



SpaceDyS, una faccia del PRISMA

Andrea Chessa

chessa@spacedys.com

SpaceDyS s.r.l., Pisa, Italy

Via Mario Giuntini 63 - 56023 Navacchio di Cascina (PI) - Italy
tel. +39 050.751.9607 - fax +39 050.754.268

16 Maggio 2017

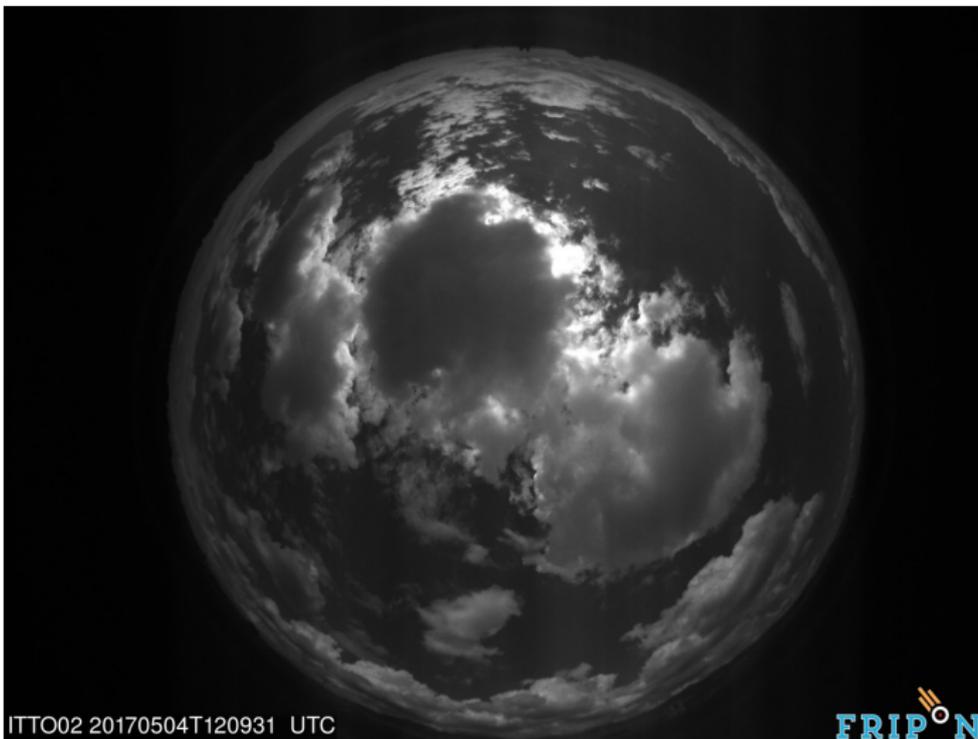
SpaceDyS è una società spin-off del Dipartimento di Matematica dell'Università di Pisa, fondata dal Gruppo di Meccanica Celeste nel 2011. Si occupa di:

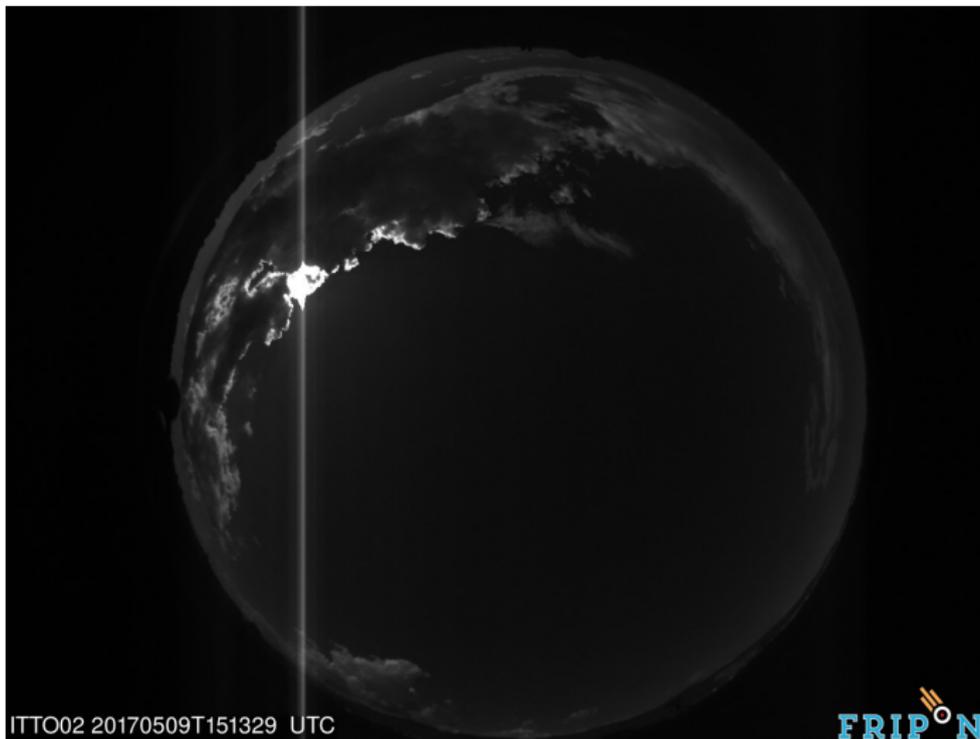
- determinazione orbitale in diversi contesti dinamici: asteroidi, detriti spaziali, missioni interplanetarie, satelliti orbitanti;
- fase di crociera e rientro in atmosfera del satellite GOCE;
- NEODyS e AstDyS, siti web per la pubblicazione delle orbite di asteroidi, close approaches, predizioni di osservazioni, etc;
- monitoraggio di potenziali impatti di Near Earth Asteroids nella risk-page di NEODyS;

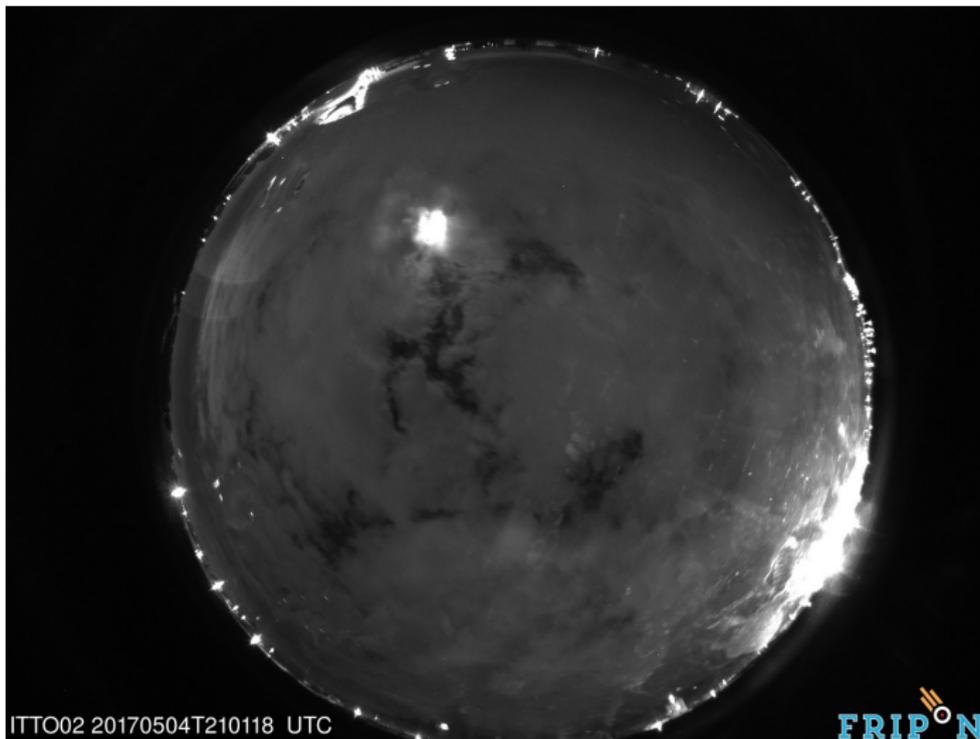
Dal 27 Marzo 2017 è attiva la camera all-sky di SpaceDyS per l'osservazione di meteore brillanti.

- La camera **ITTO02** è sita in Navacchio di Cascina - Pisa;
- le sue coordinate sono:

N 43° 40.992' E 10° 29.498'
Altezza s.l.m. = 15m±10m;







I dati per la determinazione orbitale di asteroidi sono tipicamente misurazioni ottiche e/o radar.

Il set di elementi orbitali e la relativa incertezza vengono calcolati effettuando un fit dei dati osservativi con metodi numerici (minimi quadrati).

Nel caso dei NEA, si analizzano i possibili impatti con la Terra da oggi ai prossimi 100 anni.

Monitoraggio asteroidi \longleftrightarrow Monitoraggio comete.

Impact Monitoring Output in NEODyS risk page.

Risk List							
Object Name	Size [m]	Date/Time	IP	PS	TS	Vel. [km/s]	In list since [days]
2010RF12	9.0*	2095-09-05 23:47	1/16	-3.26	0	12.29	2410
410777 2009FD	150.0	2185-03-29 18:06	1/694	-1.83	n/a	19.41	2265
2000SG344	46.0*	2071-09-16 00:26	1/2096	-3.63	0	11.26	6019
2009JF1	16.0*	2022-05-06 08:12	1/4464	-3.75	0	26.41	2882
29075 1950DA	2000.0	2880-03-16 23:48	1/7042	-1.36	n/a	17.99	407
101955 Benu	484.0	2196-09-24 07:55	1/10638	-2.32	n/a	12.68	2815
2006QV89	37.0*	2019-09-09 07:03	1/11428	-3.79	0	12.32	3861
99942 Apophis	375.0	2068-04-12 15:13	1/531914	-3.67	0	12.62	4306
1979XB	860.0*	2113-12-14 18:07	1/1.84E6	-3.28	0	26.04	13617
2016NL56	560.0*	2020-06-22 15:42	1/1.01E9	-3.7	0	38.42	193

Il corridoio di impatto è quella regione tubolare compresa tra le regioni di impatto da un'altitudine di 100km al suolo (corrispondenti al Virtual Impactor selezionato e al livello di sigma).

Un Virtual Impactor è un insieme di condizioni iniziali che portano ad un impatto e che sono compatibili con le osservazioni (compatibile con la soluzione ai minimi quadrati).

Il corridoio di impatto è calcolato tramite un metodo semi-lineare, ed è applicabile solo per orbite molto ben determinate o molto vicine nel tempo all'epoca di impatto. Ha senso solo per probabilità significative, maggiori di 0.1%.

Modelli di gravità e rotazione della Terra accurati e nessun modello atmosferico.

2008 TC3 è un asteroide di circa 2m, scoperto poche ore prima del suo impatto il 07 Ottobre 2008.

Il suo ingresso in atmosfera è avvenuto solo 20 ore dopo la sua scoperta.

Il suo arco osservativo è lungo un giorno e consiste di 859 osservazioni ottiche prima dell'impatto. L'orbita ha un'elevata accuratezza grazie alla parallasse dei diversi osservatori in differenti parti del globo.

Impact Probability $IP = 99.8\%$ già con sole 26 osservazioni.

I dati del corridoio di impatto sono:

- regione di impatto a 100 Km ($\sigma = 1$) è 0.049×0.469 Km;
- regione di impatto a 0 Km ($\sigma = 1$) è 0.049×0.514 Km;
- distanza tra le due regioni è 272 Km.



Figure. Predizione del corridoio di impatto con 26 osservazioni a $\sigma = 1, 3, 5$ e altitudine a 0 e 100 Km. 11 hh prima dell'impatto

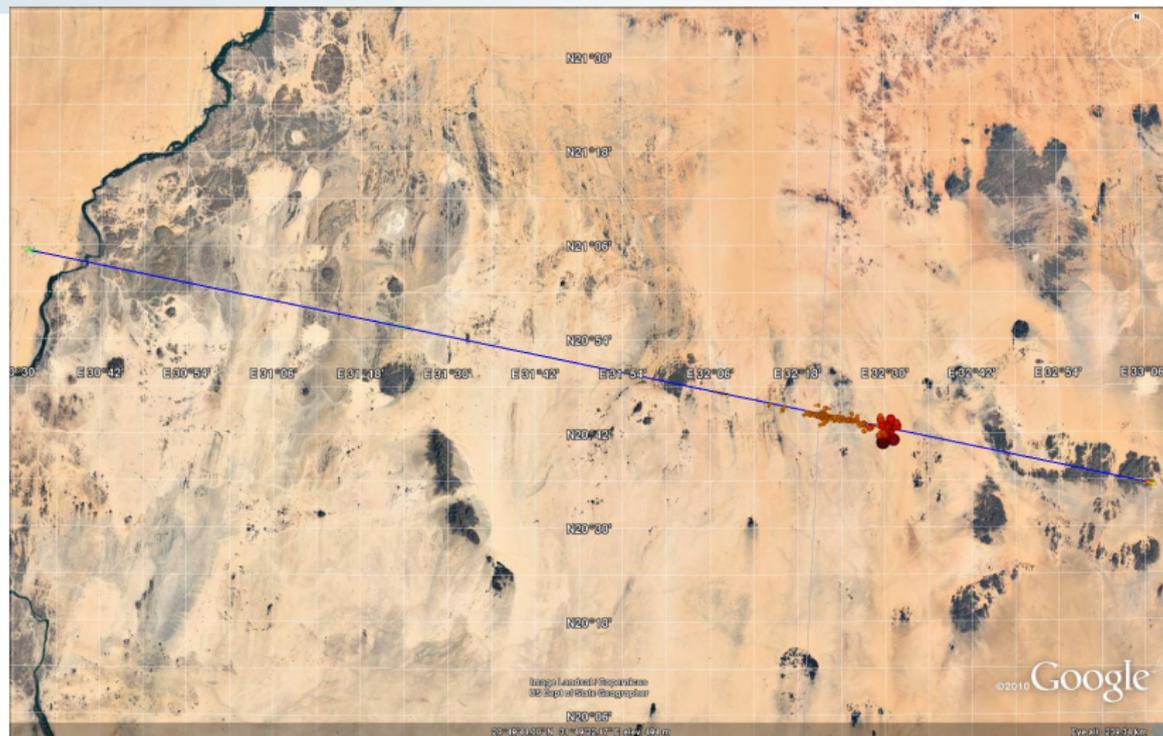


Figure. Predizione finale del corridoio di impatto di 2008 TC3 (calcolata con 883 osservazioni) confrontata con il sito di ritrovamento delle meteoriti da *Shaddad M. H. (2010) Meteoritics & Planetary Science, 45, Nr 10–11, 1557–1589.*



Figure. Ingrandimento della precedente immagine tra altitudini 37 e 0 Km del corridoio di impatto e della posizione delle meteoriti.

Differenza tra dati ottici di un asteroide e di un meteorite:

- per i meteoriti sono concentrati in pochi secondi e rilevati da più stazioni, per cui la correzione in parallasse migliora l'accuratezza dell'orbita;
- per gli asteroidi possono essere anche archi di diversi anni e non sempre osservabili da più stazioni nello stesso momento. L'accuratezza può essere migliorata molto con dati radar o dati ottici a successive opposizioni;

SpaceDyS può cooperare nel progetto PRISMA fornendo la sua esperienza e know-how:

- nel campo della determinazione orbitale di asteroidi e quindi per risalire alla famiglia progenitrice dell'evento;
- nel calcolo del luogo di impatto di oggetti naturali e artificiali applicabile al contesto di PRISMA.

Un aspetto fondamentale per la determinazione della regione di impatto è la qualità dei parametri orbitali. Tanti più dati osservativi sono disponibili, tanto migliore è l'accuratezza dell'orbita e quindi della determinazione del luogo di impatto.

Quando la traccia osservata dell'oggetto che cade è molto debole, come quella con rapporto $1 < S/N < 3$ per pixel, la rilevazione e misura con un approccio tradizionale fallisce.

SpaceDyS, in collaborazione con CGS e UniSI, ha sviluppato un tool per la detezione di tracce (segmenti) deboli di immagini astronomiche, chiamato Advanced Tracklet Image Processing (ATIP), capace di rilevare tracce deboli fino a $S/N \rightarrow 1$.

Utilizzando ATIP si potrebbero detettare più tracce e si potrebbe effettuare il prolungamento della traiettoria di una meteora, cercando nelle immagini appena precedenti alla più luminosa.

ATIP2, fase sperimentale per immagini curve (camera).



Figure. Esempio di traccia con $S/N = 1.8, 1.6, 1.4, 1.2, 1.0$



Uno sguardo al cielo di ...

Inaugurazione della camera all-sky per il
monitoraggio dei cieli di Cascina



Sabato 24 giugno
10.00-13.00

AUDITORIUM
POLO TECNOLOGICO DI NAVACCHIO
VIA GIUNTINI 13 - NAVACCHIO DI
CASCINA (PI)

ingresso libero

previa prenotazione a info@spacedys.com info. 050.751.9607