



Politecnico
di Torino

La QUALITÀ nell'AEROSPACE

Le sfide e i risultati

4-5 MAGGIO
2023
Politecnico di Torino

Linee guida ASI per l'Assicurazione Prodotto e Qualità nelle
missioni New Space

Silvia Natalucci

La QUALITÀ nell'AEROSPACE

Le sfide e i risultati

In billion USD

Space Economy

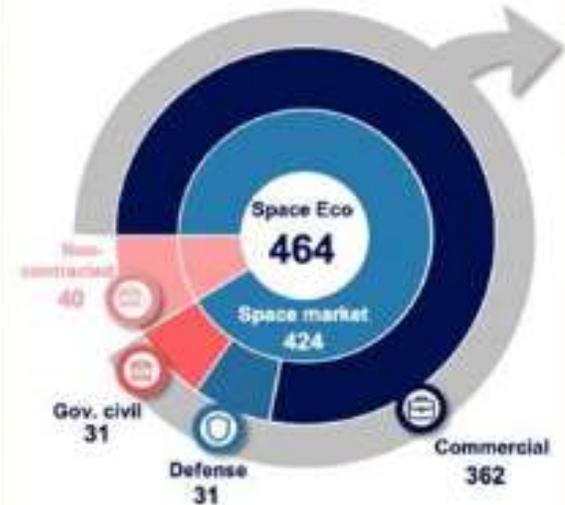
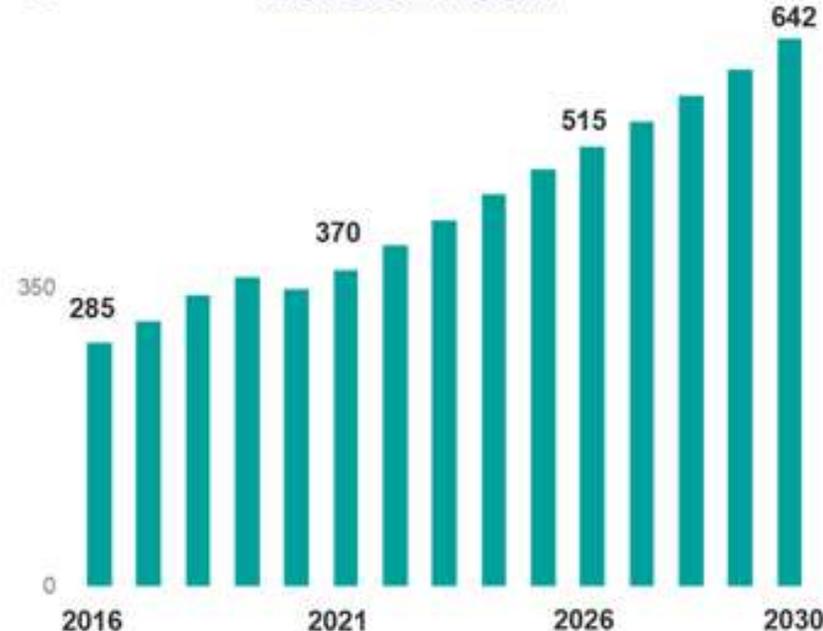


Image: Euroconsult

Evolution of the space economy 2016-2030

In billion USD
700

Euroconsult



- In accordo al report annuale di Euroconsult, nel 2021 la "space economy" ha raggiunto un valore globale di \$464bn, che includono sia investimenti privati che pubblici.
- Entro il 2030 si stima una crescita del 74% che porterà a raggiungere i \$642bn (6.3% CAGR)

La QUALITÀ nell'AEROSPACE

Le sfide e i risultati



Un fattore importante di questa crescita è rappresentato dalla cosiddetta «new space economy», la nuova realtà che vede

- le applicazioni delle tecnologie spaziali sempre più al servizio della società
- un ruolo sempre più importante dei privati
- un rapido sviluppo di tecnologie che rendono lo spazio più accessibile, anche economicamente, a centri di ricerca, università e aziende.

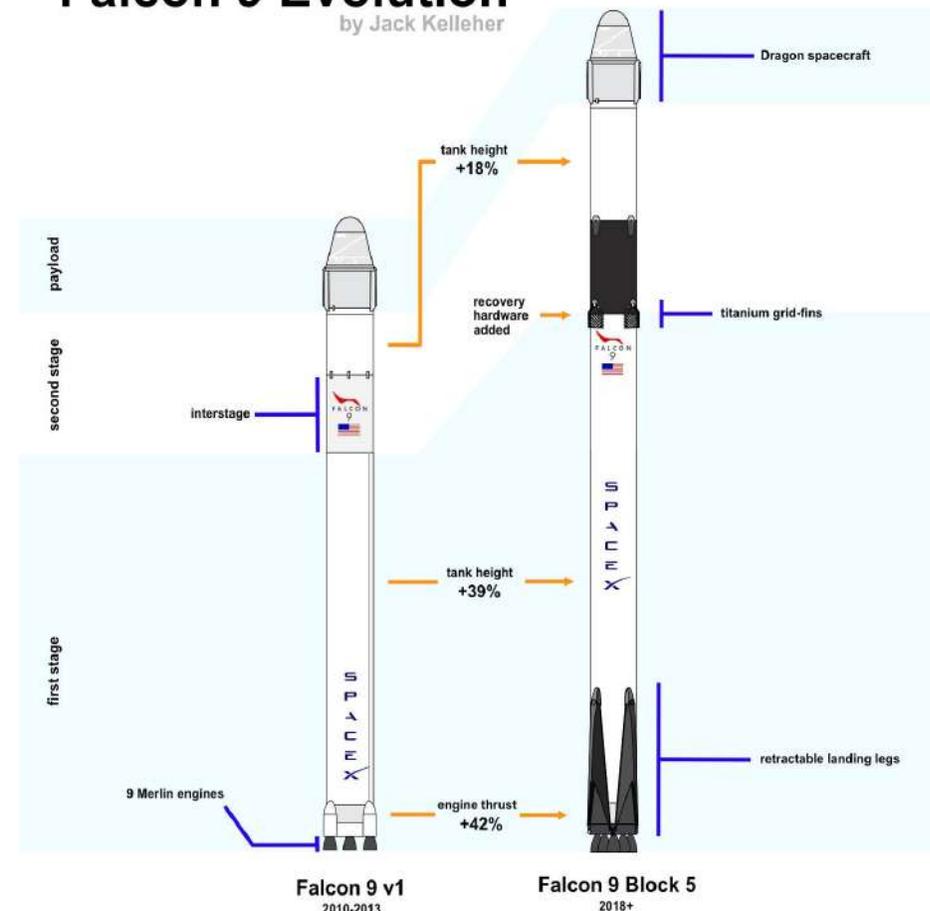
La QUALITÀ nell'AEROSPACE

Le sfide e i risultati



Falcon 9 Evolution

by Jack Kelleher



Il mercato, negli ultimi anni è stato caratterizzato da una riduzione dei costi sia per quanto riguarda l'hardware spaziale che per quanto riguarda i costi di lancio, il primo aspetto è per la maggior parte attribuibile al fenomeno dei micro e nanosatelliti ed il secondo a quello dei lanciatori commerciali riutilizzabili.

La QUALITÀ nell'AEROSPACE

Le sfide e i risultati

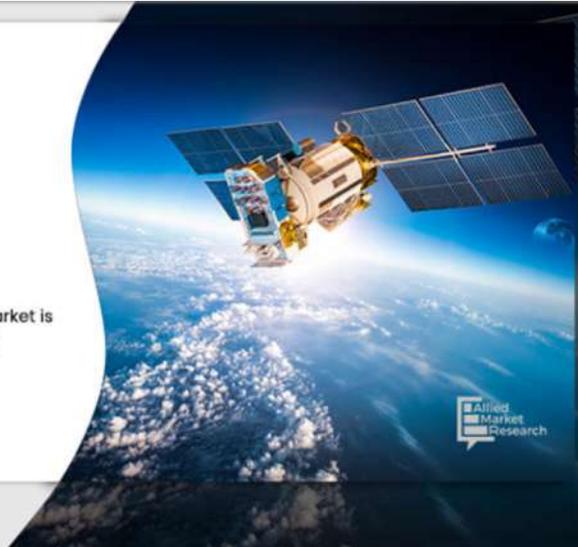


Global NANOSATELLITE AND MICROSATELLITE Market

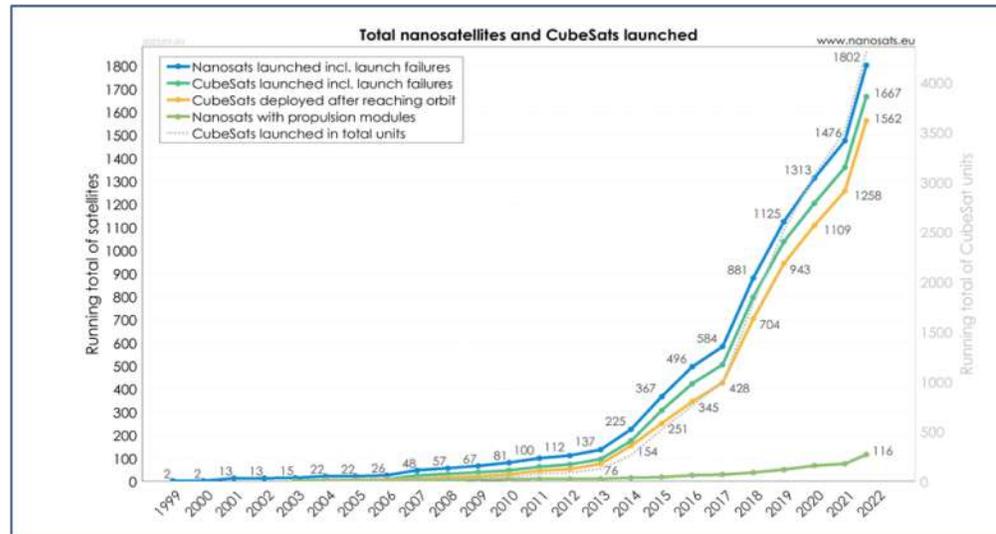
OPPORTUNITIES AND FORECAST, 2021-2030

Global Nanosatellite and Microsatellite Market is expected to reach **\$8.69 Billion** by 2030.

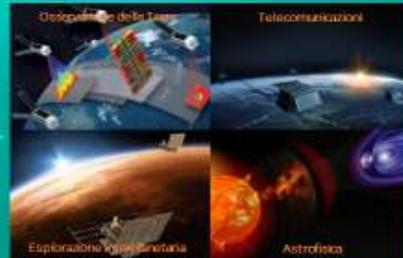
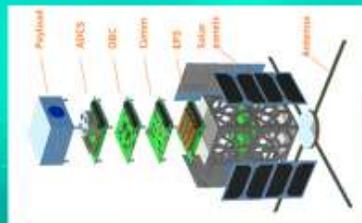
Growing at a **CAGR of 14.9%** (2021-2030)



L'esuberanza del mercato degli «small sat» è caratterizzata, tra gli altri fattori, dall'uso di componenti COTS e da una policy di sviluppo che prevede requisiti minimi di product assurance e testing, che si traduce in tassi di fallimento relativamente elevati delle missioni, accettati sulla base della maturità relativamente bassa del settore e dell'impiego con finalità prevalentemente di dimostrazione tecnologica che nel passato ha contraddistinto questa categoria di satelliti.



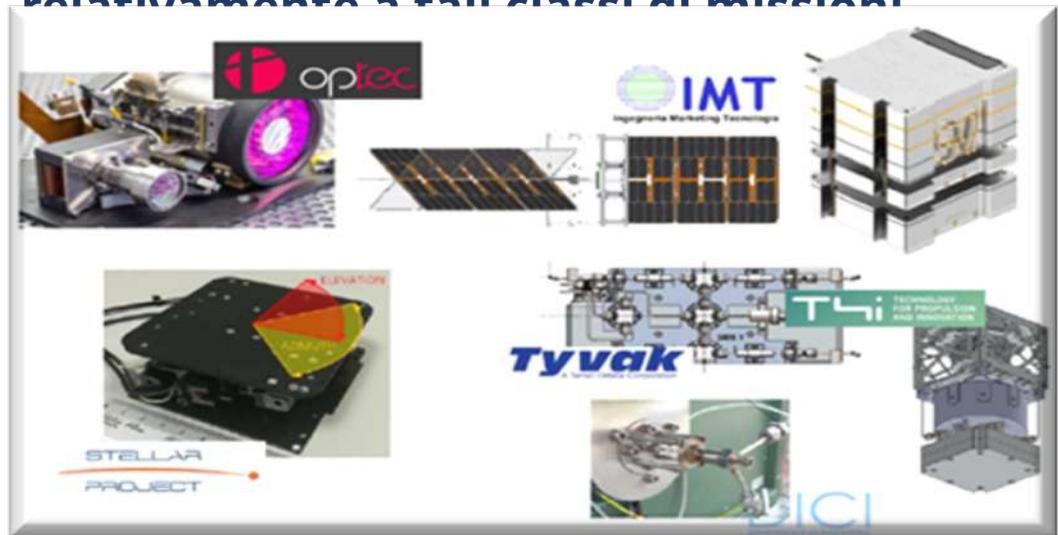
L'EVOLUZIONE DEI NANOSATELLITI



Negli ultimi anni i nanosatelliti hanno subito una forte evoluzione che li ha portati ad essere impiegati sempre più spesso in missioni orientate a fornire servizi o dati scientifici.

E' un cambiamento che richiede una nuova organizzazione a livello delle istituzioni, con programmi dedicati che tengano conto della trasformazione in atto e prevedano una nuova governance anche degli aspetti di PA/QA

- ✓ L'ASI è impegnata da tempo nello sviluppo di missioni, tecnologie abilitanti e infrastrutture dedicate al settore dei micro e nanosatelli
- ✓ Tali attività hanno coinvolto in maniera trasversale tutte le unità operative ma, fino al 2020, non esisteva all'interno dell'Agenzia un meccanismo formale di coordinamento o condivisione di conoscenze ed esperienze relativamente a tali classi di missioni



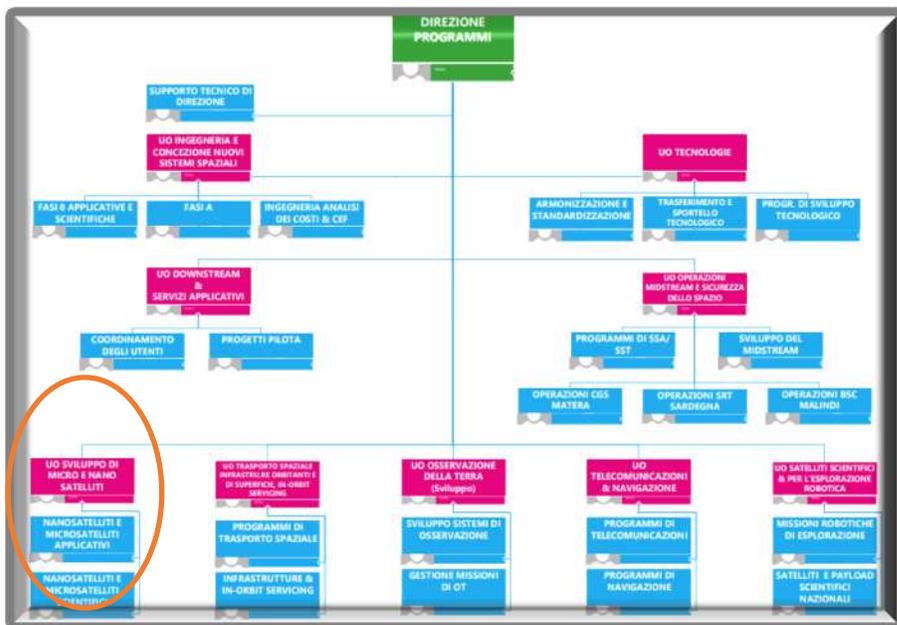
La QUALITÀ nell'AEROSPACE

Le sfide e i risultati



2020

un'unità dedicata allo sviluppo di micro e nanosatelliti



2021

Un bando dedicato a missioni CubeSat 15M€ su ESA-GSTP (Fly segment)

2021-2023

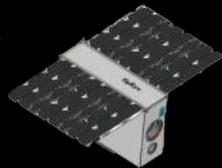
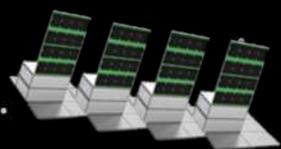
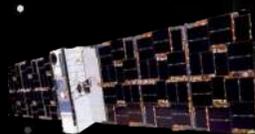
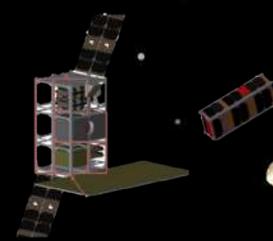
100M€ Missioni Nanosatellitari e Tecnologie Nanosatellitari



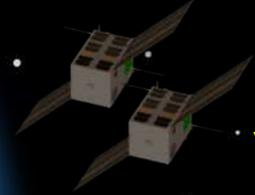
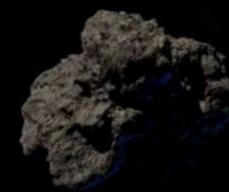
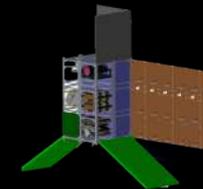


Un programma dedicato ai nanosatelliti che ha l'obiettivo di porre il nostro paese in una condizione di consolidata leadership nel settore, attraverso:

- ✓ **investimenti sapientemente ripartiti tra missioni operative e sviluppo di tecnologie abilitanti;**
- ✓ **definizione di standard tecnico-gestionali idonei a garantire costi contenuti e ridotti cicli di sviluppo;**
- ✓ **finanziamento di prototipi di piattaforme per servizi innovativi che possano poi essere commercializzati dagli sviluppatori.**
- ✓ **collaborazioni internazionali a sostegno della "Space Diplomacy"**

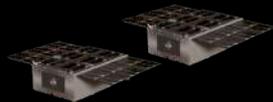


Alcor

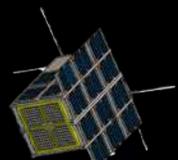


VULCAIN (2x12U)

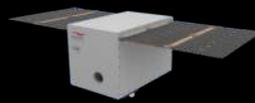
EARTHNEXT (16U)



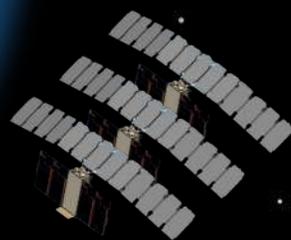
INNOVATOR (2x6U)



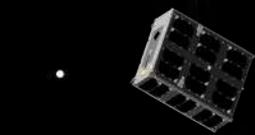
E.CUBE (12U)



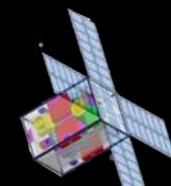
SEE (12U)



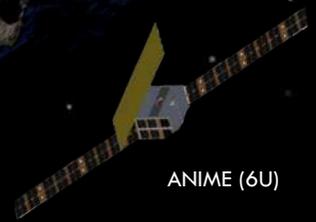
SATURN (3x16U+)



RAMSESS (6U)



EXCITE (12U)



ANIME (6U)

- Earth Observation
- Telecommunications
- In Orbit Demonstration
- Astrophysics & Space Weather
- Planetary Exploration
- IOS & autonomous navigation
- Astrobiology

L'approccio tradizionale basato sul concetto di "risk avoidance" e quindi su applicazione "use as is" di standard ECSS; estensive campagne di qualifica ed accettazione; utilizzo di componentistica qualificata spazio, non incontra le necessità della nuova "new space economy".



Approccio basato su "risk mitigation"

- ✓ stabilire criteri di classificazione
- ✓ definire i "success criteria"
- ✓ implementare misure efficaci di design mitigation/ fault tolerance
- ✓ snellire il processo di revisione minimizzando il "paper work"
- ✓ mettere a punto un approccio efficace di screening e qualifica per l'utilizzo della componentistica COTS



La QUALITÀ nell'AEROSPACE

Le sfide e i risultati

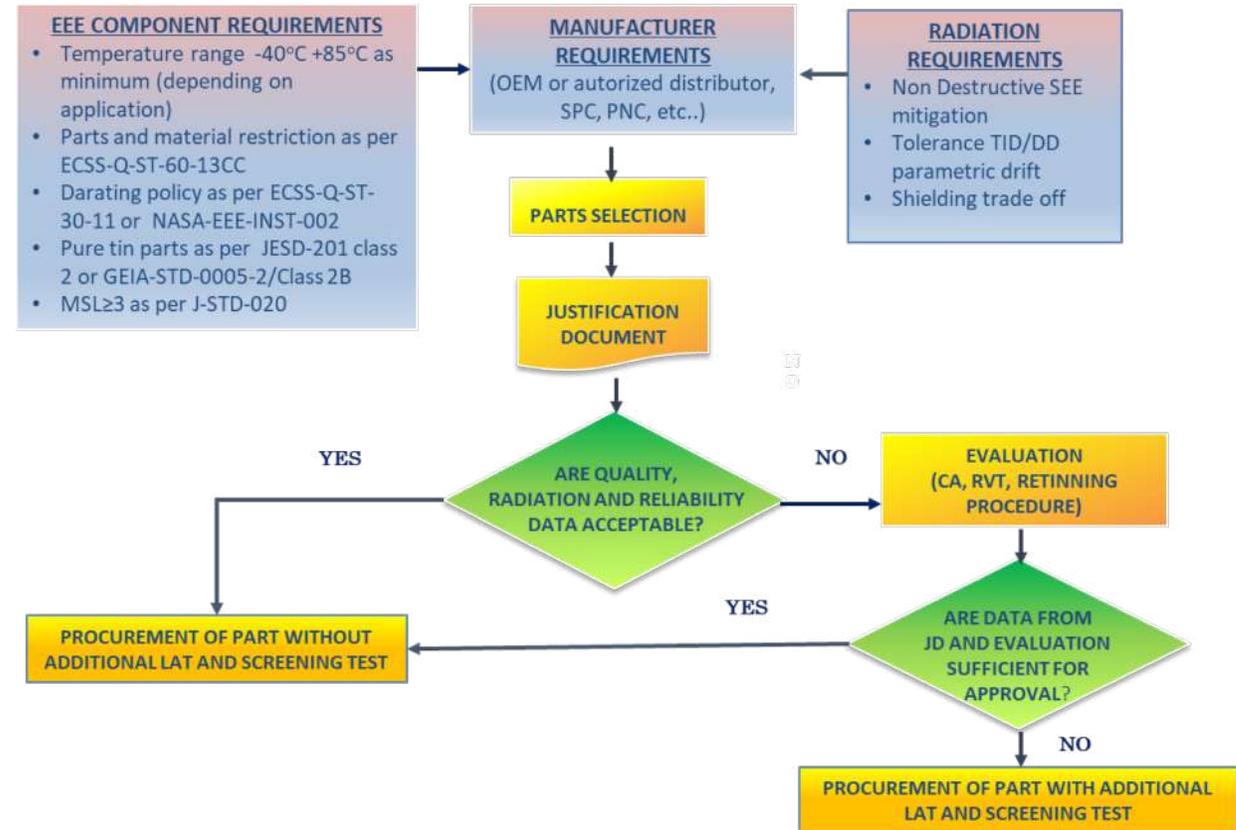


	Mission class					Score	Weight	Weighted score
	I	II	III	IV	V			
Criticality to Agency strategy (flagship mission, international cooperation, impact on Agency strategic goals and image)	Extremely high criticality	High criticality	Medium criticality	Low criticality	Educational purposes			
Select one cell ==>				X		4	0,3	1,2
Mission objectives (directorate priority and purpose, e.g. in-orbit demonstration, educational)	Extremely high priority	High priority	Medium priority	Low priority	Educational purposes			
Select one cell ==>			X			3	0,2	0,6
Cost (cost at completion including phase E1)	> 700 M€	200-700 M€	50-200 M€	1-50 M€	< 1 M€			
Select one cell ==>				X		4	0,1	0,4
Mission lifetime (nominal mission life duration)	> 10 years	5-10 years	2-5 years	3 months - 2 years	< 3 months			
Select one cell ==>			X			3	0,2	0,6
Mission complexity (design interfaces, unique payloads, new technology development)	High	High to medium	Medium to low	High (IOD/IOV) Low (commercially driven)	Low			
Select one cell ==>				X		4	0,2	0,8
ESA credits							Total	3,6
							Mission class	IV

1 <= Total <= 1,5 ----- = Class I
1,5 < Total <= 2,5 ----- = Class II
2,5 < Total <= 3,5 ----- = Class III
3,5 < Total <= 4,5 ----- = Class IV
4,5 < Total <= 5 ----- = Class V

UTILIZZO COMPONENTI EEE COTS:

- Selezione appropriata del componente sulla base dei dati forniti dal produttore e sulla valutazione dei dati costruttivi e dei test di radiazione se disponibili ;
- Definizione di un opportuno flusso di test, con test eseguiti ove possibile a livello di scheda/unità;
- Implementazione di misure di mitigazione del rischio residuo.

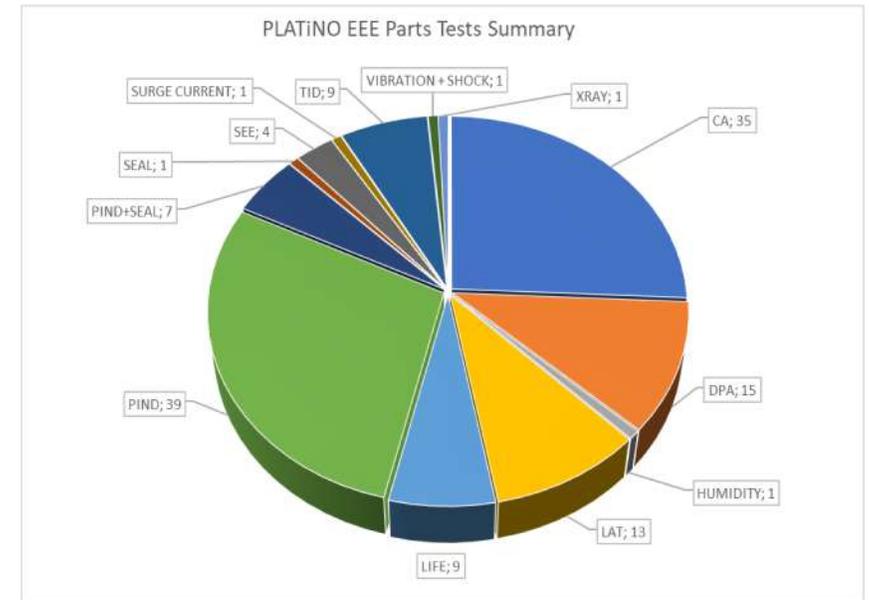


Rischio	Mitigazione
Obsolescenza	<ul style="list-style-type: none">• Approvvigionamento per l'intero programma e controllo delle condizioni di storage• Identificazione di soluzioni alternative in fase precoce
Tracciabilità limitata e contraffazione	<ul style="list-style-type: none">• Selezione accurata del produttore preferibilmente OEM (original equipment manufacturing) o distributore autorizzato• Richiesta di tutti gli elementi di tracciabilità disponibili se necessario DPA
Affidabilità variabile fra i vari lotti di produzione	<ul style="list-style-type: none">• Scelta di un produttore con un efficace controllo statistico del processo (SPC)• Dimostrazione che «yield figure» e l'SPC siano pertinenti e pienamente rappresentativi rispetto ai lotti acquistati
Assistenza post-vendita limitata in caso di problemi	<ul style="list-style-type: none">• Validazione precoce dei lotti ed eventuale implementazione rapida della soluzione di back-up
Tin Whiskers	<ul style="list-style-type: none">• Conformità agli standard applicabili (JESD-201 classe 2 o GEIA-STD-0005-2/Classe 2B), ed in caso di NC, inclusione nei requisiti di linee guida sulla mitigazione del rischio allo «stato dell'arte»• Evitare l'utilizzo di componenti pure tin per funzioni di potenza
Non ermeticità del Package	<ul style="list-style-type: none">• Requisiti sul MSL e CSAM per componenti non ermetici• PIND e SEAL tests per componenti ermetici con cavità

FIRST RESULTS FROM PLATINO PROGRAM

FAMILY	TOTAL
ASSEMBLY	5
ATTENUATOR- RF	1
CAPACITOR	5
DIODE	5
FILTER-RF	1
HYBRID	2
IC	54
IC-RF	27
INDUCTOR	9
MOSFET	6
OPTOCOUPLER	4
TRANSISTOR	14
TRANSISTOR-RF	3
Total	136

Type of Test	Q.ty	Failure	Microsection Investigation
CA	35		7
DPA	15	1	
HUMIDITY	1		
LAT	13		
LIFE	9		
PIND	39		
PIND+SEAL	7		
SEAL	1		
SEE	4	2	
SURGE CURRENT	1		
TID	9	3	
VIBRATION + SHOCK	1		
XRAY	1		
TOTAL	136		



CA: All failed CSAM highlighted FALSE POSITIVE during subsequent microsection
DPA on inductor FAILED-LOT REPLACEMENT
TID on LT3845 FAILED-PARTS CHANGED TO LT3845A (Test OK)
No.2 TID on HC &AC Technologies FAILED-PARTS CHANGED TO RAD-HARD
No.2 SEE Test on Commercial ADC FAILED for SEL-PARTS CHANGED TO HIGH-REL

- Nell'ambito di un contratto denominato «Sorveglianza EEE», ASI sta sviluppando un DATABASE che consente l'estrazione diverse Parts Preferred Lists (PPL) corrispondenti ai diversi livelli di qualità.
- Per quanto riguarda la componente COTS al momento il DB è popolato con i dati provenienti dai progetti: PLATiNO; Licia Cube; Argomoon; LIMADOU2 e MicroHET.
- In futuro, l'idea è di includere anche le parti EEE selezionate e utilizzate per tutte le 20 missioni del programma ALCOR.

EEE Parts Data Base			Details on Part Number		
Part Type	2N2222A	Part Number	MMBT2222ALT 1G	Flag	IN PPL
PPL Application		Group	12	Sub Group	1
Applicable Specification	MNF DS: MMBT2222LT1/D - October,2016 - Rev. 11				
Quality Level	COTS	Package	SOT23		
Description	TRANSISTOR - NPN - Vce 50V - Ic 0.8A				
Manufacturer	ON SEMICON DUCTOR				
Manufacturer Country	US				
TID Data	NTID tolerant up to 30Krad SEE N/A				
SEE Data					
remarks	TID: Ref. to Radiation Tests of the TPC FEE, CERN 30 august 2004, L. Musa				

CONCLUSIONI

Il settore spaziale sta diventando sempre più competitivo; la principale tendenza è quella di sviluppare veicoli spaziali con prestazioni migliori a un costo inferiore e con tempi di sviluppo più rapidi.

L'utilizzo dei COTS consente di andare in questa direzione, ma occorre definire un approccio PA/QA che consenta di minimizzare i principali rischi associati al loro uso e allo stesso tempo ridurre i costi del tradizionale approccio di "up-screening" proposto dai principali standard applicabili.

Nella presentazione è stato descritto un approccio basato su:

- **selezione appropriata dei componenti EEE sulla base dei dati forniti dal produttore;**
- **valutazione dei dati costruttivi e dei test di radiazione;**
- **definizione di un opportuno flusso di test, con test eseguiti ove possibile a livello di scheda/unità;**
- **implementazione di misure di mitigazione del rischio residuo.**

I primi risultati di test ottenuti sul programma PLATiNO sono incoraggianti e quindi l'Agenzia ha deciso di estendere l'approccio anche alle 20 missioni del programma ALCOR



Agenzia Spaziale Italiana

THANK YOU FOR YOUR ATTENTION

