

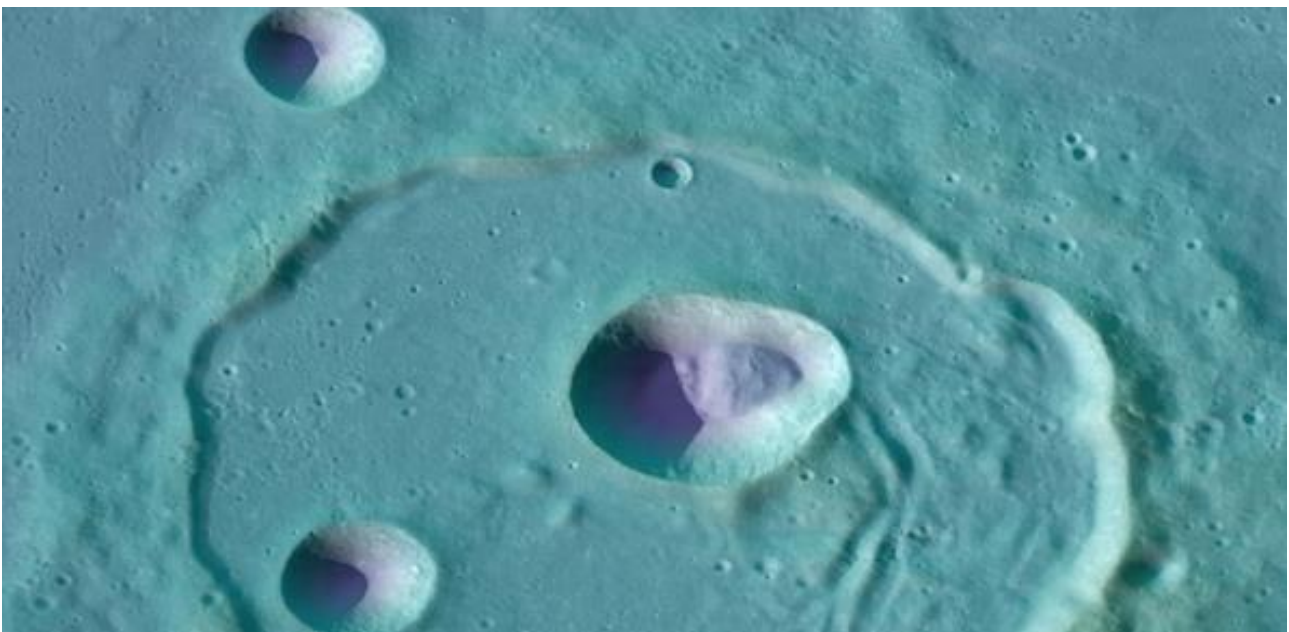
Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica

del Dipartimento Scienze del Sistema Terra e Tecnologie per l'Ambiente

un istituto del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)

Frane nel Sistema Solare

Cartografiamo e studiamo le frane nei crateri della Luna e di Mercurio, e nelle Valles Marineris di Marte



Sulla Terra le frane sono fenomeni calamitosi spesso associati a perdite di beni e di vite umane. Le cause naturali delle frane terrestri sono le piogge intense o prolungate, i terremoti, la rapida fusione della neve e le attività vulcaniche. Ma quali sono le cause delle frane negli altri corpi solidi del sistema solare?

A partire dai primi anni '70 del secolo scorso, le frane sono state osservate sulla Luna, su Marte, Mercurio e su Venere, per citare i corpi celesti più vicini alla Terra. Più di recente, le immagini riprese dalla sonda Dawn della NASA (<http://dawn.jpl.nasa.gov/>) hanno permesso di riconoscere frane anche su Vesta e Ceres, due asteroidi.

I fattori che innescano le frane sulla Terra e sui corpi solidi del sistema solare possono essere anche molto diversi, a causa delle diverse condizioni fisiche (l'accelerazione di gravità, la pressione atmosferica) e ambientali (la presenza o assenza di fluidi, l'erosione) dei diversi corpi celesti.

Studiamo la relazione tra la presenza di frane e le condizioni fisiche e ambientali nei pianeti e satelliti solidi del sistema solare. Utilizzando gli stessi criteri adottati per riconoscere e caratterizzare le frane terrestri, abbiamo identificato, mappato e classificato frane su Marte, sulla Luna e su Mercurio, ed abbiamo confrontato l'area, il volume, la lunghezza e l'altezza delle frane extraterrestri con le stesse misure di frane terrestri.

Il nostro obiettivo è capire come le diverse proprietà fisiche dei materiali che costituiscono la superficie dei pianeti (ad esempio l'angolo d'attrito interno) influiscano sui meccanismi che innescano le frane.

Su Marte abbiamo mappato 189 frane (Figura 1) in un'area di studio di 100.000 km² nelle Valles Marineris, un insieme di valli lunghe oltre 4000 km, larghe fino a 200 km e profonde fino a 7 km, che si estendono lungo la fascia equatoriale del pianeta.

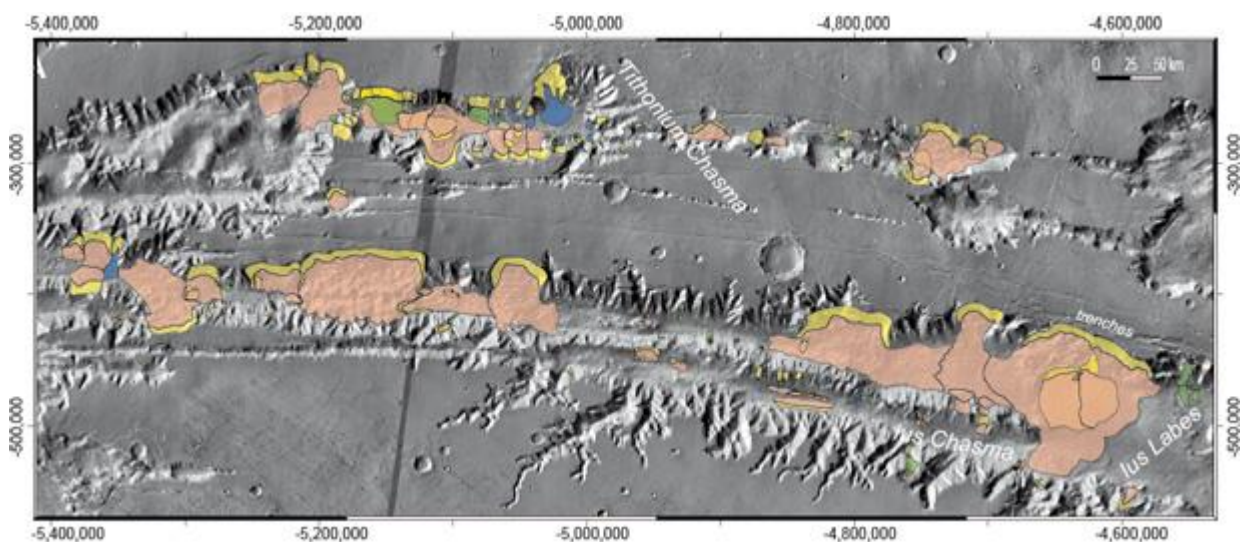


Figura 1: Inventario geomorfologico delle frane per l'area di studio nelle Valles Marineris, Marte. In giallo le aree di scarpata e negli altri colori le aree di deposito delle frane.

Abbiamo classificato le frane nelle Valles Marineris utilizzando le tipologie utilizzate per classificare le frane terrestri (Figura 2).

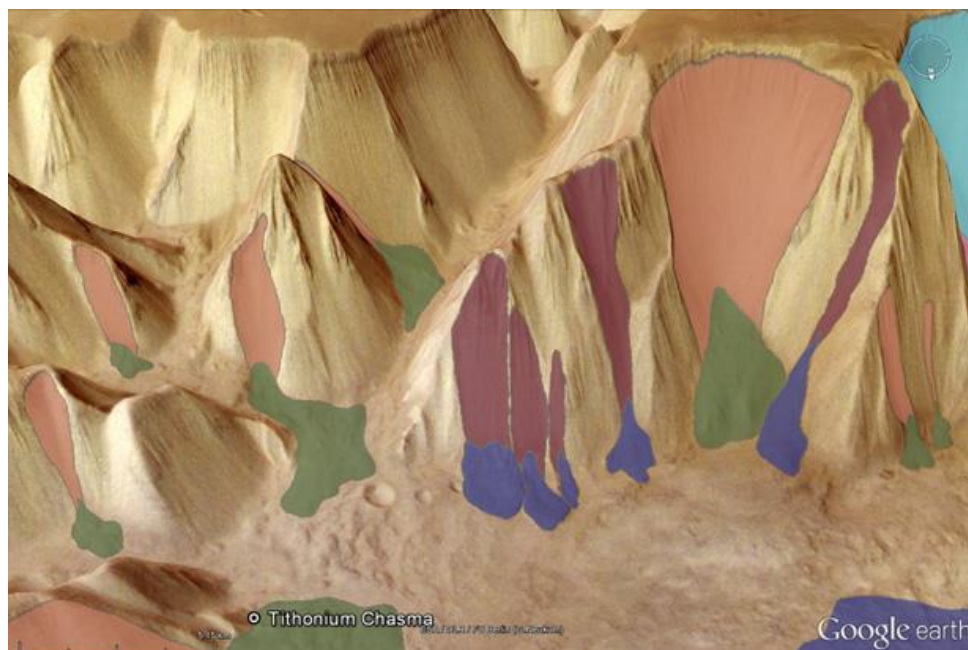


Figura 2: Esempi di colate di detrito (scarpate in rosso e depositi in blu) e di valanghe di roccia (scarpate in marrone e depositi in verde) su Marte.

Abbiamo utilizzato la nostra mappa delle frane nelle Valles Marineris di Marte per determinare le distribuzioni statistiche delle grandezze geometriche delle frane (area, volume, lunghezza, altezza), e per confrontarle con le distribuzioni delle frane terrestri.

Abbiamo riconosciuto e cartografato frane anche sulla Luna e su Mercurio, concentrandoci in particolare sulle frane presenti all'interno dei crateri d'impatto. Abbiamo cartografato 60 frane in 35 crateri sulla Luna, e 58 frane in 38 crateri su Mercurio.

La Figura 3 mostra alcuni esempi di frane nei crateri della Luna e di Mercurio.

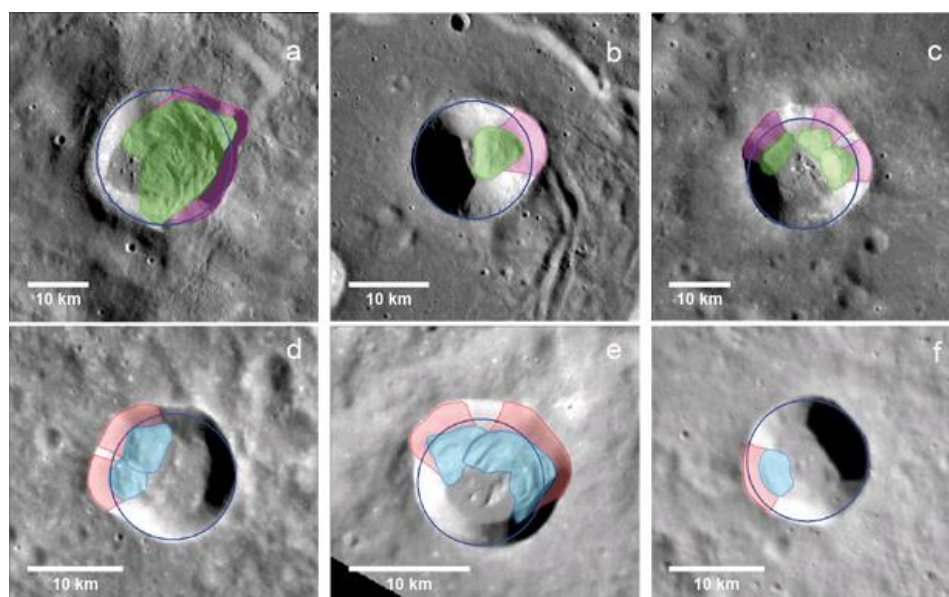


Figura 3: Esempi di scivolamenti di roccia sulla Luna (scarpate in viola e depositi in verde) e Mercurio (scarpate in rosso e depositi in azzurro).

Risultati

Dall'analisi statistica di grandezze geometriche (area, volume, lunghezza, altezza) delle frane mappate nelle *Valles Marineris* di Marte, e dal confronto con analoghe distribuzioni per frane terrestri, è emerso che:

- le frane di scivolamento su Marte sono mediamente più grandi delle frane di scivolamento terrestri;
- le frane molto grandi (con area maggiore di 10 km²) sono molto più abbondanti su Marte che sulla Terra;
- la relazione fra l'area e il volume delle frane su Marte è simile a quella osservata sulla Terra;
- il valore relativamente basso dell'angolo di attrito apparente ricavato dalla geometria delle frane su Marte è compatibile con la presenza di rocce tenere sulla superficie del pianeta.

Utilizzando il programma di simulazione SSAP (www.ssap.eu) che valuta la stabilità dei pendii, abbiamo trovato che le frane profonde cartografate nelle *Valles Marineris* possono essere state innescate solo da attività sismica, mentre quelle più superficiali sono compatibili con la presenza di acqua.

A parità di dimensioni del cratere, i pendii nei crateri lunari sono più stabili di quelli nei crateri di Mercurio. Questo potrebbe essere un effetto della minore accelerazione di gravità della Luna (1.6 ms⁻²) rispetto a Mercurio (3.7 ms⁻²).

Per saperne di più

Brunetti MT, Guzzetti F, Cardinali M, Fiorucci F, Santangelo M, Mancinelli P, Komatsu G, Borselli L. 2014. Analysis of a new geomorphological inventory of landslides in Valles Marineris, Mars. *Earth and Planetary Science Letters* 405: 156-168. [DOI: 10.1016/j.epsl.2014.08.025](https://doi.org/10.1016/j.epsl.2014.08.025).

Brunetti MT, Xiao Z, Komatsu G, Peruccacci S, Guzzetti F. 2015. Large rock slides in impact craters on the Moon and Mercury. *Icarus* 260: 289–300. [DOI: 10.1016/j.icarus.2015.07.014](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2015.07.014).

Referente: Maria Teresa Brunetti - mariateresa.brunetti@irpi.cnr.it

