

\* NOVA \*

N. 2203 - 12 SETTEMBRE 2022

ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI

## DART VERSO DIDYMOS E DIMORPHOS

*La sonda spaziale DART (Double Asteroid Redirection Test), lanciata il 24 novembre 2021 (v. Nova 2051 del 28 novembre 2021), si sta avvicinando al sistema binario di asteroidi Didymos e Dimorphos allo scopo di impattare sul secondo asteroide per dimostrare l'efficacia nel deviare asteroidi dalla loro potenziale traiettoria di collisione con la Terra (v. <https://www.nasa.gov/specials/pdco/index.html#dart>).*

*Da MEDIA INAF del 12 settembre 2022 riprendiamo, con autorizzazione, due articoli: il primo di Guido Sbrogiò ("L'occhio di Draco punta Didymos") e il secondo di Elisa Nichelli ed Elena Mazzotta Epifani ("Go LiciaCube, go!").*

### L'OCCHIO DI DRACO PUNTA DIDYMOS

*Sono giunte a Terra nei giorni scorsi le prime immagini dell'asteroide Didymos scattate direttamente dalla camera Draco a bordo della sonda spaziale DART.*

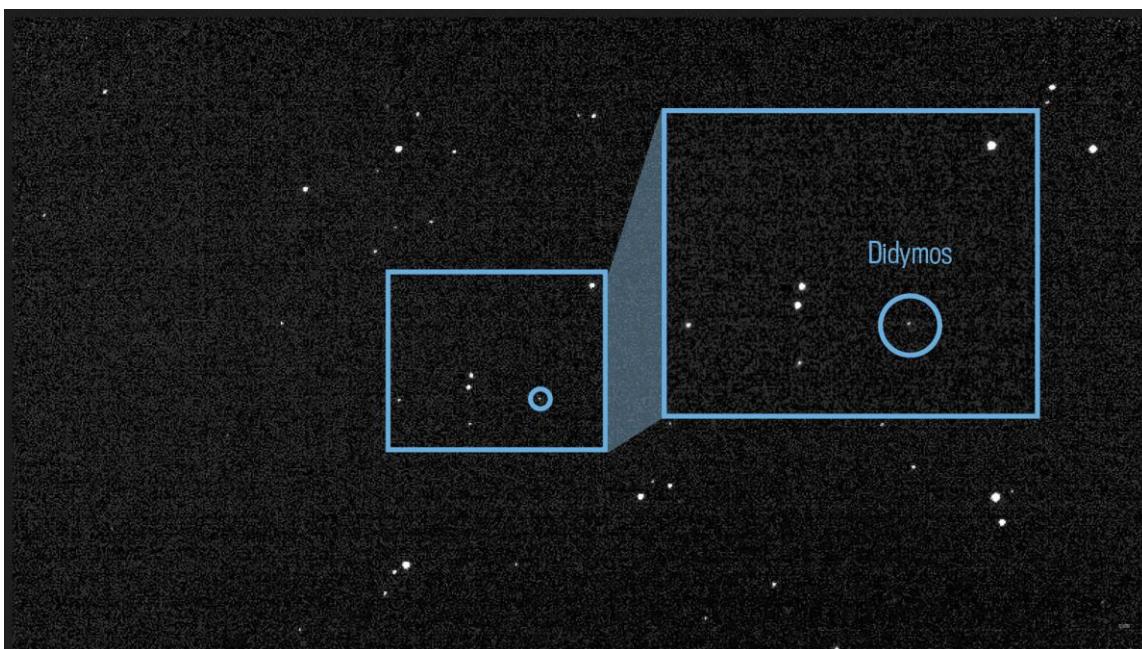


Immagine creata dalla sovrapposizione di 243 riprese della camera Draco a bordo di Dart.

È la prima immagine ottenuta dalla sonda dell'asteroide Didymos. Crediti: NASA JPL DART Navigation Team (<https://www.nasa.gov/feature/dart-sets-sights-on-asteroid-target>)

La sonda della Nasa Dart (Double Asteroid Redirection Test) ha recentemente ottenuto le prime immagini di Didymos catturate dalla camera ottica Didymos Reconnaissance and Asteroid Camera for Optical navigation (Draco) installata a bordo. Gli scienziati hanno ottenuto un'immagine dell'asteroide sovrapponendo 243 riprese della camera Draco. Dart infatti è in dirittura d'arrivo insieme al

---

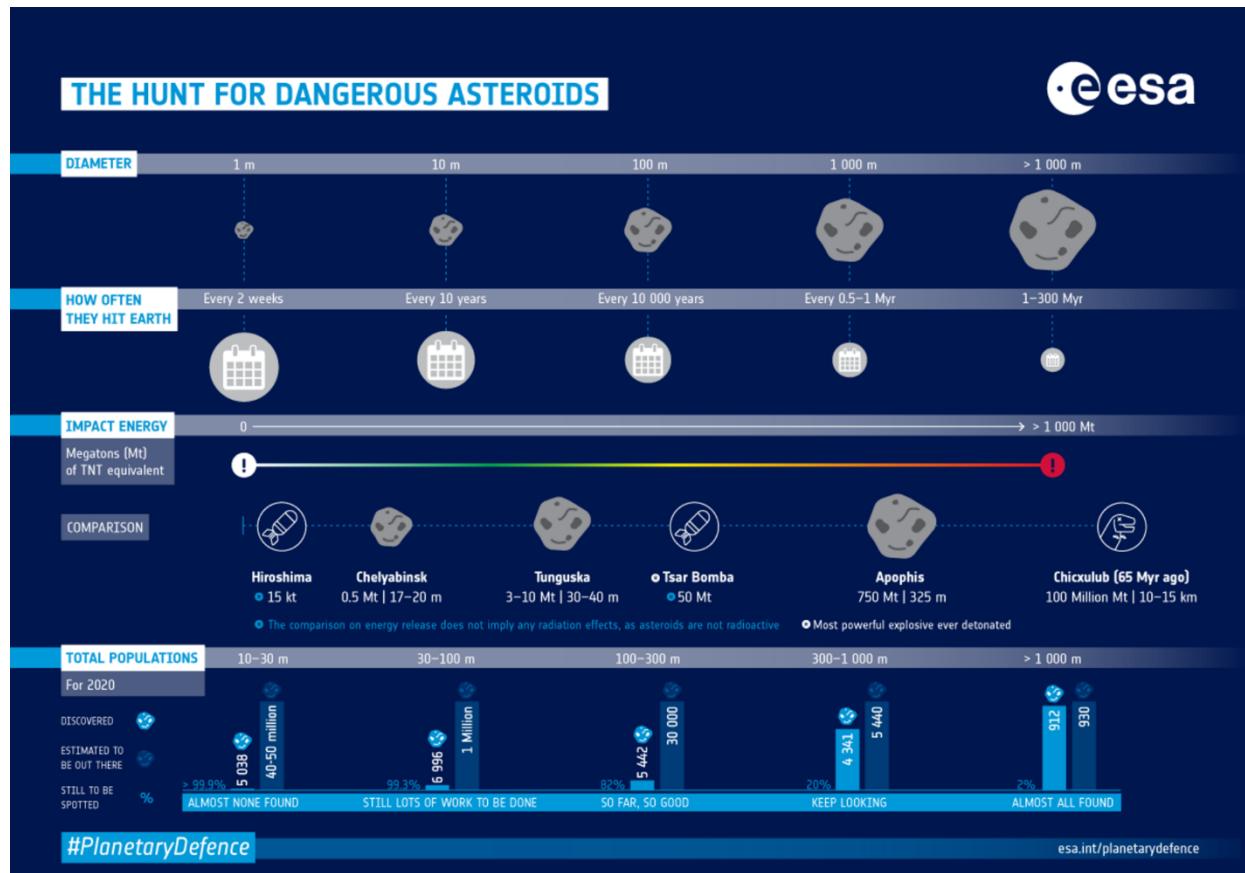
NEWSLETTER TELEMATICA APERIODICA DELL'A.A.S. - ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI APS – ANNO XVII

La Nova è pubblicazione telematica aperiodica dell'A.A.S. - Associazione Astrofili Segusini APS di Susa (TO) riservata a Soci e Simpatizzanti.

È pubblicata senza alcuna periodicità regolare (v. Legge 7 marzo 2001, n. 62, art. 1, comma 3) e pertanto non è sottoposta agli obblighi previsti della Legge 8 febbraio 1948, n. 47, art. 5. I dati personali utilizzati per l'invio telematico della Nova sono trattati dall'AAS secondo i principi del Regolamento generale sulla protezione dei dati (GDPR - Regolamento UE 2016/679).

[www.astrofilisusa.it](http://www.astrofilisusa.it)

cubesat italiano LiciaCube verso il sistema binario composto dall'asteroide Didymos dal più piccolo Dimorphos orbitante attorno al primo, classificati come Near-Earth Object (Neo), ovvero oggetti che arrivano a meno di 1,3 unità astronomiche dal Sole durante la loro orbita. Proprio quest'ultimo è l'obiettivo della sonda Dart che andrà ad impattare sull'asteroide il prossimo 26 settembre ad una velocità di quasi ventiquattromila chilometri all'ora. Scopo dell'esperimento è riuscire a modificare l'orbita di Dimorphos e dimostrare così l'efficacia nel deviare asteroidi potenzialmente pericolosi che potrebbero in futuro impattare sulla Terra. Dimorphos è un bersaglio che non minaccia il nostro pianeta, ma è stato selezionato dalla Nasa come target per capire gli effetti di un impatto cinetico di una sonda artificiale (l'asteroide ha un diametro di 170 metri e una massa di circa 5 milioni di tonnellate).



Infografica ESA che censisce i diversi tipi di asteroidi Near-Earth Object in base al diametro. Per ogni range di diametro è mostrato anche il numero degli oggetti scoperti e una stima della popolazione reale.

Crediti: ESA ([https://www.esa.int/ESA\\_Multimedia/Images/2018/06/Asteroid\\_danger\\_explained](https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2018/06/Asteroid_danger_explained)).

«Questo primo set di immagini è usato per testare gli strumenti e le tecniche di *imaging* di Draco», dice **Elena Adams**, ingegnere della missione al Johns Hopkins Applied Physics Laboratory (Apl) in Maryland. «La qualità delle immagini è simile a quella che si può ottenere dai telescopi sulla Terra, ma è importante dimostrare che la strumentazione funziona correttamente e che può puntare l'obiettivo e fare le corrette regolazioni prima che si inizi a usare le immagini per guidare la sonda autonomamente verso l'asteroide». Infatti Dart tramite la camera Draco sarà guidato verso l'asteroide in maniera autonoma senza l'intervento umano da remoto. Si tratta di un sistema di guida sviluppato dagli ingegneri dell'Apl e che permetterà a Dart di autoguidarsi verso l'asteroide nelle ultime ore prima dell'impatto. Le riprese di Draco serviranno come riferimento per modificare la traiettoria di Dart attraverso l'intervento del team di scienziati dell'Apl da remoto, riducendo il margine di errore nell'approccio verso Dimorphos. Nelle ultime ore prima dell'impatto la posizione di Dimorphos sarà conosciuta così con un errore di al massimo due chilometri. In questa fase la sonda attiverà il suo sistema di guida automatico SmartNav (Small Body Maneuvering Autonomous Real-Time Navigation) e attraverso le riprese e le immagini catturate durante l'avvicinamento l'algoritmo di SmartNav modificherà la sua traiettoria fino al momento



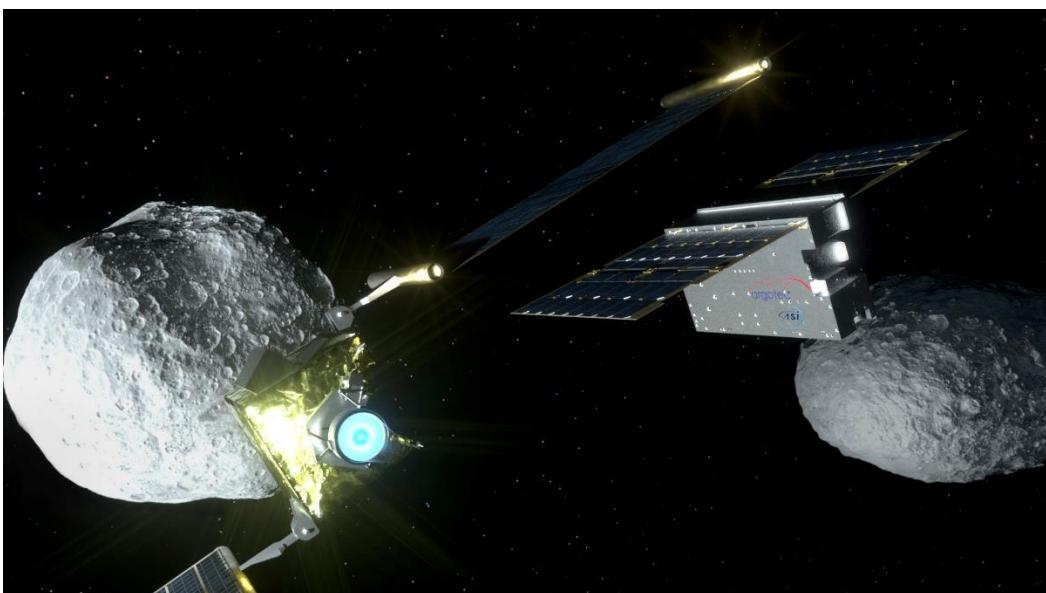
della collisione. Questo sistema di navigazione infatti permette a Dart di ricalcolare il suo approccio verso Dimorphos in tempo reale senza l'intervento degli ingegneri dalla Terra. Infatti alla distanza in cui si troverà Dart dal nostro pianeta, ogni segnale richiederebbe circa 18 minuti per essere trasmesso e ricevuto, rendendo impossibile ogni navigazione da remoto.

**Guido Sbrogio**

<https://www.media.inaf.it/2022/09/12/locchio-di-draco-punta-didymos/>

## GO LICIA CUBE, GO!

*Si è separato questa notte dalla sonda madre DART (alle 01:14, ora italiana) il cubesat italiano LiciaCube, testimone oculare dell'impatto con l'asteroide Dimorphos, previsto per il 26 settembre prossimo. Nell'attesa vi presentiamo alcuni studi a guida INAF usciti in un'edizione speciale della rivista Planetary & Space Journal.*



Rappresentazione artistica della missione Dart con il nanosatellite LiciaCube. Crediti: Argotec

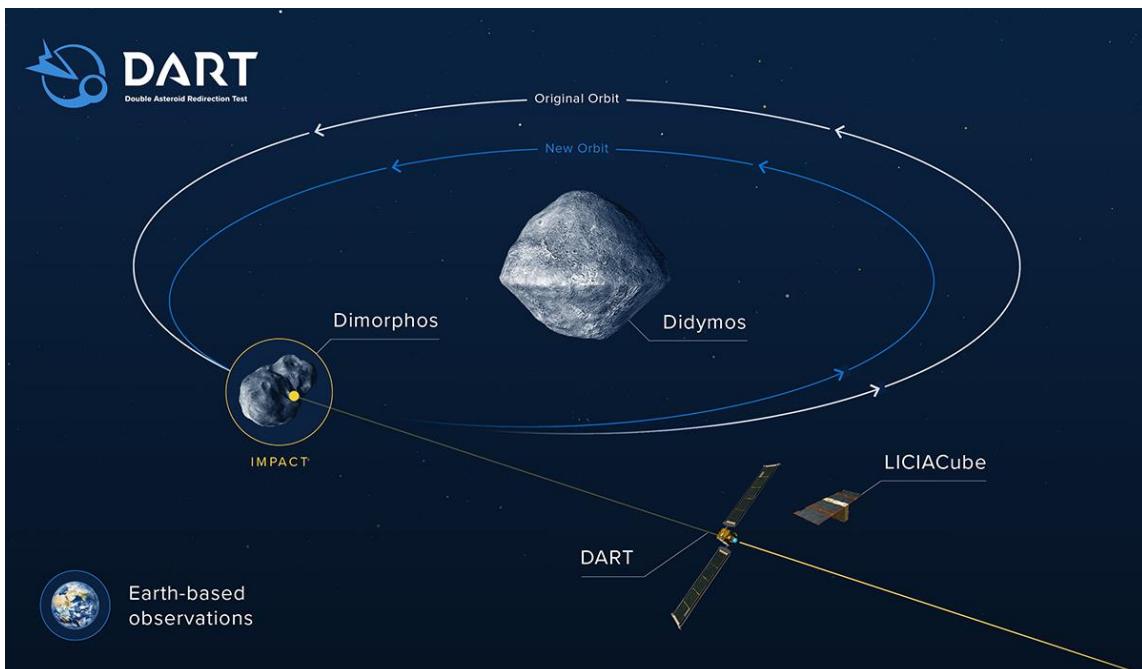
E così, ha inizio. L'avventura di LiciaCube comincia davvero. Dopo il lancio dalla base spaziale di Vandenberg, nel novembre 2021, integrato nella sonda statunitense Dart, da oggi, precisamente alle ore 1:14, il piccolo cubesat italiano ha iniziato la sua corsa solitaria verso il bersaglio dell'intera missione: il sistema binario formato dagli asteroidi Didymos e Dimorphos. In particolare, l'attenzione delle camere di LiciaCube, che è diventata la prima sonda interplanetaria tutta *Made in Italy*, sarà concentrata sul "piccolo" Dimorphos, verso cui Dart si sta dirigendo per effettuare il primo test di difesa planetaria. Nei prossimi giorni LiciaCube procederà nella sua navigazione in maniera autonoma fino al 26 settembre, quando testimonierà l'impatto di Dart e nei minuti successivi sorvolerà l'asteroide bersaglio raccogliendo dati scientifici di grande importanza sulla sua composizione e struttura.

Lo scopo della missione Dart è di deviare Dimorphos dalla sua orbita intorno a Didymos, modificandola di quel tanto che basta da essere misurabile con osservazioni da Terra nei mesi successivi. In questo modo, sarà possibile testare per la prima volta la tecnica dell'"impattatore cinetico", ovvero la tecnica con cui pensiamo sia possibile modificare la traiettoria di un oggetto potenzialmente pericoloso, colpendolo con un altro inviato da noi. L'impattatore cinetico è uno dei metodi ideati per difendere il nostro pianeta nel caso si rendesse necessario affrontare la minaccia di un asteroide in rotta di collisione. Sebbene questo rischio non si sia ancora concretamente presentato, il monitoraggio dei corpi con orbite che intersecano quella terrestre è in continuo aggiornamento, ed è importante prepararci in anticipo a un possibile impatto. «LiciaCube sarà la prima missione italiana ad operare nello spazio profondo e sarà dedicata ad un tema estremamente innovativo e sempre più attuale come la difesa planetaria,



collegandosi ad altri progetti attivi cui partecipa l'Agenzia spaziale italiana (Asi), come Neorocks» ci dice **Angelo Zinzi**, dell'Asi. «Si tratta di una missione realizzata, gestita e finanziata dall'Asi e progettata, testata e integrata dall'azienda Argotec nella sua sede di Torino».

«Il team scientifico del progetto LiciaCube è tutto italiano», ci spiega **Elisabetta Dotto**, dell'Inaf di Roma, coordinatrice del gruppo di ricercatori che lavora alla missione sin dalla sua ideazione, «e si sta preparando all'imminente analisi delle immagini della piuma di detriti sollevata dall'impatto e della superficie di Dimorphos, che verranno raccolte durante le fasi operative della missione dai due strumenti a bordo del cubesat, Luke (LiciaCube Unit Key Explorer) e Leia (LiciaCube Explorer Imaging for Asteroid)».



Infografica che mostra quali effetti potrebbe avere la collisione di Dart sull'orbita di Didymos B.

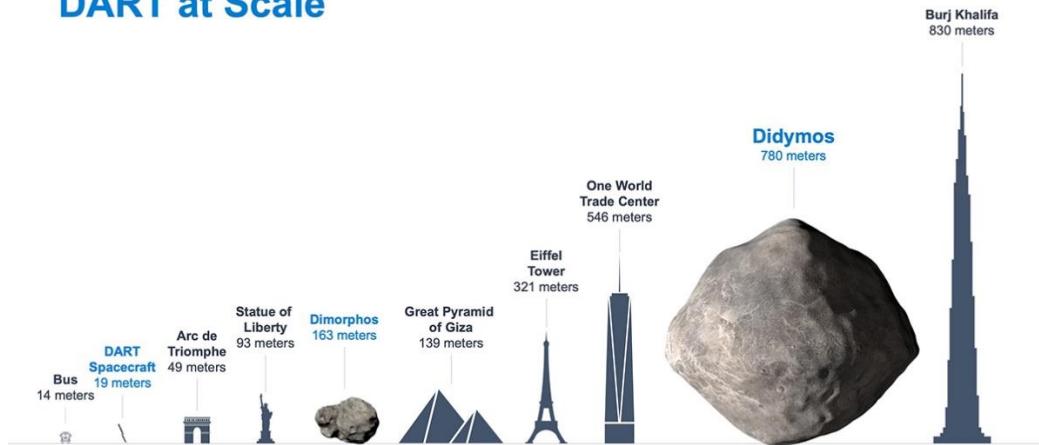
Crediti: Nasa/Johns Hopkins Apl

Il lavoro del team scientifico, composto in larga parte da ricercatori Inaf, va avanti da diversi anni e copre vari temi legati a questa ambiziosa missione. A dimostrazione di questo ci sono una serie di articoli di recente pubblicazione sulla rivista scientifica *Planetary & Space Journal* (Psj) che ha dedicato un'edizione speciale alla scienza "pre-impatto" di LiciaCube. Tra questi ad esempio il lavoro di **Maurizio Pajola**, dell'Inaf di Padova, e colleghi dedicato alla valutazione geologica del sistema Didymos-Dimorphos, con cui i ricercatori hanno cercato di fornire non solo strategie di mappatura da applicare una volta che le immagini di Dart e LiciaCube arriveranno a Terra, ma hanno anche provato a prevedere le caratteristiche superficiali dei due corpi, come crateri, massi, lineamenti e fratture, possibili fenomeni di frana e di eiezione di particelle. Trattandosi della prima volta che osserviamo così in dettaglio un asteroide binario vi saranno certamente molte sorprese e dettagli che non siamo in grado di immaginare e quindi anticipare. Tuttavia, è importante ipotizzare ciò che vedremo, sulla base di ciò che sappiamo dei Near-Earth Asteroid finora visitati per le implicazioni sulla formazione e origine del sistema binario.

Un altro studio di questa edizione speciale del Psj è quello guidato da **Giovanni Poggiali**, ricercatore post-doc presso l'Osservatorio di Parigi e associato Inaf a Firenze, dedicato in particolare alle attività che si potranno svolgere con i dati di una delle due camere di LiciaCube, ovvero Luke, quando le sue immagini arriveranno a Terra. Luke ha un ruolo fondamentale nella missione perché è l'unica camera a colori delle due sonde (Dart e LiciaCube). Questo ci permetterà, oltre a vedere di che colore è l'asteroide binario, di provare a comprendere la sua composizione superficiale, insieme ai processi che possono averla alterata. Fino all'arrivo della sonda Hera, missione spaziale dell'Esa che è programmata per raggiungere il sistema di asteroidi nel 2026 e studiare in dettaglio le conseguenze dell'impatto, questa piccola camera ci fornirà alcuni dei dati più aggiornati per capire la natura e l'evoluzione di Didymos e Dimorphos.



## DART at Scale



Dart in scala. Crediti: Nasa /Johns Hopkins Apl

Della nube detriti che ci aspettiamo possa risultare dall'impatto di Dart su Dimorphos si sta occupando uno studio, attualmente in corso di revisione, guidato da **Stavro Ivanovski** dell'Inaf di Trieste. I ricercatori hanno studiato diverse forme di particelle, input di simulazioni di impatto e l'influenza della temperatura delle particelle stesse. Il vantaggio rappresentato dal codice utilizzato rispetto ad altri approcci è che riesce a calcolare lo stato rotazionale delle particelle in modo autoconsistente, tenendo conto del lavoro svolto dalle forze presenti. Lo stato di rotazione, insomma, non è assegnato casualmente o costante, ma calcolato ad ogni passo. Allo stato attuale, i risultati indicano che la distribuzione della polvere è influenzata da parametri come la forma delle particelle e la loro energia rotazionale iniziale.

Infine è importante segnalare il contributo del Telescopio Nazionale Galileo (Tng) dell'Inaf, che è stato protagonista nelle fasi pre-impatto del progetto LiciaCube raccogliendo dati spettroscopici e immagini a fitta cadenza temporale in occasione del recente passaggio al perielio degli asteroidi. Queste campagne osservative hanno permesso di studiare la natura dei corpi celesti e di contribuire alla definizione dei parametri dinamici necessari allo svolgimento della missione nel suo insieme. Nell'articolo [a guida di Simeone Ieva](#) dell'Inaf di Roma, in cui si riporta l'analisi degli spettri ottenuti dal Tng è stato possibile riportare per la prima volta diverse fasi rotazionali del sistema di Didymos. Dai risultati pubblicati, il sistema sembra per lo più omogeneo, con piccole differenze se si confrontano i dati di quest'anno con gli spettri acquisiti durante la finestra osservativa del 2021 e con i dati disponibili in letteratura risalenti agli ultimi 17 anni. La spiegazione più probabile per queste differenze sembra al momento una diversa concentrazione di olivina e iperstene, due dei componenti principali delle condriti L/LL, le meteoriti più simili alla composizione presupposta per Didymos.

Appuntamento fissato per il **26 settembre prossimo**, giorno in cui Dart impatterà contro Dimorphos e LiciaCube sarà lì a osservare e fotografare l'evento per noi. Nelle settimane e nei mesi successivi vi terremo aggiornati su tutte le novità e le sorprese che questa missione saprà riservarci.

**Elisa Nichelli - Elena Mazzotta Epifani**

### Articoli originali:

- *Anticipated geological assessment of the (65803) Didymos-Dimorphos system, target of the DART-LICIACube mission*, M. Pajola et al. 2022, in fase di pubblicazione
- *Expected Investigation of the (65803) Didymos–Dimorphos System Using the RGB Spectrophotometry Data Set from the LICIACube Unit Key Explorer (LUKE) Wide-angle Camera*, G. Poggiali et al. 2022
- *Dust Dynamics of Asteroid Ejecta: I. Modeling Dust Plume Evolution after the DART Impact in support of LICIACube and DART Science*, S. Ivanovski et al. 2022 (in fase di peer review)
- *Spectral rotational characterization of the Didymos system prior to the DART impact*, S. Ieva et al. 2022

<https://www.media.inaf.it/2022/09/12/go-liciacube-go/>

