

SATELLITI ARTIFICIALI E SPACE DEBRIS: EFFETTI SULLA LUMINOSITÀ DI FONDO CIELO

Un recente studio teorico stima la luminosità di fondo cielo allo zenit dovuta alla diffusione della luce solare da parte di satelliti artificiali e space debris in orbita circumterrestre. Istintivamente si è portati a pensare che si tratti di una luminosità trascurabile, ma in realtà già ora il contributo alla brillantezza di fondo cielo è circa il 10 per cento della luminosità naturale. Questo valore non farà che aumentare con l'entrata in servizio delle mega-costellazioni di satelliti.

Da MEDIA INAF del 1° aprile 2021 riprendiamo, con autorizzazione, un articolo di Albino Carbognani.

I satelliti artificiali in orbita attorno alla Terra attraggono l'attenzione degli astronomi sin dal lancio del primo oggetto del genere, lo Sputnik 1, nel 1957. Al 1° gennaio 2021, ci sono circa 3.372 satelliti in orbita. A questi vanno aggiunti altri novemila oggetti fuori controllo di grosse dimensioni, come stadi dei lanciatori e frammenti provenienti da esplosioni di satelliti, mentre un'ulteriore popolazione di circa 13mila oggetti più piccoli – con dimensioni fra i 10 cm e il metro – porta ad un totale di circa 26mila i satelliti/detriti spaziali in orbita attorno alla Terra. In pratica lo spazio circumterrestre è popolato da una vera e propria “nube” di oggetti artificiali, il cui numero aumenta sempre più anche per effetto delle reciproche collisioni.



Tracce lasciate nel cielo di Loiano (BO), da un flotta di satelliti Starlink lanciati il 22 aprile 2020. Crediti: A. Carbognani/INAF

Le quote dei satelliti vanno da poche centinaia di km per quelli in orbita bassa (come la *Iss*, la Stazione spaziale internazionale), fino a circa 36mila km per quelli in orbita geosincrona. A questa quota i satelliti sono sempre illuminati dalla luce del Sole e sono sempre visibili dal suolo. Di conseguenza, appaiono come strisce di varie lunghezze e luminosità nelle immagini ottenute con i telescopi a terra: una manna per chi studia le orbite dei satelliti, un disturbo per chi osserva corpi celesti d'interesse astrofisico. Nel prossimo decennio il numero dei satelliti in orbita attorno alla Terra è destinato ad aumentare di un fattore 10, per via del lancio delle grandi costellazioni di satelliti per le comunicazioni come gli *Starlink*. Chiaramente questo aumenterà la probabilità di trovare tracce di satelliti nelle immagini astronomiche, in modo particolare per i telescopi a grande campo di nuova generazione.

C'è un altro fattore che dev'essere tenuto sotto controllo per poter continuare a fare ricerca in campo astronomico: l'inquinamento luminoso. La causa principale di questa forma di inquinamento ambientale va ricercata principalmente nelle sorgenti luminose impiegate per l'illuminazione notturna di strade ed edifici che diffondono una buona parte della loro radiazione verso l'alto, cancellando il cielo notturno. La dispersione verso l'alto della radiazione luminosa, ovvero dove non serve, porta a uno spreco energetico e all'alterazione degli ecosistemi notturni. In effetti è esperienza comune a tutti che, dalle città, il cielo notturno non è più visibile, se non per gli astri più brillanti come Luna e Venere, e che bisogna almeno portarsi in aperta campagna per iniziare a distinguere le principali costellazioni o percepire la debole fascia della Via Lattea. Quello che era patrimonio di tutti è diventato accessibile a pochi.

In un sito affetto da inquinamento luminoso le prestazioni di un telescopio si riducono, per questo motivo gli osservatori astronomici vengono costruiti in posti remoti il più lontano possibile dalla civiltà: basta pensare all'*Eso*, l'Osservatorio australe europeo, che si trova in quel luogo – desolato ma buio – che è il deserto di Atacama, in Cile.

Le scie lasciate da satelliti e *space debris* sulle immagini Ccd degli astronomi e l'inquinamento luminoso possono sembrare sorgenti di disturbo separate, ma in realtà un punto in comune c'è. Basta chiedersi: **che contributo possono dare satelliti artificiali e *space debris* all'inquinamento luminoso?** Si tratta di una domanda che si sono fatti in pochi e – a prima vista – la risposta sembrerebbe essere che sia del tutto trascurabile. Ha provato a rispondere seriamente un team guidato dall'astronomo slovacco **Miroslav Kocifaj** e il risultato è ora illustrato in un paper accettato per la pubblicazione su *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society Letters*.

Un satellite o uno *space debris* diffondono una parte della radiazione solare che intercettano verso terra e questa, attraversando l'atmosfera, viene diffusa da molecole e pulviscolo andando ad aumentare la luminosità di fondo cielo. Mentre i telescopi e le fotocamere spesso risolvono gli oggetti spaziali come punti di luce discreti, i rivelatori di luce a bassa risoluzione come l'occhio umano vedono solo l'effetto combinato di molti di questi oggetti. L'analisi teorica di Kocifaj e colleghi include le distribuzioni note delle dimensioni e della luminosità sia di satelliti funzionanti sia di *space debris*. Non sono state incluse le mega-costellazioni future o gli oggetti non noti perché troppo piccoli. Alla fine dei calcoli l'effetto che trovano gli autori dello studio è **un aumento complessivo non trascurabile della luminosità diffusa del cielo notturno**.

Questa nuova componente alla luminosità di fondo cielo corrisponde al **10 per cento di quella naturale allo zenit**, superando i limiti scelti dalla Unione astronomica internazionale nel 1979 per la luce diffusa che può essere presente nei siti sedi di osservatori astronomici. Il livello naturale di luminosità di fondo cielo è difficile da stabilire, dal momento che qualsiasi banda di osservazione si consideri, compresa quella visuale, è ampiamente variabile a seconda della regione del cielo che si considera, la posizione dell'osservatore, lo stato dell'atmosfera e l'intensità fluttuante dell'airglow. Tenuto conto di questi limiti, la luminosità naturale del cielo nel visibile corrisponde a una brillantezza di circa +22 mag/secondo d'arco quadrato. Il contributo della luce diffusa da satelliti e *space debris* alza questa brillantezza a circa **+21.9 mag/secondo d'arco quadrato**.



Gli effetti deleteri dell'inquinamento luminoso sul cielo notturno sono ben visibili in questa immagine. La volta celeste è quasi del tutto cancellata a causa delle luci artificiali che non sono schermate verso l'alto e diffondono ovunque la radiazione. Crediti: A. Carbognani/INAF

A differenza dell'inquinamento luminoso prodotto al suolo, questo tipo di inquinamento luminoso del cielo notturno può essere visto da gran parte della superficie terrestre: avere un osservatorio in luoghi remoti non risolve dunque il problema, e l'entrata in servizio delle mega-costellazioni aumenterà la diffusione della luce in atmosfera.

I risultati pubblicati indicano che la luminosità di fondo cielo è **proporzionale al numero di satelliti lanciati** e alle loro caratteristiche ottiche una volta in in orbita. Le agenzie spaziali, come SpaceX, sono intervenute per ridurre la luminosità dei loro satelliti. Nonostante questi sforzi di mitigazione, l'effetto collettivo di un forte aumento del numero di oggetti in orbita sta per cambiare l'esperienza della visione del cielo notturno in tutto il mondo.

Nell'attesa di avere un osservatorio astronomico sulla faccia nascosta della Luna, gli autori dell'articolo sperano che il risultato del loro lavoro cambierà la natura del dialogo in corso tra operatori satellitari e astronomi su come gestire al meglio lo spazio circumterrestre. Un dialogo costruttivo è auspicabile. In ultima analisi, questo non è più un problema degli astronomi, ma di tutti quelli che amano trascorrere almeno qualche notte all'anno nell'osservazione del cielo notturno: un'esperienza fondamentale per ogni essere vivente consapevole di esistere.

Albino Carbognani

<https://www.media.inaf.it/2021/04/01/inquinamento-luminoso-satelliti/>

Articolo originale:

M Kocifaj, F Kundracik, J C Barentine e S Bará, "The proliferation of space objects is a rapidly increasing source of artificial night sky brightness", *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society Letters*, Published: 29 March 2021