

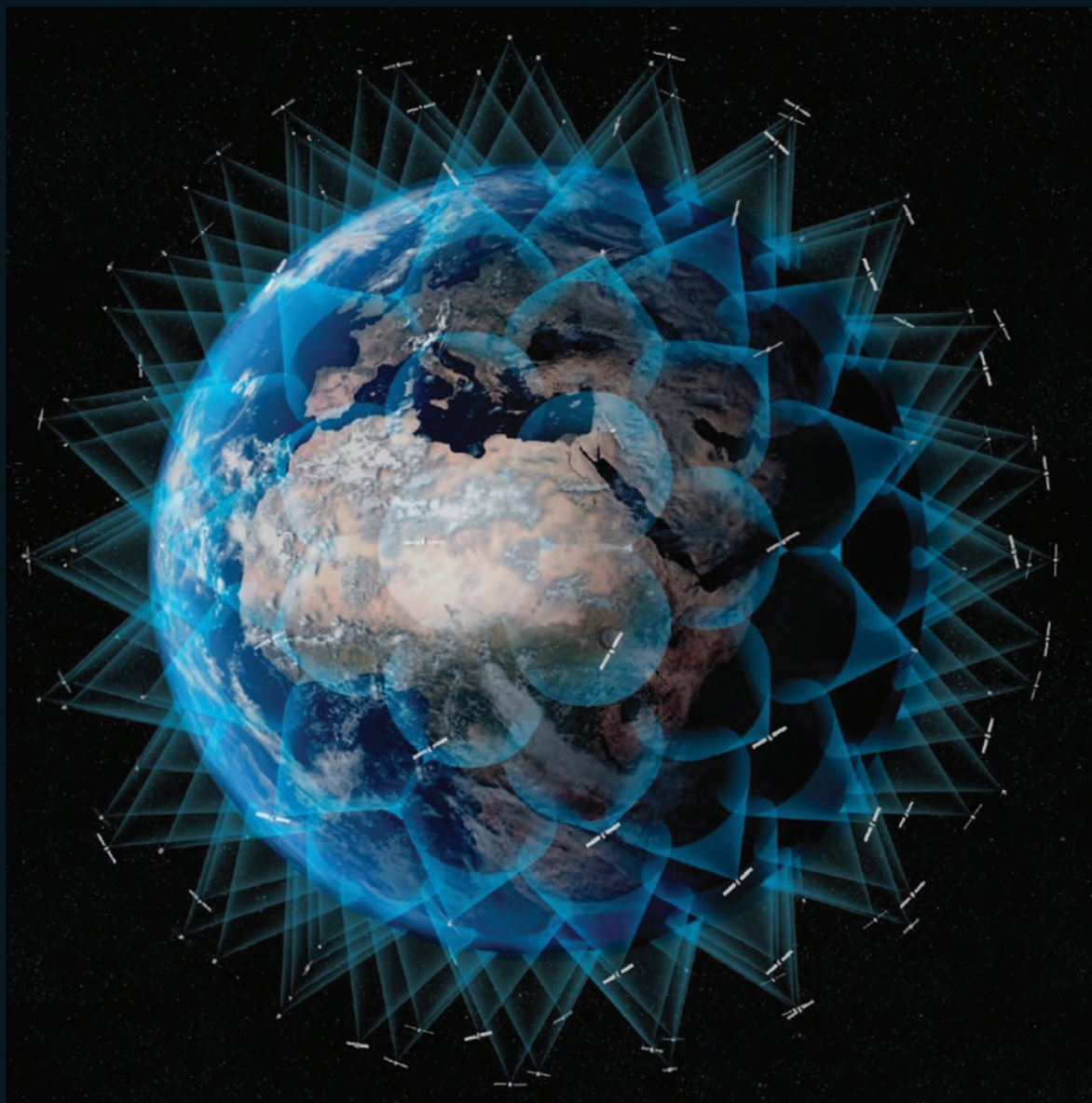
INCONTRIAMOCI IN ORBITA

**INCREMENTO DEL TRAFFICO IN PROSSIMITÀ DELLA TERRA
E INCONTRI RAVVICINATI DELLE INFRASTRUTTURE STANNO
CREANDO UN'EMERGENZA. MA ANCHE UN BUSINESS
CHE CRESCERÀ NEI PROSSIMI ANNI**

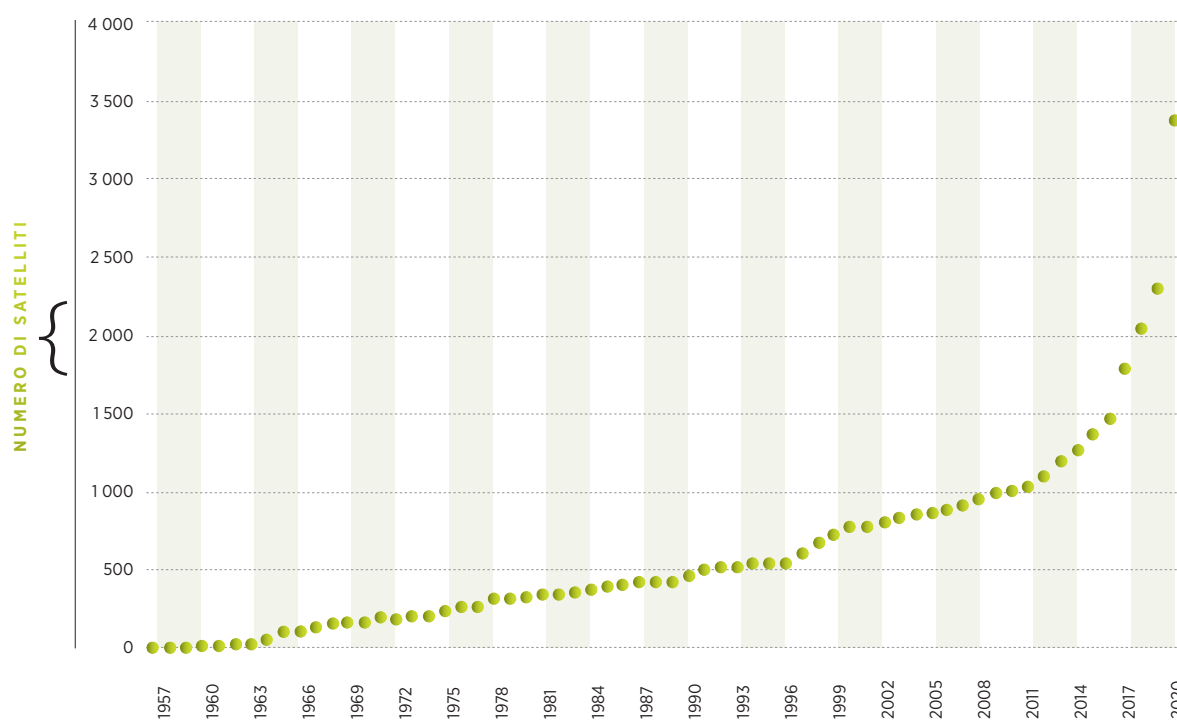
Tutti sappiamo (o dovremmo sapere) che **i satelliti sono parte integrante del nostro modo di vivere**. È questione che tocchiamo con mano ogni giorno, quando consultiamo le previsioni del tempo, o quando inseriamo un indirizzo nel navigatore. Solo mia mamma, quasi centenaria, ha il diritto di chiedere come faccia “la signorina a sapere che strada dobbiamo fare?”; chiunque altro dovrebbe ricordare che il servizio deriva da una costellazione di satelliti progettati per fornire il *global positioning*. L'originale Gps è americano e ha una **matrice militare**, mentre il sistema europeo, *Galileo*, è civile. Indipendentemente da chi gestisca il servizio, stiamo parlando di una tecnologia che ci posiziona grazie allo **scambio continuo di informazioni** temporali tra il nostro dispositivo e almeno tre satelliti. Visto che il servizio è offerto a livello mondiale, tutta la superficie del Pianeta deve sempre essere coperta da almeno tre

satelliti, cosa che implica la presenza di un certo numero di strumenti in orbita, **una costellazione**, appunto. Quanti sono gli strumenti che compongono una costellazione capace di offrire un servizio a tutti gli abitanti del Pianeta? La risposta varia in funzione del tipo di apparati e dell'orbita dalla quale operano. I classici satelliti di **telecomunicazione**, che ci permettono di vedere in tempo reale la partita di Coppa del mondo giocata in Brasile, oppure la gara di Formula 1 che si sta correndo in Australia, lavorano sull'orbita geostazionaria, a 36mila chilometri di altezza sopra l'equatore. Da lassù, vedono buona parte del globo, che può essere coperto con un numero limitato di satelliti, diciamo con almeno tre. I satelliti di telecomunicazione in **orbita geostazionaria** sono molti di più, perché ogni Paese e, al limite, ogni *network* televisivo, vuole avere il proprio strumento. Il sistema Gps, invece, è composto da due dozzine di satelliti in orbite

con diverse inclinazioni, a **20mila chilometri di quota**. Analogamente, l'europeo *Galileo* è basato su trenta satelliti a 23mila chilometri di altezza. Per entrambi i sistemi, l'altezza dell'orbita è stata scelta per assicurare copertura globale con un numero limitato di satelliti. Tuttavia le orbite geostazionarie e quelle medio-alte, mentre permettono copertura mondiale con pochi satelliti, comportano un piccolo ritardo nella trasmissione dei segnali, segnali che devono viaggiare dalla Terra fino al satellite e, una volta là, tornare indietro. Per rendersene conto, basterebbe usare un operatore satellitare per guardare i programmi del digitale terrestre: la televisione connessa alla parabola è in ritardo rispetto a quella collegata al digitale terrestre. Poco male per un programma televisivo, ma se immaginate di dover interagire con il sistema, per esempio connettendovi a un qualsiasi servizio internet per operare sul vostro conto in banca, oppure per gareggiare in un videogame al cardiopalma, vi



» Una rappresentazione di una costellazione di satelliti in orbita bassa (fonte ESA).



rendereste conto che i ritardi possono essere sgradevoli.

È sulla base di queste semplici considerazioni che **Elon Musk** ha immaginato di fornire **un servizio internet a livello globale e a bassa latenza** attraverso la rete *Starlink* in orbita bassa, a 500 chilometri di altezza. In questo modo i ritardi di trasmissione del segnale vengono minimizzati, ma **sale in modo esponenziale il numero dei satelliti** necessari per coprire tutto il globo, che devono essere **molte migliaia**. SpaceX ha chiesto e ottenuto dalla Federal Communication Committee americana l'autorizzazione al lancio di 12mila satelliti.

È un **numero spaventoso**, che raddoppia la popolazione di satelliti

lanciati dall'inizio dell'era spaziale e rischia di **congestionare le orbite** più prossime al nostro Pianeta.

SpaceX si è messa alacremente all'opera **producendo una media di sei satelliti al giorno** e lanciandoli a gruppi di 60 ogni due settimane.

Un ritmo impressionante, impensabile fino a qualche anno fa, che SpaceX sta mantenendo dall'inizio del 2020, tanto che, già dall'aprile 2020, è diventato l'operatore con più satelliti oltre il cielo. Un primato che si è andato consolidando con il passare dei mesi.

Se il grafico che riporta i **lanci in funzione dell'anno** non vi ha impressionato a sufficienza, vi invito a cercare quello dei satelliti attivi, che credo permetta di capire ancora

meglio la crescita convulsa del settore.

Un incremento che inizia ad avere anche **conseguenze preoccupanti**.

Mentre SpaceX cura al meglio il proprio *business* e continua ad aumentare il numero dei satelliti destinati a lavorare, tutti, in orbita a 500 chilometri dalla superficie terrestre, i controllori del traffico satellitare si trovano a dover gestire una situazione in cui l'affollamento crescente genera un numero allarmante di **incontri ravvicinati potenzialmente pericolosi**.

Lo Us Space Surveillance Network, un sistema di radar e telescopi gestito dalla Space Force statunitense, tiene sotto controllo **30mila oggetti con dimensioni maggiori di 10**

centimetri che orbitano intorno alla Terra. Sono satelliti attivi, satelliti che hanno finito il loro compito ma continuano a orbitare, pezzi di lanciatori e rottami vari creati in esplosioni accidentali, oppure nel corso di esperimenti militari. Per ognuno vengono calcolate l'orbita e la posizione prevista, istante per istante. I dati vengono quindi messi a confronto con quelli di tutti gli altri apparati orbitanti. Quando ci si aspetta che la distanza tra due oggetti scenda sotto il chilometro, gli operatori ricevono un messaggio di allerta, in modo da concentrarsi sulla situazione. Chi creda sia eccessivo preoccuparsi per un avvicinamento di circa un chilometro sappia che i satelliti in orbita bassa si muovono a **8 chilometri al secondo** e che la loro posizione è nota con una precisione di 100 metri.

La crescita del numero dei satelliti in orbita bassa (oltre a preoccupare gli astronomi, che vedono crescere di pari passo il numero delle strisciate presenti nei loro dati) fa aumentare il numero di incontri ravvicinati, oggi **centinaia al giorno**: con 1700 satelliti *Starlink* e 250 del concorrente OneWeb, in orbita si registrano circa **1600 passaggi a meno di un chilometro ogni settimana**.

La maggior parte coinvolge due *Starlink*, ma la cosa non preoccupa SpaceX, perché i satelliti hanno un **sistema anticollisione** e si possono muovere in modo autonomo per togliersi di mezzo in caso di prossimità minacciose. Questa capacità, di certo positiva per *Starlink*, **non entusiasma però i controllori**, obbligati a gestire apparati che cambiano i parametri orbitali e quindi richiedono un



» L'incremento del numero di satelliti lanciati rischia di congestionare l'orbita bassa.

aggiornamento costante di tutte le proiezioni delle posizioni future. Tant'è, **500 allerte ogni settimana coinvolgono uno *Starlink* e un oggetto diverso**. Confesso di avere dubitato della correttezza di questi numeri e di avere chiesto lumi a una collega della Nasa, responsabile della gestione del satellite *Fermi*.

La mia missiva è rimasta per qualche giorno senza risposta, poi il *feedback* è arrivato e senza portare alcun conforto con sé, anzi: la collega motivava infatti il ritardo dicendo di aver dovuto gestire un incontro ravvicinato: “abbiamo dovuto monitorare da vicino la situazione per decidere se fare una manovra e spostare il satellite, oppure no”. Per maggiore chiarezza, ha aggiunto, “per fortuna *Fermi* orbita a un'altezza inferiore a quella degli *Starlink*”. Alla fine non è servita alcuna manovra, ma il carteggio mi ha fornito un esempio di quanto sia dispendiosa la gestione del traffico orbitale. Un team di esperti della Nasa - ma avrebbero potuto essere dell'Esa, o di una qualsiasi altra agenzia spaziale - aveva dovuto dedicare tempo e attenzione per fare (e rifare) proiezioni sulle posizioni

reciproche di due oggetti, prima di decidere se spostarne uno. In sintesi, **è un problema di calcolo del rischio**.

È ovvio si voglia evitare qualsiasi collisione, che distruggerebbe i satelliti creando un enorme numero di detriti a loro volta pericolosissimi, d'altra parte non è possibile manovrare di continuo i satelliti. Sfruttando il carburante, magari utile per puntare il satellite, qualsiasi manovra accorcia la vita operativa e per di più rende inutilizzabile l'apparato durante lo spostamento. Per ogni allerta di avvicinamento va deciso cosa fare, e la procedura del calcolo del rischio è così onerosa da aver motivato la nascita di compagnie specializzate nella **gestione commerciale del traffico orbitale**. La statunitense **Kayhan Space** ha trasformato il problema in un'opportunità: usa i dati dello Us Space Surveillance Network per prevedere gli avvicinamenti e decidere quando il rischio diventi così alto da suggerire un intervento.

I satelliti sono utilissimi, ma occorre interrogarsi **sull'impatto ambientale delle mega costellazioni**. Le orbite terrestri sono un bene prezioso ma limitato, e non possiamo permetterci di renderle inutilizzabili per eccessivo affollamento.

Detto altrimenti, per poter crescere, anche **la *space economy* deve essere sostenibile.** ∞

***PATRIZIA CARAVEO**

È DIRIGENTE DI RICERCA ALL'ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA (INAF) E LAVORA ALL'ISTITUTO DI ASTROFISICA SPAZIALE E FISICA COSMICA DI MILANO.