

**Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale**

---

*Corso di Laurea in Ingegneria Aerospaziale*

Relazione per la prova finale

# **ANALISI DEI FRAMMENTI GENERATI DA IMPATTI IPERVELOCI SU TARGET TRASPARENTI**

Tutor universitario: **Ing. Prof. Alessandro Francesconi**

Co-Tutor universitario: **Ing. Lorenzo Olivieri**

Laureanda: **Hajar El Kacemy**

Padova, 18/11/2022

Sindrome di **Kessler**: effetto a **catena** tra **incremento** di **traffico** e probabilità di **collisioni accidentali**

Come limitarla?

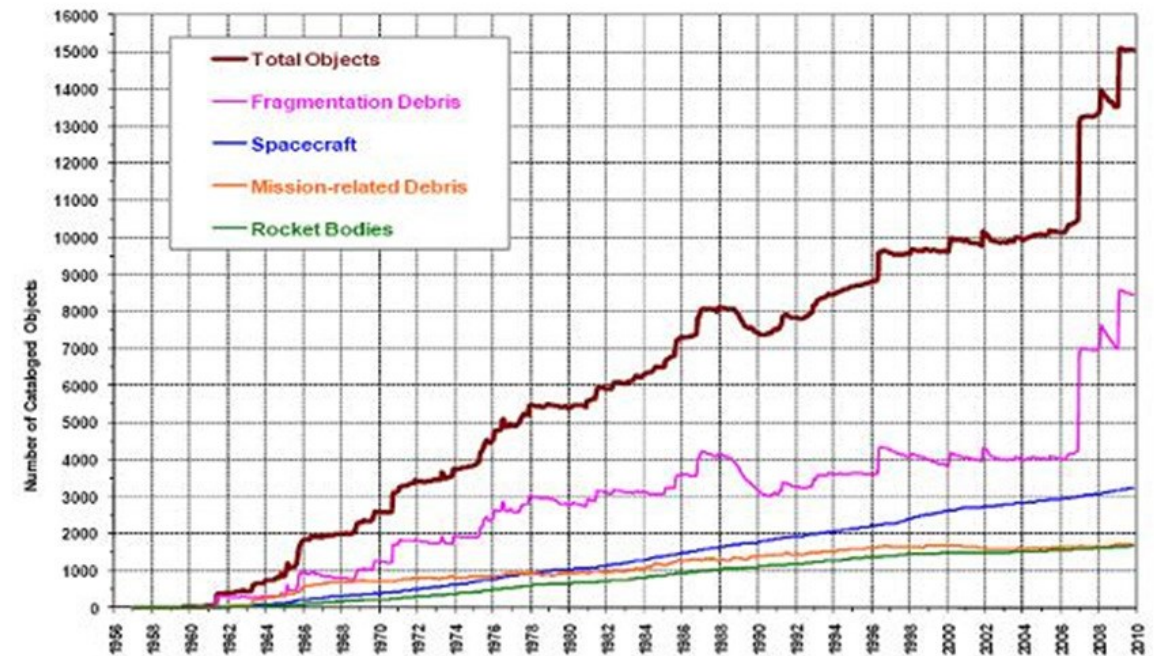
Linee guida internazionali:

1. Limitazione **Mission Related Objects**
2. Rientro a terra **entro i 25 anni** dal completamento della propria vita operativa di tutti i satelliti e stadi di lanciatori
3. Riduzione **esplosioni e collisioni**

Altri metodi:

1. Metodi di **protezione** e di **mitigazione** del rischio
2. **Manovre evasive**

Missioni **manned**: presenza di finestre

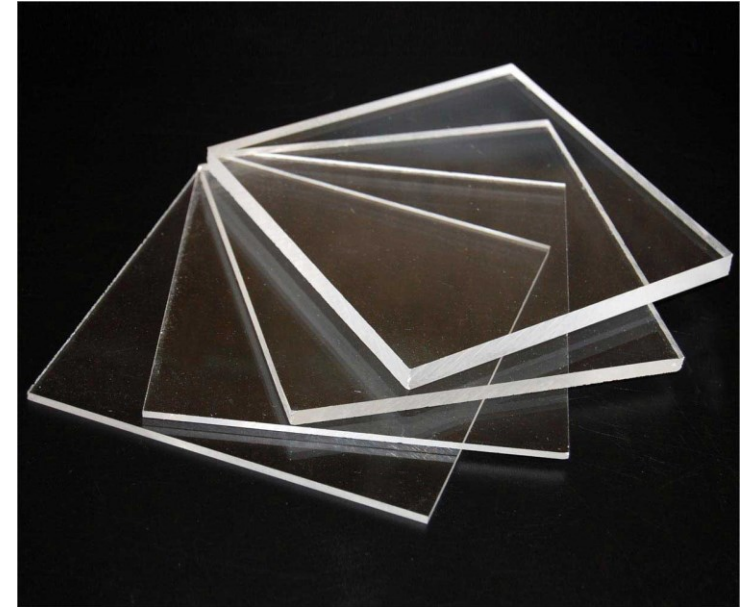


Capire l'andamento degli **impatti** iperveloci su **lastre in acrilico** in base a:

- **Massa** del proiettile
- **Velocità** del proiettile
- **Volume** del proiettile
- ...

Come?

1. **Test** presso Il Centro di Ateneo di Studi e Attività Spaziali "Giuseppe Colombo" – CISAS
2. **Raccolta** dati
3. **Analisi** dati



## **Peculiarità** Cannone del CISAS:

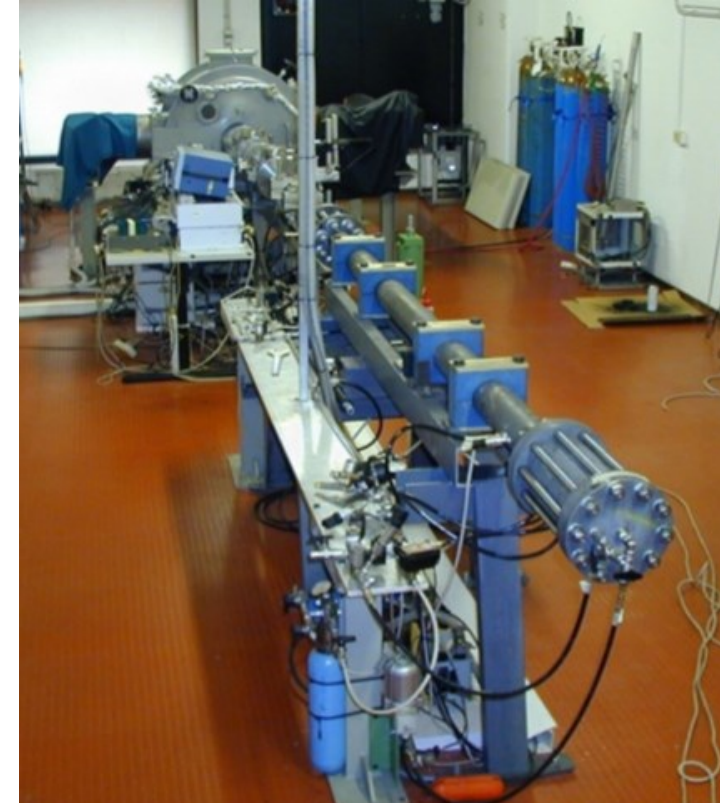
1. Manutenzione **ogni 15-20 colpi**
2. Valvole a **controllo automatico esterno**

## **Primo** stadio:

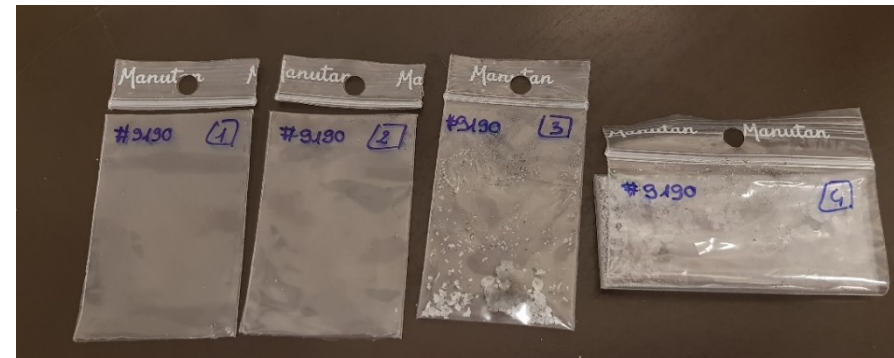
- Contiene **elio ad alta pressione**
- **Spinta** pistone
- **Compressione** rapida idrogeno

## **Secondo** stadio:

- Valvole a controllo esterno: **arresto pistone**
- Sfera colpisce il **bersaglio**: camera in condizioni di vuoto



## 1. Raccolta frammenti per **zona**



## 2. Pesatura:

- Bilancia con precisione al **centesimo di grammo**
- Acrilico: **carica elettrostatica**

Numero Colpo	Peso Zona Numero 1 [g]	Peso Zona Numero 2 [g]	Peso Zona Numero 3 [g]	Peso Zona Numero 4 [g]
9181	0.012	0.140	0.084	0.474
9182	0.024	0.033	0.037	0.294
9184	0.031	0.059	0.083	0.468
9190	0.031	0.052	0.286	0.512
9191	0.087	0.063	0.197	0.558

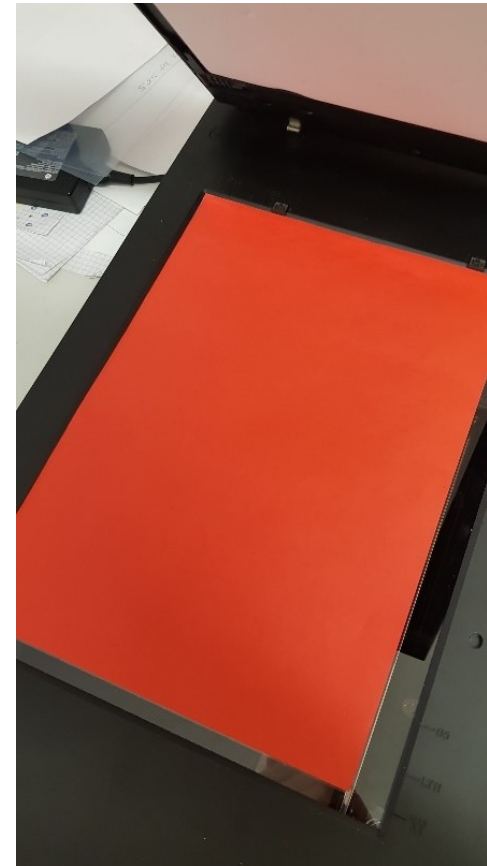
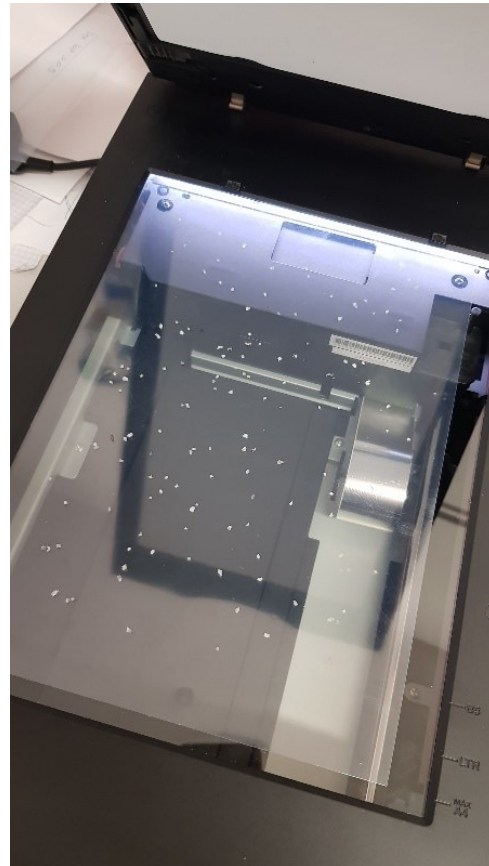
### 3. Setacciatura per dimensione



### 4. Pesatura

Numero Colpo	$0 < d < 0.5$ [mm]	$0.5 < d < 1.0$ [mm]	$1.0 < d < 2.0$ [mm]	$2.0 < d < 3.0$ [mm]	$d > 3.0$ [mm]	Massa totale [g]
9181	0.064	0.139	0.167	0.105	0.227	0.702
9182	0.060	0.078	0.585	0.579	0.603	1.905
9184	0.027	0.095	0.169	0.180	0.168	0.639
9190	0.080	0.156	0.171	0.208	0.239	0.854
9191	N.D.	0.022	0.135	0.223	0.463	0.843

## 5. Scanner



## 6. Elaborazione dati con **software**





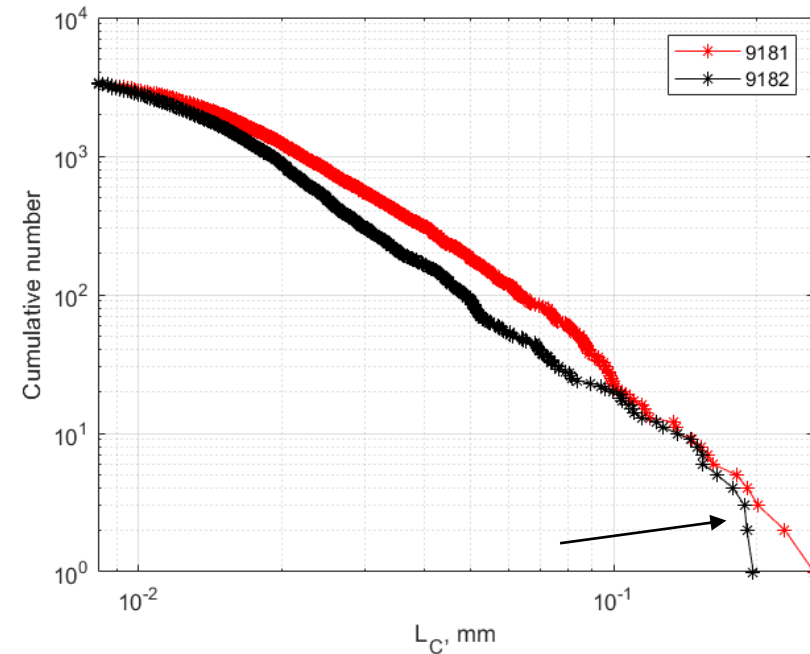
## 7. Dati generali

Numero Colpo	Diametro del proiettile [cm]	Velocità del proiettile [m/s]	Spessore della piastra [cm]	Energia cinetica del proiettile [J]
9181	0.23	5017.00	0.952	0.2
9182	0.23	5016.00	0.635	0.2
9184	0.29	3183.00	0.952	0.2
9190	0.29	4790.00	0.952	0.4
9191	0.23	4759.00	1.27	0.2

## 8. Lunghezza caratteristica:

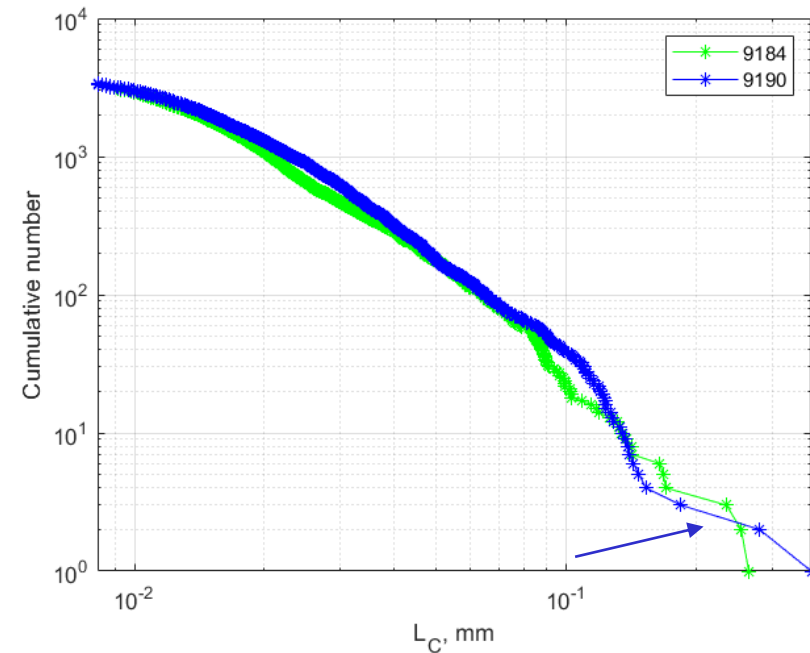
$$L_c = \frac{a + b}{2}$$

A parità di diametro e velocità del proiettile, con una **piastra sottile** si ha una **frammentazione leggermente maggiore**



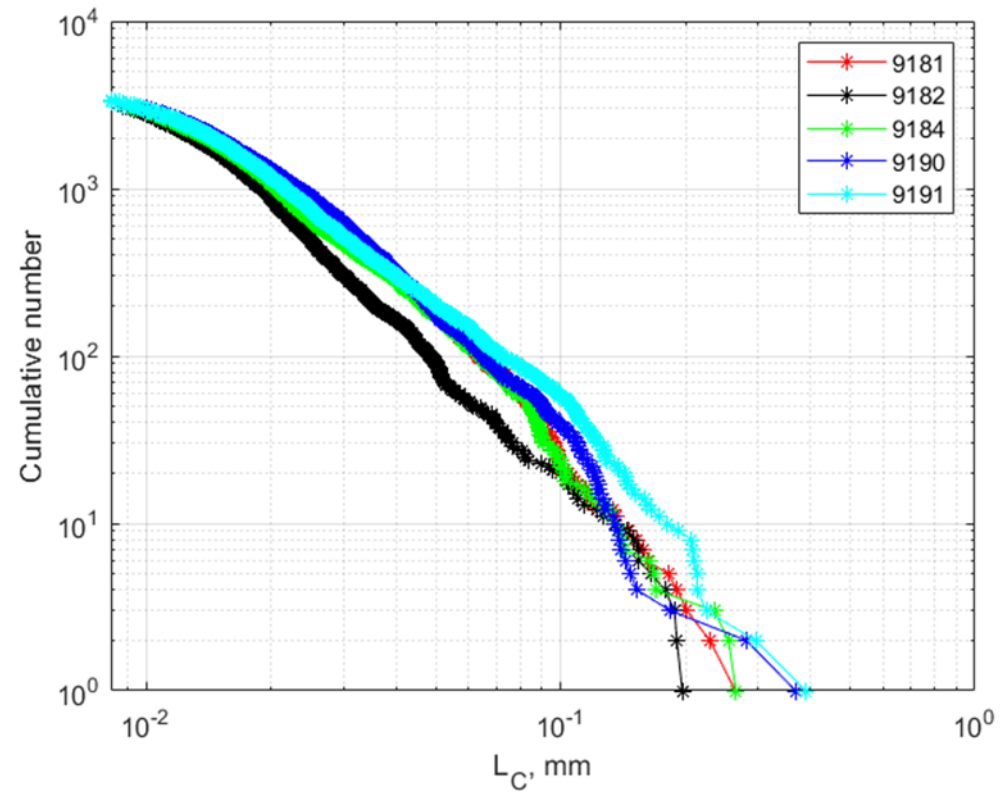
Numero Colpo	Diametro del proiettile [cm]	Velocità del proiettile [m/s]	Spessore della piastra [cm]	Energia cinetica del proiettile [J]
9181	0.23	5017.00	0.952	0.2
9182	0.23	5016.00	0.635	0.2

Nel caso di velocità differenti, il colpo con la **velocità maggiore** va a generare un **numero inferiore di detriti** con un correlato numero cumulativo minore



Numero Colpo	Diametro del proiettile [cm]	Velocità del proiettile [m/s]	Spessore della piastra [cm]	Energia cinetica del proiettile [J]
9184	0.29	3183.00	0.952	0.2
9190	0.29	4790.00	0.952	0.4

## Grafico complessivo



## Acrilico:

- Materiale recente
- Economico
- Maggiore leggerezza
- Resistenza al danno
- Integrazione di scudi multistrato



**Grazie per l'attenzione**