

StarRoad: sintesi esecutiva

StarRoad è un progetto di corridoio elettromagnetico superpesante tra la Terra e lo spazio. L'idea è semplice: invece di trasportare propellente di lancio a bordo di un razzo, una navetta riutilizzabile viene accelerata fino a circa 11 km/s in un tunnel maglev **sotterraneo** evacuato lungo circa **2.050 km**. La pesante AstroLiner attraversa quindi l'atmosfera per inerzia in 50–60 secondi e si immette su traiettorie ad alta energia senza usare l'orbita terrestre bassa come tappa intermedia. Per StarRoad la massa è un vantaggio, non un problema.

Il progetto non è destinato a sporadici lanci da record, ma a un flusso continuo di merci: centrali elettriche orbitali, centri dati, rimorchiatori interorbitali, cantieri navali, infrastrutture lunari, estrazione mineraria dagli asteroidi e grandi complessi industriali.

Parametri principali

- Lunghezza dell'acceleratore: **~2.050 km**.
- Sezione del tunnel di accelerazione: **~17,5 × 12,5 m (ellittica)**.
- Profondità massima del tunnel evacuato: **5–8 km**.
- Portale di uscita: circa **3.400 m** sul livello del mare.
- Velocità di uscita: **~11 km/s**.
- Dimensioni e geometria dell'AstroLiner: lunghezza **~150 m**; **sezione ellittica ~10 × 15 m**; **forma a cuneo ipersonico**.
- Massa al lancio dell'AstroLiner: **~15.000 t**.
- Carico utile di riferimento: fino a **~10.000 t**.
- Operatività iniziale: **12–24 lanci all'anno**.
- Operatività a regime: **oltre 1.000 lanci all'anno**, in seguito **oltre 1.500**.
- Costo di lancio nella fase pilota: **80–120 \$/kg**.
- Obiettivo di costo nella fase matura: **1–10 \$/kg**, **potenzialmente** ancora meno con l'espansione della rete.
- CAPEX stimato: circa 300 miliardi **di** dollari.

La differenza principale rispetto ai razzi è che StarRoad è un'infrastruttura, non un «grande razzo». Come una ferrovia o una rete elettrica, è costosa da costruire, ma è progettata per funzionare ripetutamente e aumentare la propria capacità.

Che cosa risolve StarRoad

Il vincolo principale dell'economia spaziale non è soltanto il costo per chilogrammo, ma la **capacità di trasporto**. I razzi possono diventare più economici, ma continuano a operare mediante singoli lanci con carico utile limitato, preparazione complessa e dipendenza da propellente, basi di lancio e logistica.

StarRoad affronta più problemi contemporaneamente:

1. **Flusso di carico su larga scala** — migliaia di tonnellate per viaggio invece di decine o centinaia.
2. **Nessun propellente di lancio a bordo** — l'energia di accelerazione rimane a terra.
3. **Accesso diretto alle orbite alte** — **senza** rifornimento, attracco o rimorchio dall'orbita terrestre bassa.
4. **Ritorno economico basato sull'infrastruttura** — il progetto non deve dipendere soltanto dal mercato dei lanci.
5. **Realismo tecnologico** — basato su soluzioni tecnologiche esistenti.

Autosufficienza sostenuta dall'energia

StarRoad comprende il SATEGA — Sistema Autonomo Termoenergetico Geotermico. Il sistema raffredda il tunnel profondo, ne stabilizza il regime termico e produce elettricità nello stesso tempo. Quaranta terminali da circa 2,5 GW **ciascuno** potrebbero fornire complessivamente circa **100 GW**. La vendita di questa energia a tariffe infrastrutturali creerebbe una fonte di ricavo separata, pari a **decine di miliardi di dollari** l'anno.

Il secondo circuito energetico è costituito da centrali solari spaziali. Un singolo lancio potrebbe portare una centrale della classe **di ~2 GW** che, con un’elevata disponibilità, produrrebbe **circa 17,5 TWh all’anno**. Ciò crea un mercato per i lanci stessi e un’ulteriore fonte di ricavi energetici.

Confronto con le alternative

Concetto	Problema principale	Che cosa cambia StarRoad
Razzi chimici / Starship	Consumo di propellente, stadi, rifornimento, capacità limitata e logistica costosa oltre l’orbita terrestre bassa	L’accelerazione è fornita da un sistema stazionario; ogni viaggio trasporta migliaia di tonnellate verso orbite alte
StarTram Gen2	Un tubo evacuato nell’atmosfera, un tracciato sospeso, finestre al plasma e una struttura esterna estrema	Il tracciato principale è sotterraneo; la roccia circostante protegge il vuoto; l’uscita avviene attraverso un portale terrestre ad alta quota
Launch Loop	Un anello dinamico attivo, stabilizzazione continua e rischio di guasto per l’intera struttura	Infrastruttura sotterranea protetta passivamente; funzionamento impulsivo anziché sostegno attivo continuo
Ascensore spaziale	Limiti dei materiali del cavo, lunghezza enorme, vulnerabilità a detriti spaziali e meteoroidi e lento flusso delle merci	Non richiede supermateriali; utilizza tunnel, maglev, sistemi energetici e ingegneria pesante
Skyhook / cavi orbitali	Sono comunque necessari razzi per raggiungere il punto d’intercettazione; cadenza limitata e dinamica orbitale complessa	StarRoad crea direttamente un flusso su larga scala di carichi pesanti verso orbite ad alta energia
SpinLaunch	Enormi carichi di accelerazione, carichi utili ridotti e necessità di uno stadio superiore a razzo	StarRoad è progettata per carichi superpesanti e grandi strutture complete
Anello orbitale	Capacità potenzialmente elevata, ma richiede un’industria spaziale già matura	StarRoad può essere l’infrastruttura di transizione che crea tale industria

Vantaggio principale

Il vantaggio principale di StarRoad **è la capacità di trasporto scalabile**. Quasi tutte le alternative, tranne l’anello orbitale, risultano inferiori a StarRoad proprio per il volume di massa trasportato. Anche se i razzi diventassero più economici, difficilmente potrebbero passare da singoli «lanci» a un flusso continuo di milioni di tonnellate l’anno. StarRoad nasce come corridoio industriale: inizialmente costoso, poi autosufficiente e, nella fase matura, fondamento dell’economia spaziale.