aicq
Associazione Italiana Cultura Qualità
Settore Aerospace

aicq
Associazione Italiana Cultura Qualità
Piemontese

Politecnico di Torino

Terzo convegno Nazionale
QUALITÀ NELL'AEROSPACE

Sfide, Risultati e Opportunità
della Qualità nella Space Economy

DALLA TERRA ALLO SPAZIO: LA SFIDA DELLA QUALIFICA DI UN PRODOTTO SPAZIALE

Patrizia Secchi, già European Space Agency (ESA)

11-12 NOVEMBRE 2026 TORINO

Che cosa significa “Qualificare” un prodotto spaziale?

Qualificare un prodotto spaziale significa dimostrare, attraverso test, analisi e verifiche formali, che il prodotto è in grado di operare correttamente nell'ambiente spaziale e di soddisfare tutti i requisiti della missione.

Qualificare un prodotto spaziale significa fornire evidenze oggettive che il prodotto è idoneo a essere utilizzato in una missione spaziale.





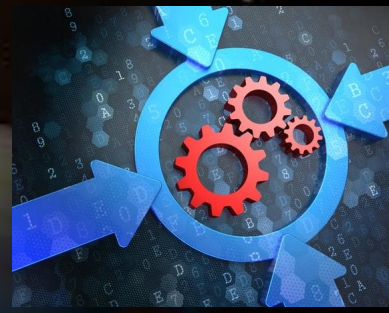


Qual’e’ la differenza tra:

Qualifica dei processi

Qualifica del prodotto

Qualifica dei processi



Necessaria per tutti i nuovi processi da utilizzare per costruire il prodotto (o processi esistenti da adattare).

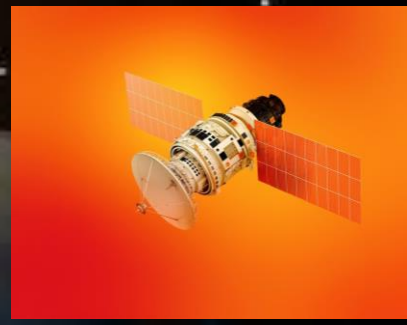
Esempi: Soldering and Electrical Assembly, SMT, Bonding, Adhesives, Coating, PCB’s

I processi dovrebbero essere qualificati prima di iniziare a costruire flight hardware (ECSS: entro la CDR di satellite)

La realta’ oggi e’ che tali qualifiche vengono eseguite “in parallelo” al flight HW manufacturing. Questo implica un certo rischio

E spesso (specialmente in caso di costellazioni) il satellite viene lanciato e le qualifiche di processo ancora girano a terra….

Qualifica del prodotto



- Processo bottom-up partendo da assemblies, sub units, units, subsystems, systems, prodotto finale.
- Fondamentale l'environmental testing ("test as you fly")
- Diversi modelli di qualifica possibili (STM, EM, QM, PFM, FM)
- Processo lungo e costoso
- Da non trascurare qualifica di ground segment e del systema globale

Quali tools sono disponibili per facilitare la qualifica di un prodotto spaziale?

ESA Mission classification

Technology Readiness Level

Equipment Qualification Status Review (EQSR)

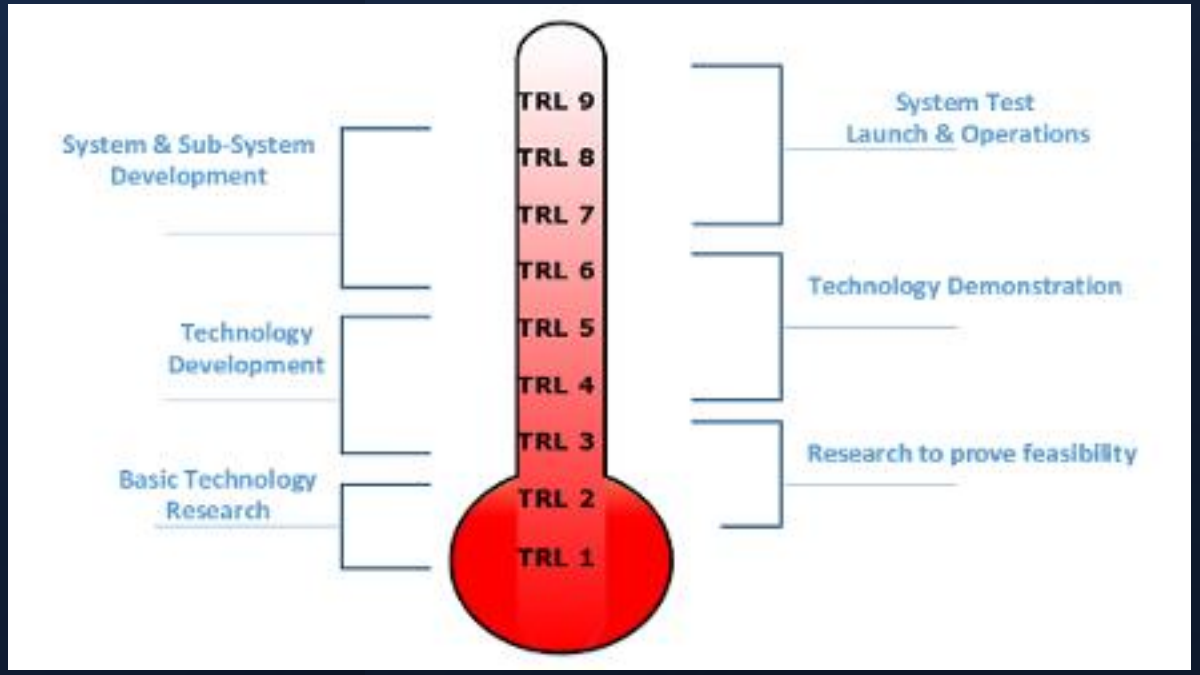
The ESA Mission Classification - purpose

- Alignment: Change from mission specific individual requirements to requirements per Mission Class
- Structured framework to manage acceptable risks to stakeholders
- Pre-tailored requirements to reduce effort
- Support ESA suppliers by simplified flow-down of requirements



Technology Readiness Level

TRL 9	Actual system “flight proven“ through successful mission operations
TRL 8	Actual system completed and “flight qualified“ through test and demonstration (ground or space)
TRL 7	System prototype demonstration in a space environment
TRL 6	System/subsystem model or prototype demonstration in a relevant environment (ground or space)
TRL 5	Component and/or breadboard validation in relevant environment
TRL 4	Component and/or breadboard validation in laboratory environment
TRL 3	Analytical and experimental critical function and/or characteristic proof-of-concept
TRL 2	Technology concept and/or application formulated
TRL 1	Basic principles observed and reported



Equipment Qualification Status Review (EQSR)



The objective of the Equipment Qualification Status Review is to:

- Establish the qualification status of an equipment (equipment category) at an early stage of a project,
- to provide justification and confirmation of the qualification status and model philosophy,
- or establish the need for delta qualification activities.
- (ref. ESSB-ST-M-002)

Ma qualcosa puo’ andare storto…..

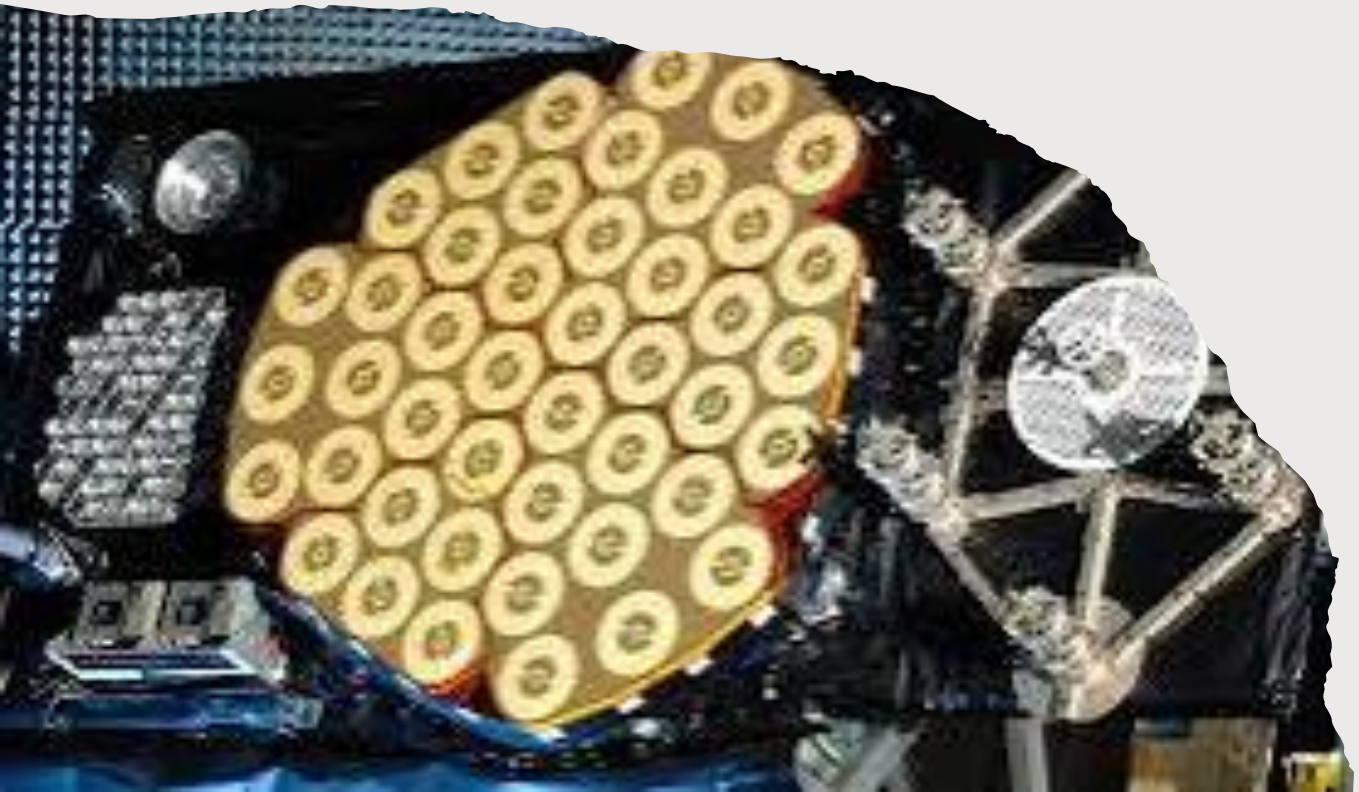




The ISAR Aerospace Experience

- The inaugural test flight of Isar Aerospace's Spectrum rocket on March 30, 2025, ended in failure approximately 30 seconds after liftoff from the Andøya Spaceport in Norway.
- Timeline: The two-stage rocket lifted off cleanly at 12:30 PM CEST, but suffered a loss of attitude control around 18 to 30 seconds into the flight.
- Root Cause: An investigation revealed unmodeled liftoff bending modes that caused attitude control loss and an unintentionally opened cryogenic/pressure-release vent valve, throwing the vehicle off balance.
- Termination: The in-house Flight Termination System (FTS) was activated, and the rocket fell into the sea in a controlled manner, resulting in an impact explosion.
- Impact: No personnel were injured, and the launch pad at Andøya remained intact. Isar Aerospace treated the early flight data as valuable for redesigning vehicle mode modeling and flight software
- Following the inaugural failure, Isar Aerospace successfully achieved orbit on its second launch attempt on September 5, 2026, bouncing back to make European spaceflight history.

In-Orbit Failure of Galileo IOV NAVIGATION Antenna



On 27 May 2014 an in-orbit corona event caused a severe damage of the Galileo IOV Satellite GSAT104 Navigation Antenna (NAVANT).

The affected satellite had not been able to broadcast the navigation message since then and was only able to provide the search and rescue service. It has been decommissioned in April 2025.

Root causes and Lessons Learned:

- ***Qualification by similarity:*** **the IOV antenna qualification was based on heritage and thermal cycling life tests were not performed**
- ***Schedule Pressure:*** **some short cuts being taken in testing and analysis activities.**
- ***ESA Monitoring at a distance:*** **ESA monitoring was reduced to a minimum.**
- ***FMECA:*** **The FMECA did not assess well the specific failure propagation mode.**
- ***Similar anomalies experienced in the past:*** **The GIOVE-B mission and another IOV satellite experienced anomalies that could be linked to the same root cause.**
- ***Fault Detection Isolation and Recovery (FDIR):*** **The FDIR implemented in the Avionics Software did not actively intervene in the event of NAVANT failures.**





Fallito il test del prototipo di Space Rider, la navetta di rientro europea

Anomalia nell'apertura del paracadute ha portato alla perdita del modello



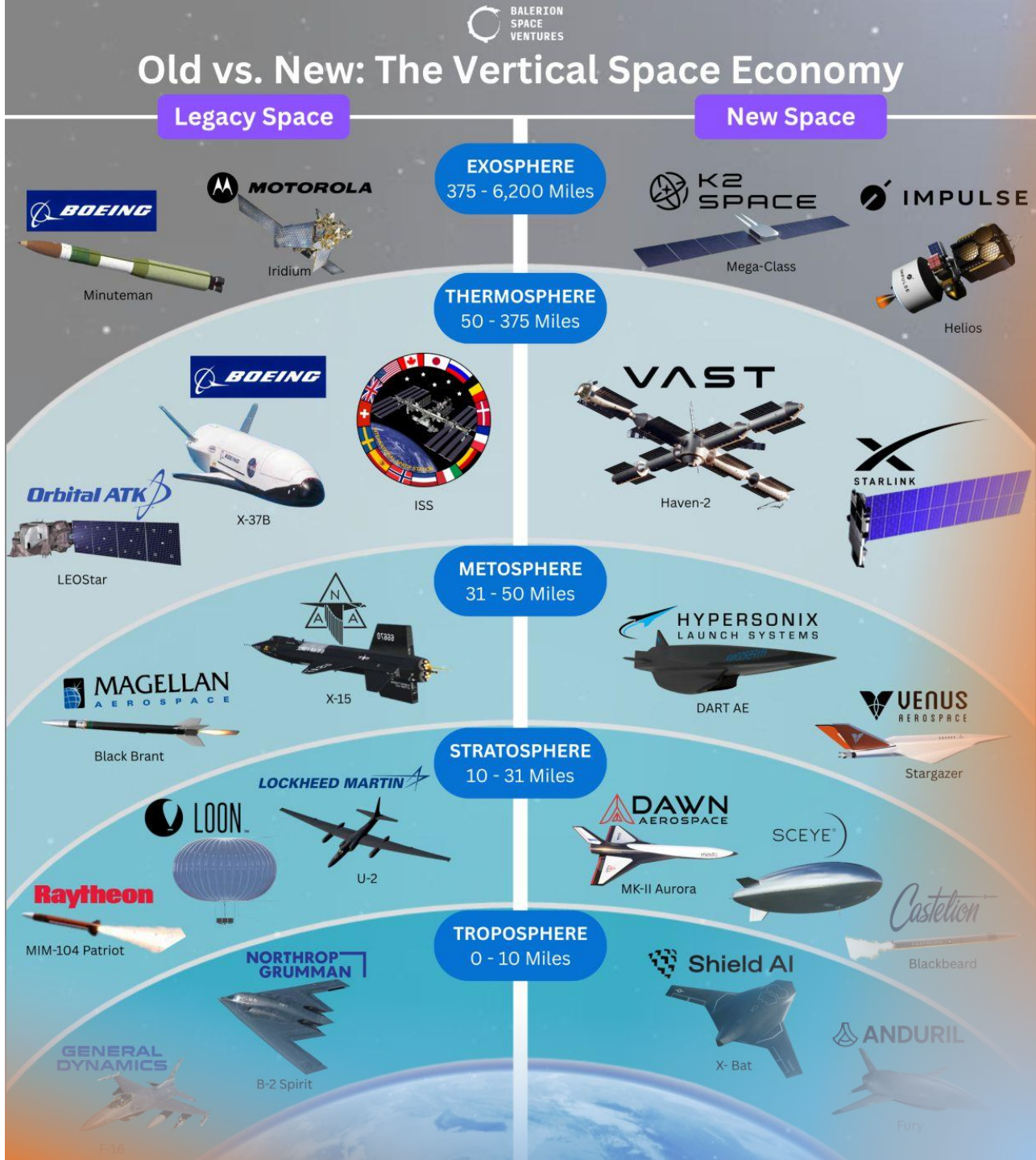
22 ottobre 2026, 08:06

di Leonardo De Cosmo

Old and New Space

- La differenza principale tra l'approccio **tradizionale (Old Space)** e quello **New Space** alla qualifica riguarda il compromesso tra **affidabilità, costo e velocità di sviluppo**.
- Le aziende New Space adottano un approccio più pragmatico.
- Invece di qualificare completamente ogni componente dello space system:
  - si utilizzano più componenti commerciali;
  - si eseguono campagne di test più rapide;
  - si fa maggiore affidamento su prototipi e voli dimostrativi;
  - si raccolgono dati operativi in orbita per migliorare rapidamente il design successivo.
- La logica è: "Fly, learn, improve."
- Piuttosto che spendere anni per dimostrare teoricamente che un sistema funziona, lo si testa rapidamente e si correggono i problemi nelle iterazioni successive.

Fly-Learn-Improve



Conclusioni

- La qualifica di un prodotto spaziale secondo l'approccio tradizionale (**ECSS)** richiede tempi di sviluppo significativi e investimenti elevati, necessari per garantire elevati livelli di affidabilità e robustezza.
- Questo approccio è il risultato di decenni di esperienza operativa, analisi delle anomalie e consolidamento delle *lessons learned* maturate nel settore spaziale.
- Il paradigma **New Space** si propone come alternativa orientata alla riduzione dei tempi di sviluppo e all'ottimizzazione dei costi, accettando un livello di rischio maggiore e la possibilità di failure anche con impatti rilevanti. Tale approccio è particolarmente adatto alla produzione seriale di satelliti, dove ogni anomalia o insuccesso contribuisce ad accelerare il processo di apprendimento e il miglioramento delle generazioni successive.
- La scelta tra approccio **Old Space** e **New Space** dipende quindi principalmente dal livello di rischio che la missione e gli stakeholder sono disposti ad accettare in funzione degli obiettivi, dei costi e delle tempistiche previste.
- È tuttavia importante ricordare che il rischio non rappresenta una possibilità astratta: nella maggior parte dei casi, prima o poi, tende a materializzarsi.
- La vera sfida consiste quindi nel comprenderlo, valutarlo e gestirlo in modo consapevole.

