

Patrizia Caraveo

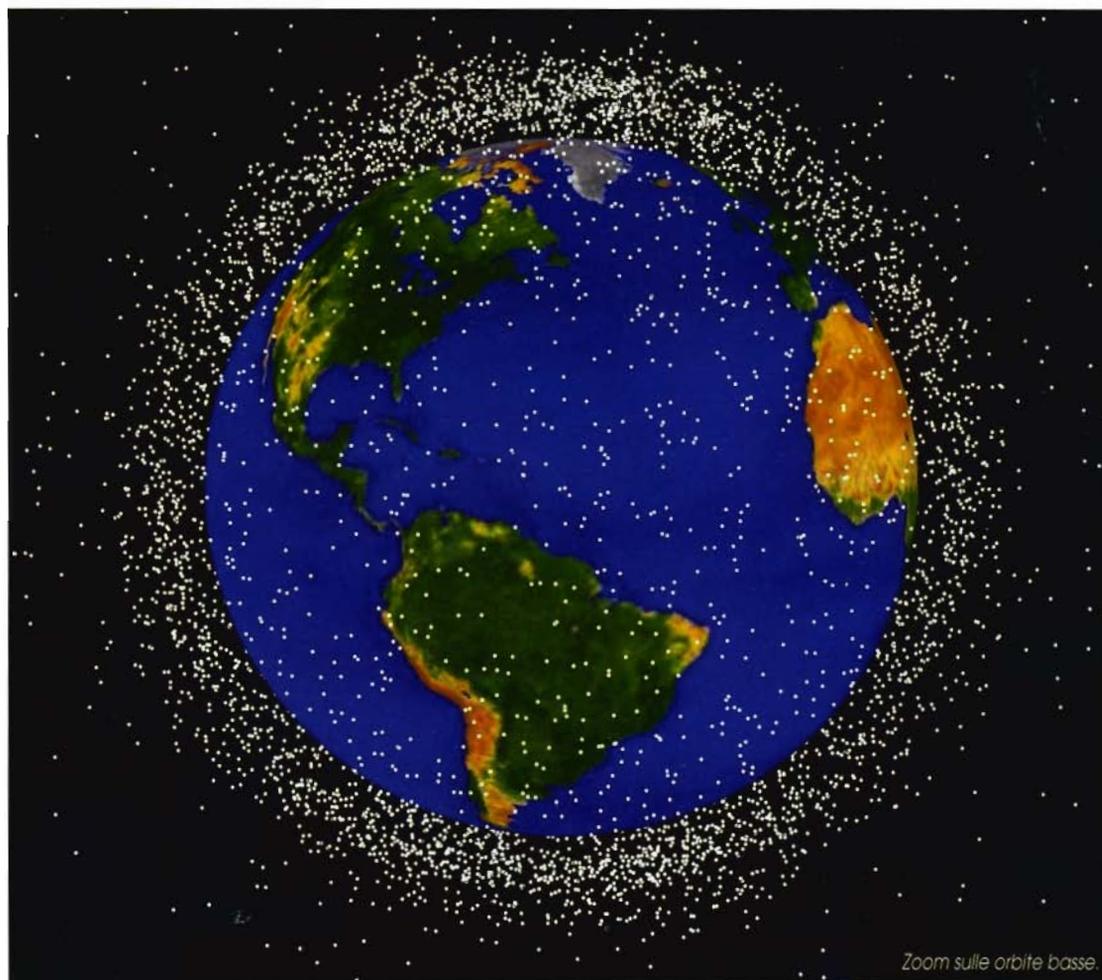
COSMOS-IRIDIUM, uno storico frontale tra satelliti

Torniamo sull'incredibile incidente del febbraio scorso per capire quanto è improbabile un simile evento e per valutare le possibilità di prevenirne il ripetersi

L'AUTORE

Patrizia Caraveo

Patrizia Caraveo si è laureata in Fisica all'Università di Milano nel 1977. Ha lavorato all'estero, prima al Goddard Space Flight Center della NASA, poi al Centre d'Etudes Atomiques de Saclay, e poi in Italia all'Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica. Ha collaborato a diverse missioni spaziali internazionali dedicate all'astrofisica delle alte energie e attualmente è coinvolta nella missione europea Integral, nella missione della NASA Swift, nella missione italiana AGILE e nella nuova missione NASA ribattezzata FERMI/GLAST. Il suo campo d'interesse principale è il comportamento delle stelle di neutroni alle diverse lunghezze d'onda.



Zoom sulle orbite basse.

Nella storia della conquista dello spazio abbiamo assistito a molti eventi spettacolari: lanci, *rendez-vous* in orbita, allunghi, rientri. Alla casistica dei viaggi spaziali mancava l'incidente plateale: un frontale tra satelliti. Visto il gran numero di oggetti in orbita, tutti sapevano che si trattava di un evento possibile, ma la probabilità che si verificasse era ritenuta infinitamente piccola. Per scontrarsi due satelliti devono trovarsi esattamente nello stesso posto, ed esattamente nello stesso momento. Se pensiamo che i satelliti

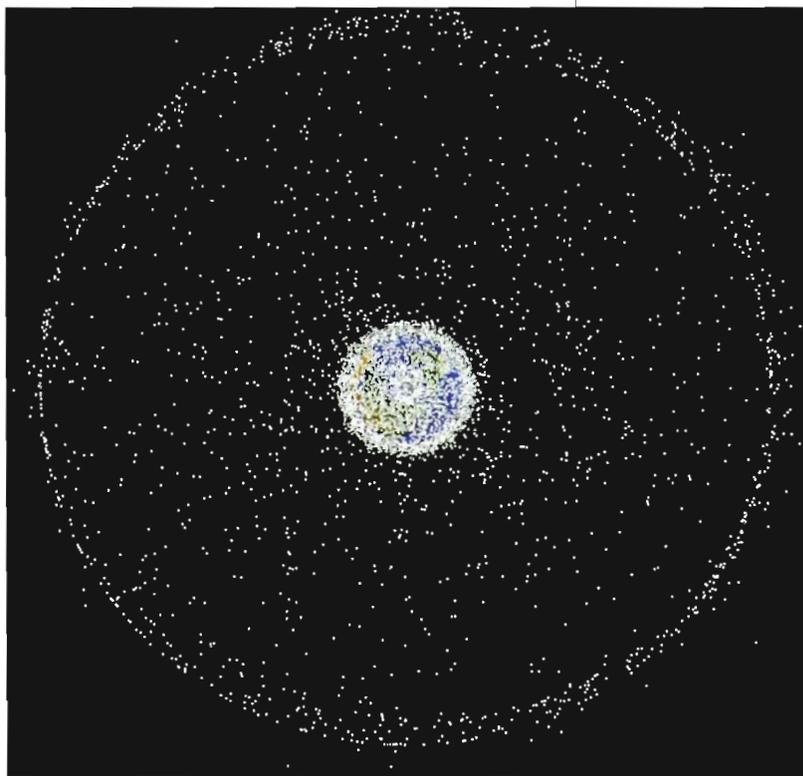
in orbita bassa viaggiano a circa 8 km/s, e che l'altezza delle orbite è un parametro libero, che può assumere valori praticamente infiniti, all'interno di un certo intervallo ragionevole, si capisce che la coincidenza spazio-temporale è un evento veramente rarissimo. Tuttavia, alle 16h 56m, ora di Greenwich, del 10 febbraio 2009 a circa 790 km di altezza sopra la Siberia, Iridium 33 (un satellite per telecomunicazioni operativo all'interno della costellazione Iridium per la telefonia globale), ha trovato sulla sua strada COSMOS 2251, un satellite russo

lanciato nel 1993 e inattivo da una decina di anni (v. *Le Stelle*, n. 72, pp. 28-29). Entrambi i satelliti erano vecchie conoscenze dei radar di STRATCOM, il centro del comando strategico USA che controlla i satelliti in orbita e i moltissimi detriti che si sono accumulati negli anni. Sulla base della mappatura delle loro orbite (entrambe di tipo polare, grossomodo perpendicolari tra loro) si sapeva che si sarebbero avvicinati ma ci si aspettava che si incrociassero a qualche chilometro di distanza l'uno dall'altro. Se si fosse temuto un incontro troppo ravvicinato, il satellite Iridium 33 avrebbe potuto azionare i suoi motori per togliersi di mezzo. Invece non era stato diramato nessun allarme. Al momento dell'incrocio, contrariamente a tutte le previsioni, i due manufatti sono entrati in collisione, come dimostra la figura a pag. 52 che evidenzia la ricostruzione al computer dell'evento.

Ovviamente non ci sono testimoni e, in ogni caso, la meccanica celeste non prevede semafori o precedenza. I satelliti sono in caduta libera intorno alla Terra, preda solo della forza di gravità.

Mentre i gestori del sistema Iridium perdevano il segnale del satellite, quelli di STRATCOM hanno visto apparire sui loro radar centinaia di puntini.

I detriti hanno continuato a percorrere l'orbita del satellite che li ha originati, ovviamente con una componente *random* nella velocità dovuta alla geometria della collisione. Questa componente aggiuntiva (che può essere positiva o negativa) fa sì che i vari frammenti viaggino con velocità un po' diversa tra loro, cosa che li fa disporre su orbite di altezza leggermente diversa (con diversi tempi di percorrenza) in modo tale che, in poco tempo, i frammenti si dispongono lungo tutta l'orbita originale sparpagliati su un significativo intervallo di altezze. La costellazione Iridium ha immediatamente proceduto a rimpiazzare il satellite distrutto con un satellite di ricambio che aveva già parcheggiato in orbita proprio per fare fronte all'eventuale sostituzione di satelliti non più funzionanti, ma non sappiamo se qualcuno si sia attivato per cercare di ottenere una compensazione per il danno subito. Visto che il frontale tra satelliti è una prima assoluta, non è detto che la società che gestisce Iridium avesse assicurato i suoi satelliti contro una simile evenienza. E poi, di chi sarebbe la colpa? Difficile puntare il dito contro il satellite russo, che era incapace di intendere e di volere. Forse la responsabilità potrebbe essere della non sufficiente precisione dei dati di STRATCOM, ma



dubitiamo che i responsabili di Iridium vogliano fare causa al Pentagono.

Più interessante è riflettere sulle cause dell'incidente e sulle sue possibili conseguenze.

Prima di tutto le cause: purtroppo è chiaro che, nonostante l'infinita possibilità di scelta per l'altezza delle orbite, l'affollamento delle orbite basse è arrivato a livelli di guardia.

La figura qui sopra mostra l'affollamento in funzione dell'altezza dell'orbita sia per i satelliti integri (attivi o defunti) sia per i detriti spaziali, più piccoli ma molto più numerosi.

È chiaro che lo scontro è avvenuto in una zona tra le più congestionate, molto utilizzata per i satelliti di telecomunicazione (civili e militari) e per quelli meteorologici e di osservazione della Terra. Il fatto che lo scontro non fosse stato previsto significa che la mappatura delle orbite non è stata abbastanza accurata, a causa vuoi dell'interazione tra lo spazio militare (che esegue le misure) e quello civile (che riceve valori "arrotondati" di accuratezza inferiore a quelli originali), vuoi dei molteplici fattori che possono modificare anche di pochissimo l'orbita dei satelliti (per esempio, l'attività del Sole). La non sufficiente accuratezza nella conoscenza delle orbite, unita alle grandi velocità in gioco, spiega il mancato allarme per la possibile collisione.

Ovviamente, le nuvole di detriti che si sono formate costituiscono potenziali proiettili per

Immagine che evidenzia l'occupazione delle orbite circumterrestri, mostrando l'affollamento delle orbite basse e la sottile circonferenza di raggio pari a 6 raggi terrestri sopra l'equatore (circa 36.000 km) che rappresenta l'orbita geosincrona, quella cioè dove un satellite ha lo stesso periodo di rotazione della Terra e quindi appare fermo sopra un punto dell'equatore.

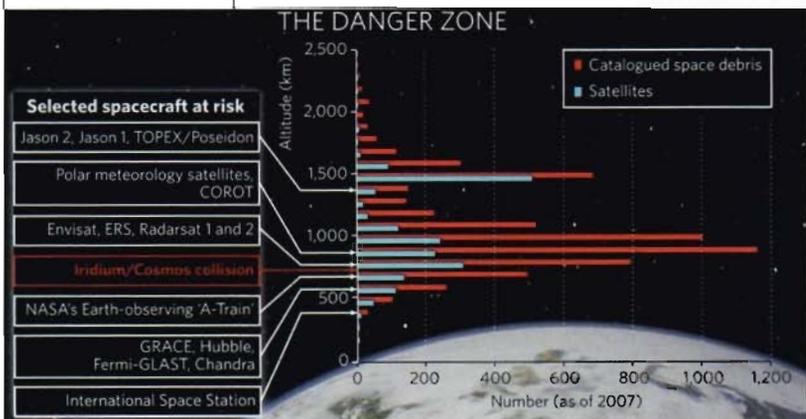


Grafico della densità di oggetti in orbita (satelliti in azzurro, detriti in rosso) in funzione dell'altezza in chilometri. Sono raffigurati soltanto gli oggetti in orbita bassa. I satelliti in orbita geostazionaria sono molto più lontani, poiché orbitano a più di 30.000 km di altezza.

altri satelliti. Sono stati catalogati 355 frammenti del COSMOS 2251 e 159 di Iridium 33. Oltre a essere più numerosi, i frammenti del COSMOS sono più sparpagliati in altezza e si trovano tra 198 e 1689 km. I frammenti dell'Iridium sono invece confinati tra 582 e 1262 km. Mentre la maggiore massa del satellite COSMOS può spiegare, almeno in parte, la più cospicua produzione di detriti, lo sparpagliamento in altezza dovrebbe essere dovuto al fatto che COSMOS era un satellite pressurizzato e che quindi lo scontro potrebbe aver provocato una vera e propria esplosione. I primi frammenti del COSMOS hanno iniziato a entrare nell'atmosfera un mese dopo lo scontro. Questi bruceranno sicuramente e non causeranno problemi. Più preoccupanti sono quelli ancora in orbita che, nel ventaglio di altezze che adesso occupano, possono costituire un potenziale pericolo per altre missioni, ma soprattutto per lo Shuttle e la Stazione Spaziale Internazionale (ISS).

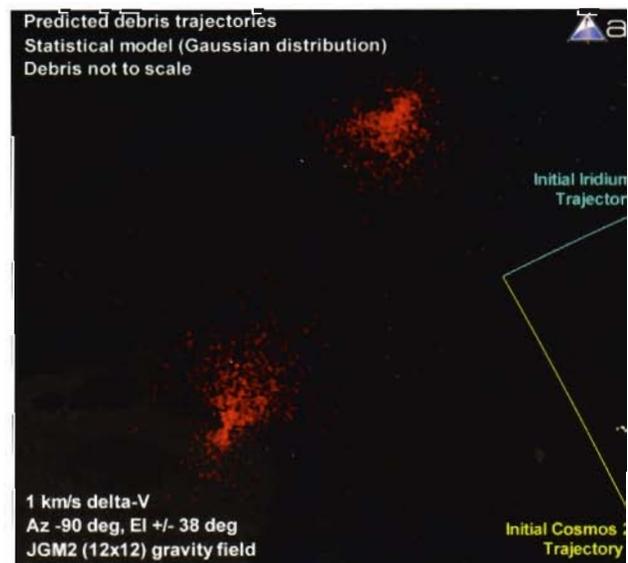
Il grafico qui sopra mostra la posizione di alcune importanti missioni scientifiche, che ovviamente potrebbero essere danneggiate da incontri troppo ravvicinati con detriti anche di piccole dimensioni, e della ISS. Sicuramente l'incidente ha causato un aumento delle preoccupazioni per il coinvolgimento degli astronauti in orbita. È in quest'ottica che bisogna leggere il precipitoso ordine di abbandonare la ISS e rifugiarsi nella scialuppa di salvataggio Soyuz che è stato dato agli astronauti il 12 marzo scorso a causa dell'approssimarsi di un detrito spaziale. È bene ricordare che il detrito potenzialmente pericoloso non era stato originato dallo scontro COSMOS-IRIDIUM: si trattava di un pezzo di motore dell'ultimo stadio di un razzo vettore americano. Tuttavia è vero che, a seguito dell'incidente, la probabilità di collisioni all'altezza della Stazione Spaziale è aumentata a 1 su 300. Un valore ancora inferiore al limite di sicurezza della NASA che è di

1 su 200, ma non poi così lontano...

Il frontale COSMOS-IRIDIUM potrebbe però avere conseguenze ancora più catastrofiche per il Telescopio Spaziale Hubble (HST), causando significativi danni collaterali a tutta la comunità astronomica, in quanto l'orbita di Hubble, più alta di quella della Stazione Spaziale, si colloca in una zona molto sensibile. Oltre a essere stata già inquinata dai detriti di un test cinese tipo "guerre stellari" avvenuto nel 2007, è adesso ulteriormente affollata dai nuovi detriti, che hanno portato la probabilità di collisione a 1 su 185, cioè maggiore del limite di sicurezza NASA di 1 su 200.

Cosa fare allora per evitare che la cosa si ripeta in futuro? Prima di tutto sarebbe auspicabile che le orbite circumterrestri fossero popolate solo di satelliti attivi. Quelli che hanno finito le loro missioni dovrebbero sparire senza causare danni. Questo si ottiene dotando i satelliti di un sistema *ad hoc* (motore più carburante) per effettuare un rientro controllato nell'atmosfera. Ovviamente si tratta di una soluzione (purtroppo costosa) da adottare per i nuovi satelliti. Le migliaia di oggetti lanciati dall'inizio dell'era spaziale ad oggi, per lo più restano e resteranno dove sono. Solo quelli su orbite relativamente basse verranno gradualmente frenati dall'attrito con l'alta atmosfera e rientreranno.

Chiaramente è imperativo evitare di aggiungere altra spazzatura spaziale, che si tratti di detriti generati da esplosioni accidentali o volontarie, di pezzi di ultimi stadi di satelliti o di attrezzature perse dagli astronauti. Ogni oggetto inutile in orbita è un potenziale pericolo per gli altri satelliti e per gli astronauti già al lavoro e per quelli prossimi venturi.



La ricostruzione delle traiettorie dei due satelliti e la formazione delle due nuvole di detriti.