

INNOVATION

L'intelligenza artificiale corre e i data center terrestri arrancano, schiacciati da limiti energetici e costi crescenti. La soluzione? Guardare in alto. Energia solare senza interruzioni, raffreddamento naturale e lanci sempre più economici stanno trasformando un'idea fantascientifica in realtà industriale. La prossima rivoluzione del cloud potrebbe nascere nello spazio



I vantaggi dei data center nello spazio

EDOARDO VITTORI

analista e ricercatore sui temi di IA e space economy

Negli ultimi anni la crescita vertiginosa dell'intelligenza artificiale ha trasformato i data center nel cuore pulsante dell'economia digitale. Queste infrastrutture, enormi complessi di server che elaborano e immagazzinano quantità colossali di informazioni, stanno però raggiungendo i limiti fisici del pianeta. L'aumento della domanda di calcolo, la scarsità di energia disponibile e la necessità di raffreddare macchine sempre più dense ed energivore hanno spinto aziende e governi a interrogarsi su come rendere sostenibile l'infrastruttura digitale globale. È in questo contesto che sta emergendo una soluzione radicale: portare i *data center* nello spazio. L'idea, che per anni è sembrata fantascienza, sta diventando concreta grazie a tre fattori chiave. Il primo è la disponibilità, in orbita, di energia solare continua: senza atmosfera e senza reale ciclo giorno-notte, i pannelli possono generare potenza quasi costante. Il secondo è la possibilità di usare il vuoto cosmico come dissipatore termico naturale per smaltire il calore dei server senza usare neppure un litro d'acqua. Sulla Terra, invece, i *data center* consumano ogni anno milioni di litri per tenere a bada le

temperature dei server, una cifra che continua a crescere con l'aumentare della domanda di calcolo. Il terzo è la drastica riduzione dei costi di lancio, resa possibile dai vettori riutilizzabili e dalla nuova generazione di razzi pesanti. Tutti gli studi concordano che se il costo di accesso all'orbita scenderà sotto i 200 dollari per chilogrammo, costruire e mantenere *data center* spaziali diventerà non solo possibile, ma economicamente competitivo. A quella soglia, i costi iniziali di lancio vengono compensati dalla disponibilità di energia gratuita e da un raffreddamento passivo che elimina una delle principali voci di spesa dei *data center* terrestri. Secondo Google, superata questa barriera, il costo operativo netto potrebbe diventare paragonabile, e in alcuni scenari inferiore, a quello dei *data center* sulla Terra.

Mentre il concetto prende forma, diverse iniziative ne stanno già definendo i contorni. Google ha presentato il progetto Suncatcher, che prevede costellazioni di satelliti disposti in formazioni compatte (tipicamente 81 satelliti in orbita a circa 650 chilometri, con separazioni tra vicini dell'ordine di 100-200 metri) e collegati tramite collega-

VETTORI RIUTILIZZABILI Razzi progettati per essere lanciati, recuperati e preparati a un nuovo volo senza dover sostituire l'intero sistema. Questa tecnologia riduce drasticamente il costo per chilogrammo in orbita e rende più sostenibili missioni commerciali e scientifiche. È un elemento-chiave per abbattere i costi di accesso allo spazio.



Taiwan costruisce lo scudo dell'Indo-Pacifico

Nel contesto della competizione strategica nell'Indo-Pacifico, il T-Dome diventa uno degli elementi centrali della trasformazione della difesa taiwanese. Non è un singolo sistema ma una cornice operativa che unisce capacità esistenti e sviluppi futuri in un'architettura pensata per reagire a un ambiente dominato da droni, missili, attacchi informatici e pressioni di saturazione. L'obiettivo è trasformare la vulnerabilità geografica dell'isola in un vantaggio organizzativo attraverso una rete decisionale più rapida e una maggiore resilienza nelle fasi iniziali di una crisi. Il concetto entra nel dibattito politico come percorso di rafforzamento della catena che collega sensori e ingaggio, così da accelerare il passaggio dall'informazione all'azione.

Il T-Dome integra quanto già disponibile evitando duplicazioni che indebolirebbero la risposta. Nei livelli superiori restano centrali i sistemi Patriot statunitensi e gli Sky bow mentre nelle quote più basse si sviluppano capacità a cortissimo raggio, funzioni anti-drone, guerra elettronica e *jamming*, con attenzione a mobilità e dispersione degli *asset*. I programmi ad alta quota mirano invece a contrastare profili di volo più rapidi e manovranti. Il nucleo dell'impianto è il comando e controllo che combina radar terrestri e navali, sensori passivi, reti resistenti e algoritmi capaci di ottimizzare l'assegnazione delle risorse aumentando la probabilità di intercettazione e limitando sprechi. Il T-Dome non punta all'invulnerabilità ma a tempi di reazione più rapidi, continuità dopo i primi impatti e capacità di resistenza sotto pressione prolungata. Il contesto

geopolitico conferma questa necessità, poiché la pressione militare cinese cresce in frequenza e complessità con sortite aeree, incursioni navali e uso di droni e missili capaci di minacciare la rete sensoriale dell'isola. L'esperienza dell'Iron Dome offre un riferimento ma Taiwan deve adattarla a un territorio marittimo, montuoso e densamente urbano dove la priorità è assorbire l'impatto iniziale e ripristinare rapidamente le funzioni essenziali. Da qui l'attenzione a dispersione, reti ridondanti, protezione civile e logistica profonda per sostenere resilienza e continuità operativa in un equilibrio regionale sempre più delicato.

•

menti laser ad altissima capacità per gestire la comunicazione tra nodi. L'azienda ha testato con successo le proprie Tpu (Tensor processing units) in condizioni di radiazione simulate equivalenti a 5 anni in orbita bassa, dimostrando che anche un *hardware* commerciale può sopravvivere nello spazio e apprendendo alla possibilità di creare veri *cluster* di calcolo orbitale dedicati all'IA. A muoversi ancora più rapidamente è la *startup* americana Starcloud, Inc. Sostenuta dal programma Nvidia Inception, ha lanciato il satellite Starcloud-1 il 2 novembre 2025: un modulo da circa 60 chili che ospita una Gpu Nvidia H100 — segnando la prima presenza in orbita di una Gpu *data-center-class*. Questa missione rappresenta una pietra miliare: è la dimostrazione che i primi nodi di calcolo orbitale non sono più concetti su carta, ma un *hardware* realmente operativo. Il piano dell'azienda è ancora più ambizioso: costruire un *data center* orbitale da 5 gigawatt, alimentato da pannelli solari e raffreddato dal vuoto del cosmo, con un costo energetico stimato fino a dieci volte inferiore rispetto ai centri terrestri. La Cina sta seguendo una strada parallela con un ritmo

altrettanto rapido. La costellazione Three-Body Computing Constellation, sviluppata da Zhejiang Lab ed Ada Space, ha già messo in orbita i primi 12 satelliti, parte di un piano che potrebbe arrivare a migliaia di nodi orbitanti, ciascuno con capacità IA a bordo. Si tratta di una delle prime iniziative statali mirate a costruire un *supercomputer* distribuito nello spazio, riducendo al minimo la dipendenza dalle infrastrutture terrestri. La convergenza di questi fattori: necessità energetiche, crescita dell'intelligenza artificiale, riduzione dei costi di lancio, e maturità dell'*hardware*, sta apprendendo una finestra storica. L'infrastruttura digitale del futuro potrebbe non poggiare più soltanto su terreni industriali in Scandinavia o nella Virginia, ma orbitare sopra le nostre teste. *Data center* alimentati dal Sole, raffreddati dal vuoto e integrati in costellazioni a bassa latenza potrebbero diventare il nuovo standard della computazione globale. Se la soglia dei 200 dollari per chilogrammo verrà raggiunta e stabilizzata nei prossimi anni, e le previsioni puntano in quella direzione, la prossima rivoluzione del *cloud* potrebbe non avvenire qui sulla Terra, ma nello spazio.