

Spazzatura spaziale

Stefano Pisani

Intorno alla Terra vagano una miriade di “rifiuti” prodotti dai 6.000 satelliti che dal 1957 sono stati messi in orbita dall’uomo.

La loro permanenza nell’atmosfera può rappresentare un serio pericolo per gli aerei di linea e le altre navicelle spaziali



Non contento di inquinare suolo, acqua e aria del pianeta in cui vive, l’uomo rischia di infestare dei suoi rifiuti anche lo spazio. Soprattutto, e almeno per il momento, la fascia atmosferica che si estende fino a 2.000 chilometri di altezza dalla superficie terrestre. Una singolare forma di inquinamento che pone seri rischi all’esplorazione umana dello spazio. Un tempo, il vuoto siderale avvolgeva il nostro pianeta, e a sfrecciare nello spazio interstellare erano solo comete, meteore e altri oggetti celesti. Oggi, invece, svariati manufatti umani, sempre più numerosi e sempre più inquinanti, popolano i cieli al di sopra delle nuvole, e orbitano intorno alla Terra. Questo perché, dal 1957 – anno del lancio dello Sputnik, primo satellite artificiale della storia umana - oltre 4.500 lanci hanno messo in orbita più di 6.000 satelliti, 800 dei quali sono tuttora operativi. Una frenetica attività che nel cosmo ha generato vera e propria “spazzatura” orbitante, che costituisce un grande pericolo latente per la sicurezza spaziale. Spazzatura che ruota attorno alla Terra o si deposita sulla superficie di pianeti o satelliti come Venere, Marte e la Luna: si stima che solo sul nostro romantico satellite naturale siano depositate attualmente 20 tonnellate di “rifiuti” spaziali. Quello che può essere avvistato nel cielo notturno, inquinamento luminoso permettendo, non è dunque sempre una stella cadente, ma a volte è immondizia: pezzi di satelliti o, addirittura, parti di abbigliamento. Gli astronauti della Stazione Spaziale Internazionale, per esempio, non hanno a bordo lavatrici e sistemano la loro biancheria sporca in un modulo cargo russo esterno che viene poi spinto verso la Terra, con l’atmosfera chiamata a far da inceneritore.

I rischi ambientali insiti in questi “rottami vaganti”, però, non si limitano solo allo spazio: nel 2008, la Marina degli Stati Uniti lanciò un missile per abbattere un satellite spia uscito fuori controllo, in modo da evitare che il suo carburante tossico potesse riversarsi sulla Terra; l’idrazina, infatti, avrebbe generato un rischio potenziale per la salute se fosse caduto in un’area popolata. A pro-

posito di idrazina, a volte proprio interventi “ambientalisti” finiscono per danneggiare l’ecosistema. E’ il caso dell’Oco (*Orbiting Carbon Observatory*), il satellite costruito dalla Nasa per rilevare le concentrazioni di CO₂ nel pianeta e controllare gli effetti dei cambiamenti climatici, che lo scorso febbraio è stato lanciato dalla base dell’Air Force di Vandenberg, in California. Avrebbe dovuto eseguire 8 milioni di misurazioni ogni 16 giorni, integrando il proprio lavoro con gli osservatori terrestri e gli altri satelliti. Al momento del distacco del satellite, però, qualcosa è andato storto. Secondo la ricostruzione della Nasa la carenatura aerodinamica che avvolgeva le apparecchiature del laboratorio spaziale, che aveva il compito di proteggere i delicati strumenti dal calore e dalla pressione del lancio, non si sarebbe staccata dal razzo vettore, e l’Oco terminò la sua breve esistenza con uno spettacolare tuffo nell’Oceano Antartico. Quindi uno strumento nato originariamente per migliorare il pianeta in cui viviamo, è finito in fondo agli abissi con il suo carico rimanente di idrazina. Nel 1973 gli americani lanciarono nello spazio la stazione spaziale Skylab, che cadde sulla Terra sei anni dopo, purtroppo non polverizzandosi a contatto con l’atmosfera. Non ci furono danni, ma una pioggia di detriti ricadde su una vasta area disabitata dell’Australia, mentre nel 1996 alcuni rottami di un satellite spia russo passarono pericolosamente vicini a un aereo di linea che stava in quel momento sorvolando l’Oceano Pacifico con 270 passeggeri a bordo.

Un’altra forma di inquinamento spaziale, per ora solo sfiorata, fu poi quella che si prefigurò nei primi anni Novanta quando una società americana tentò di realizzare un tabellone pubblicitario di un chilometro quadrato da mandare in orbita. Il tabellone, luminoso come la Luna piena, sarebbe stato nitidamente visibile dalla Terra. Fortunatamente, il disastro fu scongiurato da una legge, introdotta dagli Stati Uniti, che metteva al bando la pubblicità nello spazio. Nello spazio, inoltre, circolano pezzi perduti dalle navicelle, frammenti e particelle creati da

collisioni, esplosioni, o semplicemente dovuti alle radiazioni e al calore del sole, o all'ossidazione dell'ossigeno atomico di parti metalliche. E ancora bulloni, borse per gli attrezzi, satelliti abbandonati e interi stadi di lancio missilistici che, esaurita la loro funzione, vengono sganciati e rimangono a fluttuare. Questi ultimi, sono pezzi di missili serviti a portare in orbita altri satelliti e rimasti in orbita a loro volta, spesso con ancora dei residui di carburante al loro interno, e quindi potenzialmente esplosivi in caso di impatto con altri oggetti anche piuttosto piccoli. A impatti di questo genere sono da attribuire parte delle 200 esplosioni che si sono registrate in



Per un mese il guanto sfuggito a Edward White durante la prima passeggiata umana nello spazio è sfrecciato a 28.000 chilometri all'ora, diventando uno dei più pericolosi detriti spaziali della storia

orbita e la cui causa è finora ignota. In base a rilevazioni effettuate a partire dal 1960, sono oltre 12.000 gli oggetti attualmente in orbita attorno alla Terra. A questi si aggiungono centinaia di migliaia di schegge sotto i 10

millimetri di grandezza, troppo piccole per essere catalogate. Il 70% di tutti gli oggetti registrati si trova entro i 2.000 chilometri di altezza e 110 mila sarebbero i detriti di dimensioni superiori a 1 centimetro. Tra un secolo, se non si applica una maggiore prevenzione e controllo, le stesse esplorazioni spaziali umane potrebbero essere seriamente messe a rischio. Sospeso nel vuoto è possibile, inoltre, trovare anche qualche memorabilia divenuto un "cult" perché perso durante le missioni dagli astronauti. Tra i più celebri, il guanto che sfuggì a Edward White della Gemini 4 durante la prima passeggiata umana nello spazio (per un mese, il guanto è sfrecciato a 28.000 chilometri all'ora, diventando uno dei più pericolosi detriti spaziali della storia), e la macchina fotografica smarrita dall'astronauta statunitense Michael Collins nel corso della missione Gemini 10. Il più antico detrito ancora in orbita è il secondo satellite lanciato dagli Stati Uniti, il Vanguard I, che si trova nello spazio dal 17 marzo 1958, che è andato in pensione nel 1964.

Secondo un documento del Darpa (*Defense Advanced Research Projects Agency*), l'ufficio scientifico del Pentagono, dal 2007 è stato registrato un incremento del 50% dei detriti nello spazio "dovuto anche alla decisione del governo cinese di distruggere uno dei propri satelliti e dalla collisione tra un satellite Iridium e un sistema di comunicazioni orbitante russo". Ma, quando contro la sporcizia orbitante decise di intervenire direttamente il Pentagono, come emerge dal documento ufficiale del

Darpa, quello che lo spinse deve essere stato, però, un motivo non strettamente ecologista. Secondo gli ufficiali americani, infatti, gli oggetti pongono “una seria minaccia al funzionamento dei satelliti”, soprattutto quelli militari. “Cerchiamo informazioni” - si legge - “da tutte le possibili fonti, domestiche o straniere, su soluzioni tecnologiche innovative che consentano al governo di rimuovere questi oggetti”. Il più vasto catalogo degli oggetti spaziali che orbitano intorno alla Terra è stato compilato dallo *U.S. Strategic Command*. Il lavoro del Comando è stato integrato anche da Google Earth, che offre nel suo programma una visualizzazione artistica di questo database dei satelliti e delle migliaia di oggetti lasciati nello spazio. Nello spazio cosmico inquinamento significa direttamente pericolo estremo. I detriti spaziali orbitano infatti intorno alla Terra a una velocità che può toccare i 36.000 chilometri orari (questa deve essere la velocità di un oggetto perché possa rimanere stabilmente in orbita intorno alla Terra) pari a circa una ventina di volte la velocità di un aereo di linea. Per un satellite come Envisat, dell'ESA, la velocità relativa di scontro con un detrito può arrivare fino a 52.000 chilometri all'ora.

Il campo gravitazionale terrestre attira gran parte della spazzatura spaziale in orbite sempre più basse, fino a che non raggiunge l'atmosfera e al contatto con questa va a fuoco. Il tempo di permanenza in orbita del detrito è proporzionale all'altezza a cui orbita. Se ad esempio un frammento si trova in un'orbita inferiore ai 600 chilometri con tutta probabilità cadrà sulla Terra nel giro di pochi anni, se invece viaggia ad un'altezza superiore ai 1.000 km potrà restare in orbita anche più di 100 anni. La pericolosità dei frammenti che circolano liberamente nel cosmo è alta in ogni caso, anche se sono di piccole dimensioni. Infatti, anche quelli di grandezza compresa fra 1 e 11 centimetri possono causare gravi problemi penetrando, ad esempio, in una navicella e danneggiando seriamente componenti cruciali come il computer di volo o i serbatoi. Un detrito grande come una palla da tennis può causare gli stessi danni dell'esplosione di 25 candelotti di dinamite e una particella di appena 100 millesimi di millimetro può intaccare gli oblò degli Space Shuttle. Lo scorso marzo, per la prima volta, i tre membri dell'equipaggio della Stazione Spaziale Internazionale (Iss) sono stati fatti salire sulla capsula Soyuz TMA-13, che è sempre agganciata alla stazione per consentire un'evacuazione immediata, perché la traiettoria di un detrito spaziale era pericolosamente vicina a quella della Iss e il detrito era stato individuato troppo tardi perché fosse possibile correggere la rotta. Il detri-

to, secondo un portavoce della Nasa, misurava appena un centimetro ma, a causa della sua grande velocità, un eventuale impatto avrebbe potuto causare una depressurizzazione della stazione stessa. Il detrito è poi transitato via senza problemi. La Stazione Spaziale Internazionale ha corso altre volte il rischio di un impatto con detriti spaziali, ma questa è stata la prima volta che l'equipaggio è stato trasferito per precauzione sulla Soyuz. Il detrito probabilmente proveniva dal motore di un razzo Delta o di uno Space Shuttle. Ma i frammenti vaganti possono derivare anche, nei casi più clamorosi, da eventi come la collisione che lo scorso febbraio ha coinvolto il satellite militare russo Kosmos 2251 e quello americano per le telecomunicazioni Iridium 33. Lo scontro violento ha prodotto, secondo la Nasa, migliaia di pezzi che hanno formato due blocchi di nuvole di detriti. Secondo il sistema di controllo spaziale russo è probabile che i detriti siano distribuiti nello spazio a un'altezza tra 500 e 1.300 chilometri, e che potrebbero toccare i vecchi satelliti di osservazione della marina sovietica muniti di reattori nucleari, rischiando di causare la formazione di una scia di detriti radioattivi nello spazio.

Come smaltire tutti questi “rifiuti spaziali”? Se fino a oggi le esplosioni sono state la principale sorgente di detriti, nei prossimi 50 anni l'affollamento – specie nella fascia fra 200 e 2.000 chilometri di altezza dalla superficie terrestre – dipenderà, stando alle simulazioni della Nasa, soprattutto dalle collisioni, che genereranno altri detriti in una reazione catena a cascata di difficile controllabilità. La Nasa ha sviluppato dei modelli secondo cui il mix di detriti in orbita e di potenziali bersagli è già attualmente superiore alla soglia critica oltre la quale

I detriti spaziali perché possano rimanere stabilmente in orbita intorno alla Terra devono raggiungere una velocità che può toccare i 36.000 chilometri orari

può innescarsi una reazione di distruzioni a catena, che porterebbe la bassa orbita terrestre (tra i 700 e i 1.700 chilometri di altezza) a essere impraticabile. Un problema analogo potrebbe poi verificarsi (ma al momento l'allarme è inferiore) all'interno di un anello a circa 36 mila chilometri di distanza dalla Terra, sull'equatore, dove si trovano i satelliti geostazionari. Per fermare la reazione,

è necessario anzitutto regolamentare il diritto internazionale rendendo obbligatorio, da qui in avanti, prevedere la disattivazione di ogni capacità esplosiva a bordo delle attrezzature lasciate in orbita; meglio ancora la loro distruzione in atmosfera. A questo fine è sufficiente porle su una traiettoria leggermente più ellittica, in modo che, orbita dopo orbita, i detriti siano rallentati ogni qual volta sfiorano l'atmosfera, finendo per ricaderci, disintegrandosi, nell'arco di 20 o 25 anni. Resterebbe tuttavia il problema dei molti oggetti già in orbita a cui non è possibile fare eseguire alcuna manovra, e che andrebbero rimossi. A questo scopo sono allo studio missioni robotiche che avrebbero il compito di intercettare, agganciare e avviare verso la distruzione almeno i bersagli più grandi. Sofisticati spazzini orbitali, insomma, ma non abbastanza per raccogliere i pezzi più piccoli e tuttavia ancora pericolosi, per i quali al momento non c'è nulla da fare.

Il tema dei detriti artificiali che passano nelle vicinanze del nostro pianeta è stato non a caso al centro dell'ultima riunione del Copuos (il sottocomitato Onu sull'uso pacifico dello spazio) che si è tenuta a Vienna lo scorso febbraio. Gli esperti temono infatti che, in mancanza di adeguate misure per contrastare il proliferare di detriti nel cosmo, il problema possa diventare ingestibile. Le linee guida proposte nella risoluzione Onu per la "mitigazione" sono articolate in sei punti. Primo, evitare le esplosioni accidentali in orbita. Secondo, evitare i danni da collisione durante la missione operativa. Terzo, limitare la permanenza in orbita a non oltre i 25 anni dal completamento della missione. Quarto, evitare errori nella rimozione di oggetti dalle regioni più popolate e ad alta valenza commerciale. Quinto, minimizzare il rilascio di oggetti operativi di dimensioni inferiori al millimetro. Sesto, minimizzare la massa e il numero dei frammenti nel rientro atmosferico distruttivo. A questo proposito, l'eventuale esplosione indotta dall'uomo deve avvenire ad altezze inferiori ai 90 chilometri, in modo che i detriti prodotti ricadano velocemente (nell'arco di pochi giorni) in atmosfera. È stato calcolato, ad esempio, che la distruzione di un vecchio satellite meteo cinese, effettuata tramite missile balistico l'11 gennaio 2007, abbia prodotto in pochi secondi almeno 2600 nuovi detriti, causando una pericolosa impennata nel numero di frammenti potenzialmente attori di collisione in un'orbita così affollata.

COSA C'È NELLO SPAZIO

- **Satelliti Iridium:** utilizzati per le telecomunicazioni, sono stati i protagonisti delle prime collisioni spaziali. La particolarità di questi satelliti è che, quasi quotidianamente, sono visibili anche ad occhio nudo per pochi secondi, emettendo lampi di luce che sono il frutto della riflessione della luce solare sui pannelli fotovoltaici che li alimentano.

- **Microsatelliti sperimentali:** hanno dimensioni variabili, fino ai 50 cm, e molto spesso vengono utilizzati solo per brevissimi periodi, per lo studio localizzato di alcune sezioni della Terra.

- **Gocce di materiale refrigerante:** sodio-potassio, utilizzato come liquido di raffreddamento dei reattori nucleari che alimentano alcuni satelliti. Spesso si verificano delle perdite, a causa anche della dilatazione termica prodotta dal Sole o per piccole microcollisioni con altri detriti spaziali.

- **Aghi di rame:** aghi metallici delle dimensioni di un centimetro, inviati in orbita per facilitare le comunicazioni in diversi punti della Terra, o per amplificare le comunicazioni spaziali. Ne vennero lanciati a centinaia di migliaia nei primi anni '60, ed ormai si sono stabilizzati in nubi metalliche estremamente pericolose per qualunque oggetto si trovi nei paraggi.

- **Frammenti di vernice:** si staccano dai satelliti o dalle navette per la lunga esposizione al vento e alle radiazioni solari. Benché abbiano dimensioni microscopiche, spesso inferiori al millimetro, sono comunque molto pericolosi per le parti mobili e più delicate di satelliti ed installazioni spaziali.

- **Particelle di carburante:** di dimensioni inferiori al centesimo di millimetro, rimangono comunque pericolose e in grado di scheggiare il finestrino di uno shuttle data l'altissima velocità alla quale viaggiano.