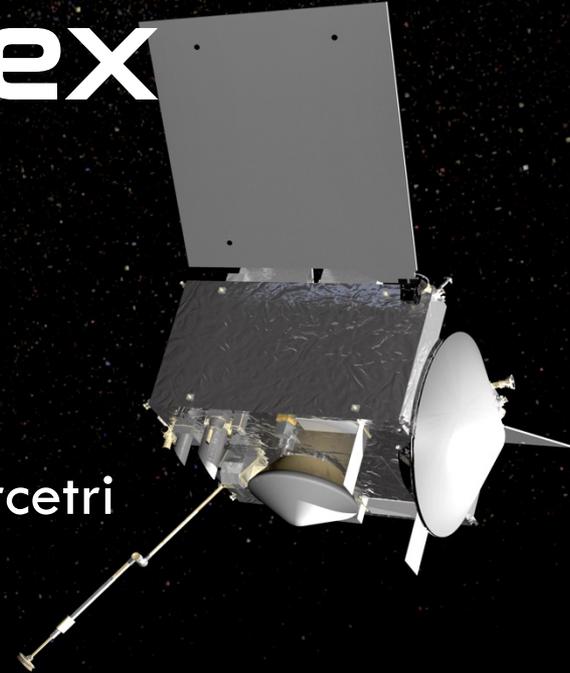




The OSIRIS-REx mission

John Robert Brucato
INAF – Osservatorio Astronomico di Arcetri





Fact-Sheet

OSIRIS-REx (*Origins, Spectral Interpretations, Resource Identification, Security - Regolith Explorer*) è una missione di *Sample Return* al Near Earth Asteroid primitivo 101955 Bennu (1999 RQ36) selezionata dalla NASA nell'ambito del programma New-Frontiers.

- Lancio avvenuto 8 settembre 2016, arrivo all'asteroide agosto 2018, fase di survey durata un anno, raccolta del campione luglio 2020, ritorno del campione a Terra nel 2023.
- L'arrivo di OSIRIS-REx all'asteroide Bennu è avvenuto nel dicembre 2018.
- Nell'ottobre 2020 è stato prelevato il campione dalla superficie di Bennu che sarà riportato a terra nel settembre 2023.
- Aprile 2022: Extended mission verso l'asteroide Apophis nel 2029.

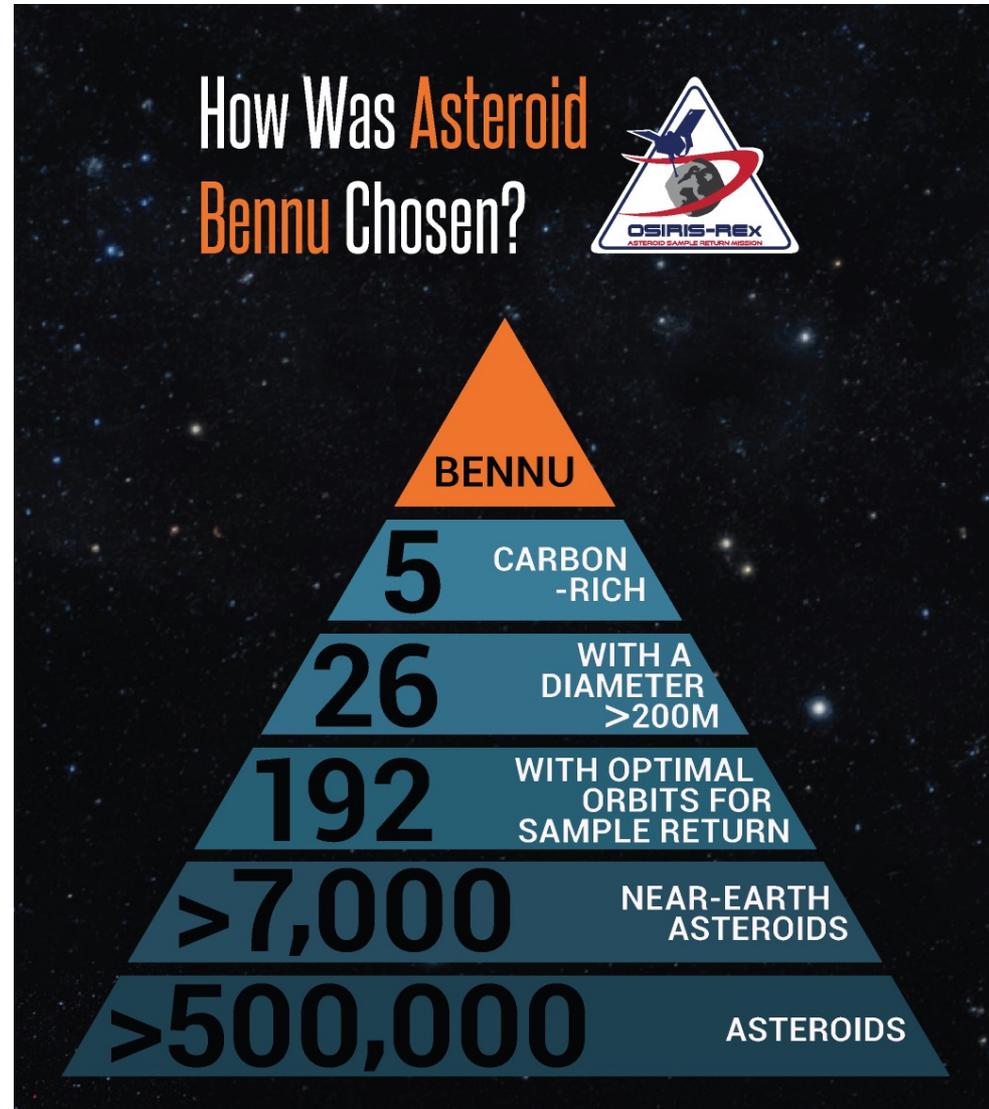
PASSENGER NAME		KSC → BNU
OSIRIS-REx		NASA's Kennedy Space Center → Asteroid Bennu
ISSUE DATE: 25 MAY 2011 • TICKET NUMBER: 101955 1999RQ36 • FREQUENT FLYER NUMBER: 19109919		
FLIGHT INFORMATION		TOTAL MISSION TIME: 7 YEARS
SCHEDULED DEPARTURE: 08 SEPT 2016		
LAUNCH	SEPT 2016	
OUTBOUND CRUISE	SEPT 2016 - NOV 2018	
EARTH GRAVITY ASSIST		SEPT 2017
ASTEROID APPROACH		AUG - NOV 2018
ASTEROID OPERATIONS	NOV 2018 - MAR 2021	
SAMPLE COLLECTION	JULY 2020	
SCHEDULED RETURN: SEPT 2023		
RETURN CRUISE	MAR 2021 - SEPT 2023	
DEPARTURE MANEUVER		MAR 2021
SAMPLE RETURN	SEPT 2023	
SAMPLE ANALYSIS	SEPT 2023 ONWARD	

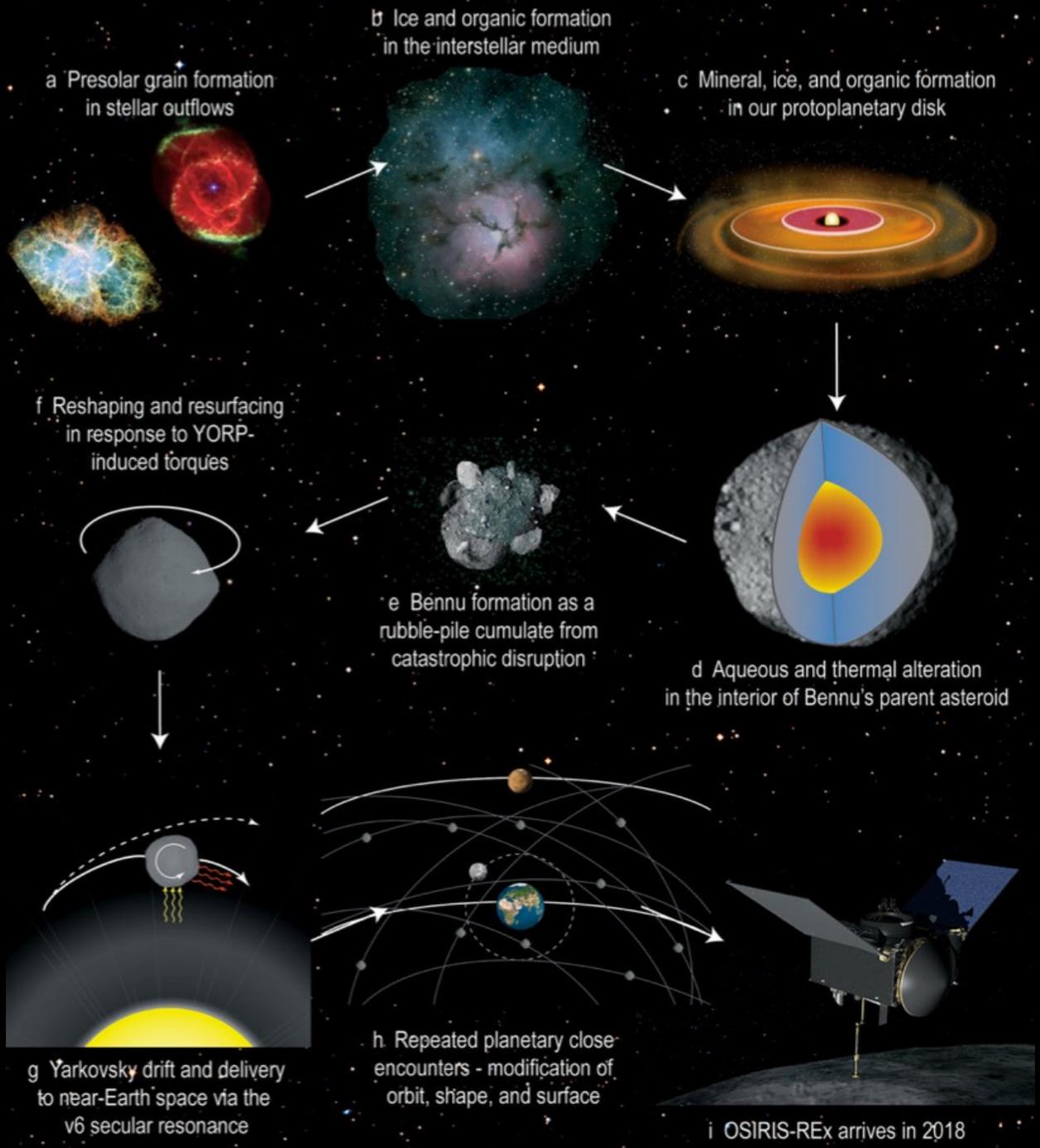


Fact-Sheet

Per una missione di Sample Return come OSIRIS-REx, gli asteroidi più accessibili che una missione spaziale può raggiungere si trovano tra 1.6 e 0.8 UA.

Gli asteroidi più accessibili hanno anche un'orbita simile alla Terra, abbastanza circolare e con una bassa inclinazione, un'orbita quasi sullo stesso piano di quella terrestre.







Obiettivi della missione

- Riportare a terra ed analizzare un campione (almeno 60 g) di regolite primitivo ricco di carbonio, proveniente dall'asteroide 101955 Bennu (1999 RQ36), in quantità sufficiente per lo studio della natura, storia e distribuzione dei minerali e del materiale organico di cui è composto
- Creare una mappatura delle proprietà globali, chimiche, e mineralogiche dell'asteroide al fine di caratterizzare la sua storia geologica e dinamica e per fornire il contesto per la raccolta del campione.
- Documentare la struttura, morfologia, geochimica e proprietà spettroscopica del regolite nella zona di campionamento alla scala del millimetro.
- Misurare l'effetto Yarkovsky - la forza termica che agisce sull'asteroide - su un asteroide potenzialmente pericoloso per la Terra e definire le proprietà dell'asteroide che contribuiscono a questo effetto.
- Caratterizzare le proprietà globali integrate di un asteroide primitivo ricco di carbonio per permettere un confronto diretto con le osservazioni da terra dell'intera popolazione degli asteroidi



Partecipazione italiana

La partecipazione italiana riguarda i gruppi appartenenti ai tre osservatori del INAF quello di Firenze, Roma e Padova con i rispettivi rappresentanti:

- **John Robert Brucato** (INAF-Osservatorio Astrofisico di Arcetri)
- **Elisabetta Dotto** (INAF-Osservatorio Astronomico di Roma),
- **Maurizio Pajola** (INAF-Osservatorio Astronomico di Padova).

15. Team Summary

15. Personale INAF coinvolto

Numero di partecipanti INAF al progetto: 6

Struttura	Nfte	NO	TI 22	TI 23	TI 24	TD 22	TD 23	TD 24	Nex	Extra
O.A. ARCETRI	2	0	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0	0.00
O.A. PADOVA	1	0	0.20	0.20	0.20	0	0	0	0	0.00
O.A. ROMA	1	0	0.10	0.10	0.10	0	0	0	0	0.00
Totali	4	0	0.40	0.40	0.40	0.10	0.10	0.10	0	0.00



Partecipazione italiana

Analisi Laboratorio (J.R. Brucato, INAF-OAA)

- Preparazione di campioni analoghi e meteoriti
- Acquisizione in laboratorio di mappe spettrali
- Analisi in situ in vuoto a varie condizioni di temperatura
- Analisi di space weathering
- Analisi dati spettrometri OTES e OVIRS

Analisi geomorfologica di Bennu tramite immagini OCAMS - PolyCam, MapCam, SamCam (M. Pajola, INAF-OAPd)

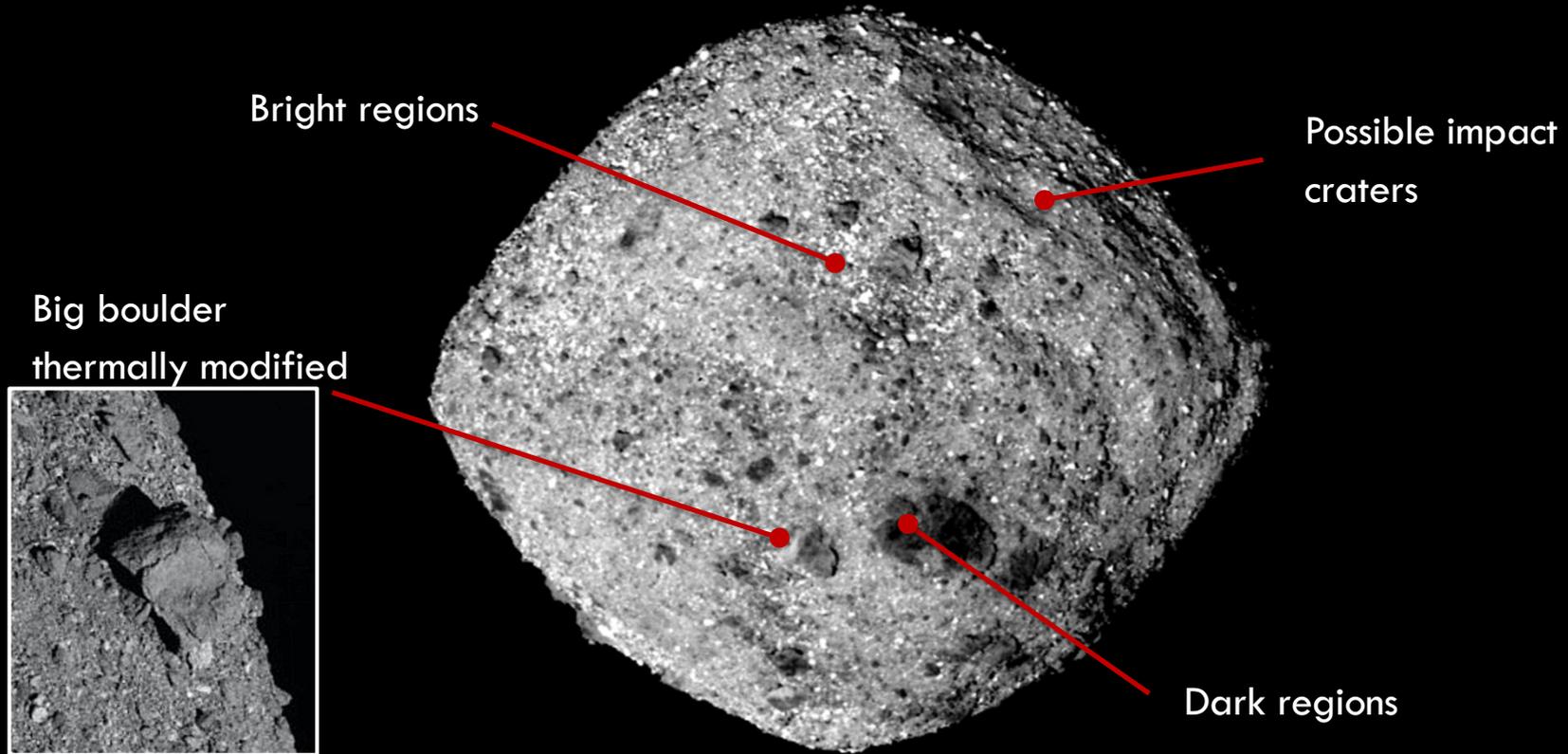
- Realizzazione della prima mappa geologica globale dell'asteroide Bennu.
- Studio delle distribuzioni di massi presenti all'interno dei principali crateri di Bennu.
- Classificazione delle morfologie dei massi presenti sulla superficie di Bennu.
- Studio dei clasti che costituiscono alcuni massi presenti sulla superficie di Bennu.

Sfruttamento dati SamCam, MapCam e OVIRS (E. Dotto, INAF-OAR):

- Analisi statistica multivariata G-Mode sui quattro siti di Bennu candidati per il campionamento di OSIRIS-Rex
- Analisi dati OVIRS: Distribuzione non gaussiana della rugosità superficiale di Bennu.
- Distribuzione della frequenza delle dimensioni e della forma delle particelle mobilitate durante l'evento Touchdown tramite dati della SamCam.



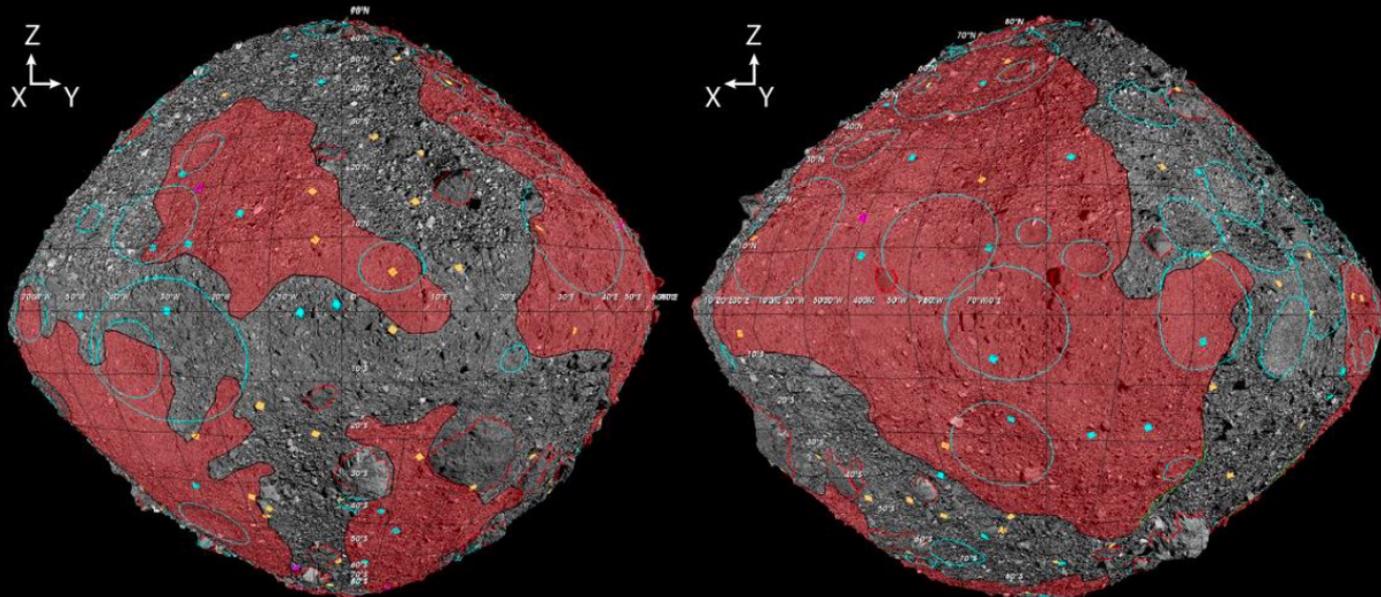
Bennu surface: morphology





Realizzazione Mappa Geologica Globale

Contemporaneo utilizzo del mosaico globale di immagini ottenuto nella Detailed Survey phase della missione (5 cm di risoluzione) ed il modello di forma ottenuto tramite lo strumento OLA (20 cm di risoluzione) per poter identificare le differenti unità geologiche presenti su Bennu.



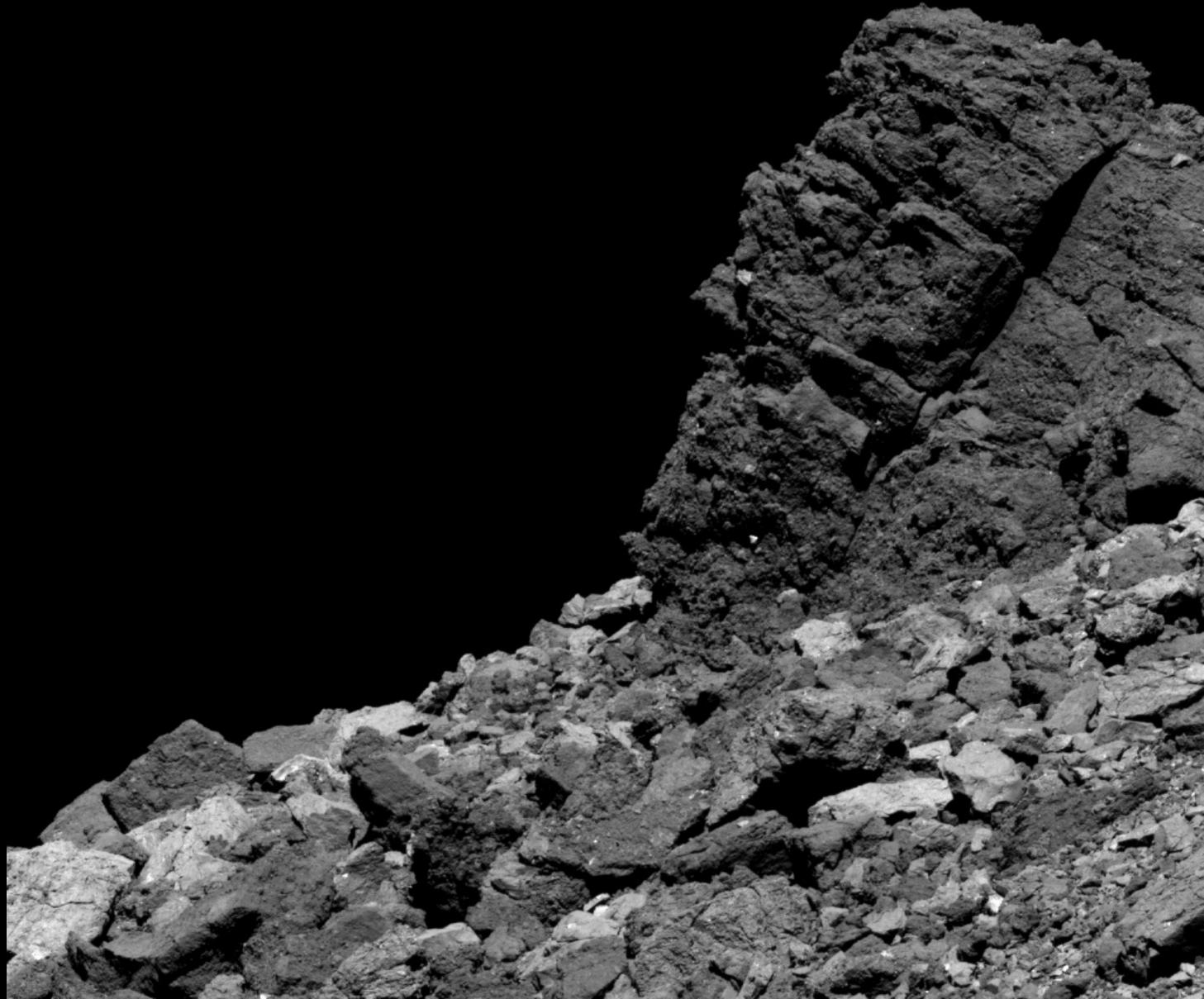


Caratterizzazione delle texture superficiali





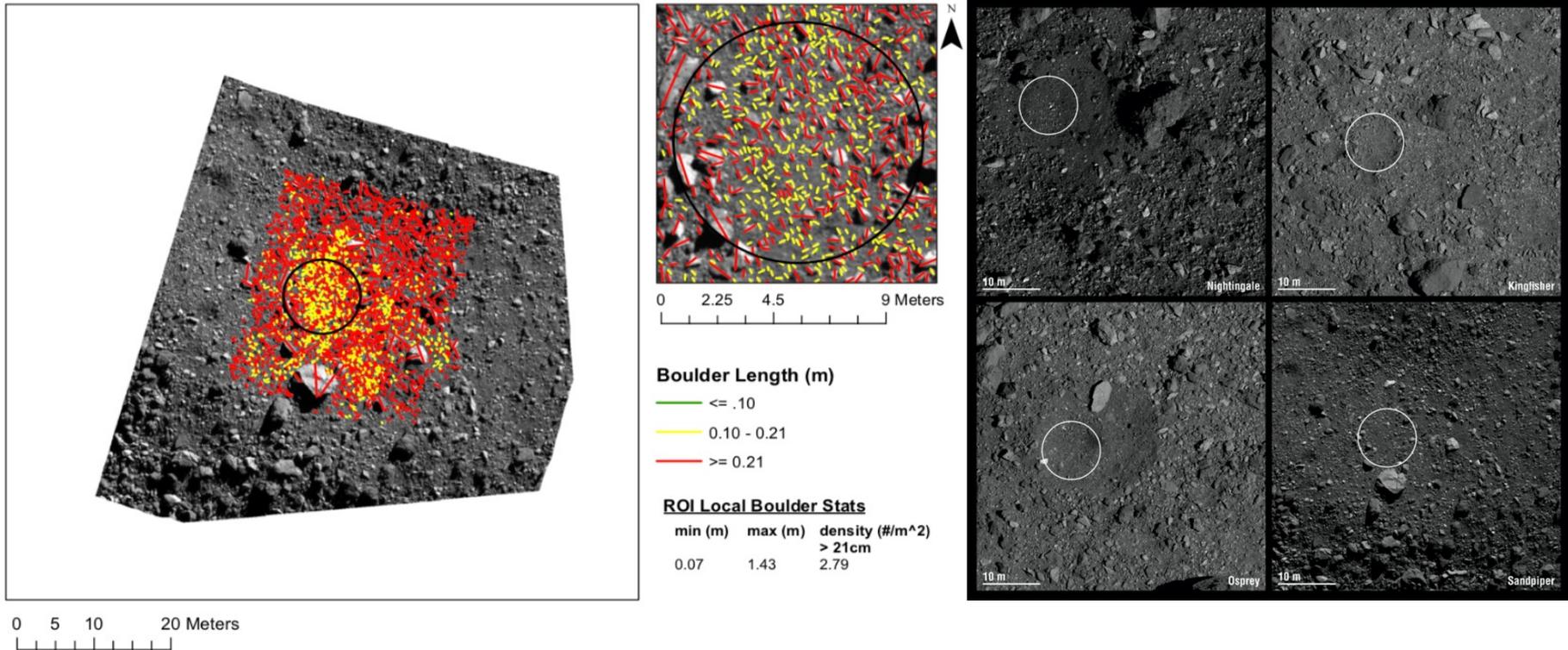
Boulder with embedded rocks





Caratterizzazione dei siti di atterraggio

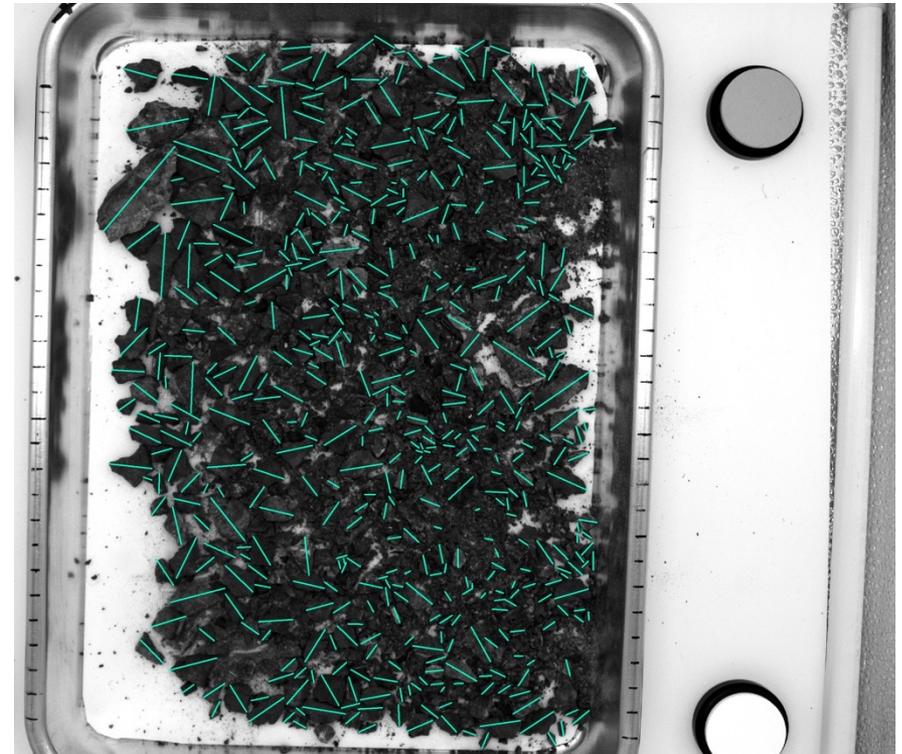
Validazione e conteggio dei massi presenti nei siti suggeriti per il campionamento della missione OSIRIS-REx. Il conteggio svolto ha permesso l'identificazione dei quattro siti finalisti.





Studio della SFD delle pebbles riportate a Terra

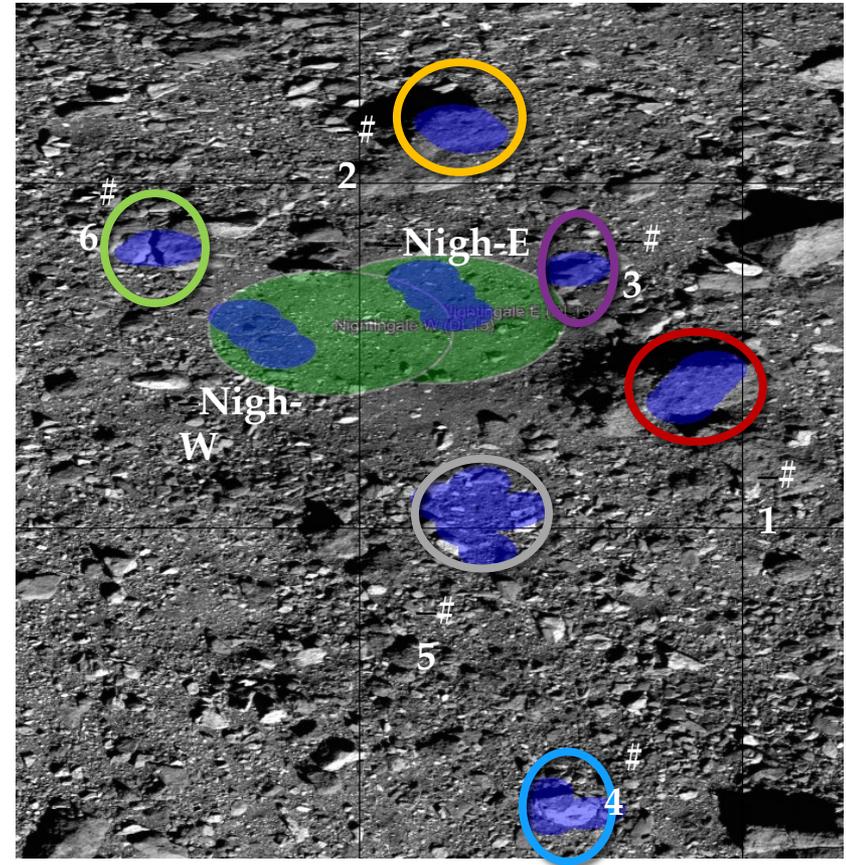
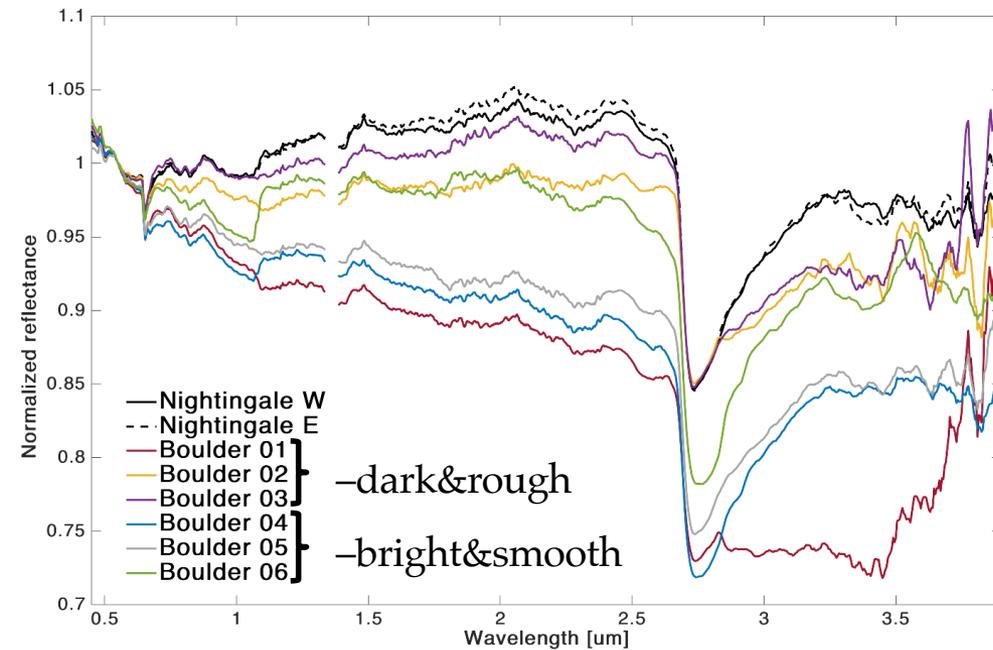
Ottenimento della distribuzione in taglia delle pebbles che verranno riportate a terra il 24 Settembre 2023, con lo scopo di favorire lo studio (e la suddivisione) del campione della superficie di Bennu.





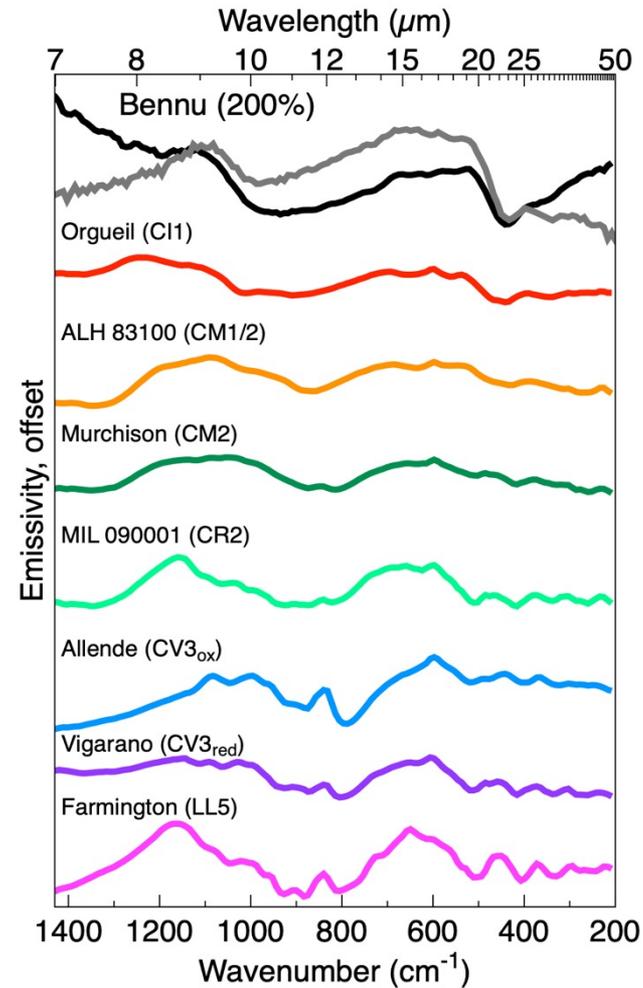
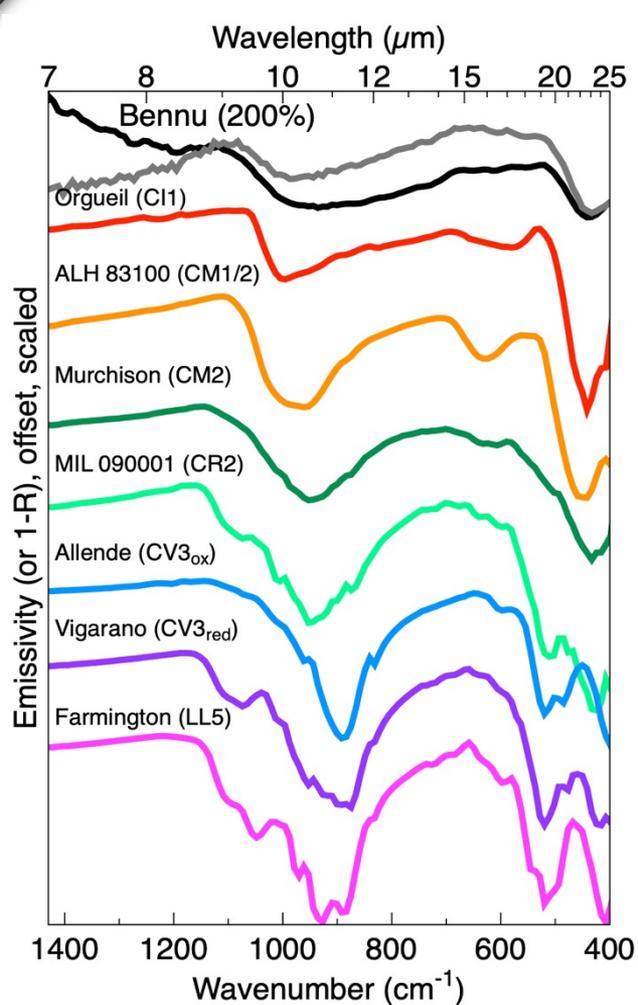
Caratterizzazione dei siti di atterraggio

E' stata Condotta un'analisi spettroscopica dettagliata dei 4 siti di atterraggio



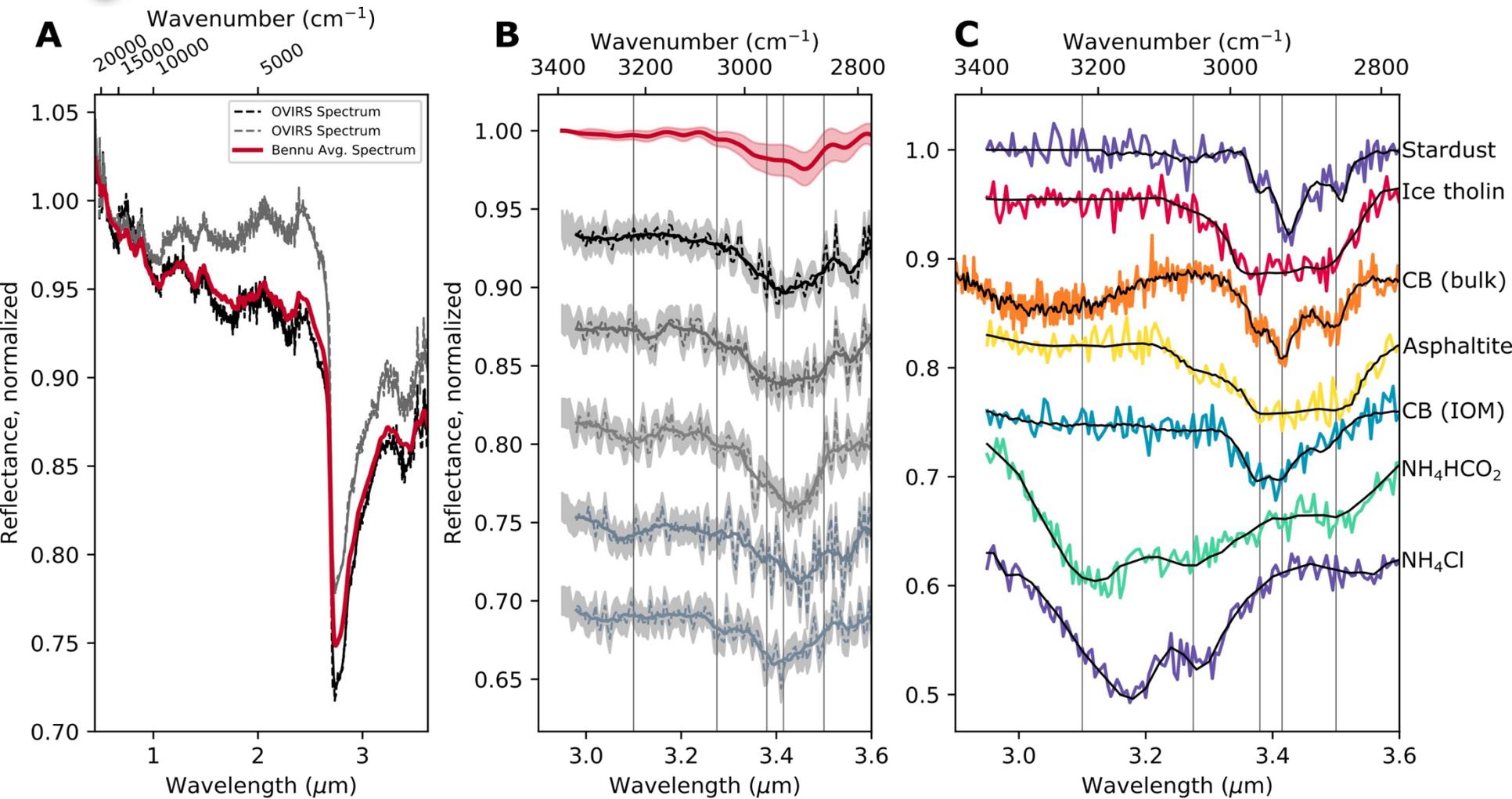


Laboratory Match to CI and CM Chondrites!





Evidenza di materiale organico





Produzione di regolite su asteroidi e porosità delle rocce

- Questo è il primo lavoro in assoluto che riguarda l'analisi spettroscopica di Bennu attraverso l'uso della tecnica di **Machine Learning**. E' stata trovata una relazione tra produzione di regolite e porosità del materiale presente. Il nostro contributo è stato essenziale, abbiamo avuto un ruolo fondamentale nella fornitura di tutti i dati spettroscopici.

nature

[Explore content](#) [About the journal](#) [Publish with us](#)

[nature](#) > [articles](#) > [article](#)

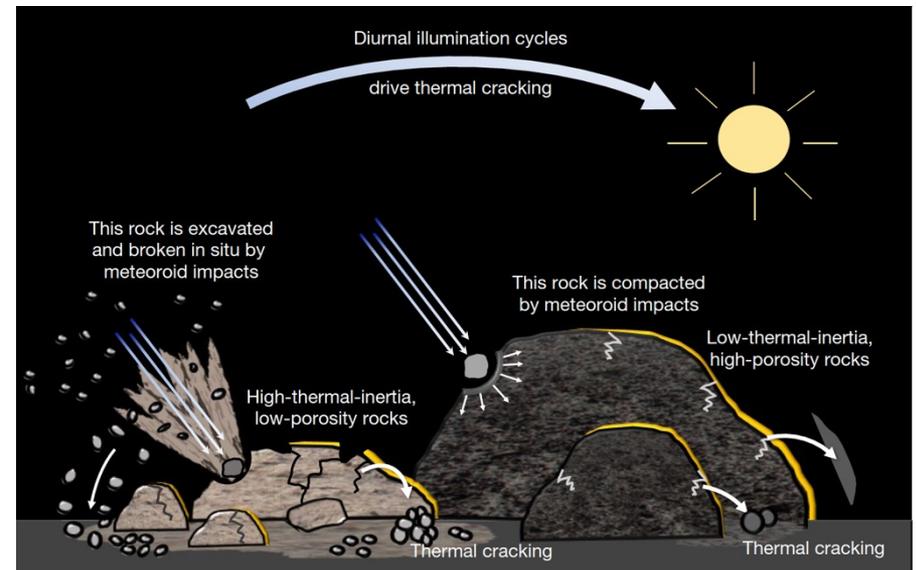
Article | [Published: 06 October 2021](#)

Fine-regolith production on asteroids controlled by rock porosity

[S. Cambioni](#) [✉](#), [M. Delbo](#), [G. Poggiali](#), [C. Avdellidou](#), [A. J. Ryan](#), [J. D. P. Deshapriya](#), [E. Asphaug](#), [R.-L. Ballouz](#), [M. A. Barucci](#), [C. A. Bennett](#), [W. F. Bottke](#), [J. R. Brucato](#), [K. N. Burke](#), [E. Cloutis](#), [D. N. DellaGiustina](#), [J. P. Emery](#), [B. Rozitis](#), [K. J. Walsh](#) & [D. S. Lauretta](#)

[Nature](#) **598**, 49–52 (2021) | [Cite this article](#)

1324 Accesses | 130 Altmetric | [Metrics](#)

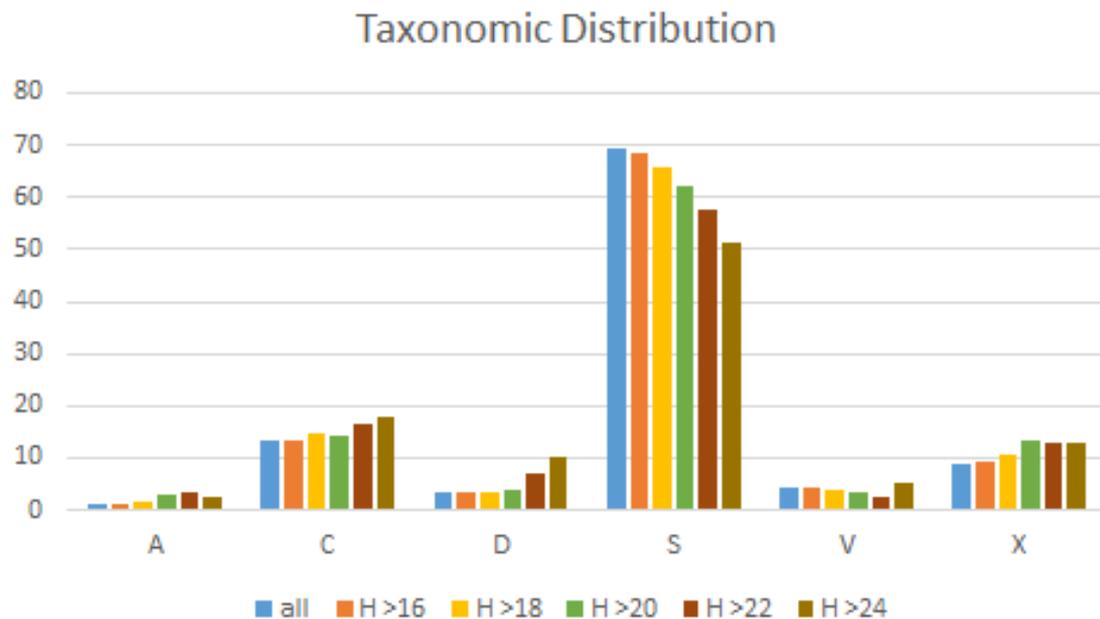




Attività osservativa: Potentially Hazardous Asteroids

–Sono stati acquisiti nuovi dati fotometrici e spettroscopici (Vis-NIR) di circa 100 Near Earth Objects (NEO) ottenendo la prima classificazione tassonomica.

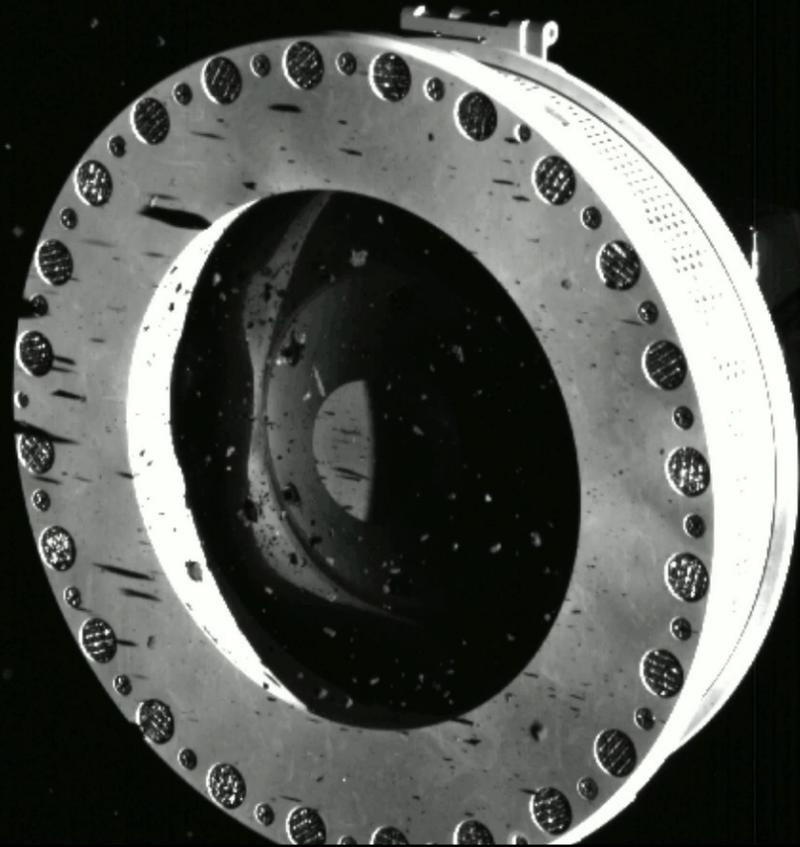
–Si sta inoltre conducendo uno studio statistico sulle proprietà spettroscopiche di un campione composto da 900 NEO, andando a studiare in dettaglio il comportamento spettroscopico di quelli che hanno proprietà dinamiche, o classe spettrale e composizione analoghe a Bennu.





21st October 2020







Scientific Return dal 2017 ad oggi

–Il team italiano ha preso parte alle seguenti pubblicazioni:

–Pubblicazioni su riviste internazionali con referee n. 30

–Pubblicazioni su riviste ad alto impatto n. 8

–Partecipazione a congressi > 40

–Intensa attività di POE



FINANCIAL SUPPORT

Dal 2017 ad oggi sono stati siglati 2 Accordi ASI/INAF

– Inviluppo complessivo intera attività fondi ASI (k€): 500



– Fondi acquisiti da INAF fino al 2022 (k€): 0



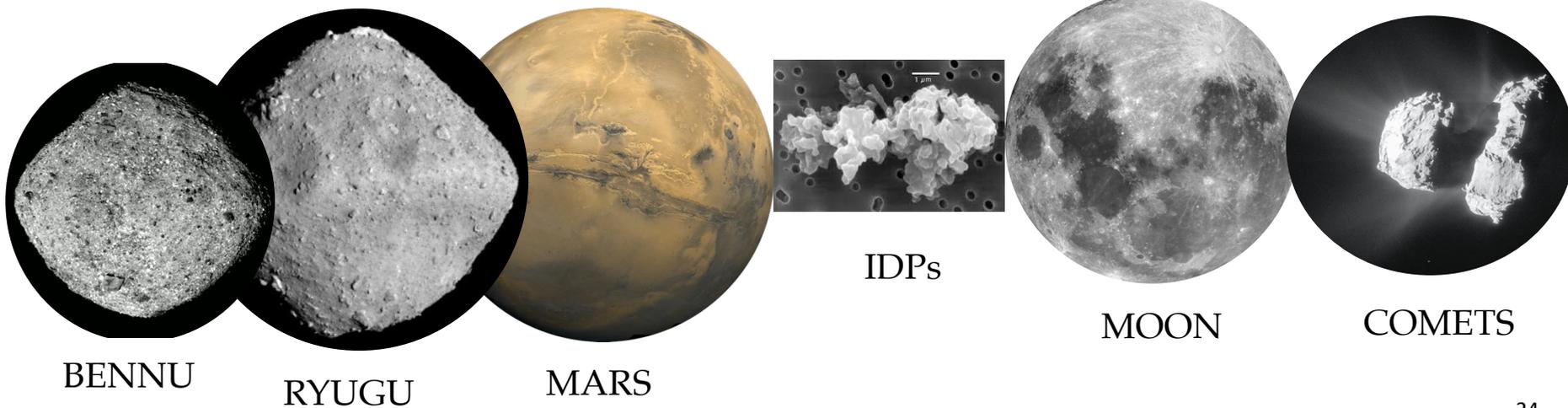


CRITICAL ISSUES

Necessità di tools di laboratorio adeguati per le analisi dei campioni Sample Return.

- To maintain the sample free of organic and particulate contamination.
- To manipulate sample volumes from $5 \cdot 10^{-7}$ to 4 cm^3 .
- Cutting edge laboratory instrumentations able to characterize samples returned from different objects.

Prossimi (o già presenti) campioni di Sample Return



GRAZIE

