

**Migliaia di satelliti in disuso e di detriti sono un pericolo per le missioni Shuttle e la Space Station**

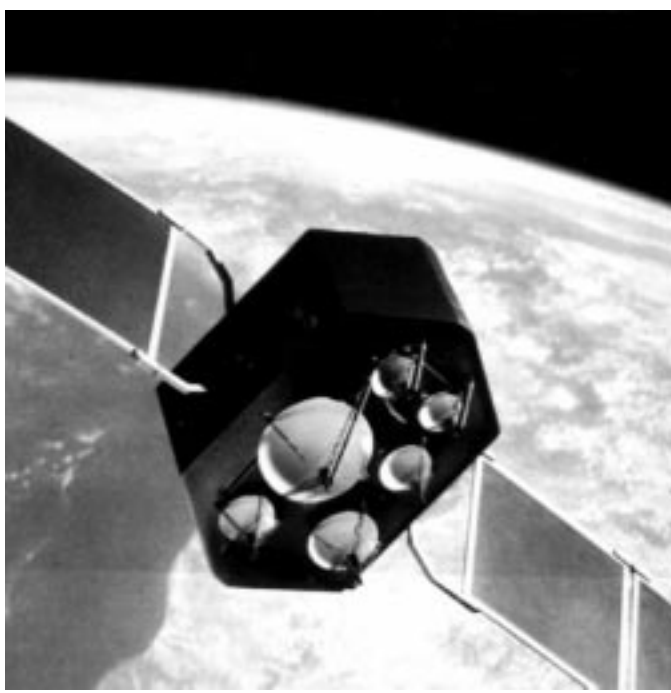
L'UMANITA' ha sempre avuto la pessima abitudine di trattare le nuove frontiere come se fossero discariche di immondizia. È successo invariabilmente con le nuove terre che via via i pionieri conquistavano, è successo con i mari, è successo e succede con quella frontiera ideale che è la bassa atmosfera a contatto con il suolo, nella quale scarichiamo polveri e gas inquinanti. E adesso la stessa situazione e gli stessi problemi si ripropongono anche nello spazio.

Quarant'anni di esplorazione spaziale hanno riempito l'orbita terrestre di detriti di vario genere e dimensioni, la maggior parte derivati dall'esplosione di satelliti e razzi - fino a non molti anni fa, per esempio, era normale far esplodere i satelliti militari al termine della loro missione. Anche se molti di questi detriti sono minuscoli, la loro velocità estremamente alta li rende comunque pericolosi. Il problema è esplosivo con l'inizio della costruzione della Stazione Spaziale Internazionale (SSI) che, a causa delle grandi dimensioni e della lunga permanenza nello spazio, è un bersaglio perfetto per i detriti. Gli esperti dividono i detriti in tre categorie, a seconda delle dimensioni.

La categoria dei pesi massimi comprende tutti gli oggetti con dimensioni maggiori di dieci centimetri. Questi però non sono molto pericolosi perché sono facilmente individuabili dai radar. Il Norad americano segue costantemente l'orbita di quasi novemila di questi oggetti, di cui solamente quattrocento sono satelliti operativi.

All'altro estremo ci sono gli oggetti più piccoli di un centimetro. Questi sono numerosissimi, probabilmente molti milioni, ma di nuovo ci si può proteggere, in questo caso con degli schermi opportuni. La Stazione spaziale internazionale avrà infatti oltre duecento schermi anti-impatto, che proteggeranno tutte le sue parti più critiche ma influiranno anche non poco sul costo finale della stazione. La categoria centrale comprende gli oggetti fra uno e dieci centimetri, che sono alcune centinaia di migliaia. Questi sono in assoluto i più pericolosi, perché non sono individuabili dai radar e non è possibile proteggerli con degli schermi. Anche se fino ad ora sono noti solo pochissimi casi di satelliti danneggiati dall'impatto con dei detriti spaziali, gli esperti avvertono però che la situazione è in realtà molto più grave.

A parte il pericolo per la Stazione spaziale internazionale, il fisico italiano Paolo Fari-



Le orbite basse e quella geostazionaria sono ormai piene di spazzatura spaziale

nella, purtroppo recentemente e prematuramente scomparso, insieme con alcuni collaboratori, ha avanzato l'inquietante ipotesi secondo cui l'impatto di un detrito con un satellite di grandi dimensioni potrebbe generare abbastanza detriti da colpirne immediatamente molti altri, in una reazione a

catena che renderebbe lo spazio inabitabile.

È comunque un dato di fatto che lo Space Shuttle, che pure resta in orbita per tempi molto brevi, ha dovuto eseguire manovre per allontanarsi da un detrito 16 volte e 80 finestri sono stati rimpiazzati perché danneggiati dall'impatto di mi-

## ASTRONAUTICA

# Come far pulizia in orbita

## Progetto Orion, un laser distrugge i rottami spaziali

### VERRANNO ABBATTUTI I SATELLITI IRIDIUM

Un buon esempio di come andrebbe gestito lo spazio viene da Motorola, che prepara i piani per rimuovere dall'orbita i satelliti della costellazione Iridium: una settantina di satelliti che dovevano creare una rete di comunicazione globale. Il progetto però è fallito per la semplice mancanza di clienti: pochi sono interessati a spendere qualche milione per comperare un telefonino grande come un mattone e avere il piacere di ricevere telefonate nel centro del Sahara. Dopo l'annuncio del fallimento è seguita una fase in cui la Motorola ha cercato di vendere in blocco

l'intero sistema, ma anche per questo non si sono trovati clienti. Fallito anche questo tentativo, non resta ora che deorbitare i satelliti, che erano già comunque stati progettati per questo. Ora, secondo Motorola, ci vorranno circa nove mesi per scrivere i programmi per la manovra di discesa, che verrà eseguita comunque per gradi; prima che tutti i satelliti siano rientrati passeranno quindi ancora almeno due anni. Il costo dell'intera operazione sarà di circa 50 milioni di dollari, che andranno ad aggiungersi alle già ingenti perdite.

[a. co.]

che fu proposto fin dal 1970 dal fisico americano Claude Phipps con alcuni colleghi, anche se allora non era tecnicamente possibile e, forse, ben pochi ne videro l'importanza. L'idea è quella di focalizzare un laser impulsato di alta energia sul detrito che si vuole rimuovere dall'orbita. Ogni impulso vaporizza un sottilissimo strato della superficie che, espandendosi, produce una spinta e trasforma il detrito stesso in un piccolo razzo. In questo modo, un colpo dopo l'altro, il detrito può essere rallentato fino a quando non rientra nell'atmosfera.

Al momento della prima proposta, «Orion» era irrealizzabile perché non esisteva ancora un laser sufficientemente potente o, se esisteva, era un progetto militare classificato. Anche dopo lo sviluppo di laser di grande potenza, rimaneva il problema di focalizzare abbastanza energia su un bersaglio tanto piccolo e tanto lontano attraverso chilometri di atmosfera turbolenta. La risposta a questo problema è però arrivata già da tempo e ha invaso gli osservatori astronomici: si tratta delle ottiche adattive, in grado di modificarsi abbastanza velocemente da compensare per la turbolenza. Ora che la tecnologia lo permette, la NASA ha deciso di riprendere in mano i progetti di «Orion», tanto seriamente che i primi esperimenti sono previsti entro due anni.

In questo test, una semplice sfera di 10 centimetri di diametro verrà illuminata con un laser utilizzando un telescopio dall'obiettivo di 3,5 metri dell'Osservatorio astronomico delle isole Hawaii. La sfera in questione verrà rilasciata da un astronauta e sarà dotata di un ricevitore di satelliti GPS (Global positioning System), in modo che possa fornire informazioni sulla sua posizione. L'individuazione dei detriti resta ancora uno degli aspetti chiave di «Orion». Il progetto attuale prevede un telescopio di circa un metro di diametro con un sensore appositamente progettato per osservare all'alba e al tramonto, quando il cielo non è ancora completamente scuro e i detriti sono abbastanza alti da essere illuminati dal Sole. In pratica, lo scopo di «Orion» è quello di realizzare un sistema autonomo, che sia in grado di colpire ogni detrito individuato. Così, almeno in teoria, nel giro di pochi anni si potrebbe ripulire una volta per tutte l'orbita terrestre dai detriti più pericolosi e, possibilmente, cercare poi di mantenerla pulita.

Carlo Ratti  
Cambridge University, UK

Aldo Conti

### LA BELLEZZA DELLA FUNZIONALITA'

## Architetti? No grazie, ingegneri

### Una mostra dell'opera di Eduardo Torroja

I creatori della nuova architettura sono gli ingegneri: così, nel 1889, l'architetto belga Henry Van de Velde salutava a Parigi la costruzione della Tour Eiffel. Perché le grandi opere di ingegneria - ponti, viadotti, fabbriche, centrali, dighe - colpiscono la nostra immaginazione? Perché ci sono bellezza e grandiosità nel Golden Gate di San Francisco, nell'Empire State Building di New York, nelle ardite volte in ferroemento Anni 50 di Pier Luigi Nervi? Interrogato nel 1936 sul rapporto tra arte e ingegneria, Eugène Freyssinet, celebre costruttore francese e inventore della tecnica rivoluzionaria del calcestruzzo armato precompresso, rispondeva schivo: «Se ho fatto dell'architettura, l'ho fatto senza saperlo e senza volerlo». L'innegabile bellezza delle sue opere era per lui un sottoprodotto fortuito, quasi imbarazzante, di ricerche meramente tecnologiche. Gli unici ideali a cui si dichiarava fedele erano l'economia di materia e l'ottimizzazione dei processi costruttivi.

Di tutt'altro parere era lo spagnolo Eduardo Torroja, un altro protagonista della storia dell'ingegneria del Novecento,

**A Torino ancora per qualche giorno si può scoprire il grande spagnolo**

di cui si celebra in questi mesi il centenario della nascita. Per Torroja la ricerca estetica costituiva una parte fondamentale del lavoro dell'ingegnere. Scrisse nel trattato «Razon y ser de los tipos estructurales» (tradotto in italiano come «Tipologia strutturale», Città Studi, 1995): «La nascita di un complesso strutturale, risultato di un processo creativo, fusione di arte e tecnica, d'ingegno e ricerca, d'immaginazione e sensibilità, va oltre il regno della logica pura». Una regola che deve valere per qualsiasi opera, per un serbatoio idrico come per un capannone industriale: «Le condizioni estetiche saranno sempre comprese fra gli elementi essenziali del problema».

La ricerca della sintesi tra arte e tecnica lo portò a progettare alcune delle strutture più originali del suo tempo: come l'ippodromo della Zarzuela a Madrid, protetto da ardite volte iperboliche di soli 5 centimetri di spessore (si racconta che il giorno dell'inaugurazione il ministro spagnolo dei lavori pubblici, per paura di crolli, si rifiutò di salirvi); o il celeberrimo Fronton Recoletos, costituito da due volte semicircolari in calcestruzzo armato che per un curioso effetto sembrano ancorarsi nel vuoto, violando le leggi della statica. Opere sensazionali, che fecero dire a un maestro dell'architettura moderna come Richard Neutra: «Torroja dimostra che un ingegnere, al di là delle sue limitazioni tecniche, può portare con sé una nuova e impetuosa ondata di umanesimo».

È proprio questo umanesimo che fa di Torroja un Leonardo del Novecento, un ingegnere rinascimentale, artista e scienziato al tempo stesso: professore all'Escola de Caminos, Canales y Puertos di Madrid, ma anche appassionato di arti liberali, cultore di filosofia e grande divulgatore. Rammaricandosi

Eduardo Torroja, grande progettista spagnolo nato cento anni fa, realizzò architetture di straordinaria eleganza



della brevità della vita e dell'ineguaglianza delle conoscenze umane, scriveva nel 1958 all'amico Franco Levi (oggi professore emerito al Politecnico di Torino): «S'impara la tecnica a scuola, la vita non basta per apprendere la scienza dell'umanità». Il Torroja generalista, l'uomo dai molteplici interessi, è l'opposto dell'ingegnere-tipo corrente nell'immaginario popolare: un tecnico iper-specializzato, eccellente nella risoluzione di problemi specifici ma incapace di grandi visioni. È l'esatto contrario di quell'ingegnere descritto dai graffiti studenteschi nelle aule del Politecnico di Torino: «una persona che ha molte nozioni su un ristretto numero di argomenti, e col pas-

sare del tempo acquisisce sempre più nozioni su un numero sempre più limitato di argomenti fino a quando sa praticamente tutto a proposito di niente».

Una mostra itinerante su Eduardo Torroja (1899-1961), inaugurata l'anno scorso a Madrid nel centenario della sua nascita è attualmente al Castello del Valentino di Torino, fino al 3 dicembre (unica sede italiana; ingresso libero). Sono in mostra pannelli fotografici, riproduzioni in scala degli edifici più significativi e un modello di studio del Fronton Recoletos, proveniente dalle collezioni del Centre Pompidou di Parigi.

Carlo Ratti  
Cambridge University, UK

Aldo Conti

### ASTRONOMIA

## Il radar spia le stelle cadenti

### Le meteore Leonidi osservate a Bologna

DALLE Leonidi - lo sciame di polveri liberate dalla cometa Tempel-Tuttle che ritorna al perielio ogni 33 anni, ci si attendeva il 17-18 novembre un'intensa attività, anche se non eccezionale come nel 1999. Nonostante il tempo sfavorevole e la vicinanza della Luna che ha quasi impedito l'osservazione visuale, qualcosa di interessante è veramente accaduto nelle due mattine del 17 e del 18. A rivelarlo è il radar BL (Bologna-Lecce) del CNR che ha seguito senza interruzione il passaggio dello sciame dal 13 al 20 novembre, registrando gli echi riflessi dalle tracce ionizzate lasciate dalle meteore nella loro interazione con l'aria.

Il radar ha registrato nella mattina del 17 circa 1200 echi tra le 6,30 e le 8,30 TU con un picco di 250 echi in 15 minuti tra le 7,45 e le 8, in linea con la previsione di un primo picco alle 7,50. Questo picco risulta associato in prevalenza a materiale cometa di piccola massa che genera echi di breve durata. Nella mattina del 18 novembre, il radar ha invece monitorato un'attività maggiore per la presenza di echi a lunga durata con due massimi attorno alle ore

**Scoperta: molecole pre-biotiche resistono al surriscaldamento**

3,45 TU e 7,15 TU (quest'ultimo picco si è verificato mezz'ora prima di quanto previsto). Per dare un'idea dell'attività dello sciame riconoscibile dagli echi più lunghi, sono stati registrati circa 30 echi di oltre 1-2 minuti, e 35 echi della stessa durata rispettivamente nelle fasce orarie 3-4 e 7-8.

Da una prima analisi dei dati radar, gli echi provenienti dalle Leonidi sono stati circa 300 e 500 nelle due fasce orarie descritte, ma in questi due casi siamo in presenza di materiale di massa maggiore che ha generato meteore molto brillanti. Secondo i calcoli di alcuni astronomi la Terra è passata il 17 novembre vicino alla traccia di polvere ad alta concentrazione

lasciata dalla cometa nel 1932 (cioè 2 ritorni fa) e il 18 novembre vicino alle tracce del 1733 (8 ritorni fa) e 1866 (4 ritorni fa). Queste previsioni hanno trovato una sostanziale conferma nelle osservazioni radar, che hanno rivelato un'intensa attività soprattutto in corrispondenza del passaggio della Terra vicino alla traccia lasciata dalla cometa nel 1866. Il materiale più fine osservato nella mattina del 17 è spiegabile ipotizzando una maggiore distanza della Terra dal centro della traccia lasciata dalla cometa nel 1932, con il materiale più fine che ha subito una maggiore dispersione verso l'esterno a causa della pressione della radiazione solare.

Una notizia sorprendente alimenta l'interesse sulle Leonidi. In un numero speciale della rivista «Earth, Moon, Planets» un gruppo di ricercatori dell'Ames Research Center della Nasa ha riportato i risultati della campagna MAC (Multi-Instrument Aircraft Campaign) sulle Leonidi del 1999, in una serie di articoli per lo più a sfondo astrobiologico. L'astrobiologia è lo studio dell'origine, evoluzione, disseminazione e futuro della vita nell'universo. Gli



Una meteora appartenente allo sciame delle Leonidi (foto Nasa). Quest'anno l'osservazione è stata disturbata dalla Luna

spettri di emissione dell'energia liberata dalle Leonidi (che hanno la più alta velocità che si conosca all'interno del sistema solare), sembrano indicare che molte molecole organiche presenti nella polvere cometaria riescono a sopravvivere al riscaldamento fino a parecchie migliaia di gradi nell'atmosfera terrestre. In altre parole queste molecole non si brucerebbero

più di tanto nel loro passaggio di qualche secondo in atmosfera, in quanto si raffreddano rapidamente, prima della rottura dei legami chimici. Nella coda di materiale cometario lasciato da un bolide delle Leonidi, è stata inoltre scoperta dagli astrobiologi della Nasa l'impronta della materia organica complessa, identica a quella rinvenuta nella polvere cometaria

raccolta da alcune navicelle spaziali. Questa coda che si forma dietro la meteora avrebbe la temperatura giusta perché addirittura possano essere prodotti sinteticamente come in un laboratorio i precursori chimici della vita.

Giordano Cevolani  
Responsabile Stazione radar Bologna-Lecce, Cnr

### PARANORMALE

## Il campo magnetico dei tartufi

LA segnalazione viene da un lettore, che si è rivolto anche al Cicap, il Comitato per il controllo delle affermazioni sul paranormale. Domenica mattina, ore 11,30, RaiUno. Dopo la messa, va in onda il programma di vasto ascolto «Linea verde». Conduce Fabrizio Del Noce. In un servizio sui tartufi girato nelle Marche, un cercatore afferma di poter trovare i tartufi grazie ad un bastone da rabdomante dotato di due bacchette metalliche: lo strumento - si spiega - è sensibile al campo magnetico del tartufo ed entra quindi in vibrazione appena si avvicina al prezioso fungo (che nei servizi televisivi quasi tutti si ostinano a definire «tuber»). Non solo il conduttore non fa obiezioni, ma prova personalmente ad impugnare il bastone e conferma: «Il metodo funziona!». Non sono necessari molti commenti. Saremmo inteneriti, semplicemente, alla misura del campo magnetico del tartufo. E alla ripetizione sotto controllo scientifico di quanto è stato così allegramente affermato. In attesa, per la ricerca dei tartufi, continueremo a fidarci di più del naso dei cani e dei maiali.

[p. bi.]