

Tramonti artificiali



di Roberto Battiston

Professore ordinario
di fisica generale
all'Università di Perugia
www.robertobattiston.it

È sera e il sole tramonta sul mare. Mentre scompare dietro l'orizzonte diventa sempre più rosso, ed è difficile resistere al fascino della scena. Ma, al di là della bellezza, tecnicamente lo spettacolo a cui stiamo assistendo è un esempio di radiografia dell'atmosfera. A causa della diffusione della luce nell'atmosfera, tutti i colori visibili con frequenze più alte e lunghezze d'onda più corte (dal verde fino al violetto) vengono diffusi, mentre solo le onde più lunghe, dall'arancione al rosso, arrivano diritte dal disco solare ai nostri occhi.

La diffusione delle onde elettromagnetiche nell'atmosfera non si limita alla luce visibile, ma è presente a tutte le frequenze, per esempio nelle onde radio. Essa dipende dall'indice di rifrazione

tate per determinare le caratteristiche fisiche della linea di atmosfera attraversata dai segnali stessi.

Per le previsioni meteorologiche la conoscenza dello stato dell'atmosfera, in particolare dell'umidità relativa e della temperatura, è di importanza fondamentale. Svariate centinaia di piccoli palloni sonda sono lanciati ogni giorno per scopi meteorologici. Anche il monitoraggio del segnale GPS è usato da tempo a questo scopo con reti di ricevitori posti a terra. Ma una rete a terra soffre di vari limiti, non ultimo il fatto che gran parte della superficie terrestre è disabitata e inospitale; senza contare gli oceani, dove questo tipo di rete non è realizzabile se non con enormi difficoltà.

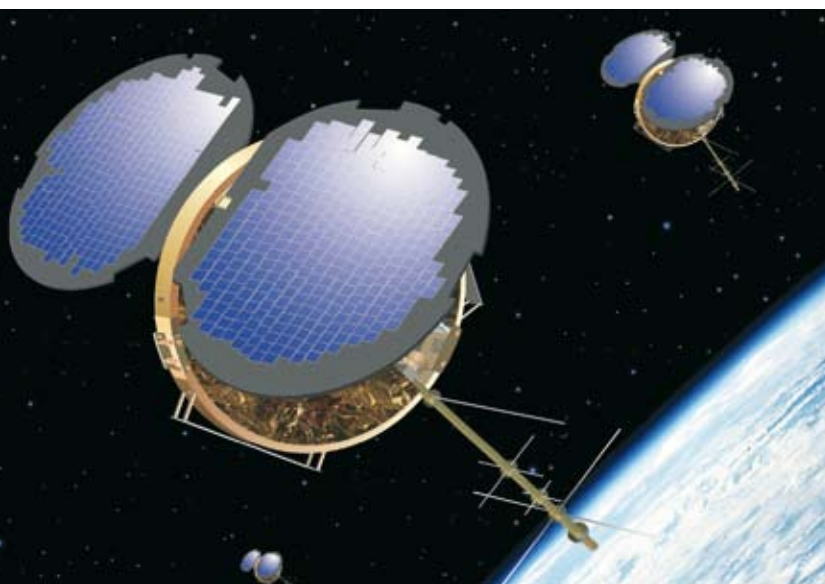
Per affrontare un problema del genere lo spazio è il luogo ideale, perché i satelliti permettono il monitoraggio dell'intero pianeta. Questa opportunità è stata sfruttata per la prima volta in modo sistematico nel 2006 con la costellazione di satelliti COSMIC (Constellation Observing System for Meteorology, Ionosphere and Climate), frutto di una collaborazione tra Stati Uniti e Taiwan. COSMIC è basato su sei piccoli satelliti, operanti a circa 800 chilometri di quota, ciascuno del peso di 62 chilogrammi, costati complessivamente 100 milioni di dollari. Ogni satellite è identico agli altri: la sua struttura a disco contiene una serie di strumenti dedicati alla ricezione dei segnali inviati da ognuno dei 31 satelliti GPS posti a 20.000 chilometri di quota durante le loro fasi di occultazione con il disco terrestre, vale a dire ogni volta che un satellite COSMIC vede «tramontare» o «sorgere» un satellite GPS dietro la Terra. In occasione di ognuno di questi eventi, i satelliti di COSMIC inviano a terra le informazioni relative alla dispersione dei segnali GPS fornendo radiografie dell'atmosfera presa di taglio.

Dal 2006 sono state misurate più di due milioni di occultazioni, 2500 al giorno, distribuite su tutto il pianeta. I dati ottenuti sono pubblici e disponibili entro due ore, e permettono di studiare e predire lo sviluppo di fenomeni fortemente influenzati dal contenuto di umidità dell'atmosfera, come tifoni ed uragani, oppure validare e studiare modelli legati al cambiamento climatico nel medio-lungo termine.

Il successo di COSMIC, ottenuto a un costo decisamente contenuto, ha aperto la strada a nuovi progetti analoghi. Anche tenuto conto dell'aumento di satelliti GPS legati ai progetti cinesi ed europei, questa tecnica promette di fornire un miglioramento continuo della qualità dei dati meteorologici nel corso dei prossimi anni.

dell'atmosfera, che a sua volta dipende da parametri fisici come la sua densità, temperatura, umidità e densità di elettroni liberi.

Tutte le volte che è necessario operare con precisione con le onde, come nel caso del GPS, occorre tenere conto degli effetti dell'atmosfera e della ionosfera sulla loro propagazione. I satelliti GPS non solo inviano informazioni su dove si trovano nell'orbita (effemeridi) ma anche sul modello di correzione ionosferica (almanacco) che deve essere applicato dal ricevitore per determinare con precisione la sua posizione. Segnale e disturbo sono però concetti relativi: ciò che costituisce un disturbo per un'applicazione può rappresentare un segnale in un'altra; nel caso specifico, le distorsioni nella trasmissione dei segnali GPS possono essere sfrut-



COSMIC È LA PRIMA COSTELLAZIONE di satelliti a usare la tecnica dell'occultazione radio, che sfrutta le deformazioni subite dai segnali elettromagnetici dei satelliti per navigazione (GPS) mentre si propagano attraverso l'atmosfera terrestre. Sopra, un'immagine artistica di alcuni dei satelliti di COSMIC.