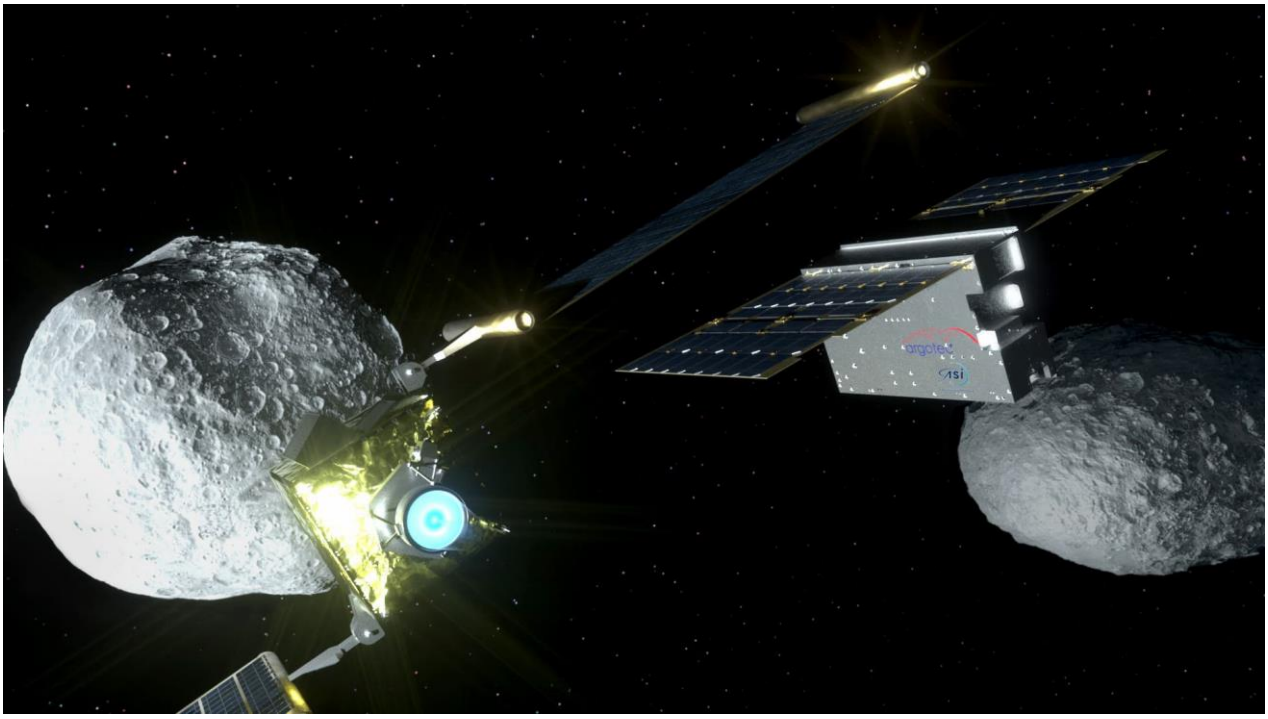
* NOVA *

N. 2521 - 1 MARZO 2024

ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI

DALLE IMMAGINI DI LICIACUBE LE CARATTERISTICHE DELLA NUBE DI DETRITI DOPO L'IMPATTO DI DART

Gli strumenti a bordo del piccolo cubesat italiano hanno inviato a Terra dati straordinari prima e dopo l'impatto della sonda spaziale Dart. Dati che descrivono la composizione della nube di detriti e di polvere espulsa dall'asteroide Dimorphos. I risultati sono stati pubblicati il 28 febbraio su Nature *in un articolo la cui prima autrice è Elisabetta Dotto dell'INAF di Roma.*
Da MEDIA INAF *del 28 febbraio 2024 riprendiamo, con autorizzazione, un articolo dell'Ufficio Stampa INAF, intitolato "LiciaCube gioca con i pennacchi di Dimorphos".*

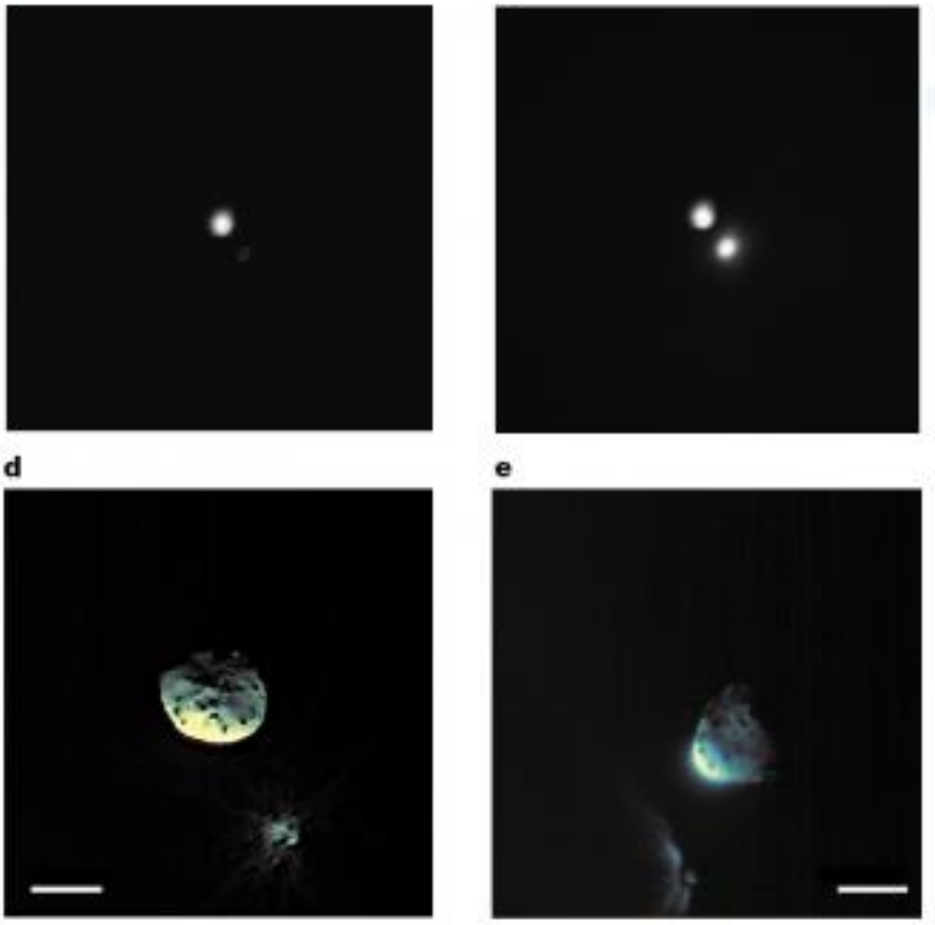


LiciaCube è una missione dell'Agenzia spaziale italiana (Asi), parte integrante della missione Dart della Nasa, il cui obiettivo è stato il primo test in scala reale della tecnica di impatto cinetico, a scopo di difesa planetaria. Crediti: Asi

Il 26 settembre 2022 la sonda spaziale Dart (Double Asteroid Redirection Test) della Nasa – un oggetto da mezza tonnellata lanciato a 22500 chilometri all'ora – ha colpito Dimorphos (il satellite dell'asteroide Didymos) nel corso del primo esperimento di difesa planetaria mai tentato nella storia, modificandone la traiettoria. Tutto questo "sotto gli occhi vigili" del cubesat dell'Agenzia spaziale italiana (Asi) LiciaCube (Light Italian Cubesat for Imaging of Asteroids), che dopo un anno e mezzo ci restituisce un'ulteriore "fotografia" di ciò che è successo nei secondi successivi l'impatto. In un articolo pubblicato oggi sulla rivista *Nature*, il gruppo internazionale di ricercatrici e ricercatori guidati dall'Istituto nazionale di astrofisica (Inaf) analizza la composizione della nube di detriti e di polvere (*plume,* in inglese) espulsa dall'asteroide Dimorphos in seguito all'impatto esplosivo.

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

La prima sonda interplanetaria *made in Italy* – progettata, costruita e operata per l'Asi dalla società torinese Argotec – è parte integrante della missione statunitense e il team scientifico italiano di LiciaCube è coordinato da Inaf e Asi in collaborazione con l'Istituto di fisica applicata "Nello Carrara" del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Ifac), il Politecnico di Milano, l'Università di Bologna e l'Università Parthenope di Napoli.



Gli asteroidi del sistema binario visti dagli strumenti di LiciaCube. Nello specifico, Didymos e Dimorphos viste da Leia (b,c) e Luke (d,e). Immagine b: il sistema binario ripreso a una distanza di circa 1.000 km, 5 s prima dell'impatto; Didymos è visibile al centro e Dimorphos appare come un anello (a causa della sfocatura dello strumento, scoperta durante il volo) nella parte inferiore destra di Didymos. Immagine c: la stessa scena vista 1 s dopo l'impatto. Immagin d: RGB dei bersagli acquisita ad una distanza di 76 km, 159 s dopo l'impatto. Immagine e: Rgb a una distanza di 71 km, 174 s dopo l'impatto. Crediti: E. Dotto/Inaf/Asi

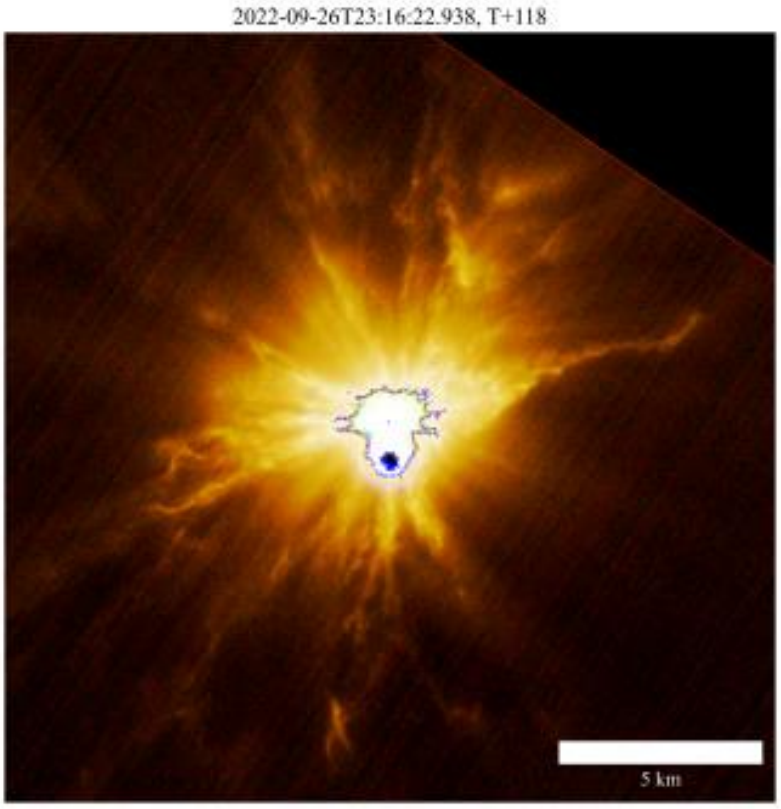
Gli strumenti a bordo di LiciaCube – Luke (LiciaCube Unit Key Explorer) e Leia (LiciaCube Explorer Imaging for Asteroid) – hanno inviato a terra dati straordinari prima e dopo l'impatto.

«La fase scientifica è iniziata 71 secondi prima dell'impatto di Dart, testimoniato "in diretta" misurando una rapida variazione della luminosità del piccolo asteroide», racconta **Elisabetta Dotto**, ricercatrice presso l'Inaf di Roma, prima autrice dell'articolo e coordinatrice del gruppo che lavora al programma LiciaCube sin dalla sua ideazione. «Viaggiando a una velocità relativa di circa 6,1 chilometri al secondo, LiciaCube ha effettuato un sorvolo dell'oggetto raggiungendo, nel suo punto di massimo avvicinamento a Dimorphos, una distanza di soli 58 km, 174 secondi dopo l'impatto. LiciaCube ha acquisito 426 immagini degli effetti prodotti dall'impatto».

I risultati ottenuti da LiciaCube sono importanti a livello scientifico per la comunità internazionale, trattandosi delle sole immagini raccolte *in situ* della prima missione di difesa planetaria mai condotta finora. I pennacchi di Dimorphos sono simili alla coda di una cometa e sono generati dalla polvere espulsa nello spazio. A differenza delle comete, però, i "ciuffi" di Dimorphos sono stati generati artificialmente.

Ma come è cambiato Dimorphos dopo l'arrivo di Dart? «La prima cosa stupefacente è stata che la superficie di Dimorphos», prosegue Dotto, «non è stata più visibile a causa del materiale espulso. Oltre a testimoniare l'evento unico della deflessione di un asteroide grazie a un impatto cinetico, sono state ottenute immagini dettagliate di un asteroide binario che ci possono permettere di capire meglio la natura di questi oggetti. Poiché gli asteroidi sono ciò che resta di una fase intermedia del processo che ha portato alla formazione dei pianeti, i dati acquisiti forniscono informazioni importanti nello studio delle prime fasi di aggregazione del materiale che compone il Sistema solare».

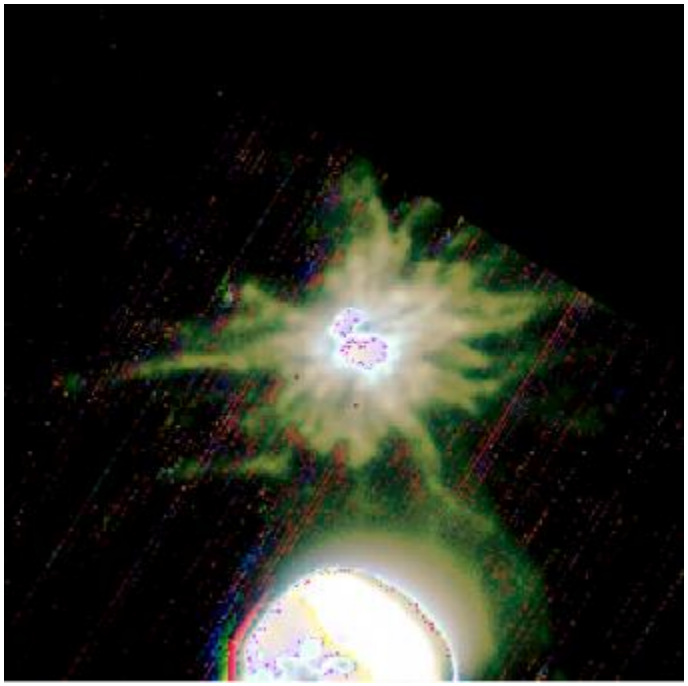
La ricercatrice Inaf spiega che «il materiale espulso dal cratere di impatto ha formato un cono con un angolo di apertura di circa 140 gradi e una struttura complessa e disomogenea, caratterizzata da filamenti, granelli di polvere e massi singoli o raggruppati espulsi a seguito dell'impatto stesso di Dart. Le immagini hanno mostrato che la parte più interna della coda aveva un colore bluastro e diventava via via più rossa con l'aumentare della distanza da Dimorphos. La velocità dei materiali espulsi varia da poche decine di metri al secondo fino a circa 500 metri al secondo».



Alcune caratteristiche morfologiche misurate nella coda di materiale espulso dall'asteroide Dimorphos dallo strumento Luke a bordo di LiciaCube 118 s dopo l'impatto. La risoluzione spaziale dell'immagine è di 23 m per pixel a 304 km da Dimorphos. Tutti i fotogrammi sono stati ruotati e ricentrati rispetto a Dimorphos. Didymos e Dimorphos sono saturi. Crediti: E. Dotto/Inaf/Asi

«La complessa dinamica delle particelle espulse dall'impatto», aggiunge **Alessandro Rossi** dell'Ifac-Cnr, «costituisce un affascinante laboratorio di meccanica orbitale che verrà studiato a lungo dalla comunità delle scienze planetarie».

«Il contributo dell'Università di Bologna, nell'ambito di questo progetto», ricorda **Marco Zannoni**, ricercatore presso il Dipartimento di ingegneria industriale (Din) e responsabile tecnico delle attività affidate all'Università di Bologna, «ha riguardato la determinazione ed il controllo della traiettoria di LiciaCube, a partire dai dati di *tracking* ricevuti dalle antenne di terra del Deep Space Network della Nasa. La sfida più grande è stata quella di guidare il nanosatellite LiciaCube, che si trovava a 10 milioni di chilometri dalla Terra e viaggiava a più di 6 chilometri al secondo, a posizionarsi nel punto giusto ed al momento giusto per scattare le foto dell'impatto di Dart con Dimorphos».



I flussi di polvere attorno a Dimorphos (in alto). In basso l'asteroide compagno Didymos. La risoluzione dell'immagine è di 7,5 m per pixel a 97 km da Dimorphos. Crediti: E. Dotto/Inaf/Asi

«Il lavoro pubblicato può essere considerato un punto di partenza per la missione Dart-LiciaCube e, più in generale, nell'ambito della difesa planetaria», commenta **Angelo Zinzi**, *project scientist* Asi per LiciaCube. «Grazie al grande lavoro realizzato dagli enti e dalle industrie coinvolte nella missione LiciaCube, con il coordinamento del team di progetto dell'Asi, è stato dimostrato che i cubesat sono ormai pronti per missioni sia tecnologiche sia scientifiche nello spazio profondo e che l'Italia è in grado di essere un attore principale in questo contesto».

«LiciaCube ha permesso di ottenere immagini e dati altrimenti impossibili da acquisire», aggiunge Zinzi, «e che hanno fornito un impulso fondamentale alla conoscenza dell'evento di impatto avvenuto tra la sonda Dart e Dimorphos. È importante anche sottolineare che tutti i dati e il software di archiviazione e calibrazione dati sono stati gestiti dal centro dati scientifico di Asi (Ssdc), utilizzando standard internazionalmente riconosciuti per la corretta preservazione e la disseminazione del dato. A seguito di questo lavoro, sono già in fase di pubblicazione e/o revisione, altri lavori dai quali ottoneremo un'analisi dei dati di LiciaCube di maggiore dettaglio e conoscenza».

«Grazie al grande lavoro del team scientifico sulle immagini, il Politecnico di Milano collaborando con Cnr ha potuto contribuire al raffinamento dei modelli di espulsione dei frammenti e al miglioramento dello studio dell'evoluzione del loro moto nel sistema binario asteroideo», dice **Michèle Roberta Lavagna**, professoressa di *flight mechanics* del Politecnico di Milano, Dipartimento di scienze e tecnologie aerospaziali.

I dati a oggi ottenuti stanno dimostrando come, pur attraverso una piccola sonda, sia possibile raccogliere importanti dati scientifici e come, un team ben affiatato e coordinato possa ottenerne risultati unici di grande rilevanza scientifica.

Leggi su *Nature* l'articolo "The Dimorphos ejecta plume properties revealed by LiciaCube", di E., Dotto, J.D.P., Deshapriya, I., Gai, P.H., Hasselmann, E., Mazzotta Epifani, G.,Poggiali, A., Rossi, G., Zanotti, A., Zinzi, I., Bertini, J.R., Brucato, M., Dall'Ora, V., Della Corte, S.L., Ivanovski, A., Lucchetti, M., Pajola, M., Amoroso, O., Barnouin, A., Campo Bagatin, A., Capannolo, S., Caporali, M., Ceresoli, N.L., Chabot, A.F., Cheng, G., Cremonese, E.G., Fahnestock, T.L., Farnham, F., Ferrari, L., Gomez Casajus, E., Gramigna, M., Hirabayashi, S., Ieva, G., Impresario, M., Jutzi, R., Lasagni Manghi, M., Lavagna6, J.-Y., Li, M., Lombardo, D., Modenini, P., Palumbo, D., Perna, S., Pirrotta, S.D., Raducan, D.C., Richardson, A.S., Rivkin, A.M., Stickle, J.M. Sunshine, P., Tortora, F., Tusberti, M., Zannoni

https://www.media.inaf.it/2024/02/28/liciacube-pennacchi-dart-dimorphos/