratuita del cielo.



IL SINDACO
(Massimo PAROLA)

SETTORE AFFARI GENERALI

Tel. 0332/748.222 - fax 0332/748.292

e-mail: protocollo@comune.gavirate.va.it segreteria@comune.gavirate.va.it

Responsabile del procedimento Alida Fabrin

2g) Pubblicazioni scientifiche.

Vengono qui menzionati solo gli articoli apparsi su riviste scientifiche. A queste si aggiungono una quarantina di articoli su stampa locale e/o nazionale.

1)

COSMO20250, Marzo 2025, pp12-17
SPLENDIDO MERCURIO, TRA SCOPERTE E MISTERI.

2)

ESPERIA, Maggio 2025, pp16-24
MARTE: MEZZO SECOLO DI ESPLORAZIONI SPAZIALI.

3)

COSMO2050, Agosto-Settembre 2025, pp 34-37
LE MOLECOLE DELLA VITA NEL SUOLO MARZIANO

4)

COSMO20250, Agosto-Settembre 2025, pp 30-32
TRACCIE BIOLOGICHE SULL' ESOPIANETA k2-18B ?

5)

COSMO20250, Ottobre 2025, pp 16-21
ESOPIANETI PER TUTTI

6)

COSMO 2025, Ottobre 2025, pp54-61
LA CONQUISTA CINESE DI MARTE.

7)

COSMO 20250, Novembre 2025, pp 30-33
SISTEMI PLANETARI EXTRASOLARI.

8)

COSMO 20250, Dicembre 2025, pp 26-30
SISTEMI ESOPLANETARI DI STELLE MULTIPLE

Inoltre sono state pubblicate le nostre lettere 176, 177, 178 (vedi copia allegata).
E' stato anche realizzato un libro molto apprezzato (LibreriaUniversitaria Ed) sul
tema LA RICERCA DELLA VITA SU MARTE.

GRUPPO ASTRONOMICO TRADATESE

LETTERA N. 176

51° anno

Gennaio-Marzo 2025

<http://www.gruppoastronomicotradatese.it>

A tutti i soci



25 Dicembre 2024: la sonda Solare Parker a soli 6 milioni di km dal Sole !

Per quanto sembri incredibile, ci sono decine di migliaia di giovani che stravedono per 'Il grande Fratello' o per un demente super-tatuato e super-sessista (Tony Effe) che si definisce cantante. Al mondo ci sono ben 56 guerre e l'organizzazione COPERNICUS conferma che nel 2024 la temperatura del pianeta ha per la prima volta superato (1,55°C) il limite 'insuperabile' di 1,5°C rispetto all'era industriale, proposto dall' accordo di Parigi del 2015. Ci sarebbe davvero da piangere se non fosse che, ancora una volta a sollevarci il morale ci sia la cosa più bella e pulita che c'è in Natura, ossia il cielo stellato.

Di fatto il 2025 sarà obbligatoriamente l'anno di Marte, con il Pianeta Rosso in opposizione il 16 Gennaio 2025 (allineamento Sole-Terra-Marte), dalla pur consistente distanza di 96 milioni di km ($m=-1,4$, diametro=14,6"). Sarà visibile tutta la notte nella costellazione dei Gemelli e ottimamente osservabile fino a primavera. Giove, in opposizione il 7 Dicembre 2024, sarà ben visibile tutto l'inverno nella costellazione del Toro ($m=-2,8$). Saturno (in Acquario) sarà invece in opposizione il 21 Settembre 2025 ($m=0,6$), ma l'8 Novembre avverrà qualcosa di speciale: gli anelli diventeranno invisibili, essendo visti esattamente di taglio (la cosa si ripeterà il 15 Ottobre 2038). Venere raggiunge il 10 Gennaio 2025 la massima elongazione serale di 47°, sarà illuminato il 19 Febbraio solo del 23% ma mostrerà una $m=-4,9$ (!), si troverà in congiunzione (inferiore) elica il 23 Marzo e dal 24 Aprile comincerà ad essere visibile di mattina ad Est. Mercurio raggiungerà la massima elongazione mattutina di 27,4° il 21 Aprile e la massima elongazione serale di 25,9° il 4 Luglio.

Il 2025 ci saranno due interessanti eclissi, una di Sole e una di Luna.

Il 25 Marzo 2025 ci sarà una debole eclisse solare (10%) che inizierà alle h 8:50 (italiane), culminerà alle h 11,47 e terminerà alle h 13:47. Tutti orari PERFETTI per osservazioni scolastiche !

Il 7 Settembre ci sarà una bella eclisse totale di Luna: inizio parzialità=17:27 (ora italiana), inizio totalità= h 19:12, fine totalità= h 19:53, fine parzialità= h 20:56. In realtà ci sarebbe anche un'eclisse di Luna il 14 Marzo, ma dall' Italia si vedrà solo la fase iniziale.

Per quanto riguarda lo spazio, c'è un evento assolutamente dominante: il riuscito passaggio (24-25 Dicembre 2024) della sonda Solar Parker Probe a soli 6 milioni di km dalla superficie solare. Lanciata il 12 Agosto 2021 la Parker ha effettuato in 7 anni 14 orbite solari progressivamente più vicine grazie a 7 flybys con Venere (l'ultimo il 6 Novembre 2024 da 376 km).

Importante anche il 'recupero' della sonda mercuriana Bepi-Colombo, che ebbe seri problemi al motore a ioni in Aprile 2024 e che è stata recuperata con la modifica degli ultimi flybys di rallentamento con lo stesso Mercurio (il 6° ed ultimo è avvenuto l' 8 Gennaio): tutto questo però ha imposto un anno di ritardo per l'inserimento in orbita mercuriana (Novembre 2026).

La Luna sarà nel 2025 obiettivo primario di missioni private. In Gennaio un razzo Falcon 9 lancerà due lander lunari: Blue Ghost dell'azienda Firefly sul mare delle Crisi e Hakuto-R Mission 2 della giapponese Ispace sul Mare Frigoris. A Febbraio è previsto un tentativo di atterraggio di Im-2 della Intuitive Machine, con il compito di cercare acqua nel cratere polare Sud Shackleton. A fine anno l'azienda Astrobotics lancerà Griffin (dopo il fallimento 2024 di Peregrine).

Il 20 aprile 2025 la sonda Lucy della NASA, diretta verso gli asteroidi troiani di Giove, compirà un sorvolo dell'asteroide 52246 Donaldjohanson. La cinese Tianwen-2, dopo un viaggio di 2,5 anni, raccoglierà campioni dal misterioso asteroide 469219 Kamo'oalewa. Il 27 febbraio partirà SPHEREx, un telescopio spaziale della NASA che farà una mappa dell'intero cielo alle frequenze infrarosse. La sonda Juno, entrata in orbita gioviana nel Luglio 2016, dopo parecchie estensioni e 76 orbite, terminerà ufficialmente la missione in Settembre 2025, tuffandosi nelle nuvole di Giove (come fece già la sonda Galileo).

I primi mesi del 2025 saranno inevitabilmente dedicati a Marte (in opposizione il 16 Gennaio), al clima impazzito, nonché al ricordo di alcuni importanti eventi spaziali (40esimo del salvataggio Salyut-7) e geologici (20esimo del mega-tsunami indonesiano)

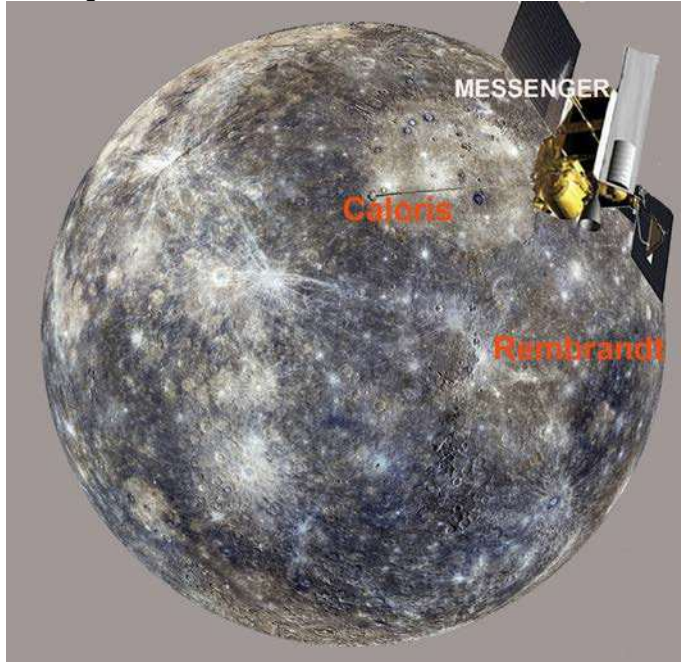
Lunedì 20 Gennaio 2025 h 21 Cine GRASSI	Serata a cura del dott. Palumbo sul tema <u>SALIUT 7, L' ODISSEA NELLO SPAZIO SOVIETICA.</u> Nel Giugno 1985 due astronauti sovietici salvarono la stazione spaziale Salyut-7 con una serie di operazioni mozzafiato e spettacolari. Una storia simile a quella americana di Apollo 13. IMPERDIBILE !
Lunedì 3 Febbraio 2025 h 21, Cine GRASSI	Conferenza del dott. Cesare GUAITA sul tema <u>LA RICERCA DI VITA SU MARTE, ULTIME NOVITA'.</u> La serata farà una sintesi di un volume (disponibile per chiunque in sala) che l'autore ha di recente pubblicato sull'argomento, focalizzandosi su alcuni dati di eccezionale interesse scientifico.
Lunedì 24 Febbraio 2025 h 21 Cine GRASSI	Conferenza dell' Ing. Andrea SOLDI (ex tecnico del JPL di Pasadena) sul tema <u>VIAGGIO AI LABORATORI SPAZIALI DEL JPL.</u> Un software Engineer italiano ci farà visitare i famosi laboratori NASA del JPL, e conosceremo più nel dettaglio come agisce la Deep space network per la gestione delle sonde che viaggiano nello spazio.
Domenica 23 Febbraio 2025	<u>Escursione storico/scientifica a PERINALDO, città natale di G.D. Cassini. Visita guidata allo splendido bordo, pranzo in ristorante, visita al locale osservatorio astronomico (+ osservazioni solari) e/o planetario. Contattare Personal Tour di Varese (0332-298911) per dettagli e modalità di adesione.</u>
Lunedì 3 Marzo 2025 h 21 <u>diretta ONLINE da Bonn</u> Cine GRASSI	Conferenza del Prof. Carlo BUONTEMPO (direttore programma climatico COPERNICUS) <u>LO STATO DEL CLIMA IN EUROPA E NEL MONDO.</u> L'organizzazione europea COPERNICUS, che sfrutta dati terrestri e satellitari da vent' anni, sta diffondendo un allarme mondiale preciso e inconfutabile. Ne parlerà il responsabile diretto. IMPERDIBILE!
Lunedì 17 Marzo 2025 h 21 Cine GRASSI	Conferenza del dott. Luigi BIGNAMI sul tema <u>IL MEGA-TSUNAMI DI 20 ANNI FA IN INDONESIA.</u> Il 26 Dicembre 2004 un terremoto di magnitudine 9,1 produsse un'onda anomala alta 20 metri che uccise 230.000 persone. Le cause e gli insegnamenti del massimo cataclisma della storia.

1) MERCURIO: BEPI-COLOMBO STA ARRIVANDO.

Lo scorso 8 Gennaio 2025 la sonda Bepi-Colombo ha effettuato il 6° ed ultimo flyby con Mercurio (dalla distanza di 300 km) immettendosi nella giusta traiettoria per entrare in orbita attorno a Mercurio. Questo però avverrà solo nel Novembre 2026, ossia con un anno di ritardo rispetto ai programmi originali per un grave problema tecnico che, nell'Aprile 2024, aveva addirittura rischiato di compromettere l'intera missione. Ma procediamo con ordine.

Mandare una sonda verso un pianeta come Mercurio è molto difficile: la navicella viene infatti accelerata dalla gravità solare e deve essere di conseguenza rallentata. Far questo con un motore tradizionale a combustibile sarebbe, al giorno d'oggi, assolutamente troppo oneroso. Ma a metà degli anni '70 il genio del Prof. Giuseppe Colombo (1920- 1984) suggerì la soluzione: utilizzare opportuni passaggi ravvicinati con Venere e con lo stesso Mercurio. Questa idea venne pienamente confermata dal Mariner 10, la prima missione spaziale che sfiorò Mercurio ben tre volte a distanza di sei mesi: il 29 Marzo '74 da 703 km, il 21 Settembre '74 da 48.069 km e il 16 Marzo '75, da 327 km. Questi tre sorvoli vennero resi possibili grazie ad un opportuno flyby con Venere da 5.768 km il 5 Febbraio 1974: questo sorvolo immise il Mariner 10 in un'orbita solare con periodo doppio di quello di Mercurio (che è di 88 giorni, contro una rotazione di 59 giorni, quindi con sincronismo 2/3) in modo che i flybys si ripetessero dopo circa sei mesi. Il Mariner 10 esplorò circa il 40% della superficie meridionale di Mercurio che apparve molto simile a quella della faccia nascosta della Luna, ossia satura di crateri da impatto, alcuni intaccati da lunghe e misteriose scarpate, altri perennemente in ombra sul polo Sud. Contro ogni previsione venne anche scoperto un debole campo magnetico dipolare. L'aspetto 'lunare' del pianeta non fu una grossa sorpresa. L'evoluzione geologica di un pianeta roccioso è fondamentalmente legata alla sua massa. Il caso della Luna è emblematico. Avendo una massa che è solo 1/81esimo della massa terrestre, il nostro satellite ha esaurito velocemente il calore interno primordiale, acquisendo una superficie inerte incapace di cancellare ogni impatto esterno; inoltre, a causa della bassa gravità (1/6 di quella terrestre) la Luna ha perso anche ogni traccia di atmosfera. Una situazione, questa, che deve valere per ogni corpo di paragonabile piccola massa. E siccome la massa di Mercurio, pur essendo 4 volte maggiore di quella lunare, è comunque molto piccola (1/20 di quella della Terra) ci si poteva aspettare che Mercurio presentasse delle caratteristiche geologiche non molto differenti da quelle della Luna.

L'esplorazione della superficie di Mercurio (che dopo il Mariner 10 era ancora sconosciuta per il 60%) riprese solo 36 anni dopo, questa volta con la prima missione orbitale, quella della sonda Messenger:



Messenger venne lanciata il 3 Agosto 2004, entrò in un' orbita

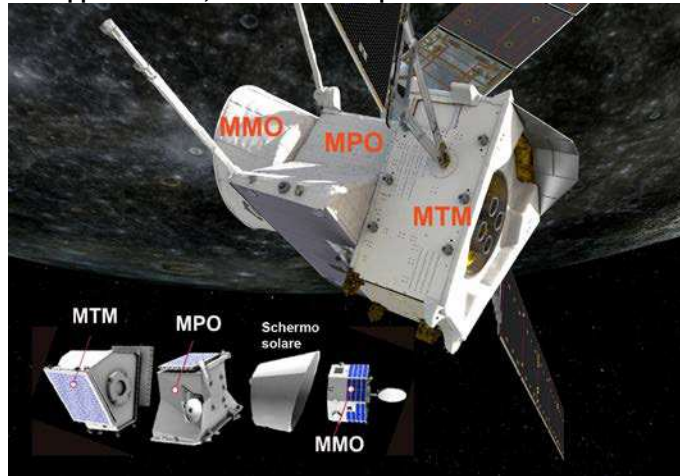
polare stabile (200x15.000 km) attorno a Mercurio il 18 Marzo 2011 per rimanerci, dopo varie estensioni, fino al 30 Aprile 2015.

Per raggiungere questo obiettivo furono necessari ben sei flybys planetari (Terra il 2 Agosto 2005, Venere il 24 Ottobre 2006 e il 5 Giugno 2007, Mercurio stesso tre volte, il 14 Gennaio e 6 Ottobre 2008 e il 29 Settembre 2009):

Messenger fece alcune scoperte fondamentali, ma lasciò anche molte questioni irrisolte.

Venne confermata una superficie 'lunare' butterata da crateri di ogni età, dominata da due maggiori bacini da impatto: Caloris (1500 km) e Rembrandt (715 km) e da un 30% di pianure laviche, localizzate soprattutto sull'emisfero Nord. Vennero anche acquisiti indizi significativi della presenza di ghiaccio nei crateri polari perennemente in ombra. Ma in particolare Messenger ha dimostrato che Mercurio è tutt'altro che un pianeta geologicamente morto. Intanto si è visto che le scarpate 'intraviste' dal Mariner 10 sono in realtà una moltitudine ed hanno dimensioni planetarie (10 -1000 km di lunghezza): sono interpretabili come faglie di compressione, ovvero di restringimento della crosta, conseguente al veloce raffreddamento del nucleo metallico interno (Ferro-Nichel) che ha generato una contrazione del raggio del pianeta di ben 7 km (0,3% rispetto all'attuale raggio di 2239,7 km). Nucleo che, in base a misure gravimetriche orbitali (shift Doppler dei segnali radio) mostra dimensioni anomale (80% del raggio planetario!) ed una porzione esterna probabilmente ancora fusa. Il che giustificerebbe anche l'esistenza di un debole campo magnetico dipolare (1% di quello terrestre), anche se non spiegherebbe lo spostamento del dipolo di quasi 500 km verso Nord. Con un nucleo di simili dimensioni ci dovrebbe aspettare una superficie ricca di Ferro. E invece la composizione globale superficiale è davvero incomprensibile: il tenore di Zolfo (fino al 5%) è 100 volte più abbondante che sulla Terra, mentre (nonostante il nucleo metallico gigante) molto basso è il tenore di Ferro (<2% contro ~6% sulla crosta terrestre)!

Per chiarire queste anomalie c'era un solo modo: allestire una missione di nuova generazione con strumenti e strategie del tutto nuove. Ecco quindi spiegata l'importanza di una nuova missione verso Mercurio, che l'ESA, l'Agenzia Spaziale Europea, ha giustamente voluto dedicare al lavoro pionieristico del prof. Giuseppe Colombo, chiamandola BepiColombo:



La BepiColombo venne lanciata il 20 Ottobre 2018 dal Centro spaziale di Kourou, nella Guyana francese, per un lungo viaggio che avrebbe dovuto portarla in orbita attorno a Mercurio il 5 Dicembre 2025. Il lancio con un Ariane era giustificato dal peso di 4,1 ton della navicella. In realtà la missione BepiColombo è costituita da tre componenti: MPO (Mercury Planetary Orbiter di 1230 kg dei quali 85 di carico pagante, ossia di strumenti) realizzato dall'ESA, che orbiterà Mercurio su un'orbita di 480x1500 km percorsa in 2,3 h, MMO (Mercury Magnetospheric Orbiter, di 255 kg di cui 45 di carico pagante), realizzato dall'Agenzia giapponese JAXA, che orbiterà Mercurio su un'orbita molto ellittica di 590x11640 km percorsa in 9,3 h, MTM (Mercury Transfer Module, con 1400 kg di combustibile e senza strumenti), realizzato dall'ESA, che trasferirà i due moduli scientifici verso Mercurio con un motore a ioni alimentato da ben 42 mq di pannelli solari. A bordo dell'MPO ci sono 11 strumenti tra i quali ben 4 italiani. Uno di questi è la SIMBIO-SYS, un sistema integrato di osservazione della superficie e caratterizzazione del pianeta con

camere (HRIC e STC) e uno spettroscopio (VIHI) sviluppato da Selex e a guida scientifica ASI. La HRIC (High Resolution Imaging Camera) è costituita da un riflettore catadiottrico di 10 cm, f/8. Altre tre strumenti italiani sono:

- ISA, un accelerometro ad alta sensibilità, sviluppato da INAF e TAS-I.

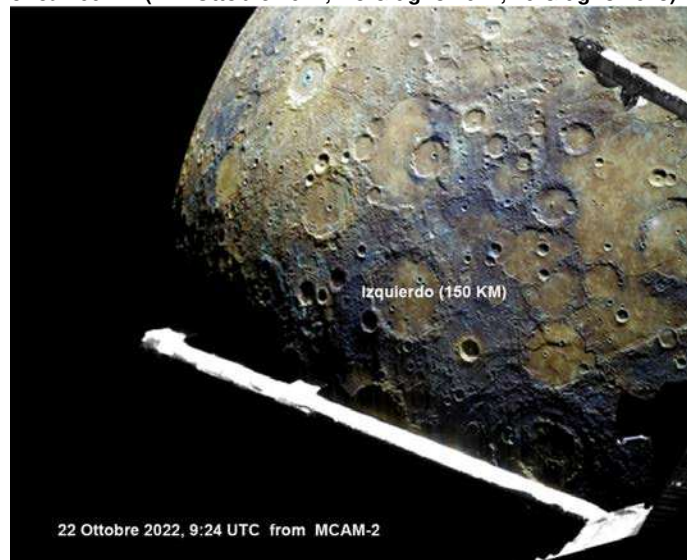
- MORE, un esperimento di radioscienza basato sul trasponditore di bordo in banda Ka (KaT), ancora di TAS-I, con la responsabilità scientifica dell'Università di Roma Sapienza. Essendo l'orbita dell'MPO molto più bassa di quella di Messenger, sarà possibile (da misure Doppler) realizzare una copertura gravimetrica molto migliore, quindi acquisire informazioni più dettagliate del misterioso nucleo interno.

- SERENA, un esperimento per lo studio dell'ambiente particellare mediante due NPA (analizzatori di particelle neutre) ELENA e STOFIO, quest'ultimo realizzato dalla Southwest Research Institute-USA, e due spettrometri per ioni (IS) MIPA e PICAM, a responsabilità scientifica di IFSI, ENEA, ISM e IFN e industriale di CGS e AMDL.

A bordo del giapponese MMO ci sono 5 invece strumenti dedicati allo studio del misterioso campo magnetico di Mercurio.

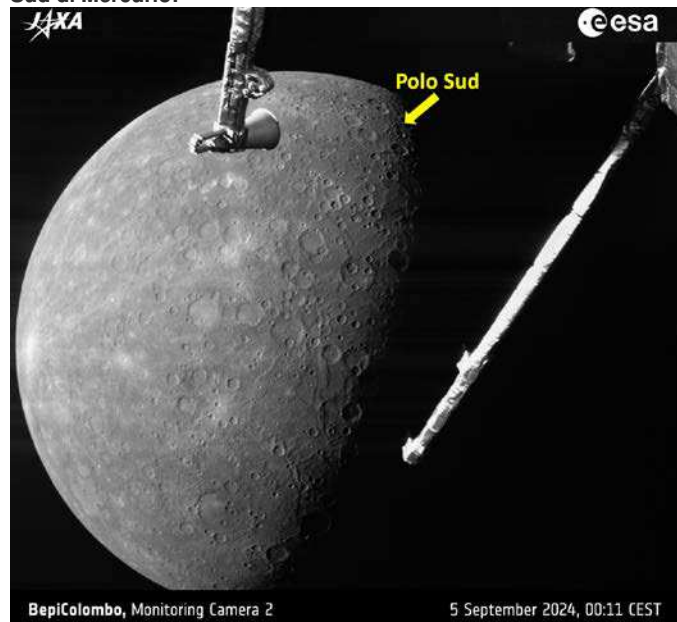
2) 9 FLYBYS PER ARRIVARE A MERCURIO.

Secondo la prassi ormai consolidata, per raggiungere Mercurio è stato necessario rallentare progressivamente la velocità di BepiColombo mediante una serie strategica di ben 9 flybys planetari. Il 10 Aprile 2020 ci fu un primo flyby con la Terra da 12.677 km, cui hanno fatto seguito due flybys con Venere (il 15 Ottobre 2020 da 10.720 km e il 10 Agosto 2021 da soli 552 km). Subito dopo è iniziata una serie di 6 flybys con Mercurio per diminuire ogni volta la velocità della BepiColombo di 1,84 km/s. Durante i vari flyby sono stati accesi quasi tutti gli strumenti sia dell'MPO europeo che del MMT giapponese. E' rimasta invece ferma la camera HRIC italiana ad alta risoluzione in quanto obliterata in volo dal modulo giapponese MMO. Ciononostante sono state riprese ottime immagini monocromatiche (1024x1024 pixel) da due delle tre camere MCAM (Monitoring Camera) inserite a bordo: la MCAM-2 che controlla l'antenna a medio guadagno ed il magnetometro e la MCAM-3 che controlla l'antenna ad alto guadagno (la MCAM-1 controlla invece i pannelli solari). I primi tre di questi flybys si sono svolti regolarmente da una distanza di circa 200 km (1-2 Ottobre 2021, 23 Giugno 2022, 20 Giugno 2023):



Ma nell'aprile 2024, BepiColombo ha iniziato a presentare un difetto nel funzionamento del motore a ioni dell'MTM, che ha ridotto la sua potenza a causa di un problema di collegamento con l'energia prodotta dai pannelli solari. Dopo mesi di indagini, gli ingegneri dell'ESA sono riusciti a riportare il motore al 90% della sua efficienza, comunque però insufficiente perché BepiColombo si inserisse, come da programma, attorno a Mercurio nel Dicembre 2025. La missione però non è andata perduta. Dopo mesi di lavoro, giocando sui flybys rimanenti a Mercurio, è stata individuata una nuova traiettoria che consentirà comunque di entrare in orbita attorno al pianeta, ma con un anno di ritardo ossia nel Novembre 2026. La prima modifica è avvenuta durante il

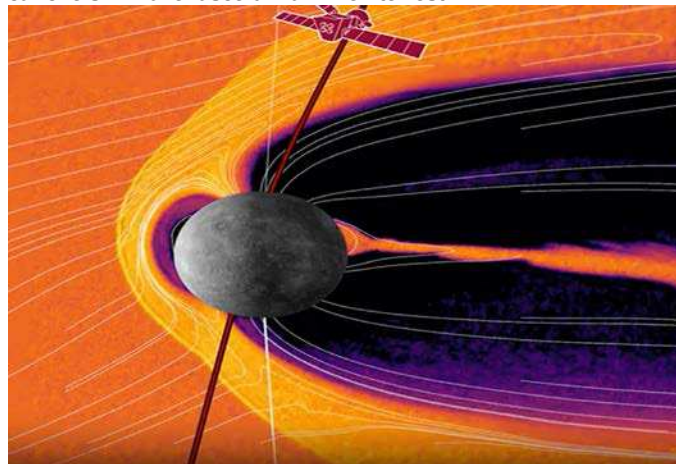
4° flyby con Mercurio del 4 Settembre 2024, quando la distanza è stata ridotta di 35 km (165 Km al posto di 200). Durante questo passaggio la BepiColombo è passata per la prima volta sul polo Sud di Mercurio:



e le camere di controllo MCAM hanno ottenuto forse le migliori immagini fino ad allora:

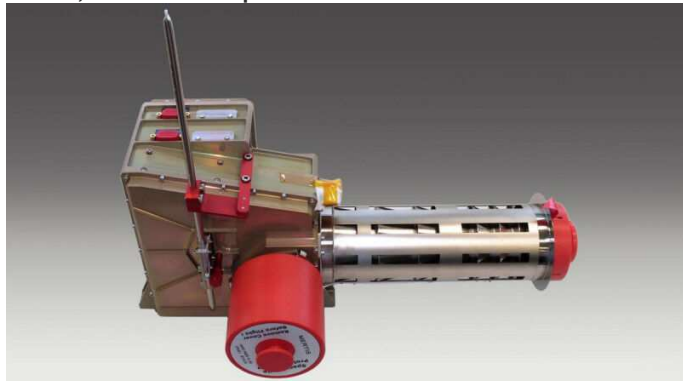


Vari strumenti a bordo del modulo giapponese MMO hanno proseguito le osservazioni del 3° flyby, studiando a fondo anche l'interazione del campo magnetico con le particelle solari: c'è il sospetto che anche attorno a Mercurio esistano fasce di particelle cariche simili alle fasce di Van Allen terrestri:

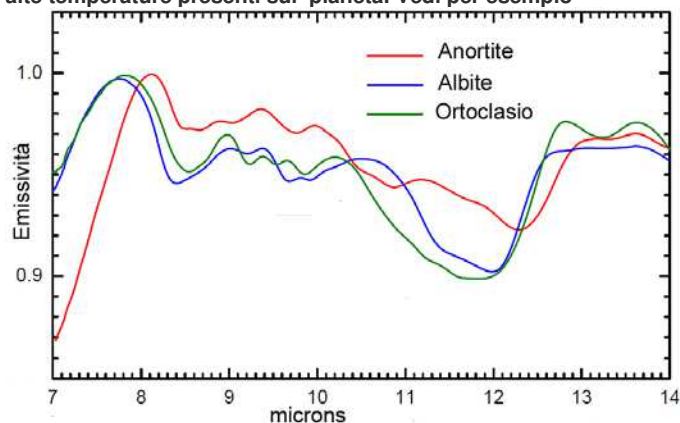


Una opportuna accensione dei propulsori a portato la navicella

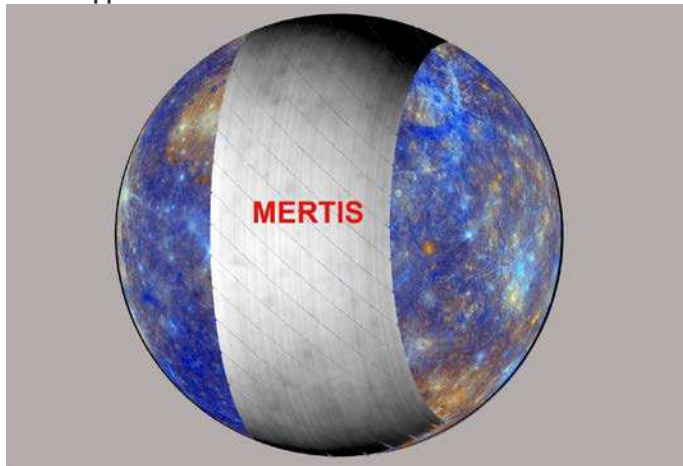
nel pomeriggio dell' 1 Dicembre 2024 ad un quinto flyby con Mercurio da una distanza di ben 37.626 km. Una distanza molto grande durante la quale è stata però per la prima volta messo in funzione lo strumento MERTIS (Mercury Radiometer and Thermal Infrared Spectrometer), una formidabile camera infrarossa prodotta, in venti anni di lavoro, dal German Aerospace Center (DLR) di Berlino. Si tratta di uno strumento molto complesso di 3,1 kg, che presenta una focale di 50 cm, una apertura di 25 cm e un campo visuale di 4°. Lavora su due canali: TIS, uno spettrometro infrarosso tra 7-14 micron e TIR, un radiometro che lavora tra 7-40 micron, misurando temperature che vanno da -100 °C a + 450°C:



Da programma MERTIS mapperà tutto Mercurio con una risoluzione di 0,5 km ed un 10% con una risoluzione dieci volte minore. Mai una camera infrarossa era stata postata su Mercurio. Per questo il compito di MERTIS è strategico: dovrà infatti cercare di individuare la composizione e la mineralogia delle rocce superficiali di Mercurio, le anomalie delle regioni polari (ricche di ghiaccio ?), un compito reso particolarmente difficoltoso delle alte temperature presenti sul pianeta. Vedi per esempio

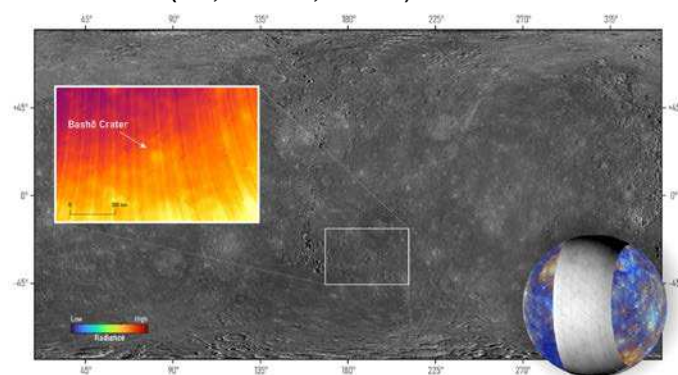


Va ricordato anche che Messenger ha individuato almeno 500 misteriosi terreni spugnosi chiari e giovanissimi ('hollows') prodotti dalla recente fuoriuscita di materiali gassosi all'interno e all'esterno di crateri: nessuno è mai riuscito a capirne l'origine. Nel caso del 5° flyby dell' 1 Dicembre 2024 MERTIS ha per la prima volta mappato la fascia di 100° a cavallo della Latitudine 180°:



Questa ampia porzione della superficie di Mercurio contiene una

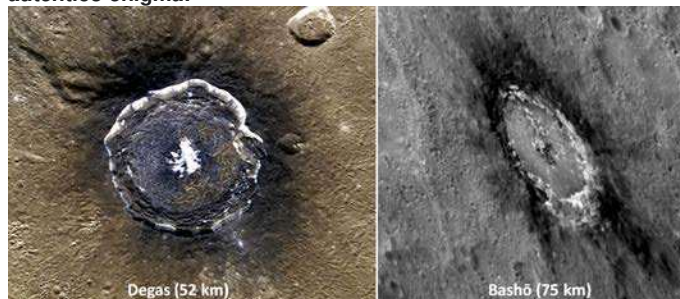
parte del bacino Caloris e delle pianure laviche settentrionali, nonché alcuni crateri anomali. Tra questi, il cratere raggiato Bashō di 75 km (-32,7°S e 169,7° Ovest):



Bashō mostra una circonferenza interna bianca ed una circonferenza esterna di materiale scuro (denominato LRM, Low Reflectance Material):



Crateri di questo tipo sono numerosi su Mercurio e sono un autentico enigma:



Si è sempre pensato che si potesse trattare di impatti cometari e che il materiale scuro fosse parte dello stesso impattatore. Ma le prime indicazioni di MERTIS sembrano smentire questa ipotesi: la porzione scura potrebbe essere grafite, presente (non si sa come) in certe parti del sottosuolo di Mercurio e sollevata dall'impatto che produsse il cratere.

L'ultimo e 6° flyby programmato per l' 8 Gennaio 2025 da 300 km, non ha apportato ulteriori nuove informazioni. Dovremo poi aspettare due anni (Novembre 2026) perché finalmente BepiColombo raggiunga definitivamente Mercurio. Due anni sembrano lunghi, ma serviranno ad elaborare al meglio la quantità monumentale di dati comunque acquisiti durante i 6 flybys mercuriani di preparazione all'inserimento orbitale.

Un libro 'marziano' assolutamente da non perdere



Esistono molti libri dedicati a Marte, anzi Marte è forse il pianeta più presente nella letteratura astronomica. Ma il problema è che le sue caratteristiche astronomiche, geologiche, fisiche, chimiche e biologiche non sono mai state uniformate e interconnesse in un unico volume, una condizione essenziale per poter discutere sul massimo enigma che da sempre è legato al Pianeta Rosso: ossia la presenza passata o, addirittura anche recente, di qualche forma elementare di vita. Questo libro, per la prima volta in Italia e con un aggiornamento all' autunno 2024, discute in ogni dettaglio lo stato attuale della ricerca di vita su Marte, facendosi aiutare da una imponente aggiunta di immagini personalizzate. Il tutto in dieci capitoli di lettura sempre stimolante e comprensibile, seppur irreprensibile dal punto di vista scientifico:

Introduzione

1. Da Schiaparelli alle prime missioni spaziali
2. I Vikings trovarono batteri su Marte?
3. L' epopea di Spirit e Opportunity
4. Phoenix e la scoperta dei perclorati
5. Enigmatici meteoriti marziani
6. Le molecole organiche di Curiosity
7. L' enigma del metano
8. Acqua liquida su Marte: tutta la verità
9. Insight: alla ricerca di terremoti marziani
10. Da Perseverance e Exo-Mars la risposta definitiva?

Approfondimento: I messaggi nascosti di Perseverance

Ogni capitolo viene accompagnato da un'ampia bibliografia relativa ad articoli riportati sulle più importanti riviste mondiali di ricerca planetaria: uno strumento perfetto per chi volesse ulteriormente approfondire gli argomenti trattati.

Ecco, qui di seguito LA PREFAZIONE di Luigi Bignami.

Un libro straordinario per un tema straordinario: la ricerca passata o presente di semplici forme di vita su Marte, il pianeta più simile alla Terra. Un libro che per la prima volta tratta in maniera scientificamente inoppugnabile, seppur sempre comprensibile, ogni aspetto moderno del suggestivo problema. Prima di Giovanni Keplero i mondi oltre la Terra non erano pensati come luoghi ove potesse esistere la vita, ma solo come oggetti inanimati sospesi nella volta celeste. Ad abitare i cieli vi erano solo mostri, spesso spaventosi.

Fu con Keplero che si iniziò a parlare di vita extraterrestre in termini più consoni ai nostri giorni. In una sua lettera scritta quando Galileo Galilei scoprì attorno a Giove i quattro più grandi satelliti, oggi chiamati "galileiani", e ricordata come *Dissertatio cum Nuncio Sidereo* si legge infatti che «i quattro

(corpi celesti) non riguardano noi terrestri, ma senza dubbio hanno importanza per le creature che vivono su Giove». Keplero, dunque, in cuor suo forse immaginava l'esistenza di esseri extraterrestri, anche intelligenti.

Dal 1600 in poi non ci furono grandi rivoluzioni in tal senso, finché non si iniziò a esplorare il nostro sistema solare con telescopi sempre più potenti. E con Giovanni Schiaparelli e le scorrette interpretazioni di alcuni suoi disegni e descrizioni della superficie di Marte, ottenuti soprattutto durante la grande opposizione del pianeta rosso del 1877, si arrivò a immaginare e descrivere l'esistenza di una civiltà marziana. Poi però con le sonde che hanno orbitato intorno al pianeta e sono scese su di esso, quella civiltà svanì come neve al Sole.

Ma come spesso succede nella ricerca scientifica, gli studi portano a nuove strade, a nuove ipotesi, ed è successo così anche per la ricerca di vita extraterrestre su Marte. Quelle stesse sonde che avevano "cancellato" l'esistenza di civiltà superiori, ci hanno offerto dei risultati che hanno fatto sussultare i ricercatori. Ad esempio, le Viking, atterrate su Marte negli anni Settanta, hanno ottenuto risultati dalle analisi dei suoli che ancora oggi fanno discutere circa l'esistenza di batteri anche ai nostri giorni. Più di recente, nei primi decenni del XXI secolo, veicoli semoventi (rovers) sempre più sofisticati hanno colto elementi che fanno davvero pensare alla possibile esistenza di vita marziana. E non si tratta di un solo indizio, ma di molteplici elementi.

Non da ultimo, ci ha pensato la natura a inviarci sulla Terra frammenti di Marte, che ancora oggi fanno discutere se al loro interno sono presenti o meno testimonianze di organismi viventi di un lontano passato.

In questo libro, affascinante fin dalle sue prime pagine, Cesare Guaita ci guida alla scoperta della possibile esistenza di vita marziana. Da ricercatore serio qual è, non giunge alla conclusione definitiva che su Marte sia esistita o esista vita attualmente, ma raccoglie tutte le testimonianze scientifiche degli elementi che possono far pensare a questa realtà.

Forse, come lo stesso Guaita conclude, l'ipotesi della possibile esistenza di vita marziana, potrebbe trovare una risposta definitiva solo quando avremo tra le mani campioni del suolo di Marte, un obiettivo non così lontano se si pensa che la NASA insieme all'ESA e la Cina per proprio conto stanno lavorando attorno a missioni che porteranno sulla Terra materiale dal Pianeta Rosso. Sarà allora, certamente, che potremo mettere un punto fisso nella storia della vita, ossia se esiste o meno al di fuori della Terra.

Il libro è disponibile online su sito della casa editrice

<https://edizioni.libreriauniversitaria.it/libro/la-ricerca-della-vita-su-marte/>

e sempre online su Amazon e sui siti di tutte le principali case editrici.

In ogni caso sarà direttamente disponibile durante tutte le prossime serate del GAT a partire da quella del 20 Gennaio 2025, dove chiunque lo potrà scorrere ed acquistare al prezzo scontato di 30 euro.

Buon anno a tutti. Della missione **Polaris Dawn** abbiamo già parlato nella scorsa lettera, ma non abbiamo detto che il suo equipaggio di 4 astronauti ha contribuito a battere il record per il maggior numero di persone (19) contemporaneamente in orbita, ottenuto quando la missione **Soyuz MS-26** lanciata lo scorso 11 settembre, ha raggiunto con tre astronauti i nove membri dell'equipaggio della **Stazione Spaziale Internazionale** (sette dei quali permanenti più i due astronauti della **Starliner** rientrata senza equipaggio per motivi di sicurezza). Ai 16 astronauti appena ricordati si aggiungono i 3 taikonauti dell'equipaggio della **Tiangong**: la stazione spaziale cinese attualmente in orbita: in totale dunque nello spazio c'erano contemporaneamente 19 astronauti ! Poco dopo veniva stabilito un altro primato grazie alle missioni della **New Shepard** di Jeff Bezos, quando **Emily Calandrelli** è stata la 100° donna a varcare la linea di Karman (posta a 100Km dalla superficie terrestre, che nell'immaginario collettivo segna il confine tra la terra e lo spazio). A bordo insieme a lei c'erano *Sharon Hagle, Marc Hagle, Austin Litteral, James (J.D.) Russell e Henry (Hank) Wolfond*. Emily Calandrelli partita con la missione **NS28** il 22 Novembre 2024 alle 15:30 UTC ha dichiarato appena atterrata nel sito di lancio di Blue Origin nel Texas occidentale: *"Mi sono subito girata a testa in giù e ho guardato il pianeta e poi c'era così tanto spazio, non riuscivo a distogliere lo sguardo continuavo a dire: 'quello è il nostro pianeta' vedendolo per la prima volta mi ha dato la stessa sensazione che ho provato quando sono nati i miei figli."* Calandrelli ha frequentato il MIT dove ha conseguito una laurea in aeronautica e astronautica e una in Tecnologia e Politica nel 2013. Da studentessa universitaria, Calandrelli ha lavorato alla NASA come stagista per poi diventare conduttrice e autrice televisiva di programmi scientifici. **Starship** è un veicolo di lancio a due stadi completamente riutilizzabile in fase di sviluppo da parte della società spaziale americana **SpaceX**. Il 20 aprile 2023, con il primo test di volo integrato, Starship è diventata il veicolo più alto, massiccio e potente che abbia mai volato. Lo scopo di SpaceX è di ridurre i costi di lancio utilizzando economie di scala, riutilizzando entrambi gli stadi del razzo "catturandoli" con gli appositi sistemi di cui è dotata la rampa di lancio, aumentando la massa del carico utile che raggiunge l'orbita, aumentando la frequenza stessa dei lanci, ingegnerizzare i razzi in modo da poterli adattare a un'ampia gamma di missioni spaziali. I due stadi di Starship sono il **booster Super Heavy** e la navicella spaziale **Starship**, entrambi dotati di motori **Raptor** (ne esistono attualmente tre versioni di potenza crescente), che bruciano metano liquido e ossigeno liquido. Come il booster Super Heavy del primo stadio, anche la Starship è progettata per ritornare alla rampa di lancio, con la possibilità di essere catturata dalle braccia usate per afferrare Super Heavy. L'approccio di SpaceX per lo sviluppo di Starship si basa sul concetto di **Sviluppo iterativo** (procedimento per cui si arriva al risultato attraverso la ripetizione di una serie di operazioni) e **incrementale**. L'idea di base di questo metodo è di sviluppare un sistema attraverso cicli ripetuti in modo incrementale (piccoli passi alla volta), consentendo agli sviluppatori di sfruttare quanto appreso durante la realizzazione e i test di parti o versioni precedenti del sistema. L'apprendimento deriva sia dallo sviluppo che dall'uso del sistema. Laddove possibile, i passaggi chiave del processo iniziano con una semplice implementazione di un sottoinsieme, dei suoi requisiti software e a ogni iterazione, vengono apportate modifiche alla progettazione e aggiunte nuove capacità funzionali. Così dopo i primi fallimenti, serviti per imparare e migliorare, il razzo più grande e potente mai costruito ha ripreso il volo, ma questa volta è ritornato. SpaceX ha lanciato Starship (122 m) per la quinta volta lo scorso 13 ottobre 2024, dal suo sito Starbase nel sud del Texas alle 12:25GMT. La missione mirava a riportare l'enorme booster (di fatto il primo stadio della Starship, il cosiddetto Super Heavy), direttamente alla sua piattaforma di lancio, catturandolo con i bracci "*chopstick*" della rampa di lancio, con una manovra mai tentata prima, ma riuscita con pieno successo. Circa sette minuti dopo il decollo, il Super Heavy di SpaceX ha eseguito un atterraggio di precisione, restando sospeso vicino alla rampa di lancio di *Mechazilla* mentre veniva catturato dai suoi bracci di metallo. La cattura del booster non era l'unico obiettivo del 5°Volo; SpaceX mirava anche a inviare nello spazio lo stadio superiore della Starship, alto 50 metri e riportarlo sulla Terra con un ammaraggio nell'Oceano Indiano. Ciò è avvenuto circa 65 minuti dopo il decollo, con la nave spaziale che ha acceso tre dei sei motori per restare sospesa sull'oceano prima di ribaltarsi ed esplodere (non ne era previsto il recupero). Il martedì 19 novembre, il gigantesco veicolo in acciaio inossidabile solcava di nuovo il cielo del Texas per il suo 6° **volo**, dopo poco più di un mese dall'ultimo. Il suo primo stadio Super Heavy è ammarato dolcemente nel Golfo del Messico dopo che un problema con la rampa di lancio ha impedito il previsto atterraggio sulla piattaforma, mentre lo stadio superiore ha riaccesso con successo uno dei suoi motori Raptor nello spazio per poi raggiungere la zona di ammaraggio prevista nell'Oceano Indiano: è stato il primo a eseguire tale accensione, dimostrando la capacità della Starship di effettuare manovre di deorbit dopo missioni orbitali e di raggiungere obiettivi nello spazio profondo, come la Luna e Marte. L'orario del lancio è stato scelto per consentirle di scendere nell'oceano alle prime ore del mattino nel luogo di atterraggio dove era attesa, per avere migliori condizioni di visibilità. Questo è stato l'ultimo volo

dell'astronave del *Block1*. Il *Block2* ed eventualmente il *Block3* verranno utilizzati per i voli futuri. A parte il cambiamento nelle finestre di lancio, il 6° volo della Starship era in gran parte pensato per rispecchiare il quinto, che aveva riportato con successo lo stadio Super Heavy al sito di lancio per la prima cattura in assoluto del veicolo utilizzando i "*chopsticks*" della rampa di lancio. Il volo 6, tuttavia, non ha potuto recuperare il booster in quanto, durante la fase di ritorno non sono stati soddisfatti alcuni criteri a bordo per una cattura sicura. Così invece di essere catturato in aria dai bracci della rampa, il booster è stato dirottato verso un ammaraggio offshore nel Golfo del Messico, portando in modo sicuro lo stadio del razzo lontano dalle aree popolate, circa sette minuti dopo il decollo. Il viaggio nello spazio dell'astronave di SpaceX è riuscita a raggiungere tutti i suoi obiettivi di volo. Sebbene il volo avesse un profilo simile al volo 5 (un volo suborbitale verso l'Oceano Indiano) il profilo di questo volo 6 presentava diverse modifiche per ottenere dati di volo per il futuro recupero e riutilizzo della Starship: l'angolo di rientro in atmosfera era più ripido per testare i limiti dei flap con alcune parti ricoperte con nuovi materiali di protezione termica. Alcune aree dello scudo termico sono state rimosse in previsione dell'aggiunta di dispositivi per la cattura che saranno necessari per far afferrare Starship dai bracci della rampa di lancio. La partenza di Starship per la sua 7° **missione** è prevista per le 23:00 italiane (le 16:00 locali) del 10 Gennaio con una finestra di lancio di un'ora e 37 minuti e con una navicella spaziale molto diversa dalle precedenti: la Starship è stata allungata per fare spazio a serbatoi di propellente più grandi, aumentando la capacità di propellente da 1.200 tonnellate a 1.500 tonnellate mentre il profilo di missione sarà del tutto simile a quello visto negli ultimi voli, e comprenderà l'*hot staging* (separazione tra il primo e il secondo stadio con quest'ultimo che accende i propri propulsori quando ancora unito al primo), si tenterà il recupero del booster direttamente sulla rampa di lancio, la riaccensione di un Raptor e lo *splashdown* dello stadio superiore nell'Oceano Indiano. Se quindi la maggior parte degli eventi sarà simile a quanto già visto nei voli precedenti, a esordire sarà la nuova versione dello stadio superiore, informalmente chiamata *Starship V2*. Gli aggiornamenti riguardano un miglioramento nelle performance e nell'affidabilità: interessano la posizione e la dimensione delle ali, rimpicciolite e spostate verso la punta del razzo e lo scudo termico, ora costituito da piastrelle di ultima generazione. Al di sotto di queste è stato aggiunto un ulteriore strato di sicurezza per proteggere le aree esposte in caso di danneggiamento o rottura di alcune piastrelle. Altri miglioramenti sono invece riscontrabili nel sistema di propulsione di Starship: è stata aumentata del 25% la capacità di stoccaggio del propellente, il rivestimento sottovuoto delle linee di alimentazione e un nuovo sistema di alimentazione del carburante per i motori Raptor da usare nello spazio.

Quando **Apophis** un asteroide delle dimensioni di un grattacielo nel 2029 mancherà di poco la Terra, tre veicoli spaziali potrebbero unirsi a lui nel viaggio. Due saranno in orbita ravvicinata e uno sull'asteroide stesso. Il trio, chiamato **Ramses** (*Rapid Apophis Mission for Space Safety*), darebbe all'umanità posti in prima fila per studiare l'asteroide Apophis mentre sfreccia oltre la Terra. Ma il tempo stringe, con solo quattro anni per mettere insieme Ramses in tempo per il lancio. L'Agenzia spaziale europea (**ESA**) ha iniziato a lavorare sul progetto prima ancora che fosse confermato ufficialmente. Per tentare di riuscire in un'impresa che se realizzata in così poco tempo sarebbe senza precedenti. Molte sonde dell'ESA richiedono anni per essere pianificate e molti altri per essere costruite. I ritardi sono frequenti e le date di lancio vengono spesso posticipate di mesi o più. Niente di tutto ciò sarebbe un problema per una missione tipica. Ma se Ramses si lanciasse in ritardo, mancherebbe il tempo necessario per raggiungere Apophis prima che l'asteroide raggiunga la Terra. Ramses non ha quasi spazio per errori. "È una missione rischiosa... ma ne vale la pena", Ramses sarebbe in grado di fare qualcosa che nessun altro telescopio o veicolo spaziale potrebbe fare: studiare Apophis in dettaglio prima, durante e dopo l'incontro tra l'asteroide e il nostro pianeta. Con il lancio previsto nell'ottobre 2028, la missione potrebbe raggiungere Apophis intorno a febbraio 2029, dando a Ramses il tempo sufficiente per studiare più a fondo l'asteroide prima che si avvicini alla Terra. Una volta lì, la navicella inizierebbe a orbitare attorno ad Apophis e lo mapperebbe in orbite sempre più vicine. Dispiegherebbe anche due piccoli **cubesat**: uno per aiutare a studiare Apophis da lontano e un altro per atterrare sulla sua superficie. Una settimana più tardi arriverebbe anche **OSIRIS-APEX** della NASA, la missione estesa di OSIRIS-REX, che lavorerebbe insieme a Ramses per studiare Apophis. C'è motivo di essere ottimisti visto il recente lancio della sonda **Hera** solo cinque anni dopo la sua approvazione, partita lo scorso 7 ottobre 2024 per raggiungere l'asteroide **Dimorphos** per studiare le conseguenze dell'impatto della missione **DART** della NASA nel dicembre 2026. Il successo del team di Hera, ha aumentato la fiducia di poter portare a termine una missione su Apophis almeno altrettanto velocemente.

La NASA con il programma **Artemis** prevede di inviare astronauti al polo sud lunare e stabilire una presenza permanente sulla Luna. Il programma è il risultato della Direttiva sulla politica spaziale 1 dell'amministrazione Trump e di un discorso del 26 marzo 2019 dell'ex vicepresidente Mike Pence che ordinava alla NASA di raggiungere la Luna entro il 2024. Quella data è ora slittata al 2026. Un nuovo rapporto mostra quanto la NASA contribuisca all'economia degli Stati Uniti. Nel suo terzo rapporto sull'impatto economico, si mostra come le varie attività dell'agenzia abbiano generato più di 75,6 miliardi di dollari di produzione economica nell'anno fiscale 2023, creando 304.803 posti di lavoro a livello nazionale (compreso l'indotto).

GRUPPO ASTRONOMICO TRADATESE

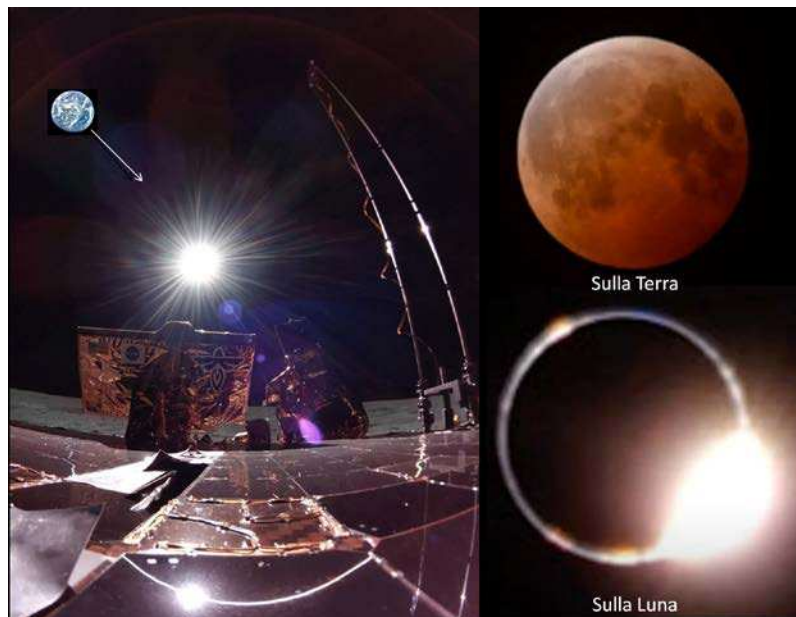
LETTERA N. 177

51° anno

Aprile-Giugno 2025

<http://www.gruppoastronomicotradatese.it>

A tutti i soci



14 Marzo 2025: il Lander Blue Ghost, due giorni prima di spegnersi in conseguenza della notte lunare, ha ripreso dalla Luna con la sua camera SCALPSS (Stereo CAmera for Lunar Plume-Surface Studies) il Sole eclissato totalmente per 2h16m dalla Terra, sulla quale si stava verificando un'eclisse totale di Luna. Durante la totalità 'lunare' la temperatura è scesa da +40° a -120°C!

Alla fine di Marzo 2025 erano stati individuati con certezza 5856 extrasolari, orbitanti attorno a 5091 stelle, e 984 sistemi planetari, ossia stelle con più di un pianeta (<https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/>). Inevitabile che vi dedicassimo gran parte di questa lettera ed anche una conferenza pubblica. Molto attuale anche la Luna, con il successo del [Lander Blue Ghost](#) della società privata Firefly Aerospace, disceso nel Mare Crisium il 2 Marzo 2025, e al quale abbiamo voluto dedicare tutto l'inserto ANews177. Anche perché la sonda è riuscita nell'impresa storica di riprendere il 14 Marzo, dalla Luna, una particolarissima eclisse totale di Sole (vedi qui a fianco).

Quasi contemporaneamente (12 Marzo) la sonda europea HERA, in viaggio verso l'incontro del 28 Dicembre 2026 con l'asteroide Didimos, ha ricevuto da Marte il necessario gravity assist, sfiorando il pianeta Rosso da 5000 km, e il nero satellite Deimos da soli 300km.

Sempre il 12 Marzo è stato lanciato [SPHERE](#) (Spectro-Photometer for the History of the Universe, Epoch of Reionization, and Ices Explorer), in orbita polare a 650 km di altezza, sincrona con il Sole. Il suo telescopio da 20 cm a grande campo, farà in infrarosso la migliore mappa tridimensionale di 450 milioni di galassie e cercherà Acqua e composti organici attorno a 100 milioni di stelle della Via Lattea. Pochi giorni dopo (19 Marzo) i responsabili dello strumento DESI (Dark Energy Spectroscopic Instrument) applicato al telescopio da 4 metri di Cerro Tololo hanno pubblicato alcune mappe 3D su 20 milioni di galassie, derivate dai dati raccolti nei primi tre anni di lavoro (DR1), dalle quali sembra dedurre che la 'misteriosa' energia oscura è variabile nel tempo.

Intanto sta crescendo l'attesa per il sorvolo dell'asteroide 52246 Donaldjohanson, programmato dalla sonda Lucy per il 20 Aprile 2025, nell'ambito del suo complicato viaggio verso gli asteroidi troiani di Giove. E per finire (11 Marzo) una notizia sensazionale da parte della CNSA (China National Space Administration): l'offerta a collaborazioni internazionali (tempo fino al 30 Giugno e scelta entro Ottobre 2025) per [la missione Tianwen-3](#) che alla fine del '2028 verrà lanciata verso Marte con lo scopo di prelevare campioni (su Amazonis, Crise o Utopia Planitia) da portare a Terra due anni dopo. I campioni verranno scelti grazie allo strumento RaFAM (Raman and Fluorescence Analyzer for Mars) che cercherà materia organica in maniera simile allo strumento SHERLOC a bordo di Perseverance.

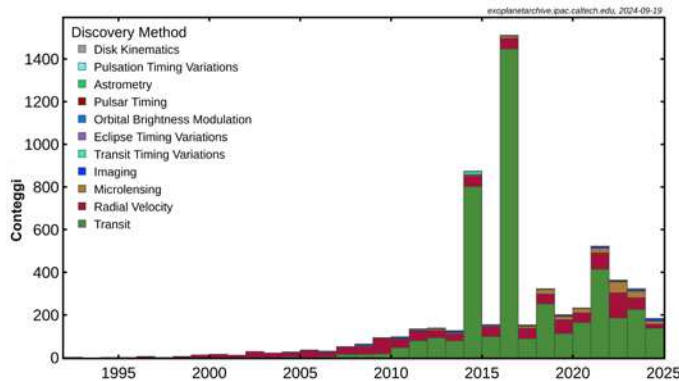
Nei mesi primaverili del 2025 le scadenze della nostra attività sono inevitabilmente legate alla Pasqua molto alta del 20 Aprile. Come sempre saremo legati in parte alla grossa attualità, in parte ad importanti anniversari storico/astronomici.

Lunedì 7 Aprile 2025 h 21 Cine GRASSI	Conferenza del dott. Paolo OSTINELLI sul tema VIAGGIO AL PIC DU MIDI. La storia e le scoperte scientifiche del leggendario osservatorio astronomico nato nel 1873 a 2877 sui Pirenei francesi e visitato direttamente dal relatore in una apposita spedizione scientifica.
Lunedì 28 Aprile 2025 h 21, Cine GRASSI	Conferenza del dott. Cesare GUAITA sul tema SISTEMI PLANETARI EXTRASOLARI. Alla fine di Marzo 2025 erano state scoperte quasi 1000 stelle ciascuna circondata da parecchi pianeti. Ne sono derivate scoperte talmente peculiari da rasentare l'incredibile.
Lunedì 12 Maggio 2025 h 21 Cine GRASSI	Conferenza del Prof. Marco ARCANI sul tema NUOVI TELESCOPI PER RAGGI COSMICI. Dal super-neutrino di recente scoperto (NATURE, Febbraio 2025) con un rivelatore italiano sottomarino, a tutta una serie di applicazioni PRATICHE rese possibili da rivelatori di muoni di ultima generazione.
Lunedì 26 Maggio 2025 h 21 Cine GRASSI	Conferenza dell' Ing. Lorenzo COMOLLI sul tema ECLISSI TOTALI DI SOLE E RELATIVITA'. Durante l'eclisse totale di Sole dell' 8 Aprile 2024 in USA il relatore ha ripetuto il famoso esperimento che nel 1919 diede fama imperitura ad Einstein e che ha avuto molteplici risvolti negli ultimi cento anni.
Lunedì 9 Giugno 2025 h 21 Cine GRASSI	Conferenza di Permario e Aurora ARDIZIO sul tema UNA GIORNATA NELLO SPAZIO. Dormire sul soffitto, lavorare a testa in giù, grande attenzione alla preparazione del cibo, prima poco appetitoso, adesso basato su menù personalizzati che rendono la vita nello spazio possibile e piacevole.
Lunedì 23 Giugno 2025 h 21 on line Cine GRASSI	Conferenza del dott. Lorenzo Silignaro sul tema CASSINI, UNA VITA LEGGENDARIA INIZIATASI 400 ANNI FA. Giandomenico Cassini nacque a Perinaldo (Imperia) l' 8 Giugno 1625. Lavorò a Bologna fino al 1669 (dove costruì la famosa meridiana di San Petronio), quindi si trasferì all' Oss. di Parigi dove fece scoperte epocali.

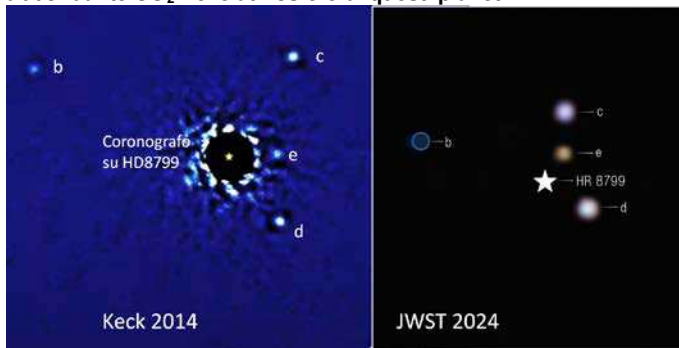
La Segreteria del GAT

1) PIANETI EXTRASOLARI SPECIALI.

A tutto Marzo 2025 sono stati scoperti 4401 pianeti col metodo dei transiti, 1111 pianeti col metodo dell'oscillazione radiale (RV) indotta sulla stella da uno o più pianeti, 235 pianeti in seguito a micro-lensing gravitazionale (del pianeta o della stella+pianeta) su una stella lontana, 82 pianeti per immagini dirette:



I pianeti scoperti in immagini dirette, sfruttano l'utilizzo di AO (Ottiche Adattive) e sono in genere pianeti molto distanti dalla loro stella quindi, per questo, più facilmente spettrografabili (vedi anche Lettera N. 152). Il caso più 'iconico' è quello di **HR8799**, una giovane (30 milioni di anni) stella di 1,56 masse solari a 129 a.l. in Pegaso. E' circondata (Keck 2010-2016), in visione perfettamente di piatto, da 4 pianeti (b, c, d, e) di taglia gioviana (orbite tra 16 e 71 u.a.) e da una larga fascia asteroidica (104-360 a.u.). 30 ore di osservazione JWST tra Novembre 2022 e Novembre 2023 (GTO 1194, NIRCcam + coronografo) hanno permesso la scoperta di abbondante CO₂ nelle atmosfere di questi pianeti:



Analogo risultato è stato ottenuto in Febbraio 2025 (GTO 1412) sul pianeta gassoso orbitante a 1,5 miliardi di km attorno alla stella 51 Eridani.

La maggior parte dei pianeti transitanti è stata scoperta non da Terra ma dallo spazio. Il satellite Kepler, nella missione primaria (2009-2012), ha scoperto 2779 pianeti (+1982 candidati) e nella missione secondaria K2 (2013-2018) 547 pianeti (+979 candidati). Il satellite TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite), lanciato in Aprile 2015, ha finora scoperto 613 pianeti (+7525 TOI, Tess Of Interest, ossia candidati). Il satellite sperimentale CoRoT (Convection, Rotation and planetary Transits) scoperse, dal 2006 al 2013, 34 pianeti.

Il primo pianeta extrasolare fu scoperto nel 1995, col metodo RV (oscillazione radiale), attorno a **51Pegasi** (Helvetios), una stella di tipo G e 1,1 masse solari a 49 a.l. in Pegaso. Fu una sorpresa constatare che 51Pegasi-b (Dimidium) era un pianeta di 0,5 masse gioviane, orbitante in 4,2 giorni a soli 0,05 u.a. dalla stella centrale. Si tratta quindi di un gigante gassoso caldo (un 'giovane caldo') con una temperatura di circa 800°C, che nessuna teoria aveva previsto in precedenza, perché sembrava impossibile l'esistenza di giganti gassosi molto vicini alla loro stella. La scoperta, negli anni seguenti, di molti altri 'giovi caldi' (per un evidente effetto di selezione dovuto alla sensibilità del metodo RV) ha alla fine condotto ad una ipotesi plausibile: i 'giovi caldi' si formerebbero correttamente lontano dalla stella centrale e poi migrerebbero verso il basso a causa dell'attrito con il materiale del disco planetario originale. Durante questo processo è possibile che vengano espulsi dal sistema pianeti minori, che finirebbero col vagare isolati nello spazio, senza alcuna stella di riferimento. Ad oggi, sfruttando l'effetto di microlente gravitazionale del pianeta su qualche stella lontana, si conoscono circa 20 pianeti 'vaganti'.

Uno di essi venne scoperto nel 2014 dal satellite WISE a solo 7 a.l. di distanza: denominato WISE 0855-0714 ha una massa di 3-10 masse gioviane ed una temperatura > -50°C.

Il 1000esimo esopianeta scoperto è stato chiamato **WASP-67b**. E' un gigante gassoso caldo (0,7 masse gioviane) che rivoluziona in 4,15 giorni a 0,047 u.a. da una stella di tipo K a 620 a.l. nel Sagittario. La sua scoperta è stata annunciata nell'ottobre del 2013 dal progetto SuperWASP (due complessi di 8 camere a grande angolo, una a La Palma ed una in Sud Africa).

Il 2000esimo esopianeta si chiama **Kepler 406b** e venne scoperto nel 2024 dal satellite Kepler. La stella centrale di tipo G si trova nella costellazione del Cigno a 1189 a.l. di distanza. Il pianeta è una 'super-Terra' (6,35 masse terrestri e diametro= 1,43 volte quello terrestre) che rivoluziona in 2,5 giorni a soli 0,036 u.a. dalla stella.

Nel Marzo 2022 gli esopianeti confermati hanno raggiunto il numero di 5000.

Tutte le stelle della sequenza principale (ossia quelle che emettono energia bruciando l'idrogeno in Elio) possono avere dei pianeti. Pianeti attorno a stelle evolute (giganti rosse, nane bianche o addirittura pulsar) sono invece una assoluta rarità. In ogni caso sono particolarmente interessanti i pianeti di massa terrestre all'interno della cosiddetta fascia di abitabilità HZ (Habitable Zone), ossia la fascia, a una certa distanza dalla stella, entro cui l'acqua eventualmente presente su un pianeta, può rimanere liquida. Bisogna però considerare che le stelle gialle simili al Sole, ossia quelle di tipo G, sono poco comuni, avendo una abbondanza del 5-7% e una stabilità (ossia una permanenza nella sequenza principale) massima di 10 miliardi di anni. Più numerose (10-15%) sono le stelle arancioni di tipo K (0,5-0,8 masse solari) che, essendo meno luminose del Sole (max 60%) hanno fasce di abitabilità un po' più vicine (0,4-0,8 u.a.). Sono anche più longeve del Sole (fino a 45 miliardi di anni) per cui eventuali pianeti 'abitabili' hanno a disposizione tempi di evoluzione nettamente più lunghi. Le stelle più numerose (70-75%) sono comunque le nane rosse M (0,1-0,6 masse solari) che hanno una luminosità del 2-8% rispetto al Sole e una longevità che può raggiungere i 100 miliardi di anni. Siccome le fasce di abitabilità delle nane rosse M sono molto prossime alla stella stessa (0,1-0,3 u.a.), eventuali pianeti pur 'abitabili' soffrirebbero parecchio la vicinanza alla loro stella, sia perché sarebbero costretti a mostrare sempre la stessa faccia, sia perché sarebbero soggetti agli intensi flussi X e UV dei brillamenti tipici di queste stelle. In definitiva quindi i pianeti in assoluto più interessanti sono quelli rocciosi all'interno della fascia di abitabilità di stelle arancioni di classe K. Ad oggi si conoscono 70 pianeti in fascia abitabile, dei quali 29 rocciosi. Se la massa è < 10 masse terrestri il pianeta è probabilmente solido, oppure ricoperto da acqua (pianeta 'oceano'). Con più la massa aumenta, con più aumenta la capacità di trattenere componenti gassosi: il pianeta diventa un gigante gassoso 'nettuniano' o 'gioviano'. In realtà a determinare la precisa natura ultima di un esopianeta è la densità, calcolabile accoppiando il volume (da misure di transito) con la massa (da misure RV di oscillazione radiale). Se una di queste due quantità non è calcolabile (il pianeta non transita oppure la sua massa è troppo esigua per produrre oscillazione radiale) la classificazione rimane incerta. E' comunque assai probabile che per Raggi < 4 R_T il pianeta mantenga una costituzione rocciosa (che si può trasformare in un pianeta 'oceano' all'interno di una fascia di abitabilità).

E' evidente che in una simile quantità di esemplari, è possibile trovare una ampia tipologia di pianeti, sia come composizione (35% rocciosi e 65% gassosi), sia come massa (da una frazione di massa terrestre fino a non superare 13 gioviane, il limite per una nana bruna), sia come densità (0,1-10 g/cm³) sia come distanza (vicini e caldissimi o lontano e freddissimi).

Una plausibile differenziazione in funzione della massa (in unità terrestri) è la seguente:

Pianeti TERRESTRI: 0,5-1,5 m_T (20-30%)

Super-TERRE: 1,5-4 m_T (30-40%)

Mini-NETTUNI: 4-10 m_T (20-30%)

NETTUNI: 10-30 m_T (10-15%)

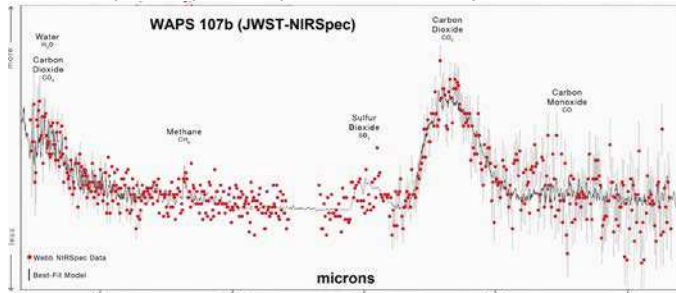
Giganti GASSOSI: 30 m_T- 12 m_G (masse gioviane) (5-10%)

Nane BRUNE: 13-80 m_G

Il pianeta con massa minore conosciuto orbita attorno a **Kepler 1520**, una stella di tipo K di 0,76 masse solari a 2000 a.l. nel Cigno. Nel 2016 venne confermata la presenza di un pianeta transitante di 0,02 masse e mezzo diametro terrestre, orbitante

in 0,65 giorni ad una distanza di soli 0,013 u.a. Potrebbe trattarsi del nucleo metallico di un pianeta molto più massiccio, dal momento che la conseguente temperatura di circa 2000°C potrebbe avergli fatto perdere il 70% della massa originaria, mantenendo nel contempo fusa la massa di Ferro-Nickel rimanente.

Il record di minima densità spetta ad un pianeta scoperto attorno a **WAPS 107**, una stella di tipo K di 0,7 masse solari, a 200 a.l. dalla Terra nel Vergine. Nel 2017 venne confermata la presenza di un pianeta grande come Giove ma con una massa del 12% di quella gioviana. Si tratta quindi di una specie di Nettuno caldo con l'impalpabile densità di 0,13 g/cm³. Molto interessanti gli spettri in trasmissione effettuati nel Giugno 2023 dal telescopio JWST tra 0,8 e 12 micron: vi compaiono infatti gli assorbimenti di Acqua, CO₂, CH₄ (Metano) e SO₂ (Anidride solforosa):



Il record di massima densità spetta al pianeta scoperto attorno a **TO1853**, una stella K di 0,85 masse solari situata 545 a.l. nella costellazione di Bootes. (NATURE, 622, 255-60 (2023)). Nel 2020 TESS individuò un pianeta di 3,5 raggi terrestri, orbitante in 1,2 giorni alla distanza di 0,02 u.a., con temperatura che sfiora i 1200°C. Misure RV di massa effettuate nel 2023 con lo spettrografo HARPN applicato al Telescopio nazionale Galileo delle Canarie hanno indicato una massa di ben 73 masse terrestri, quindi una incredibile densità di 9,7 g/cm³. Potrebbe trattarsi del nucleo metallico (in parte fuso) di un pianeta nettuniano cui è stato sottratto gran parte del mantello gassoso a causa di un incontro ravvicinato con un altro pianeta.

Il record di minima distanza dalla sua stella spetta ad un pianeta in orbita attorno a **K2-137**, una nana rossa M di 0,46 masse solari, a 320 a.l. nella Vergine. Alla fine del 2017 venne individuato un pianeta transitante grande come la Terra di 2 masse terrestri, orbitante in 4,3 ore all'incredibile distanza di soli 0,006 u.a. (837.668 km, il doppio della Luna dalla Terra!). La temperatura stimata di circa 1200°C ne fa un pianeta probabilmente ricoperto da lava perennemente incandescente.

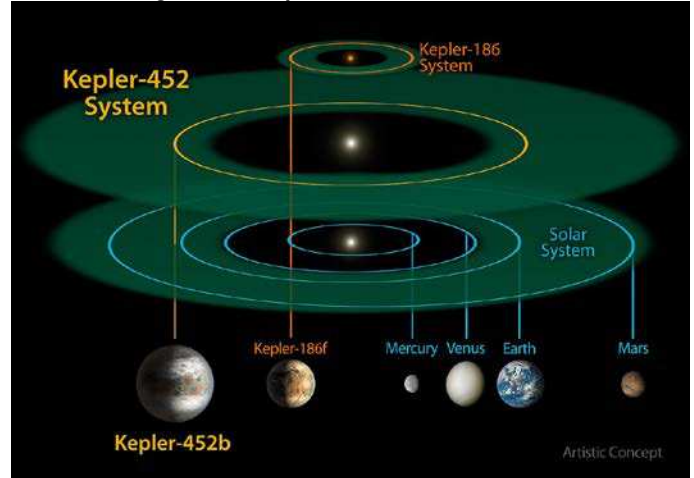
Il record di massima distanza dalla sua stella spetta invece ad un pianeta di 11 masse gioviane, che rivoluziona a ben 650 u.a. da **HD106906**, una giovane (13 milioni di anni) binaria spettroscopica di 2,1 masse solari, a 336 a.l. nella Croce. Il pianeta venne individuato fotograficamente nell'Aprile 2013 grazie all'ottica adattiva italiana MagAO, applicata al telescopio Magellano Clay da 6,5 m di Las Campanas.

Una attenzione particolare viene naturalmente riservata ai pianeti di tipo terrestre orbitanti attorno a stelle di classe G simili al Sole. Più di preciso i pianeti più interessanti sono i 'terrestri' orbitanti entro la fascia HZ di abitabilità.

Il PRIMO pianeta HZ (ossia in fascia di abitabilità) venne scoperto attorno a **Kepler 22**, una stella G di 0,97 masse solari (79% di luminosità) situata a 635 a.l. nel Cigno. Nel 2009-2010 Kepler ha osservato tre transiti di un pianeta di 2,4 diametri e 9 masse terrestri, orbitante in 290 giorni a 0,89 u.a. Si tratta probabilmente di un pianeta nettuniano o di un pianeta 'oceano'. Essendo la stella Kepler 22 un po' meno luminosa del Sole, la dimensione della sua fascia di abitabilità è 0,85-1,15: quindi il suo pianeta vi si colloca appena all'interno del limite inferiore. Ma le sue condizioni ambientali sono fortemente influenzate dall'eccentricità dell'orbita (0,75!).

Il PRIMO pianeta 'terrestre' in fascia HZ è stato invece trovato attorno a **Kepler 452**, una stella G di 1,04 masse solari e del 20% più luminosa del Sole, a 1830 a.l. nel Cigno. Quattro anni di dati raccolti da Kepler hanno evidenziato un pianeta di 1,5 diametri e 4 masse terrestri, orbitante in 385 giorni a 1 u.a. di distanza, quindi nel pieno della fascia di abitabilità (0,95-1,67 u.a.). Il pianeta Kepler 452b venne sbandierato nel 2015 (anno della conferma) come il primo pianeta gemello della Terra, con una temperatura

superficiale di circa -10°C che può salire a circa +20°C in presenza di una densa atmosfera (più che probabile data la massa elevata). Però la stessa massa stimata di circa 4 masse terrestri è poco compatibile con una 'abitabilità terrestre' in quanto dovrebbe indurre una attività geologica/vulcanica imparagonabile come intensità e longevità, con quella terrestre:



I PRIMO pianeta roccioso in fascia HZ (8 masse e 2,5 raggi terrestri, periodo di 33 giorni da 0,15 u.a. di distanza) dotato di una atmosfera molto 'promettente' orbita attorno a **K2-18**, una nana rossa M di 0,41 masse solari, a 111 a.l. nel Leone. Il telescopio Spaziale Hubble, dallo studio di una decina di transiti, individuò nel 2019 una atmosfera ricca di vapor d'acqua (NATURE Astronomy 3,1086-91 (2019) con l'aggiunta, nel 2022 di CH₄ (Metano), CO₂ e, forse, tracce di DMS (Dinitil solfuro), (una molecola, quest'ultima, normalmente prodotta da batteri...)

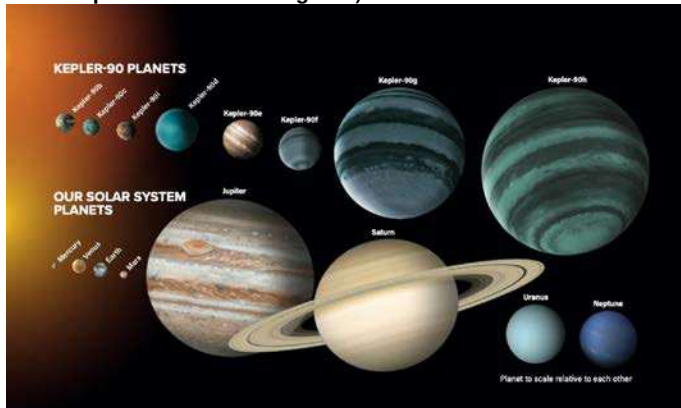
E' comunque evidente che la ricerca di pianeti in fascia di abitabilità è favorita nel caso di sistemi eso-planetari multipli. Con la possibilità di utili confronti con il nostro Sistema Solare che, tra l'altro, è uno tra i più ricchi di pianeti tra i quasi 6000 finora. In sostanza sono stati identificate quattro tipologie di esopianeti planetari: 1) ordinati con pianeti piccoli interni e massicci all'esterno 2) Ad ordine invertito, ossia con pianeti massicci all'interno e di minor massa all'esterno 3) disordinati, ossia con pianeti di massa differente distribuiti casualmente 4) A pisello ossia con pianeti di massa sempre uguale (come i baccelli di un pisello...), che sono anche la maggioranza del totale. A determinare una di queste 4 tipologie è sostanzialmente la quantità di gas e polvere dei dischi proto-planetari precursori. Meno c'è gas più tendono a formarsi pianeti solidi simili. Più c'è gas più tendono a formarsi sistemi ordinati (come il nostro Sistema Solare) o anti-ordinati. Bisogna però dire che la tipologia del nostro Sistema Solare è comunque una delle più rare in assoluto!

2) SISTEMI PLANETARI EXTRASOLARI.

La PRIMA stella con più di un pianeta (**Kepler 9**, ovvero **KOI 277**) venne annunciata con molta enfasi nell'Ottobre 2010 [Science, 330, 51-54 (2010)]. Si tratta di una stella di tipo solare (1,07 masse solari e T=5500°C) che dista dalla Terra circa 2300 a.l. e che è stata osservata da Kepler per circa 220 giorni (13 Maggio-16 Dic. 2009) ogni 30 minuti. Dalle curve di luce si è dedotta la presenza di due pianeti di dimensioni gioviane (Kepler 9b e 9c), in orbita leggermente ellittica (e=0,13) rispettivamente a 0,14 u.a. (21 milioni di km) e 0,225 u.a. (34 milioni di km) di distanza dalla stella (quindi con temperature superficiali di 500-700°C). Il fatto che i due periodi di rivoluzione siano esattamente in rapporto 2:1, indica che tra i due pianeti c'è una stretta interazione gravitazionale. Questo fa sì che il momento dei minimi di luce mostri, ad ogni orbita, un incremento di 4 minuti per il pianeta più interno ed una diminuzione di 39 minuti per il pianeta più esterno. Da questi cosiddetti TTV (Time Transit Variations) è possibile ricavare direttamente la massa dei due pianeti, che risulta rispettivamente di 0,25 e 0,17 masse gioviane. Va aggiunto che lo studio approfondito della curva di luce sembra indicare anche la presenza di un terzo transito della durata di 1,9 h: si tratterebbe di un terzo pianeta (Kepler 9d), di dimensioni terrestri (diametro=1,6 volte la Terra), ruotante in 1,6 giorni a soli 0,0273 u.a. dalla stella.

Sono conosciuti due sistemi planetari extrasolari con 8 o più pianeti: Kepler 90 e HD10180

Kepler 90 (KOI 351) è una stella di tipo F di 1,2 masse solari, situata a 2790 a.l. nel Drago. Possiede una successione di pianeti simile a quella del Sole. I primi tre pianeti (b,c, i) sono super-terre (masse da 2-2,5 masse terrestri). Seguono poi tre pianeti (d, e, f) di taglia nettuniana (masse di circa 8 masse terrestri). Più in là ci sono due pianeti (g, h) di taglia gioviana (70 e 300 masse terrestri). I primi 3 pianeti orbitano a distanze inferiori a quella di Mercurio (0,08-0,11 u.a. con periodi da 7 a 15 giorni). I successivi tre tra l'orbita di Venere e Mercurio (0,3-0,5 u.a. con periodi da 60 a 126 giorni). Gli ultimi due orbitano a distanze 'terrestri' (0,7- 1 u.a. con periodi di 210 e 330 giorni).



Si stima che la fascia di abitabilità si trovi tra 0,5 e 1 u.a., quindi coinvolga solo gli ultimi tre pianeti (f,g, h) che però sono tendenzialmente gassosi, quindi con possibile abitabilità solo a livello di eventuali satelliti.

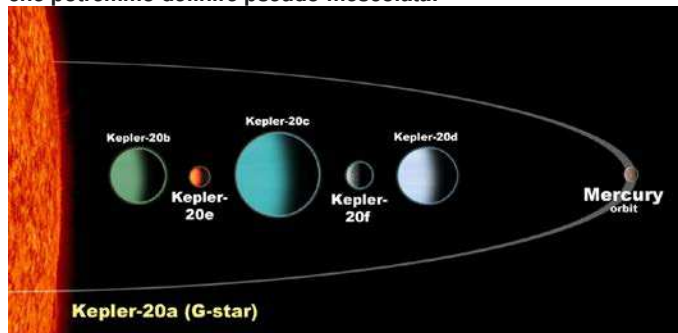
HD10180 è una stella di classe G di 1,06 masse solari a 128 a.l. nella costellazione dell' Idra. Nel 2010 lo spettrometro HARPS applicato al telescopio 3,6 di La Silla individuò inizialmente 6 pianeti col metodo RV della oscillazione radiale. La cosa interessante è che le loro masse aumentano progressivamente con la distanza da 13 a 64 masse terrestri (come nel caso del Sistema Solare). I periodi orbitali vanno da 6 giorni (pianeta c distante 0,06 u.a.) fino a 2200 giorni (pianeta h distante 3,4 u.a.). Nel 2012, una revisione delle irregolarità sulle curve RV (M.Tuomi, A&A 543, A52 (2012)) ha (forse) permesso di individuare altri 2 o 3 pianeti: un pianeta interno (b) di 1,35 masse terrestri (a 0,02 u.a. con periodo di 1,17 giorni) e due pianeti intermedi (i e j) di 2 e 5 masse terrestri (a 0,09 e 0,3 u.a., con periodi di 9,6 e 67,5 giorni). Siccome la luminosità della stella centrale è 1,5 volte quella del Sole, anche la sua fascia di abitabilità sarà più lontana, coinvolgendo il pianeta g (che rivoluziona in 600 giorni ad una distanza media di 1,45 u.a.) Non è proprio il caso, però, di parlare di abitabilità 'terrestre'. Avendo una massa di 21 masse terrestri g è probabilmente di natura gassosa (ma sarebbero 'terrestri' eventuali suoi satelliti solidi). Inoltre l' orbita di g è molto eccentrica (e=0,19), quindi il pianeta si viene a trovare alternativamente tra 1,3 e 1,78 u.a., ossia dentro e fuori dalla fascia di abitabilità ad ogni orbita, con temperature che variano da -21°C a + 26°C: una situazione a dir poco 'scomoda' a livello esobiologico.

Naturalmente il sistema eso-planetario più interessante in assoluto è quello costituito dai 7 pianeti terrestri orbitanti e tutti transitanti attorno alla stella **Trappist-1**, una nana rossa di 0,08 masse solari a 39 a.l. nell' Acquario. Ne parlammo diffusamente in passato (vedi Cosmo40 di Giugno 2023 e nostra lettera N. 151) per cui qui ci limitiamo a qualche cenno. Combinando i tempi dei transiti con le variazioni TTV dei periodi orbitali si è visto che i pianeti di Trappist-1 sono tutti di taglia e massa terrestre, orbitanti in 2-18 giorni a distanza di 0,02-0,06 u.a. Essendo la stella centrale una nana rossa, quattro di questi pianeti (periodi tra 4 e 12 giorni) si trovano nella fascia di abitabilità e vari progetti JWST vi stanno cercando indizi della presenza di atmosfera.

Il primo sistema extrasolare con 6 pianeti venne annunciato nel 2011 (Nature, 470, 53-58, 2011) ed è relativo alla stella **Kepler 11**, una stella G di 1,04 masse solari, situata a 2110 a.l. nel Cigno. Vi transitano sei pianeti con masse 'disordinate' (ossia senza successione regolare di massa) comprese tra 2,5 e 20 masse terrestri (super-Terre o eso-nettuni), orbitanti a distanza tra 0,09 e 0,46 u.a. con periodi tra 10 e 118 giorni. I primi 5 si pongono su

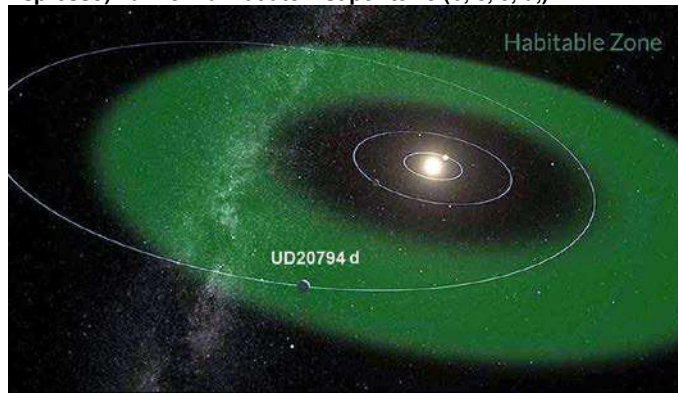
orbite inferiori a quella di Mercurio e l'ultimo ad una distanza inferiore a quella di Venere, quindi si tratta di corpi torridi e inabitabili. E' interessante notare che i primi 5 pianeti hanno distanze così vicine da perturbarsi a vicenda gravitazionalmente: questo fa sì che le masse siano state confermate anche per TTV, ossia dai ritardi/anticipi sui vari transiti.

Sei pianeti orbitano anche attorno alla stella **Kepler 20**, di 0,95 masse solari, situata a 922 a.l. nella Lira. 5 di questi pianeti sono stati scoperti nel 2011 da Kepler come transitanti. Il sesto (g) è stato scoperto nel 2016 col metodo RV. La cosa interessante è che due dei cinque pianeti transitanti (e ed f) sono i PRIMI eso-pianeti di taglia terrestre scoperti: diametro dell' 85% e massa di 2-3 masse terrestri, rivoluzione in 6- 19 giorni a 0,05-0,11 u.a. Gli altri 4 pianeti (b-e-c-d), con masse che vanno da 20 a 130 masse terrestri sono dei giganti gassosi con distanza massima di 0,35 u.a. Tutti i pianeti di Kepler 20 hanno dunque distanze inferiori a quella di Mercurio, sono quindi pianeti torridi, con una temperatura superficiale che va da 1000 a 300°C. E' comunque curioso osservare che i vari pianeti si susseguono in maniera alternata tra piccoli e grandi (b-e-c-f-g-d) in una configurazione che potremmo definire pseudo-mescolata:



Anche più interessante è il sistema di sei pianeti scoperti di recente dall' accoppiata TESS/Cheops attorno a **HD110067**, una stella G, di 0,81 masse solari, a 105 a.l. nella costellazione di Berenice. Nel 2020-22 TESS scoprì due pianeti 'nettuniani' in transito. Le irregolarità delle curve di luce stimolarono una ventina di osservazioni del satellite Cheops tra metà Aprile e metà Maggio 2022. Risultato: vennero scoperti altri quattro pianeti 'Nettuniani'. Tutti questi sei pianeti 'nettuniani' mostrano orbite perfettamente risonanti (NATURE 623, 932-937, 2023), un fatto molto raro (max 1% !) che si verifica solo in sistemi planetari molto giovani, quindi ancora esenti da perturbazioni esterne. I sei pianeti hanno tutti circa 2 diametri e 8 masse terrestri, distanze da 0,08 a 0,25 u.a. e periodi di rivoluzione da 9 a 24 giorni e nessuno si trova nella fascia HZ.

Un caso particolare è relativo a **HD20794 (82 Eridani)**, una stella di tipo G, di 0,81 masse solari (66% di luminosità), leggermente più vecchia del Sole (5,8 miliardi di anni) situata a 19,8 a.l. in Eridano, con fascia di abitabilità di 0,7-1,5 u.a.. Misure RV (HARPS, Espresso) hanno individuato 4 super-terre (b, c, e, d,):

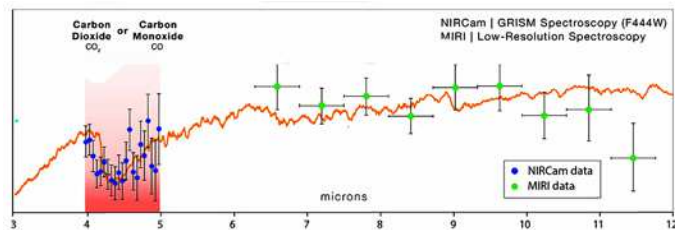


Le 2 super-terre b - c (2-5 masse terrestri) orbitano in 18 e 90 giorni a 0,12- 0,36 u.a. in orbite quasi circolari. Altre due super-terre e- d (5-6 masse terrestri) orbitano in 147 e 647 giorni in orbite molto ellittiche (e=0,25-0,45). In particolare la distanza del pianeta d varia da 0,8 a 2 u.a., facendolo rimanere per il 60% del suo tempo all'interno della fascia di abitabilità. Nel Dicembre 2011 il satellite Herschel (70-100 micron) ha scoperto un disco di materiale (ghiaccio, gas, polvere) a 20-30 u.a. assimilabile alla fascia di Kuiper solare.

3) PIANETI CIRCUM-BINARI.

Finora, però, abbiamo parlato di eso-sistemi planetari con pianeti orbitanti attorno ad una SOLA stella. Ma per quanto sembri incredibile, esistono alcune decine di extra-sistemi con uno o più pianeti orbitanti attorno a stelle multiple. Vediamone alcuni.

La **stella 55 Cancri** (distante 41 a.l.) possiede il PRIMO sistema con 5 pianeti 'dosordinati', scoperti in ben 10 anni di studi, dal 1997 al 2007. Quattro pianeti (b, c, d, f) vennero scoperti per oscillazione radiale. Il quarto pianeta (e) venne invece scoperto nel 2004 come transitante: si tratta di una 'super-terra' (2 Raggi e 8 masse terrestri) a 0,015 u.a. (periodo=0,74 giorni!), quindi caldissima. Nel Marzo 2023 il telescopio JWST (Progetto GO 1952, strumento MIRI) misurò, grazie al transito, una temperatura di 1250°C e, tra 4 e 5 micron, una debole atmosfera di CO e CO₂, probabilmente degasati dalla crosta superficiale resa incandescente dall'estrema vicinanza alla stella centrale:



La super-Terra e è seguita da un pianeta 'gioviano' b (di 0,8 masse gioviane) a 0,11 u.a. (periodo=14,6 giorni), da due pianeti 'nettuniani' c, f (di circa 50 masse terrestri) a 0,24 e 0,77 u.a. (periodi=44 e 270 giorni), per finire con un'altra 'super-terra' d (di 3,2 masse terrestri) a 5,95 u.a. (periodo=5574 giorni). Tutto normale? Non proprio. La stella con i pianeti fa infatti parte di un sistema binario: una stella di classe K di 0,9 masse solari (55 Cancri A) ed una nana rossa di 0,26 masse solari (55 Cancri B) distante solo 1095 u.a. I cinque pianeti orbitano attorno alla componente A, ma è possibile che la 'vicina' compagna B eserciti qualche influsso gravitazionale sul pianeta più esterno d (spiegandone per esempio l'alta eccentricità di 0,13).

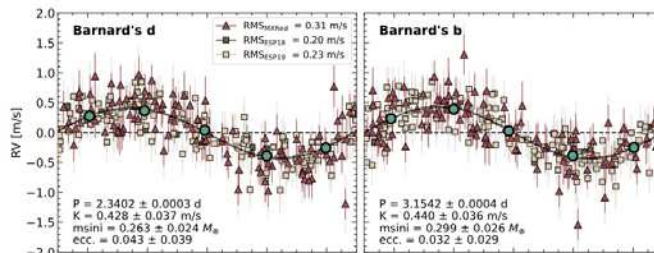
Qualcosa di simile coinvolge anche **Upsilon And**, una stella binaria distante 44 a.l. La componente A è una stella di tipo G di 1,28 masse solari (e 3,4 più luminosa), mentre la componente B è una nana rossa di 0,2 masse solari distate 750 u.a. Attorno alla componente A sono stati scoperti nel 1999, con misure RV, almeno tre pianeti gioviani (1,7-13-10 masse gioviane) a 0,06-0,8-2,53 u.a. con periodi di rivoluzione di 5-240-1281 giorni. Avendo la stella un HZ = 0,95-1,7, i due pianeti più interni (b e c) sono torridi, mentre il pianeta più esterno è un gigante gassoso gelido. Caratteristica di questi pianeti è una elevata eccentricità e inclinazione orbitale, probabilmente indotta dalla vicina Upsilon And B.

Il fatto che i pianeti di 55 Cancri e di Upsilon And orbitino attorno ad uno dei componenti di una stella binaria, NON è una peculiarità assoluta. Sono infatti stati scoperti eso-pianeti ancora più inverosimili.

Particolarmente interessante (e importante!) è il caso del sistema di **Alfa Centauri**, costituito da due stelle di 1,1 (A) e 0,9 (B) masse solari in orbita ellittica di 80 anni tra 9,5 e 40 u.a., attorno a cui rivoluziona, da 0,2 a.l. in circa 0,5 milioni di anni, una nana rossa di 0,12 masse solari (Proxima Cen), attualmente la stella più vicina al Sole (4,23 a.l.). Osservazioni RV intensive, effettuate dallo spettrometro HARPS nel 2016, hanno mostrato la presenza attorno a Proxima di un pianeta di 1,3 masse terrestri, orbitante in 11,2 giorni da una distanza di 0,05 u.a. (NATURE, 536,437-440 (2016)). Questo pianeta terrestre si trova nettamente all'interno della fascia di abitabilità (0,042-0,082 u.a.) di Proxima Cen: potrebbe quindi avere copiosa acqua liquida in superficie, che però potrebbe essere messa a rischio dalla ben nota intensa attività delle nane rosse. A meno che non faccia da schermo anche una densa atmosfera di Azoto e CO₂. Si tratta forse dell'unico pianeta verso cui si potrà inviare qualche sonda automatica.

Altrettanto inaspettati e importanti sono i pianeti terrestri scoperti di recente (2024-2025) col metodo RV attorno alla **stella di Barnard**, la seconda stella più vicina al Sole. Si tratta di una nana rossa M di 0,16 masse solari, distante 5,96 a.l. in Ofioco. Nell'Agosto 2024 (A&A, 690, A79 (2024)) venne annunciato (157 misure tra Maggio 2019 e Luglio 2023 al VLT-ESPRESSO) un primo pianeta di 0,3 masse terrestri, che rivoluziona in 3,15 giorni a soli 0,023 u.a. (3,4 milioni di km!). Nel Marzo 2025 (ApJ, 982, L1 (19pp), 2025), grazie a 112 notti di osservazione nel periodo 2021-

23, con lo spettrografo **Maroon-X** applicato al telescopio Gemini Nord delle Hawaii, sono stati annunciati altri tre pianeti terrestri (19-34% della massa terrestre) a distanze tra 0,018 e 0,033 u.a. con periodi di rivoluzione tra 2,3 e 6,7 giorni. Tutti questi pianeti sono caldissimi (Temperatura >100°C) e situati ad una distanza minore del bordo inferiore della fascia di abitabilità HZ della stella (0,06-0,16 u.a.). Qui sotto due misure di **Maroon-X**:

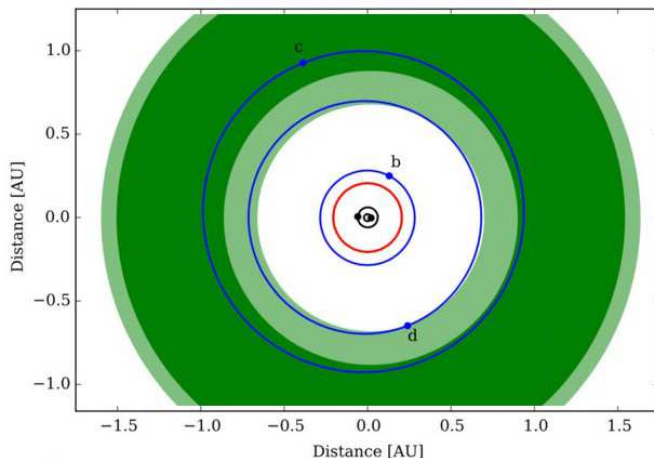


Ci sono anche casi in cui uno o più pianeti orbitano attorno a più di una stella contemporaneamente, tipo i **cosiddetti pianeti circum-binari**! Una cosa in fondo plausibile se si pensa che circa il 40% delle stelle è di natura binaria. Un lungo lavoro teorico di alcuni ricercatori italiani uscito alla fine del 2020 (ApJ, 903,141, 2020) dimostra comunque che trovare fasce HZ abitabili circumbinarie è una cosa molto rara (probabilità massima del 5%).

Nel 2016 venne annunciato il primo pianeta circumbinario 'abitabile'. Orbita attorno a **Kepler-1647**, una binaria stretta situata a 3700 a.l. nel Cigno e costituita da due stelle di 1,22 e 0,98 masse solari in reciproca rivoluzione ogni 11 giorni. Nel 2016, dopo quattro anni osservazioni, venne annunciata la presenza di un pianeta circumbinario di 1,2 masse gioviane straordinario: orbita infatti attorno a Kepler 1647 in 1107 anni (più di tre anni terrestri) a 2,7 u.a. di distanza, quindi quasi al centro della fascia di abitabilità. Il pianeta stesso, essendo un gigante gassoso, non è abitabile, ma lo possono certamente essere eventuali suoi satelliti.

Un esempio ancora più intrigante è stato scoperto dal satellite TESS nel 2020 attorno alla stella binaria **TOI 1338**, situata a 1300 a.l. nella costellazione del Pittore. Si tratta di una stella di 1,1 masse solari in orbita stretta (0,13 u.a.) di 14,3 giorni attorno ad una nana rossa di 0,3 masse solari. Attorno a questa binaria stretta orbitano non uno ma due pianeti! TESS vi ha visto transitare un pianeta 'saturniano' (gassoso di 21 masse terrestri) a 0,45 u.a. con periodo di 95,2 giorni. Nel 2023 venne scoperto da HARPS col metodo RV un secondo pianeta gassoso (c) di 65 masse terrestri orbitante in 215 giorni su un'orbita molto eccentrica ad una distanza media di 0,8 u.a. Si tratta di due pianeti comunque molto caldi (250-350 °C) essendo molto interni alla fascia HZ del sistema stimata nell'intervallo 1,3-2,3 u.a.,

Un altro eso-sistema 'circumbinario' coinvolge **Kepler 47**, una stella situata a 3420 a.l. nel Cigno:



Si tratta di una stella (A) di 0,95 masse solari e di una nana rossa di 0,34 masse solari, che si rivoluzionano reciprocamente in 7,45 giorni. Almeno tre pianeti sono stati visti transitare da Kepler. Si tratta di tre pianeti gassosi (densità da 0,26 a 0,68 g/cm³) di 2 (b), 19 (c) e 3(d) masse terrestri che rivoluzionano in 49, 187 e 303 giorni a 0,28, 0,7 e 0,96 u.a. E' interessante aggiungere che il secondo pianeta, (c) si trova nella fascia di abitabilità del sistema: essendo gassoso, si può pensare a condizioni adatte alla vita solo su eventuali satelliti.

ASTRONAUTICA NEWS

A cura di P.Ardizio.

La **Luna** è una specie di avamposto per accedere al nostro sistema solare (la si considera una tappa obbligata per arrivare a Marte); è anche un utile banco di prova per imparare come sopravvivere e lavorare in condizioni in cui non ci siamo mai trovati prima. Siamo ormai nel 2025 e quindi il caso di cominciare a seguire le missioni che si alternano sulla Luna, nell'ottica del futuro sbarco umano previsto dal programma **Artemis** non prima del 2027. Ad oggi sono 5 le nazioni che hanno felicemente portato a termine missioni sulla superficie lunare, *USA, Russia(URSS), Cina, India, Giappone*. Gli sforzi si stanno intensificando e lo scorso 15 gennaio un razzo **Falcon 9** di **SpaceX** alla 1:11 EST ha portato felicemente in orbita **Blue Ghost**, un lander lunare costruito dalla società **Firefly Aerospace** (con sede in Texas), con lo scopo di effettuare un atterraggio morbido sulla Luna, trasportando una serie di strumenti scientifici forniti dalla NASA. Si tratta della seconda missione USA ad effettuare un atterraggio morbido sulla luna dopo la fine del programma Apollo. Si prevede che l'intera missione durerà 60 giorni terrestri. Il viaggio è durato 46 giorni, prima di scendere sulla superficie vicino al picco Mons Crisium, nel *mare Crisium*. Durante la fase di transito sulla Terra, il team della missione ha continuato a garantire che il veicolo spaziale rimanesse in salute, inviando immagini dallo spazio, compreso un filmato della Terra che eclissa il Sole. Quattro giorni dopo l'inizio della missione, il lander lunare ha completato la prima accensione del motore principale, una delle numerose manovre che hanno posizionato il lander in una traiettoria verso la Luna. Nelle prime quattro settimane la Blue Ghost Mission 1 (che prende il nome da una specie particolare di lucciola chiamata *Blue Ghost* presente negli USA), ha visto la sua navicella spaziale orbitare attorno alla Terra a distanze sempre più lontane. Trascorsi 25 giorni nell'orbita terrestre, si è inserita nell'orbita translunare che quattro giorni dopo la portava in orbita attorno alla Luna. Blue Ghost ha trascorso 16 giorni in orbita lunare, intraprendendo gradualmente una traiettoria di discesa per atterrare sulla superficie della Luna dove resterà attiva per due settimane, 14 giorni terrestri che sulla Luna rappresentano un giorno lunare intero. La Blue Ghost è atterrata con successo sulla Luna il 2 marzo inviando il giorno dopo una spettacolare immagine dell'alba lunare, con un sole brillante ma il cielo buio. Il lander è atterrato autonomamente, utilizzando il software di navigazione visiva che ne ha guidato la discesa. La Blue Ghost nel suo viaggio ha trasportato 10 strumenti scientifici e tecnologici della NASA con una massa di 94 Kg che includono:

RAC - La *Regolith Adherence Characterization* per determinare come la regolite lunare si attacca o viene respinta da una gamma di materiali, ad esempio celle solari, sistemi ottici, rivestimenti e sensori; i diversi componenti derivano dalla struttura **MISSE-FF** attualmente sulla *Stazione Spaziale Internazionale (ISS)*.

NGLR - I *Next Generation Lunar Retroreflectors* che servono da bersaglio per i laser sulla Terra per misurare con precisione la distanza tra la Terra e la Luna. Il retroreflector che vola in questa missione fornirà anche dati che potrebbero essere utilizzati per comprendere vari aspetti dell'interno lunare e affrontare questioni fondamentali di fisica.

LEXI - Il *Lunar Environment Heliospheric X-ray Imager*, che catturerà immagini dell'interazione della magnetosfera terrestre con il flusso di particelle cariche provenienti dal Sole, chiamato vento solare.

RadPC - Il *Reconfigurable, Radiation Tolerant Computer System* che mira a sperimentare una tecnologia per computer tolleranti alle radiazioni. A causa della mancanza di atmosfera e campo magnetico della Luna, le radiazioni del Sole saranno una sfida per l'elettronica. Questa indagine caratterizzerà anche gli effetti delle radiazioni sulla superficie lunare.

LMS - Il *Lunar Magnetotelluric Sounder* è progettato per caratterizzare la struttura e la composizione del mantello lunare studiando i campi elettrici e magnetici. Per questo, prevede di posizionare elettrodi su circa 700 metri quadrati di terreno.

LISTER - Il *Lunar Instrumentation for Subsurface Thermal Exploration with Rapidity* è progettato per misurare il flusso di calore dall'interno della Luna. La sonda tenterà di perforare da 2,1 a 3,0 metri nella regolite lunare per studiare le proprietà termiche della Luna a diverse profondità.

LPV - Il *Lunar PlanetVac* è progettato per acquisire la regolite lunare dalla superficie e trasferirla ad altri strumenti che analizzerebbero il materiale o lo metterebbero in un contenitore che un altro veicolo spaziale potrebbe riportare sulla Terra.

SCALPSS 1.1 - Le *Stereo CAmeras for Lunar Plume Surface Studies* per catturare video e immagini fisse dell'area sotto il lander da quando il pennacchio del motore disturba per la prima volta la superficie lunare fino allo spegnimento del motore. Le telecamere a lunga focale hanno caratterizzato la topografia della superficie prima dell'atterraggio. La fotogrammetria sarà utilizzata per ricostruire la superficie mutevole durante l'atterraggio. Comprendere la fisica dei gas di scarico dei razzi sulla regolite e lo spostamento di polvere, ghiaia e rocce è fondamentale per capire come evitare di sollevare materiali di superficie durante la fase terminale del volo/atterraggio sulla Luna e su altri corpi celesti.

AstroVault, sviluppato da *Quantum Aerospace e Space Ark Media*, è un archivio lunare progettato per preservare la cultura umana, l'arte, la musica e la conoscenza per le generazioni future. Codificato in un formato ultra-resistente, fungerà da deposito a lungo termine di

scoperte scientifiche e opere creative, garantendone la conservazione nell'ambiente lunare.

EDS - L'*Electrodynamic Dust Shield* col compito di generare un campo elettrico non uniforme utilizzando un voltaggio elevato variabile su più elettrodi. Questo campo mobile, a sua volta, trasporta via le particelle e ha potenziali applicazioni in radiatori termici, tessuti per tute spaziali, visiere, lenti per fotocamere, pannelli solari e molte altre tecnologie.

LuGRE - che ha ricevuto con successo segnali GPS e Galileo a distanze lunari (nello spazio cis-lunare e sulla superficie), dimostrando così la fattibilità del concetto per la navigazione lunare. Sviluppata congiuntamente dalla NASA e dall'Agenzia Spaziale Italiana, la dimostrazione tecnologica *Lunar GNSS Receiver Experiment* ha acquisito segnali **GNSS** (Global Navigation Satellite System) e ha calcolato una posizione di navigazione a quasi 52 raggi terrestri: più di 331.000 Km dalla superficie terrestre. Questo risultato suggerisce che le costellazioni GNSS basate sulla Terra possono essere utilizzate per la navigazione fino al 90% della distanza dalla Luna, un record di distanza del segnale Terra-Luna. Dimostra inoltre il potere di utilizzare più costellazioni GNSS insieme, come GPS e Galileo, per eseguire la navigazione. Durante il suo viaggio, LuGRE continuerà ad espandere la nostra conoscenza dei sistemi di navigazione terrestre nello spazio mentre acquisisce e traccia i segnali nel suo percorso verso la Luna, durante l'orbita lunare e per un massimo di due settimane sulla superficie lunare. Poco dopo l'atterraggio Blue Ghost ha dispiegato quattro elettrodi del *Lunar Magnetotelluric Sounder* (LMS). L'atterraggio di domenica è apparso perfetto e il lander ha funzionato come previsto. Trascorsi poco più di 4 giorni sulla superficie della Luna Blue Ghost ha raggiunto i primi traguardi scientifici! 8 carichi utili su 10 NASA, tra cui LPV, EDS, NGLR, RAC, RadPC, LuGRE, LISTER e SCALPSS, hanno già raggiunto i loro obiettivi di missione e altri seguiranno, come per esempio Lunar PlanetVac che ha campionando la Luna con una tecnologia di raccolta dei campioni sviluppata e testata da *Honeybee Robotics*, con test chiave finanziati da membri e donatori della *Planetary Society*. Una volta calata l'oscurità, le batterie del lander dovrebbero durare circa cinque ore, ma prima che le luci di Blue Ghost si spengano completamente, avrà il compito finale di catturare il crepuscolo. Blue Ghost Mission 1 segna un nuovo capitolo per Firefly, che per la prima volta ha raggiunto la Luna. Blue Ghost è un veicolo spaziale lanciato sotto il programma **CLPS** della NASA che dal gennaio 2024 ha visto 4 lanci, considerati tutti successi anche se tre dei quattro non sono andati come previsto. Il **Peregrine** di *Astrobotics* non è mai arrivato sulla Luna nel gennaio 2024.

L'IM-1 nel febbraio 2024 e **l'IM-2** sono riusciti a raggiungere la superficie, ma nessuno dei due è atterrato in posizione verticale e le loro batterie si sono presto esaurite perché i pannelli solari non erano puntati verso il Sole. La missione Blue Ghost Mission-1 di Firefly, è l'unica che è riuscita ad atterrare: una seconda missione M2 è prevista nel 2026 ed una terza M3 nel 2028. L'iniziativa **Commercial Lunar Payload Services** (CLPS) dell'agenzia spaziale statunitense, incoraggia aziende private a sostenere e realizzare queste missioni come parte dell'ambizioso programma lunare **Artemis**. Investendo fino a 2,6 miliardi di dollari con le aziende private per portare missioni sulla Luna La scienza di base usata in queste missioni CLPS ha applicazioni, non solo per Artemis ma anche per future missioni interplanetarie. La NASA auspica anche di veder aumentare la frequenza delle missioni lunari robotiche. La NASA spera così di risparmiare denaro attraverso il programma. Nel febbraio 2021 Firefly ha ricevuto un contratto dalla NASA per Blue Ghost Mission 1 che ora vale 101 milioni di dollari, meno di quanto l'agenzia avrebbe speso per costruire il proprio lander lunare, infatti un lander Lunare, realizzato in modo tradizionale, sarebbe costato più di mezzo miliardo di dollari. **Intuitive Machines Atena** partita il 27 febbraio è sbarcata sul *Mons Mouton*, un altipiano vicino al Polo Sud non lontano dal luogo di atterraggio previsto, lo scorso 6 marzo. Athena è finita in un cratere dove la luce solare non riesce a raggiungere le celle solari per ricaricare le batterie e la missione si è conclusa in circa 13 ore. La missione sembrava procedere perfettamente quando ad un tratto si è iniziato a ricevere letture "rumorose" da uno degli altimetri laser che indicano alla navicella la sua posizione rispetto alla superficie. Un altimetro laser malfunzionante durante la prima missione IM dell'anno scorso ha contribuito all'atterraggio della navicella spaziale su un fianco dopo la rottura di una delle quattro gambe. Quel lander, **Odysseus**, fu in grado di operare brevemente ma, come Atena, i suoi principali pannelli solari puntarono lontano dal Sole e le batterie presto si esaurirono. A bordo vi era anche la missione **Lunar Trailblazer**, ma si sono persi i contatti con la sonda. La sonda giapponese **Resilience** con il rover **Tenacious** (con telecamera e una piccola pala) atterrerà nel mare Frigoris poco prima dell'estate. La NASA continua a cercare un partner per la sua missione **VIPER** (Volatiles Investigating Polar Exploration Rover) dato che il rover è pronto ma mancano i soldi per lanciarlo. Non c'è quindi ancora la rinuncia definitiva alla speranza di realizzare la missione. La NASA sta anche cercando proposte dal settore privato per un partner che possa far atterrare e gestire il rover, progettato per cercare il ghiaccio sulla superficie lunare e raccogliere dati scientifici.

GRUPPO ASTRONOMICO TRADATESE

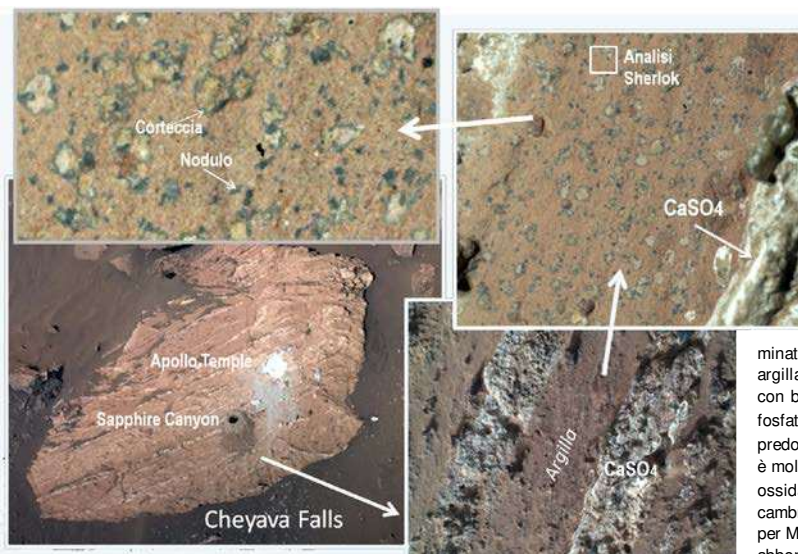
LETTERA N. 178

51° anno

Ottobre-Dicembre 2025

<http://www.gruppoastronomicotradatese.it>

A tutti i soci



E' stata, quella del 2025, un'estate di eventi estremi. A cominciare dall'incremento del riscaldamento globale (1,6°C in soli 100 anni !), che renderà il 2025 forse l'anno più caldo di sempre (per 13 giorni, in Luglio, la temperatura al circolo polare ha raggiunto i 31°C). Con conseguenze climatiche (e danni economici) devastanti (leggi: precipitazioni fuori controllo) a causa del riscaldamento del Mediterraneo, che in Giugno ha raggiunto, in alcune zone, la temperatura di 24,3°C.

Il 30 Luglio un sisma di $m=8,8$ (con tsunami sul Pacifico) si è verificato al largo della penisola di Kamchatka (il max in 100 anni). Meno intensi ma MOLTO più problematici sono alcuni terremoti che continuano a verificarsi dalle parti dello Stretto di Messina (la zona più sismica dell'intera Europa): il 16 Aprile di $m=4,8$ nel Mar Ionio ad Est di Catania, il 13 Giugno ($m=2,7$) e l'11 Agosto ($m=2,6$) in pieno stretto di Messina...

Dal punto di vista scientifico due sono le news principali. Una è la scoperta che i NEO Ryugu e Bennu (ricchi di amminoacidi e basi nucleiche) sono in realtà 'figli' dello stesso asteroide primordiale (vedi il seguito di questa lettera). L'altra notizia riguarda l'ufficialità di una straordinaria osservazione su Marte del rover Perseverance (NATURE, 645,332-340, 10 Sett.2025), riassunta per immagini qui a fianco. In sostanza nella regione di Bright Angel, è stata scoperta una roccia, denomi-

minata Cheyava Falls, costituita da argilla delimitata da strisce di $CaSO_4$ (Solfato di Calcio). L'argilla (prodotta dal contatto con acqua) è trappolata da centinaia di noduli e macchie chiare con bordi scuri. Noduli e bordi scuri sono costituiti (analisi strumento PIXL da Vivianite, un fosfato di Ferro ridotto (Fe^{2+}) di formula $Fe^{2+}_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$. Nell'interno delle macchie chiare predomina invece la Greigite, un solfuro di Ferro ancora in gran parte ridotto (Fe_3S_4). La cosa è molto sospetta perché in un ambiente potenzialmente umido come questo il Ferro è sempre ossidato (ossia in forma di Fe^{3+}). A meno che, come nel caso di certe rocce terrestri precambriche, non ci sia stato l'intervento di qualche agente batterico. Un'ipotesi plausibile anche per Marte dopo che lo strumento SHERLOK ha individuato (tipica banda G Raman a 1600 cm^{-1}) abbondanza di materia carboniosa ricca di C=C (idrocarburi aromatici policiclici ?).



Nei mesi autunnali 2025 la nostra attività sarà inevitabilmente legata alla nostra visita al CERN di Ginevra di Martedì 21 Ottobre. Senza trascurare il 50esimo di un importante evento spaziale e le ultime news dell'anno marziano 2025.

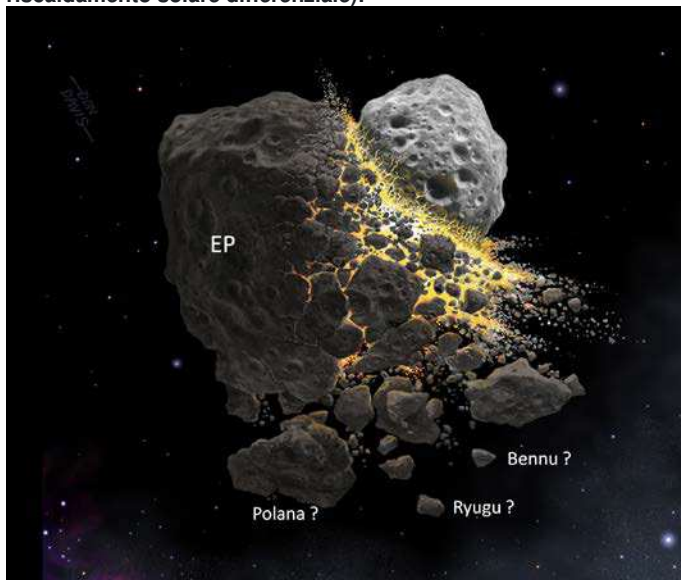
Lunedì 13 Ottobre 2025 h 21 Cine GRASSI	<i>Conferenza del Prof. Marco ARCANI sul tema</i> <u>DAL CUORE DELLA MATERIA ALL' ORIGINE DELL' UNIVERSO.</u> In preparazione alla nostra visita al CERN di Ginevra del prossimo 21 Ottobre, un viaggio attraverso il mondo degli acceleratori di particelle. Dalla storia della fisica alle tecnologie d'avanguardia che ci permettono di simulare il comportamento degli oggetti più potenti del cosmo.
Lunedì 27 Ottobre 2025 h 21, Cine GRASSI	<i>Conferenza a cura del GAT sul tema</i> <u>CERN DI GINEVRA: COSA CI HA INSEGNATO LA VISITA DIRETTA.</u> A 30 anni dalla nostra prima visita, il GAT è finalmente riuscito a ritornare al CERN di Ginevra il 21 Ottobre 2025, guidato per anni dall' italiana Fabiola Gianotti. Una esperienza entusiasmante tutta da raccontare, che fa prevedere per il CERN un futuro di inimmaginabili nuove scoperte.
Lunedì 10 Nov. 2025 h 21 Cine GRASSI	<i>Conferenza a cura del dott. Giuseppe Palumbo sul tema</i> <u>LA MISSIONE APOLLO-SOYUZ 50 ANNI DOPO.</u> Uno storico evento per il quale in GAT ha lanciato un fortunato concorso nelle scuole. Ne parleranno i ragazzi vincitori del concorso e verrà proiettato un bellissimo documentario realizzato dalla NASA.
Lunedì 24 Nov. 2025 h 21 Cine GRASSI	<i>A cura del dott. Giuseppe PALUMBO proiezione del film</i> <u>THE MARTIAN, IL SOPRAVVISSUTO.</u> A conclusione dell'anno marziano 2025 verrà presentato un famoso film del 2015 che racconta la storia di Mark Watney che, causa una tempesta di sabbia, si è perso sulla Acidalia Planitia marziana e che è riuscito a sopravvivere per mesi grazie alle sue competenze botaniche. Film bellissimo da non perdere !
Lunedì 15 Dic. 2025 h 21 Cine GRASSI	<i>Conferenza del dott. Cesare GUAITA sul tema</i> <u>LA CONQUISTA UMANA DI MARTE.</u> A completamento delle iniziative relative all' anno marziano 2025, verranno discusse le ultime scoperte sulla ricerca di vita marziana, le difficoltà (scientifiche e finanziarie) per trasportare a Terra campioni marziani (con la Cina, forse, in prima posizione) ed anche i programmi e le difficoltà sia scientifiche che fisiologiche della conquista diretta del Pianeta Rosso da parte di astronauti.

La Segreteria del GAT

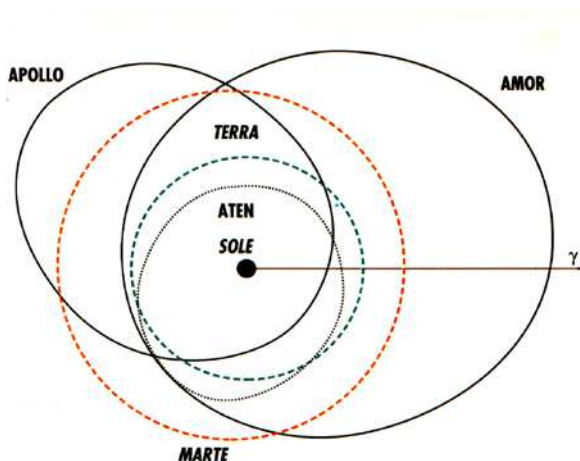
1) JWST E GLI ASTEROIDI.

Il 30 Ottobre 2023, nell'ambito del progetto GO 3760 relativo al Ciclo-2 di osservazioni JWST (*Investigating the cause of the 3 μ m absorption feature on asteroids*, PI A. Anicia Arredondo, Southwest Research Institute) è stata osservata dal JWST per 7 ore l'asteroide 142 Polana ($m_V=15,17$, distanza=304 milioni di km, rotazione=9,8 h, albedo=0,45, rivoluzione=3,76 anni su un'orbita inclinata di $2,24^\circ$ ed eccentricità $e=0,136$). Le osservazioni si sono prolungate per 7 ore con lo scopo di coprire quasi completamente la superficie di Polana, la cui rotazione, come detto, è di 9,8 ore. Le osservazioni sono state fatte per ottenere spettri da 1 a 25 micron: con la camera MIRI (4,9-27,9 micron) con varie pose a partire dalle 13,14 e con la NIRCcam (1,66-5,27 micron) con varie pose a partire dalle 20,07.

Polana fu scoperto il 28 gennaio 1875 da Johann Palisa con il rifrattore di 15 cm dell'Osservatorio della marina di Pola, di cui era direttore. L'asteroide fu battezzato in onore della città di Pola da dove era stato scoperto. Polana (55 km) è l'esponente maggiore (PB, Parent Body) di un gruppo di circa 2000 oggetti prodotti (circa 1,5 miliardi di anni fa) dalla disgregazione di un oggetto più antico (EP, Early Planetesimal). Si trova nella fascia asteroidica interna (IMB tra 2,1 e 2,5 u.a.) che è la fonte primaria (70-80%) di tutti i NEO, ossia degli asteroidi con orbite pericolose per la Terra. A dislocare asteroidi dalla IMB è primariamente il sincronismo 1:3 con Giove, ma anche una risonanza secolare con Saturno (tecnicamente si parla di risonanza secolare v_6) e, se vogliamo, anche l'azione dell'effetto Yarkovsky (accelerazione per riscaldamento solare differenziale):



Attualmente sono conosciuti circa 30.000 NEO. Sono di tipo Apollo se la loro orbita interseca quella della Terra e di Marte, di tipo Amor se intersecano l'orbita di Marte e sfiorano quella della Terra, di tipo ATEN se intersecano dall'interno solo l'orbita della Terra:



2) DUE NEO SPECIALI.

Sono circa 200 i NEO con orbita facilmente raggiungibile da missioni spaziali, ma solo un trentina con dimensioni scientificamente significative (diametro >200 m). Di questi però solo 5 sono di natura carboniosa (ossia ricchi di molecole a base di carbonio). Due di questi, entrambi di tipo Apollo, vennero scoperti nel 1999 dall'Osservatorio Linear (Lincoln Near-Earth Asteroid Research) di Socorro: 1999JU3 (162173 Ryugu) il 10 Maggio e 1999RQ36, (101955 Bennu) l'11 Settembre:



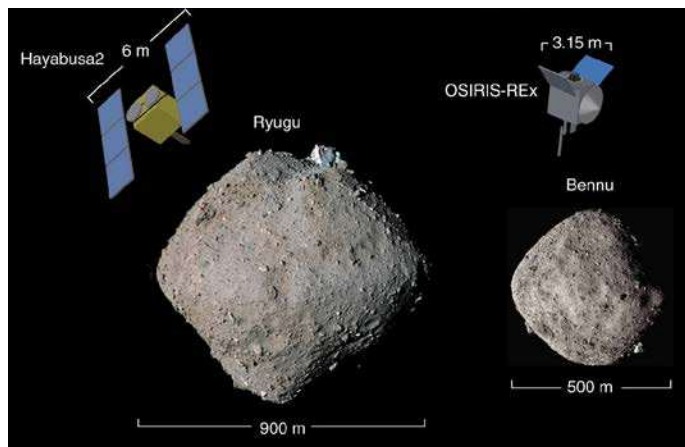
Le loro orbite si rivelarono molto simili e particolarmente adatte ad essere raggiunte da missioni spaziali: 1,41-0,96 u.a. ($e=0,19$), $i=5,88^\circ$, rotazione=7,6 h, minima distanza dalla Terra=0,1 milioni di km per Ryugu e 1,36-0,90 u.a. ($e=0,2$), $i=6,03^\circ$, rotazione=4,3 h, minima distanza dalla Terra=0,5 milioni di km per Bennu. Queste sono le basi che hanno spinto la JAXA giapponese a lanciare verso Ryugu la navicella Hayabusa-2 il 3 Dicembre 2014, e la NASA a lanciare verso Bennu la sonda Osiris-REX il 9 Settembre 2016. Entrambe con un compito mai prima tentato: prelevare dei campioni e riportarli a Terra.

Il 6 Dicembre 2020 la navicella Hayabusa-2 ha depositato a Terra una capsula contenente 5,4 gr di materiale prelevato in due momenti dall'asteroide Ryugu: il 22 Febbraio 2019 dalla superficie (campione A di 3,237 gr) e l'11 Luglio 2019 dal fondo di un cratere (campione C di 2,025 gr) preventivamente prodotto artificialmente da un pattatore sparato dalla stessa navicella in orbita il 4 Aprile 2019.

Il 10 Settembre 2023 è tornata felicemente a Terra la capsula SRC (Sample Return Capsule) di Osiris-REX, contenente 121,6 gr di materiale che la 'proboscide TAGSAM (Touch and Go Sample Acquisition Mechanism) della sonda aveva prelevato dalla superficie (all'interno di uno pseudo-cratere di 16 km denominato Nightingale) dell'asteroide Bennu il 20 Ottobre 2020 e racchiuso nel SRC il 27 Ottobre 2020. Il materiale prelevato da Bennu, di granulometria molto varia, appare molto scuro e fragile:



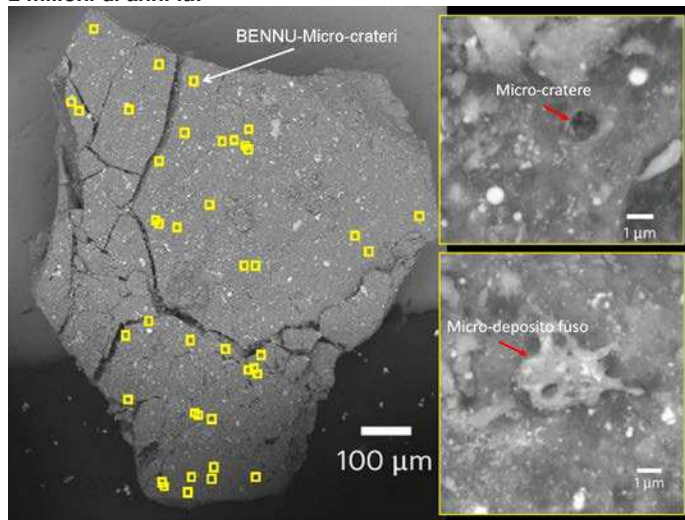
Sia Ryugu (896 m) che Bennu (492 m) hanno mostrato un aspetto globale sorprendentemente molto simile:



Entrambi i due NEO sono infatti mucchi di frammenti aggregatisi dopo un impatto su un corpo maggiore, un'impressione supportata dalla scarsità di crateri superficiali e da una bassissima densità ($d=1,19$):

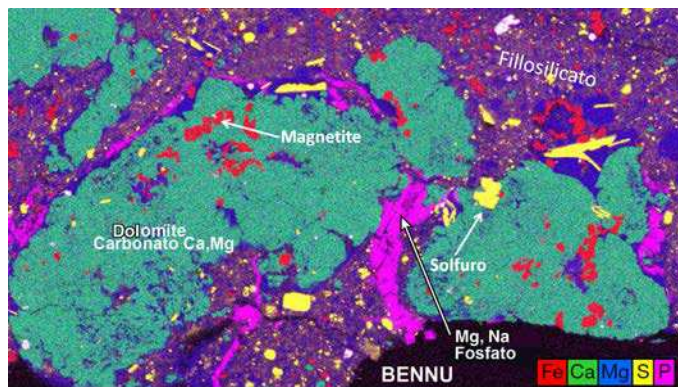
E' altamente probabile che siano nati da qualche evento traumatico/disgregativo avvenuto nella (IMB (fascia asteroidica interna) 1-2 miliardi di anni fa.

Definire quando Ryugu e Bennu divennero NEO è molto difficile. Il metodo classico del conteggio dei crateri da impatto è reso impreciso dalla configurazione a mucchio di sassi. Se ci si limita ai crateri di 10-100 metri Ryugu presenta 77 crateri e Bennu 108 (Geoph. Res. Letters, 47, id. e89672, Dic. 2020), ma è quasi impossibile fare una disamina dei crateri <10 metri, il cui numero sarebbe fondamentale per una stima corretta dell'età. Fortunatamente la disponibilità di campioni diretti fornisce un aiuto decisivo: l'analisi dei micro-crateri da impatto (con chiare micro-depositi di fusione!) e le tracce di raggi cosmici solari sui campioni riportati a Terra indica che Ryugu divenne NEO circa 5 milioni di anni fa, mentre Bennu divenne NEO più di recente, circa 2 milioni di anni fa:



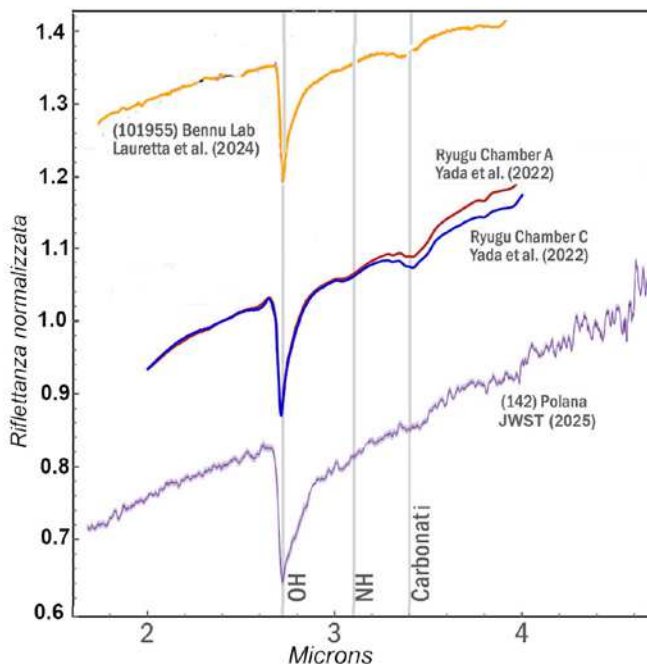
A parte questo, però, le analisi compositive dei rispettivi materiali mostrano tali similitudini da far pensare ad una loro possibile parentela genetica a partire da uno (o più oggetti) ricchi di acqua. L' 80% (!) del materiale di Bennu (e il 40% del materiale di Ryugu) è infatti costituito da fillosilicati (argille prodotte dal contatto con acqua). In entrambi è dominante un forte assorbimento a 2,7 micron indizio della presenza di acqua o di materiali intrisi di acqua.

Collegati alla presenza di acqua sono anche solfuri (3-8%), Magnetite (3-5%), carbonati (fino al 3,4%) e, addirittura inclusioni di Fosfati solubili: Fosfato di Sodio e Magnesio in Bennu (NATURE, 637,1072-77 (2025) e HAMP (fosfato idrato di ammonio e Magnesio) in Ryugu (NATURE Astronomy 8, 1529-1535 (2024). La presenza di Fosfati solubili è molto interessante perché, sulla Terra primordiale, rappresenta una delle rarissime sorgenti di Fosforo solubile, quindi biologicamente importante. Immagini al SEM con mappatura EDS sono esplicite al riguardo:



3) RYUGU E BENNU INCREDIBILI 'FRATELLI'.

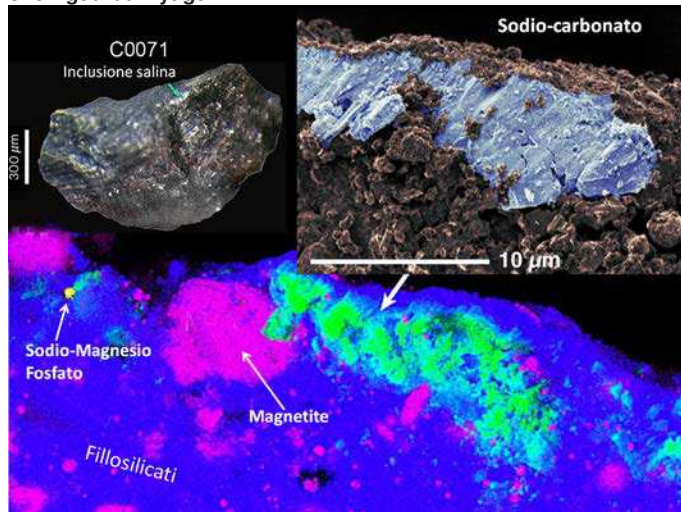
La ricerca della sorgente primaria di Bennu e Ryugu è una delle ragioni che ha spinto A. Arredondo a scrutare con JWST l'asteroide Polana con il progetto GO 3760, dove la tipologia GO indica osservazioni estreme, normalmente impossibili da realizzare con strumenti terrestri. Lo spettro JWST di Polana si è dimostrato a dir poco... vincente. Mostra a 6 micron la presenza di Olivina, a 7,2 micron la presenza di carbonati e a 22 micron una forte banda di fillosilicati. Soprattutto assolutamente peculiare è lo stesso forte assorbimento a 2,7 micron che caratterizza il materiale di Bennu e Ryugu. (The Planetary Science Journal, 6, 195, Agosto 2025). Somiglianze spettroscopiche così evidenti tra Polana, Ryugu e Bennu fanno pensare che ci sia una parentela molto STRETTA tra questi oggetti, nel senso che potrebbero derivare tutti tre dalla frammentazione di un EP (un oggetto più antico) ricco di acqua, oppure nel senso che Ryugu e Bennu potrebbero derivare da un violento impatto (con riasssemblamento dei frammenti) su Polana stesso:



Ryugu e Bennu quindi sarebbero FRATELLI, ossia figli di uno stesso asteroide nati da quest'ultimo in conseguenza di un impatto! Alcune differenze di intensità nella banda a 2,7 micron ci sono, ma possono essere ascritte a differente esposizione all'ambiente spaziale (Space weathering), a loro volta legate alle differenze reciproche di età: Bennu (da 2 milioni di anni vicino al Sole) è il più giovane (e meno modificato della compagnia), Ryugu (da circa 5 milioni di anni vicino al Sole) appare forse per questo più 'asciugato' rispetto a Bennu. Polana non ha mai lasciato la IMB (quindi si trova molto più lontano dal Sole di Bennu e Ryugu) quindi dovrebbe essere quello meno toccato dalla Space Weathering:

Ed essendo Bennu e Ryugu in pratica FRATELLI gemelli, si comprendono anche (a posteriori...) le accennate somiglianze

mineralogiche (Carbonati, fosfati, fillosilicati). Qui, un esempio che riguarda Ryugu:

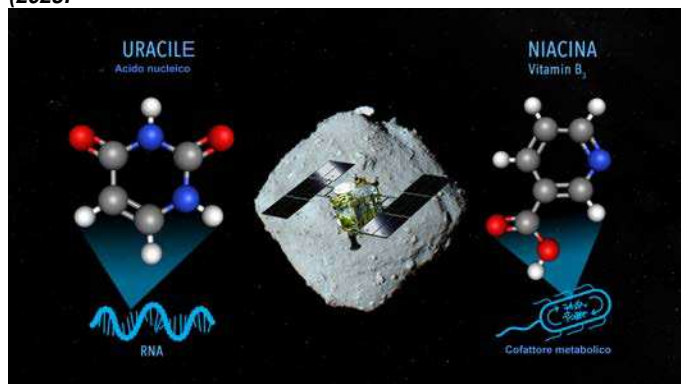


Ma tra i due oggetti ci sono anche alcune incredibili analogie nella composizione di organici (ossia di molecole a base di Carbonio), che giustificano la loro composizione estremamente scura (in Benu ce n'è il 5%, in Ryugu circa il 3%).

Sul materiale da Ryugu sono stati individuati 23 Amminoacidi (Geoch. et Cosmoch Acta, 347, 42-57, Aprile 2023):

Amino Acid	Benu (C10000000)	Ryugu (A0106)	Murchison (C10000000)
Glycine	33 ± 1 (6)	44 ± 1 (6)	0.46 ± 0.05
D-Alanine	2.8 ± 0.4 (6)	4.0 ± 0.6 (6)	0.025 ± 0.006
L-Alanine	2.6 ± 0.4 (6)	3.9 ± 0.6 (6)	<0.44
β-Alanine	1.6 ± 0.3 (6)	3.3 ± 0.5 (6)	3.3 ± 0.1
D-Serine	0.21 ± 0.09 (6)	0.18 ± 0.03 (6)	0.06 ± 0.01
L-Serine	0.24 ± 0.01 (6)	0.18 ± 0.03 (6)	0.18 ± 0.03
D-Isoserine	<0.01 (3)	0.027 ± 0.004 (3)	n.r.
L-Isoserine	<0.01 (3)	0.026 ± 0.004 (3)	n.r.
D-Aspartic Acid	0.94 ± 0.12 (6)	1.35 ± 0.14 (6)	<0.06
L-Aspartic Acid	0.79 ± 0.16 (6)	1.22 ± 0.12 (6)	0.02 ± 0.01
D-Threonine	<1 (6)	<0.2 (6)	<0.02
L-Threonine	<1 (6)	<0.2 (6)	<0.04
D,L-α-ABA	0.55 ± 0.03 (6)	0.80 ± 0.02 (6)	<0.02
D-β-ABA	0.34 ± 0.05 (6)	0.55 ± 0.08 (6)	0.32 ± 0.01
L-β-ABA	0.33 ± 0.05 (6)	0.53 ± 0.08 (6)	0.32 ± 0.01
L-ABA	0.37 ± 0.04 (6)	3.03 ± 0.13 (6)	3.5 ± 0.2
D-AIB	0.21 ± 0.03 (6)	0.61 ± 0.05 (6)	0.38 ± 0.02
D,L-AIB	0.087 ± 0.002 (3)	0.16 ± 0.01 (3)	0.20 ± 0.01
L-β-AIB	0.088 ± 0.001 (3)	0.16 ± 0.01 (3)	0.17 ± 0.02
D-Glutamic Acid	0.08 ± 0.02 (6)	0.79 ± 0.06 (6)	<0.03
L-Glutamic Acid	0.07 ± 0.01 (6)	0.79 ± 0.06 (6)	<0.03
D-Valine	0.08 ± 0.01 (6)	0.16 ± 0.01 (6)	<0.07 (0.026)
L-Valine	0.09 ± 0.01 (6)	0.32 ± 0.06 (6)	<0.06 (0.056)
D-Isovaline	0.015 ± 0.003 (6)	0.080 ± 0.007 (6)	<0.05 (0.053)
L-Isovaline	0.016 ± 0.002 (6)	0.074 ± 0.006 (6)	<0.05 (0.047)
D-Norvaline	0.024 ± 0.004 (6)	0.052 ± 0.005 (6)	<0.04 (0.017)
L-Norvaline	0.029 ± 0.007 (6)	0.051 ± 0.004 (6)	<0.04 (0.017)
(R)-3-APA	0.038 ± 0.004 (6)	0.074 ± 0.003 (6)	<0.06
(S)-3-APA	0.038 ± 0.003 (6)	0.072 ± 0.002 (6)	<0.08
D,L- and D,L-allo-3-A-2-MBA	0.09 ± 0.01 (3)	0.25 ± 0.01 (3)	tr.
3-A-3-MBA	<0.01 (3)	0.1 ± 0.1 (3)	tr.
3-A-2-2-DMPA	0.04 ± 0.01 (3)	0.125 ± 0.002 (3)	0.055 ± 0.002
D,L-3-A-2-EPA	0.04 ± 0.01 (3)	0.121 ± 0.001 (3)	tr.
D,L-4-APA	0.02 ± 0.01 (3)	0.500 ± 0.003 (3)	tr.
D,L-4-2-MBA	0.02 ± 0.01 (3)	0.51 ± 0.01 (3)	<0.17
D,L-4-A-3-MBA	<0.01 (3)	0.046 ± 0.001 (3)	tr.
5-APA	0.06 ± 0.01 (6)	1.01 ± 0.04 (6)	1.2 ± 0.1
D-Leucine	tr. (3)	0.09 ± 0.01 (3)	<0.05
L-Leucine	<0.3 (3)	<0.3 (3)	<0.06
D-Isoleucine	tr. (6)	0.069 ± 0.005 (6)	<0.04
L-Isoleucine	<0.1 (6)	<0.4 (6)	<0.04
D-Amino-n-caproic acid	<0.1 (3)	0.19 ± 0.07 (3)	4.5 ± 2.6
Sum C ₂ to C ₆ amino acids	45 ± 1	70 ± 2	15 ± 3
			101 ± 2
			253 ± 7

In più su Ryugu è stata trovata anche la base nucleica Uracile, e l'acido Nicotinico (Vitamina B3) (Nature Communications 14, 1292 (2023):

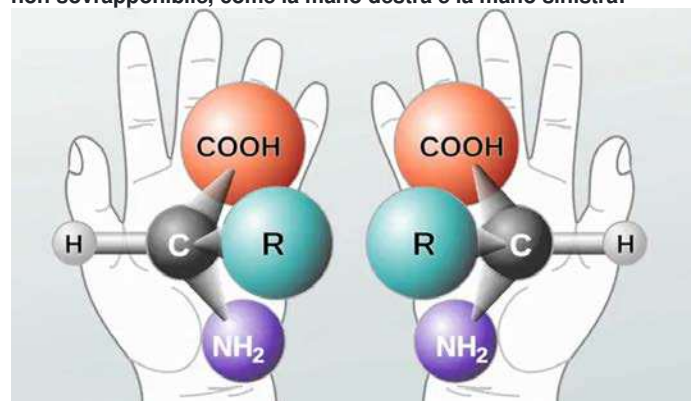


La ricerca è stata condotta sugli stessi campioni in cui erano stati trovati ammino-acidi: in sostanza su 10 mg di materiale

superficiale (A0106) e profondo (C0107), è stata fatta una estrazione acquosa a caldo, quindi le due soluzioni sono state iniettate in un liquido cromatografo equipaggiato con una colonna C18 (a 40°C) ed uno spettrometro di massa come rivelatore. Come eluente è stata usata una miscela 99:1 di acqua+0,1% acido formico/acetonitrile+0,1% di acido formico. Il cuore di un cromatografo liquido è una colonna riempita di un materiale speciale (in questo caso una silice con pendagli di 18 atomi di Carbonio) entro cui viene pompato ad alta pressione un eluente specifico (ossia una soluzione che scioglie i materiali iniettati), che trascina lungo la colonna il materiale da esaminare (in questo caso l'estratto acquoso da Ryugu) separandone i vari componenti (in questo caso Uracile, acido nicotinico ed altri derivati simili). E' interessante il fatto che l'uracile era tre volte più abbondante (32 ppb, parti per miliardo) nel campione profondo C0107 rispetto al campione superficiale A0106 (11 ppb): evidentemente il campione profondo è più protetto dall'effetto demolitore della radiazione cosmica. Lo stesso effetto profondo/superficiale è stato visto per l'acido nicotinico (99 ppb in C0107, contro 49 ppb in A0106). Sia gli ammino-acidi che questi stessi due composti sono stati ritrovati, per confronto e seppur in quantità differenti, in alcune condriti carboniose (Marchison, Orgueil, Murray, Tagish), a dimostrazione di una possibile parentela tra Ryugu e questa tipologia di meteoriti.

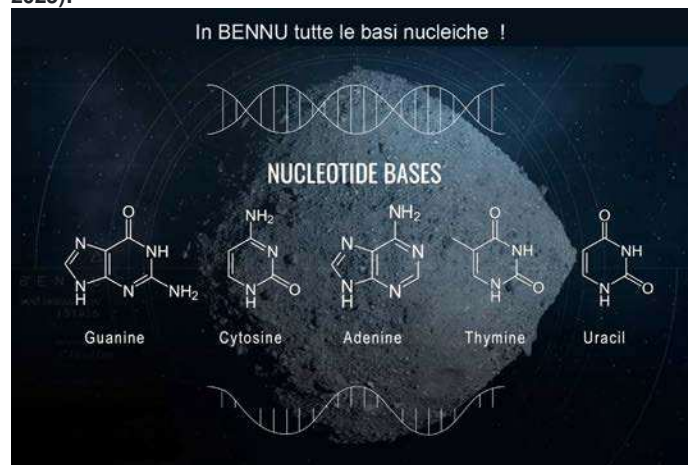
Su Benu sono stati individuati 33 Amminoacidi (14 dei quali 'terrestri').

A scanso di equivoci va detto che tutti gli ammino-acidi di Benu e Ryugu sono presenti in forma racema, ossia in miscele di forma destra + sinistra o, se vogliamo, con una configurazione spaziale non sovrapponibile, come la mano destra e la mano sinistra:



Invece gli amminoacidi biologici sono tutti in forma sinistra (ossia la loro struttura fa ruotare solo a sinistra la luce polarizzata): il perché la biologia terrestre abbia 'scelto' questa soluzione rimane attualmente un mistero non risolto.

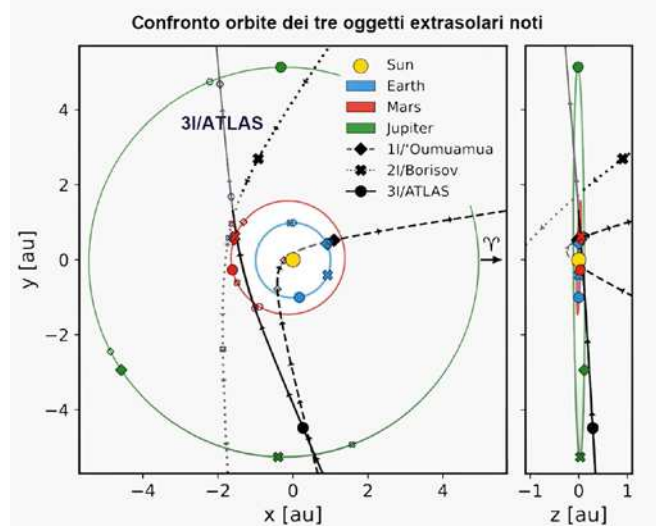
Adirittura (molto più interessante !) su Benu sono state trovate tutte e cinque le basi del DNA (NATURE Astronomy, Febbraio 2025):



Si tratta di una eclatante evidenza del fatto che la base molecolare della vita sulla Terra (e similmente ovunque) viene dallo spazio ! Tre bellissimi articoli pubblicati il 22 Agosto 2025 su NATUREGeoscience fanno il punto sulle ultime scoperte.

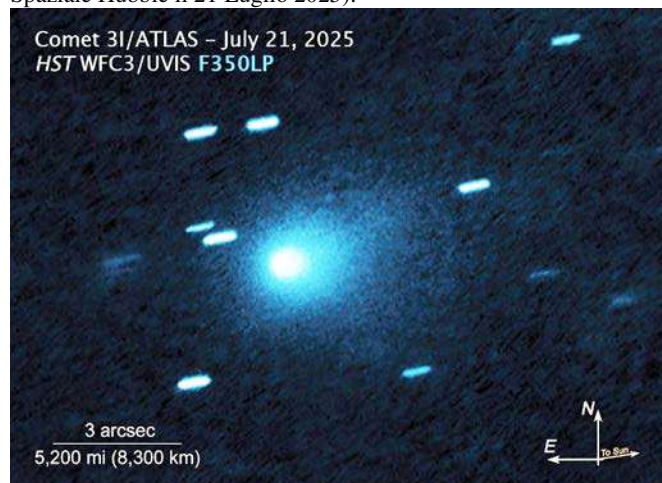
La cometa extrasolare 3I/ATLAS

Il 1° Luglio 2025, il telescopio da 0,5 m ATLAS (Asteroid-Terrestrial-Impact-Last Alert System) situato in Cile a Rio Hurtado ha scoperto (nel Sagittario con $m=18$) il terzo e più grande (max 10 km) oggetto extrasolare transitante nel nostro Sistema Solare. Immediatamente si sono attivati ben 31 Osservatori in giro per il mondo (tra questi, tre altri telescopi ATLAS in Sud Africa e Hawaii e lo Zwicky Transient Facility di Palomar). Ci furono anche alcune immagini di pre-discovery (se ne trovarono per esempio alcune risalenti al 14-21 Giugno 2025 riprese dal nuovo Vera Rubin Telescope di Cerro Pachon in Cile). Nello spazio di 2 giorni vennero raccolte 122 osservazioni che, assemblate nella MPEC 2025-N2 (Minor Planet Electronic Circular N 12 del 2 Luglio 2025) permisero di formulare i principali parametri orbitali. L'oggetto venne scoperto alla distanza di 4,5 u.a. dal Sole (670 milioni di Km) verso cui si muoveva a 58 km/s, mostrando una incredibile $e=6$ (eccentricità) ed una inclinazione di $175,1^\circ$: si trattava quindi con orbita iperbolica che stava entrando per poi uscire dal Sistema Solare. Da qui la denominazione di 3I/ATLAS perché era il TERZO oggetto extrasolare scoperto. I primi due furono 1I/Oumuamua (di natura incerta, $e=1,2$ $v=26$ km/s) nel 2017 e 2I/Borisov (di natura cometaria, $e=3,36$, $v=32$ km/s) nel 2019:

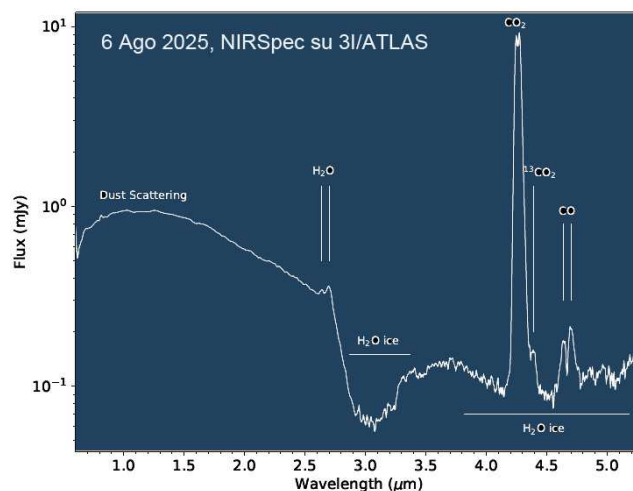


Mentre 1I e 2I vennero scoperti ormai in fase di allontanamento, la scoperta di 3I/ATLAS è avvenuta PRIMA che arrivasse alla minima distanza dal Sole. Raggiungerà infatti il perielio a 1,4 u.a. il 30 Ottobre 2025 ad una velocità di 68,3 km/s (passando prima a 0,4 u.a. da Marte dalla cui superficie apparirà di $m=11$, quindi ben visibile dalle camere ad alta risoluzione di Perseverance!): a questa velocità subirà solo una leggera deviazione ed uscirà dal Sistema Solare dalla parte di Giove.

Tutto fa pensare che si tratti di una COMETA extrasolare. Lo indicano alcune immagini in cui compare una leggera chioma asimmetrica (le migliori sono quelle realizzate dal Telescopio Spaziale Hubble il 21 Luglio 2025):



Da leggere variazioni di luminosità (max 0,2 m tra 18,76-18,49) è stata ricavata una velocità di rotazione di 16,8 ore su un nucleo quasi sferico di 5-10 km. Il 2-4 luglio lo spettrometro xShooter del riflettore UT3 di Paranal NON ha individuato tracce sicure di CN e OH (a 0,3 e 0,4 micron). Il 31 Luglio 2025 un team dell' università di Auburn (Alabama) con lo spettrometro UVOT a bordo del vecchio satellite Swift ha individuato (OH a 3085 Å) una emissione di 40 kg/sec di H₂O sebbene la cometa si trovasse ancora a 3,5 u.a. dal Sole ma nessuna traccia di CN (un radicale cometario fondamentale). Per contro è stata individuata una chiara banda a 2 micron di pulviscoli di ghiaccio da 10 micron in spettri realizzati il 14 Luglio 2025 dallo spettrometro SpeX applicato al telescopio IRTF delle Hawaii. Il 6 Agosto 2025, dalle 11,02 alle 11,20 T.U. lo strumento NIRSpec a bordo del super-Telescopio JWST ha spettrografato (0,6-5,3 micron) la cometa interstellare 3I/ATLAS che si trovava a 3,2 u.a. dal Sole. La ricerca era frutto del progetto GO 5094 del ciclo-3 (Composition of an Interstellar Object - Unique Insights into Protoplanetary Disk Midplane Chemistry) guidato dal PI Martin A. Cordiner (Catholic University of America). L'interesse dello studio è dovuto sia alla natura extrasolare della 3I/ATLAS sia alla sua età stimata fino a 7 miliardi di anni (data la sua provenienza dal disco spesso della Via Lattea). E' stato ottenuto uno spettro davvero spettacolare dominato dalla CO₂ a 4,3 micron (130 Kg/sec), dal CO a 4,7 micron (0,5 kg/sec), dall'emissione della polvere a 1,2 micron, dalla presenza di H₂O a 2,7 micron (0,35 Kg/sec) e da un assorbimento importante a 3 micron verosimilmente dovuto a corpuscoli molto sottili di ghiaccio d'acqua:



Il dato più rimarchevole è un rapporto eccezionalmente alto della CO₂ rispetto all' acqua (CO₂/H₂O=8) circa 16 volte maggiore di qualunque altra cometa nota a quella distanza. Delle due l'una: o la cometa si è formata in una regione molto ricca di CO₂ ghiacciata, oppure, per qualche ragione superficiale, l' H₂O ha un impedimento a venire alla superficie. Da notare che la risoluzione dello spettro è tale da permettere di distinguere la CO₂ al C12 dalla vicinissima CO₂ al C13. Il rapporto C12/C13= 77 risulta comunque compatibile con quello terrestre (89). Ulteriori osservazioni (e verosimilmente altre sorprese !) sono programmate con l'avvicinamento della cometa al perielio del 30 ottobre 2025.

Purtroppo quando 3I/ATLAS sarà al perielio, la Terra sarà dall'altra parte del Sole, rendendo le osservazioni impossibili (da Settembre a Dicembre 2025). 3I/ATLAS raggiungerà il perigeo (minima distanza dalla Terra) il prossimo Aprile 2026 a 1,5 u.a. (240 milioni di km) ad una velocità di ben 90 km/s e con il perielio ormai lontanissimo. Sembrerebbe quindi impossibile effettuare studi approfonditi su questa cometa ULTRA-interessante. Ma il team della sonda JUNO da 10 anni attorno a Giove ha lanciato una incredibile possibilità. In sostanza la 3I/ATLAS arriverà il 16 Marzo 2026 alla minima distanza da Giove di 53,5 milioni di km alla velocità di 65,9 km/s e il team della JUNO ha calcolato che rallentando di 2,6755 km/s la velocità della sonda al perigeo del 9 Settembre 2025, (l'ultimo e 78esimo dell'intera missione !) JUNO incrocerà l'orbita della 3I/ATLAS il 14 Marzo 2026, con la possibilità di scrutare la cometa con tutti suoi strumenti, da una distanza di circa 1,2 milioni di km !!

Bentornati dalle vacanze: certo scoprire che il giorno del tuo compleanno ci lasciava uno degli astronauti delle missioni Apollo non è certo un buon inizio, ma così è. L'astronauta Jim Lovell è scomparso il 7 agosto all'età di 97 anni. Ha partecipato a diverse missioni con equipaggio, come Gemini 7 e Gemini 12 (in coppia con B. Aldrin). Ha servito come pilota del modulo di comando di Apollo 8 (la prima navicella spaziale con equipaggio a lasciare la sfera di influenza gravitazionale della Terra e il primo volo umano a raggiungere la nostra Luna). In particolare, è stato comandante della missione Apollo 13, contribuendo a riportare l'equipaggio sulla Terra in sicurezza. Dopo quel fallimento di grande successo, come verrà definito l'incidente, Apollo 13 realizzò l'ammarraggio più preciso mai fatto da una missione spaziale. Grazie a tale incidente la NASA ridisegnò le capsule, permettendo tutta una serie di nuovi esperimenti, grazie alla possibilità di rimuovere alcuni pannelli esterni della capsula stessa. Il film dedicato alla missione Apollo 13 ha reso Lovell sicuramente uno degli astronauti Apollo più noti al grande pubblico: non ci resta che ricordarlo con stima e affetto.

Il successo della missione DART con l'avvenuta deviazione di un asteroide potrebbe lasciarci un avvertimento. Recenti analisi suggeriscono che quando la missione Double Asteroid Redirection Test della NASA si è schiantata contro l'asteroide Dimorphos, gli enormi massi espulsi dall'impatto potrebbero aver alterato la traiettoria dell'asteroide tanto quanto la sonda stessa. Ciò potrebbe complicare i calcoli negli scenari di intercettazione e deviazione di un futuro pericoloso asteroide.

Le osservazioni della missione Hera dell'Agenzia Spaziale Europea, che raggiungerà il sistema Didymos-Dimorphos nel 2026, ci aiuteranno a chiarire quale effetto potrebbero aver avuto tali massi. I potenziali tagli al bilancio degli Stati Uniti impattano gravemente sulla NASA, al punto che la missione OSIRIS-APEX per l'incontro con Apophis nel 2029, potrebbe non avere luogo.

Così l'agenzia JAXA, ha chiesto il supporto dell'ESA per supportare la missione Ramses (Rapid Apophis Mission for Space Safety), una missione di difesa planetaria verso l'asteroide Apophis, guidata dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA). Se approvata, si prevede il lancio tra aprile e maggio 2028 arrivando ad Apophis nel febbraio 2029, prima del suo massimo avvicinamento alla Terra. Ramses condurrà misurazioni delle proprietà dell'asteroide prima e durante il sorvolo della Terra per studiare la risposta all'incontro ravvicinato con il pianeta. La missione richiede l'approvazione finale dell'ESA a novembre, ma la JAXA sta valutando un lancio condiviso del proprio esploratore spaziale DESTINY+ (che dovrebbe prelevare campioni da 3200 Phaethon l'asteroide che origina le Geminidi) con Ramses nel 2028 e fornirebbe anche i sensori infrarossi e i componenti per i pannelli solari. Studiare eventi come il passaggio di Apophis vicino alla Terra è fondamentale per le attività di difesa planetaria contro i rischi di collisione con asteroidi in futuro, hanno affermato gli scienziati. Visto il contesto geopolitico attuale Europa e Giappone stanno intensificando la collaborazione spaziale. A maggio, l'ESA e la JAXA hanno dichiarato di mantenere il loro impegno nel programma Artemis guidato dalla NASA, dopo che l'amministrazione statunitense ha proposto importanti modifiche alle missioni lunari. Durante un vertice dei leader a Tokyo ESA e Giappone hanno confermato la cooperazione nella costruzione di costellazioni satellitari, tra cui l'infrastruttura di comunicazione satellitare europea IRIS². Eutelsat, il rivale francese del sistema satellitare commerciale per Internet Starlink di Elon Musk, ha firmato a settembre un contratto con la giapponese Mitsubishi Heavy Industries, che effettua lanci di razzi H3 (l'ultimo lanciatore giapponese, primo volo 17/02/2024, cui sono seguiti ad oggi 3 riusciti lanci commerciali).

Il Giappone pianifica anche una missione congiunta di rover lunari chiamata LUPEX con l'India.

Dopo 13 anni di esplorazione di Marte Curiosity sta imparando nuovi trucchi, il rover della NASA sta imparando nuove tecniche per migliorare la sua efficienza, grazie alla riprogrammazione dei suoi ingegneri. Un miglioramento è la capacità di svolgere più attività contemporaneamente, esempio scattare una foto mentre trasmetteva simultaneamente dati ad un orbiter. Un'altra nuova abilità è la possibilità per Curiosity di decidere di entrare in modalità sospensione anticipata se termina i suoi compiti prima del previsto. Questi vari miglioramenti consentiranno al rover di aumentare la durata delle sue batterie a beneficio della durata della sua missione.

La NASA ha assegnato alla Firefly Aerospace di Cedar Park, in Texas, 177 milioni di \$ per la consegna di due rover e tre strumenti scientifici da inviare sulla superficie lunare nell'ambito dell'iniziativa CLPS (Commercial Lunar Payload Services) e della campagna Artemis, per esplorare una porzione di Luna più ampia che mai. Per la prima volta la NASA utilizzerà più rover e una varietà di strumenti fissi, in collaborazione con la CSA (Canadian Space Agency) e l'Università di Berna, per comprendere la composizione chimica della regione del Polo Sud lunare e scoprire le risorse disponibili nelle regioni permanentemente in ombra della Luna. Attraverso il CLPS, la NASA sta abbracciando una nuova era di esplorazione lunare, con le aziende private che fanno da apripista. Queste missioni produrranno conoscenze fondamentali, necessarie per la sostenibilità a lungo termine e aiuteranno a comprendere la natura della superficie lunare, consentendoci di raggiungere gli obiettivi scientifici ed esplorativi per la regione del Polo Sud Lunare, a beneficio di tutti.

Firefly ha il compito di fornire servizi di carico utile sulla superficie lunare,

per un periodo che si estende fino al 2030. Il lander lunare dell'azienda dovrebbe atterrare nella regione del Polo Sud della Luna nel 2029. Si tratta della quarta missione lunare realizzata nel programma CLPS. La prima missione di Firefly è atterrata con successo sul lato vicino della Luna nel marzo 2025 con 10 carichi utili della NASA. La seconda missione dell'azienda, il cui lancio è previsto per il 2026, prevede il rilascio di un satellite in orbita lunare combinato ad un lander sulla superficie lunare sul lato nascosto. La terza missione lunare di Firefly avrà come obiettivo l'atterraggio nelle cupole di Gruithuisen sul lato vicino della Luna nel 2028, trasportando sei esperimenti per studiare quell'enigmatico terreno vulcanico lunare. Così la NASA pensa di accelerare i tempi per una presenza umana a lungo termine sulla Luna, per prepararsi poi al balzo verso Marte.

Il traffico sulla Stazione Spaziale Internazionale (ISS) è intenso, con veicoli spaziali che vanno e vengono quasi ogni poche settimane. Gli astronauti della missione privata Ax-4 si sono sganciati lo scorso 14 luglio per far posto alla missione NASA Crew-11 di SpaceX. Una navicella SpaceX Cargo Dragon ha lasciato la stazione a fine maggio mentre un cargo russo Progress è arrivato il 5 luglio. Entro la fine dell'anno, una mezza dozzina di altri veicoli spaziali saranno lanciati verso la ISS, trasportando equipaggi, carichi, esperimenti per ricerca e dimostrazioni tecnologiche. È uno dei periodi più intensi che il laboratorio orbitale abbia mai vissuto, poiché gli ultimi anni, in particolare, hanno visto un forte aumento dell'attività.

Ma assente dal mix di veicoli spaziali in movimento, almeno per il resto del 2025, sarà la Starliner della Boeing. La capsula spaziale è al sicuro nel suo hangar in attesa di una serie di test previsti per quest'estate presso il White Sands Test Facility della NASA nel New Mexico. Una volta completati i test e dopo aver apportato le necessarie modifiche alla Starliner si procederà ad un nuovo lancio previsto non prima dell'inizio del 2026. Starliner è stata lanciata per due voli orbitali di prova senza equipaggio (OFT), uno nel 2019 e l'altro nel 2022. OFT-1 avrebbe dovuto agganciarsi alla ISS, ma un'anomalia del software ha causato un'errata accensione per l'inserimento orbitale che ha impedito del tutto il rendezvous. Nonostante qualche intoppo in volo, OFT-2 ha risolto i problemi della missione precedente, ha raggiunto la ISS e ha aperto la strada con successo al primo volo della navicella con astronauti a bordo.

Starliner è stata così lanciata per la sua prima missione con astronauti, nota come Crew Flight Test (CFT), nel giugno 2024, trasportando gli astronauti della NASA Sunita "Suni" Williams e Butch Wilmore alla ISS per una missione che avrebbe dovuto durare circa una settimana. Durante il tragitto verso la ISS, Williams e Wilmore hanno messo alla prova Starliner, eseguendo una serie di test di manovra prima dell'avvicinamento finale e dell'attracco alla stazione spaziale. Sfortunatamente, la loro crociera di collaudo è stata un po' troppo traballante. La navicella ha quattro involucri protettivi, montati lungo il perimetro del modulo di servizio che contengono i propulsori del sistema RCS, utilizzati per il controllo dell'assetto e le manovre di precisione. Anche i propulsori OMAC (Orbital Maneuvering and Attitude Control) sono alloggiati all'interno di simili involucri protettivi. Entrambi i sistemi utilizzano elio pressurizzato e propellenti erogati da una complessa rete di tubazioni e valvole. Una volta in orbita, la Starliner ha rivelato delle perdite di elio e guasti a cinque dei suoi 28 propulsori RCS. Di conseguenza, la permanenza di Williams e Wilmore a bordo della ISS fu prolungata più volte, mentre NASA e Boeing cercavano di risolvere i problemi da Terra. Per eccesso di cautela, alla fine si è deciso di far rientrare la Starliner sulla Terra senza gli astronauti a bordo, atterraggio per altro avvenuto con successo (ma la prudenza non è mai troppa!).

Uno sguardo rapido ai progressi compiuti finora dalla Cina ci mostra solide capacità ingegneristiche, nonché la costruzione di infrastrutture chiave come una rete di ascolto per lo spazio profondo (l'equivalente DSN della NASA). La prima missione planetaria di successo cinese, è la Tianwen-1 per Marte, un orbiter ed un lander lanciati nel 2020, che hanno reso la Cina il secondo Paese, dopo gli USA, ad atterrare in sicurezza e a gestire un rover sul pianeta rosso. Tianwen-2 è stata lanciata a fine maggio 2025 per una missione che prevede il ritorno di campioni da asteroidi per poi dirigersi verso una cometa della fascia principale.

Tianwen-3, sarà il primo tentativo al mondo di ritorno di campioni di Marte, con il lancio previsto per la fine del 2028. Si concentrerà sulla ricerca di segni di vita, così come Tianwen-4, il cui lancio è previsto intorno al 2029 per Giove e la sua luna Callisto.

Queste missioni svilupperanno ulteriormente le capacità necessarie per operare ancora più lontano dalla Terra, preparando il terreno per missioni più complesse. Tra queste, una potenziale missione orbitale per Nettuno con un forte interesse per l'oceano sotterraneo di Tritone e una missione verso Encelado. Senza dimenticare una missione per raccogliere campioni dell'atmosfera venusiana e riportarli sulla Terra, prevista per il 2030.

Per perforare i ghiacci di questi mondi lontani i Cinesi propongono un sistema ibrido di perforazione laser e termico. Il primo verrà utilizzato per evitare che il ghiaccio evapori rapidamente e danneggi la sonda. Il secondo per sciogliere il ghiaccio sfrutta il calore residuo di un reattore a fissione nucleare compatto: questo approccio evita l'usura meccanica della perforazione tradizionale e permette di gestire i detriti. Durante la perforazione, la sonda effettuerebbe un rilevamento continuo dell'ambiente fisico e chimico, tenendo d'occhio il potenziale biogenico e la disponibilità di risorse utilizzando la spettrometria di massa e la spettroscopia.



Questo libro, unico in Italia nel suo genere, offre una raccolta completa e aggiornata fino all'autunno 2024 di tutti gli studi terrestri e spaziali che hanno indagato la presenza di forme di vita semplici passate e presenti su Marte e, dunque, la possibilità di renderlo abitabile in un futuro forse non troppo lontano.

Suddiviso in dieci capitoli avvincenti e accessibili a tutti, l'opera coniuga rigore scientifico e narrazione coinvolgente di fatti ed eventi storici, guidando il lettore attraverso secoli di studi teorici e decenni di esplorazioni spaziali e scoperte che hanno alimentato il desiderio di comprendere il Pianeta Rosso. Sono documentate nel dettaglio le missioni spaziali condotte dalla NASA a partire dal 1976, con il pionieristico atterraggio su Marte dei lander Viking 1 e 2, i primi laboratori biologici a effettuare la discesa al suolo marziano. Da lì in poi, grazie alle più avanzate tecnologie e sofisticate strumentazioni di cui disponevano le sonde e i rover Phoenix, Curiosity, Perseverance, le informazioni e le conoscenze a disposizione si sono fatte via via più precise e affascinanti, aprendo la strada a nuove prospettive per l'analisi diretta dei campioni marziani, promettendo scoperte che potrebbero cambiare per sempre il concetto di vita extraterrestre.

Il volume è una lettura imperdibile per appassionati di scienza, astronomia e astrobiologia, per chiunque sia interessato alle esplorazioni spaziali e segue con entusiasmo le storie e le sfide che portano all'ipotesi di vita oltre i confini della Terra.

Prefazione

Introduzione

1. Da Schiaparelli alle prime missioni spaziali

Approfondimento: Le stranezze di Fobos e Deimos

2. I Vikings trovarono batteri su Marte?

3. L'epopea di Spirit e Opportunity

4. Phoenix e la scoperta dei perclorati

5. Enigmatici meteoriti marziani

6. Le molecole organiche di Curiosity

7. L'enigma del metano

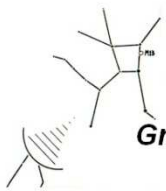
8. Acqua liquida su Marte: tutta la verità

9. Insight: alla ricerca di terremoti marziani

10. Da Perseverance e Exo-Mars la risposta definitiva?

Approfondimento: I messaggi nascosti di Perseverance

Bibliografia



2026 - 52° ANNO
Gruppo Astronomico Tradatese

30 anni fa moriva prematuramente Carl Sagan, leggendario scienziato americano che credeva ciecamente nell'esistenza di civiltà extraterrestri.

Questa una sua frase che sembra perfettamente adeguata per rappresentare gli attuali tristi momenti storici:

"È una tragica ironia del nostro tempo che una civiltà capace di esplorare altri mondi affidi il proprio destino a sistemi politici che ignorano sistematicamente le conoscenze scientifiche più elementari, preferendo l'illusione del consenso immediato alla responsabilità verso il futuro"

Auguriamoci che il 2026 segni finalmente una Inversione a questa deleteria tendenza.

La Segreteria del G.A.T.



L'eclisse totale di Luna di domenica 7 Settembre 2025, principale evento astronomico del 2025, in una sequenza di immagini di Paolo Bardelli.