

## UN PEZZO DI LUNA È DIVENTATO UN ASTEROIDE?

*Recenti osservazioni spettroscopiche sull'asteroide near-Earth (469219) Kamo'oalewa indicano che potrebbe trattarsi di un frammento di roccia della superficie lunare scagliato nello spazio in seguito a un impatto avvenuto nel passato. In realtà le osservazioni non sono conclusive e saranno necessari molti più dati per confermare o escludere questa ipotesi.*

*Da MEDIA INAF del 15 novembre 2021 riprendiamo, con autorizzazione, un articolo di Albino Carbognani.*



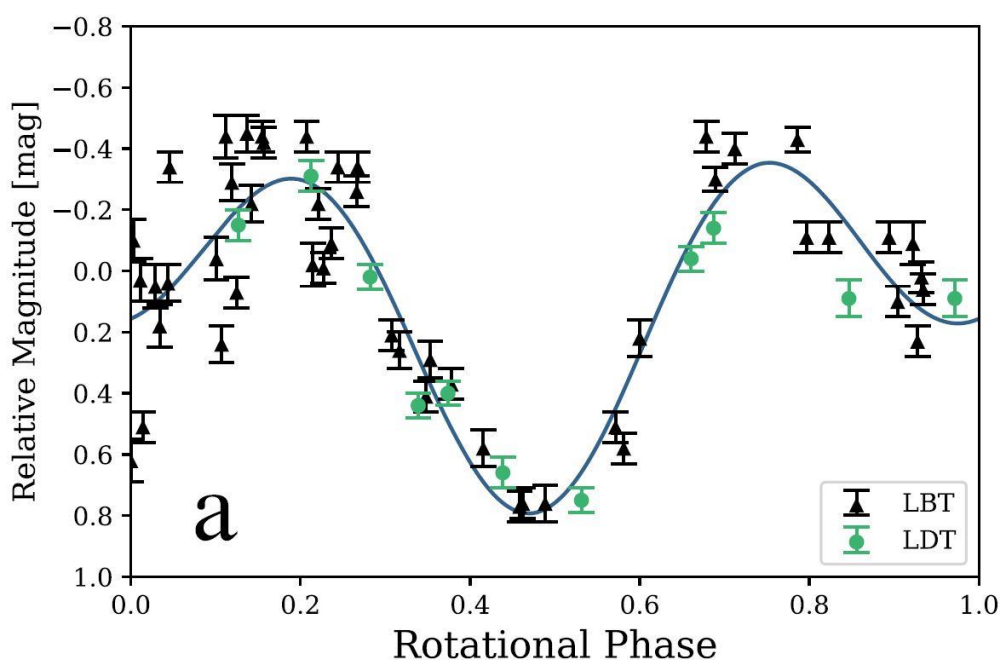
Rappresentazione artistica di Kamo'oalewa mentre passa in prossimità del sistema Terra-Luna.

Crediti: Addy Graham/University of Arizona

Fra la popolazione dei circa 27.700 asteroidi *near-Earth* oggi noti, c'è un gruppo di cui si conoscono pochi membri, ma molto interessante: quello dei quasi-satelliti della Terra. Si tratta di asteroidi che hanno lo stesso periodo orbitale della Terra, ma le loro orbite hanno una maggiore eccentricità e si trovano al di fuori della nostra sfera di Hill, all'interno della quale la forza di gravità terrestre prevale su quella solare. In effetti un vero satellite planetario, per essere tale, deve restare in permanenza all'interno della sfera di Hill del pianeta che, nel caso della Terra, vale circa 1,5 milioni di km: la Luna, trovandosi a circa 400mila km dal nostro pianeta, è saldamente all'interno della sfera d'influenza gravitazionale terrestre. Fra i 7 asteroidi *near-Earth* noti che appartengono al gruppo dei quasi-satelliti c'è **(469219) Kamo'oalewa**, un corpo di circa **35-70 metri di diametro** scoperto dal telescopio PanStarrs delle Hawaii nel 2016.

L'orbita eliocentrica di questo asteroide è di tipo "Apollo", ossia per lo più esterna a quella della Terra, con moderata eccentricità e inclinazione. A causa della sua orbita, Kamo'oalewa può arrivare a una **minima distanza dalla Terra di circa 5 milioni di km**, quindi come asteroide *near-Earth* non è particolarmente preoccupante anche se di classe Tunguska.

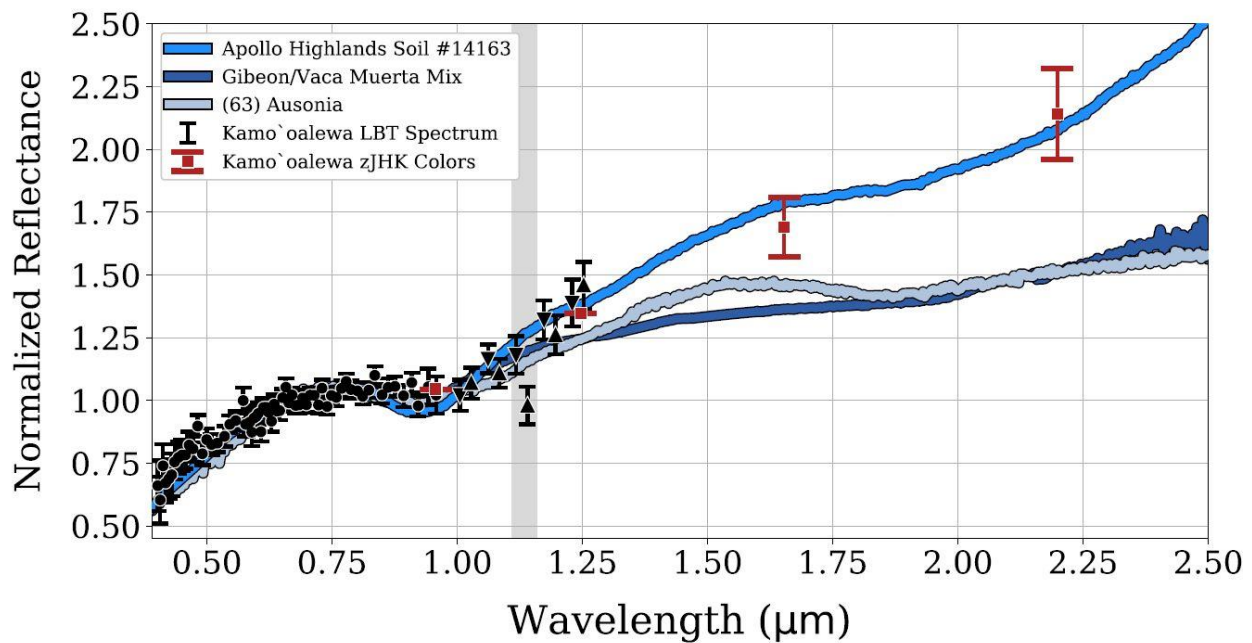
In generale il gruppo dei quasi-satelliti è difficile da studiare, perché sono asteroidi di piccole dimensioni che necessitano di grandi telescopi per le loro elevate magnitudini. Kamo'oalewa non fa eccezione, considerata la sua mag assoluta di circa +24, ma l'asteroide è stato recentemente studiato da un team di astronomi guidato da **Benjamin Sharkey** del Lunar and Planetary Laboratory dell'Università dell'Arizona. Per le osservazioni è stato impiegato il Large Binocular Telescope (Lbt), a cui l'Italia partecipa per un 25 per cento tramite l'Inaf. I due specchi da 8,4 metri di diametro che compongono Lbt hanno permesso di fare una prima caratterizzazione di questo piccolo asteroide dal punto di vista **fotometrico** e **spettroscopico**, e i risultati sono intriganti.



La curva di luce in fase di Kamo'oalewa ottenuta dai dati di Lbt. Crediti: Sharkey et al., 2021

Per prima cosa, dall'analisi della curva di luce è stato stabilito con precisione il periodo di rotazione dell'asteroide, risultato di **28,3 minuti** con un'ampiezza di circa 1 magnitudine, indice di una **forma allungata**. Il fatto che il periodo sia inferiore al limite della *spin-barrier* di circa 2,2 ore implica che l'asteroide è un **corpo monolitico**, ossia con sufficiente integrità strutturale da resistere alle sollecitazioni centrifughe che un periodo di rotazione così breve implica. Lo spettro di riflettanza nel visibile è compatibile con un **asteroide di tipo S**, ossia composto di silicati, mentre lo spettro infrarosso mostra la tipica banda di assorbimento a 1 micron dovuto all'olivina o al pirosseno.

Tutto normale dunque? Non proprio: **quello che non torna è la pendenza spettrale nell'infrarosso**, che è maggiore di un tipico asteroide di tipo S. Questo significa che la riflettività della superficie dell'asteroide aumenta sensibilmente all'aumentare della lunghezza d'onda. Quando ci si trova di fronte a risultati inattesi di questo tipo, dopo avere escluso possibili effetti spurii, la cosa migliore da fare è cercare quale materiale fra quelli già noti approssima meglio lo spettro osservato. Confrontando lo spettro di Kamo'oalewa con quello di un tipico asteroide di tipo S, come (63) Ausonia, e con quello di alcune meteoriti note, il team di Sharkey ha concluso che **la migliore corrispondenza è con i silicati lunari**. L'albedo geometrico compatibile con lo spettro dell'asteroide varia da 0,10 a 0,16 quindi le **dimensioni** effettive sarebbero comprese fra **58 e 46 metri**, in buon accordo con il *range* già noto. La riflettanza nel vicino infrarosso non è stata fittamente campionata, ma i dati sono già sufficienti per porsi qualche domanda su quale possa essere l'origine di Kamo'oalewa.



Lo spettro di riflettanza di Kamo'oalewa mostra una pendenza molto marcata nella regione del vicino infrarosso, compatibile con quella dei campioni lunari riportati sulla Terra dalla missione Apollo 14.

Crediti: Sharkey et al., 2021

Al momento le risposte sono solo speculazioni, ma è comunque interessante passarle in rassegna. Una prima possibilità è che l'asteroide sia stato **catturato** nella sua orbita dalla popolazione generale dei **Neo**. Tuttavia la sua bassa eccentricità e inclinazione sono piuttosto atipiche, come risulta dalle analisi numeriche che simulano tali eventi. Un'altra possibilità è che Kamo'oalewa provenga da una popolazione quasi stabile, ma non ancora scoperta, di **asteroidi troiani della Terra** che orbitano vicino ai punti di Lagrange L4 e L5 del sistema Sole-Terra. Questa ipotesi potrà essere verificata con future osservazioni "profonde" – ossia fatte con grandi telescopi – delle regioni dei troiani terrestri. Una terza possibilità è che Kamo'oalewa abbia avuto origine direttamente nel sistema Terra-Luna: potrebbe essere un **ejecta espulso in seguito a un impatto sulla superficie lunare** o il frammento di un **Nea distrutto dalle forze di marea** durante un incontro ravvicinato con il sistema Terra-Luna.

Sono già stati identificati tre Nea – 2020 PN1, 2020 PP1 e 2020 KZ2 – aventi parametri orbitali abbastanza vicini a quelli di Kamo'oalewa tanto da poter essere ritenuti gli altri pezzi risultato della frammentazione. Lo **spettro di riflettanza di Kamo'oalewa supporta bene l'ipotesi dell'ejecta lunare**, ma altre osservazioni saranno necessarie se non altro per avere un maggiore campionamento della parte infrarossa dello spettro di riflettanza. D'altra parte, considerato che la **velocità relativa fra Kamo'oalewa e la Terra è piuttosto bassa** (dell'ordine di 2-5 km/s), una missione spaziale diretta verso questo corpo con lo scopo di raccogliere dei campioni per riportarli verso terra sarebbe fattibile per quanto riguarda il **delta-v** e permetterebbe di risolverne il problema dell'origine, oltre a costituire una buona palestra per il futuro sfruttamento minerario degli asteroidi.

**Albino Carbognani**

<https://www.media.inaf.it/2021/11/15/frammento-luna-asteroide/>

Articolo originale:

Benjamin N. L. Sharkey, Vishnu Reddy, Renu Malhotra, Audrey Thirouin, Olga Kuhn, Albert Conrad, Barry Rothberg, Juan A. Sanchez, David Thompson & Christian Veillet, "[Sharkey et al., Lunar-like silicate material forms the Earth quasi-satellite \(469219\) 2016 HO3 Kamo'oalewa](#)", *Nature Communications Earth and Environment* 2, 231 (2021)