



Creazione di un Ambiente Domestico Sicuro

www.progetto-cads.it

Il laboratorio del Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura dell'Università degli Studi di Napoli Federico II e le prove per il progetto CADS

Prof. G. Magliulo / Università degli Studi di Napoli Federico II / 18 novembre 2021





OUTLINE



1. Laboratori del Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura (DIST)
 - Laboratorio «**Prove**» (Via Claudio, Napoli)
 - Laboratorio di prove su strutture in scala reale «**LaSTRUT**» (San Giovanni, Napoli)
2. Alcune prove sperimentali condotte nei laboratori del DIST
3. Prove sperimentali per il progetto CADS:
 - Collaborazione con «**Tecnosistem**»
 - Collaborazione con «**La Tecnica nel Vetro**»





LABORATORIO «PROVE» DEL DIST (VIA CLAUDIO)



- Il Laboratorio Prove del Dipartimento di Strutture per l'Ingegneria e l'Architettura (DIST) è riconosciuto come **Laboratorio Ufficiale** dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.
- È il laboratorio di riferimento dell'ITC-CNR (TAB europeo) per le **prove sismiche**.



SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2000
CERTIFICATO DA ITALCERT
CERTIFICATO n° 317-F



Il Laboratorio dispone di:

- due **tavole vibranti** per prove dinamiche biassiali riallocabili di dimensione 3.0 x 3.0 m;
- pressa per **prove di compressione** (capacità 30 MN, la maggiore in Europa);
- macchine universali, attuatori e attrezzature per **prove quasi-statiche monotone e cicliche**;
- **sistemi di contrasto** per provini di grosse dimensioni (telaio e parete di contrasto);
- strumentazione avanzata per l'acquisizione dati e per la misura di **accelerazioni, spostamenti e deformazioni**.

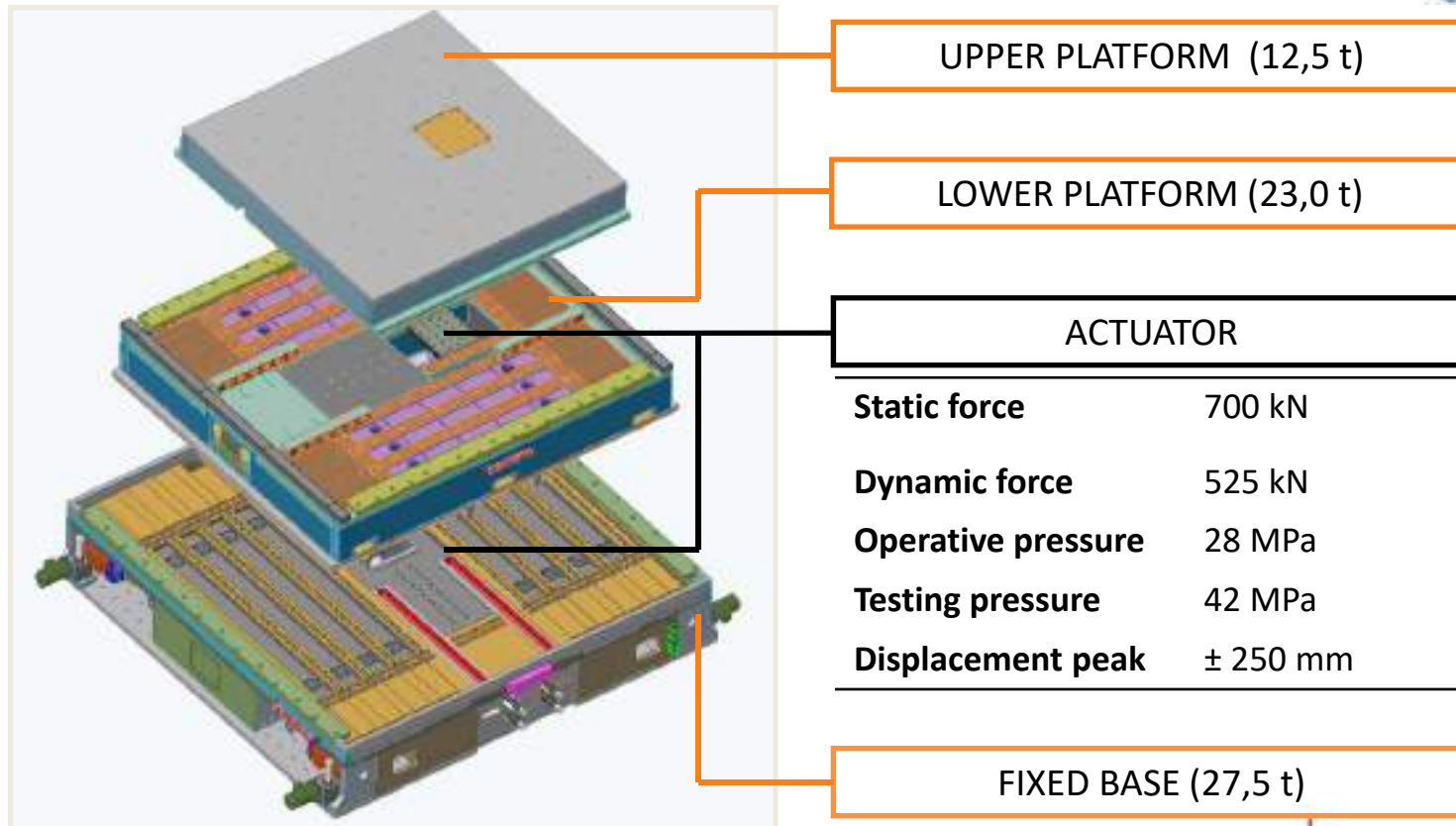




DOF	2 each table
Dimension	3 x 3 m
Max payload	20 t
Acceleration peak	1,0 g (20 t)
Weight (one table)	63 t
Displacement peak	± 250 mm each axis
Bandwidth	0 ÷ 50 Hz

- Le prove possono essere condotte considerando le **due tavole come indipendenti** o in **maniera combinata** (unica tavola 3 x 7 m).
- Le tavole sono supportate da un sistema **massa di contrasto che si solleva e si isola dinamicamente** durante l'esecuzione delle prove grazie a un **impianto elettro-pneumatico**.

TAVOLE VIBRANTI



Macchine universali e attuatori/martinetti per prove di trazione/compressione monotone/cicliche



Macchina universale
Altezza: da 1,5 a 4,8 m;
Controllo spostamenti: +/- 125 mm
Contr. forze: 30000 kN (comp)/20000 kN (traz)



Macchina universale
Altezza: da 0,4 a 4,2 m;
Controllo spostamenti: +/- 75 mm
Contr. forze: 3000 kN (comp)/2400 kN (traz)



Macchina universale
Altezza: max 1,4 m;
Controllo spostamenti: +/- 75 mm
Controllo forze: +/- 500 kN

Pareti e telai di contrasto per prove su elementi di grandi dimensioni



MACCHINARI E ATTREZZATURE

Camere climatiche per prove meccaniche in controllo di temperatura e umidità: range temperatura = $(-40^{\circ}, 120^{\circ})$; range umidità = $(0\%, 95\%)$



Attuatore per prove a fatica

Acquisizione dati

- Sistema di acquisizione dati con capacità fino a 24 canali in continuo e in contemporaneo.
- Strumentazione di acquisizione: celle di carico, trasduttori di spostamento, *strain gauges*, estensimetri, accelerometri, etc.

MACCHINARI E ATTREZZATURE

Macchinari e attrezzature per prove all'esterno



Attuatori che possiamo portare all'esterno

Acquistati e in fase di collaudo

- Quattro attuatori con capacità massima totale 6000kN in controllo di forza e spostamento e corsa max 700mm per test su impalcati da ponte reali.



LABORATORIO « LaSTRUT » DEL DIST (SAN GIOVANNI)



Università degli Studi di Napoli "Federico II" - CeSMA
Centro Servizi Metrologici
e Tecnologici Avanzati
CeSMA

**LABORATORIO DI PROVE
SU STRUTTURE IN SCALA
REALE
(LaSTRUT)**



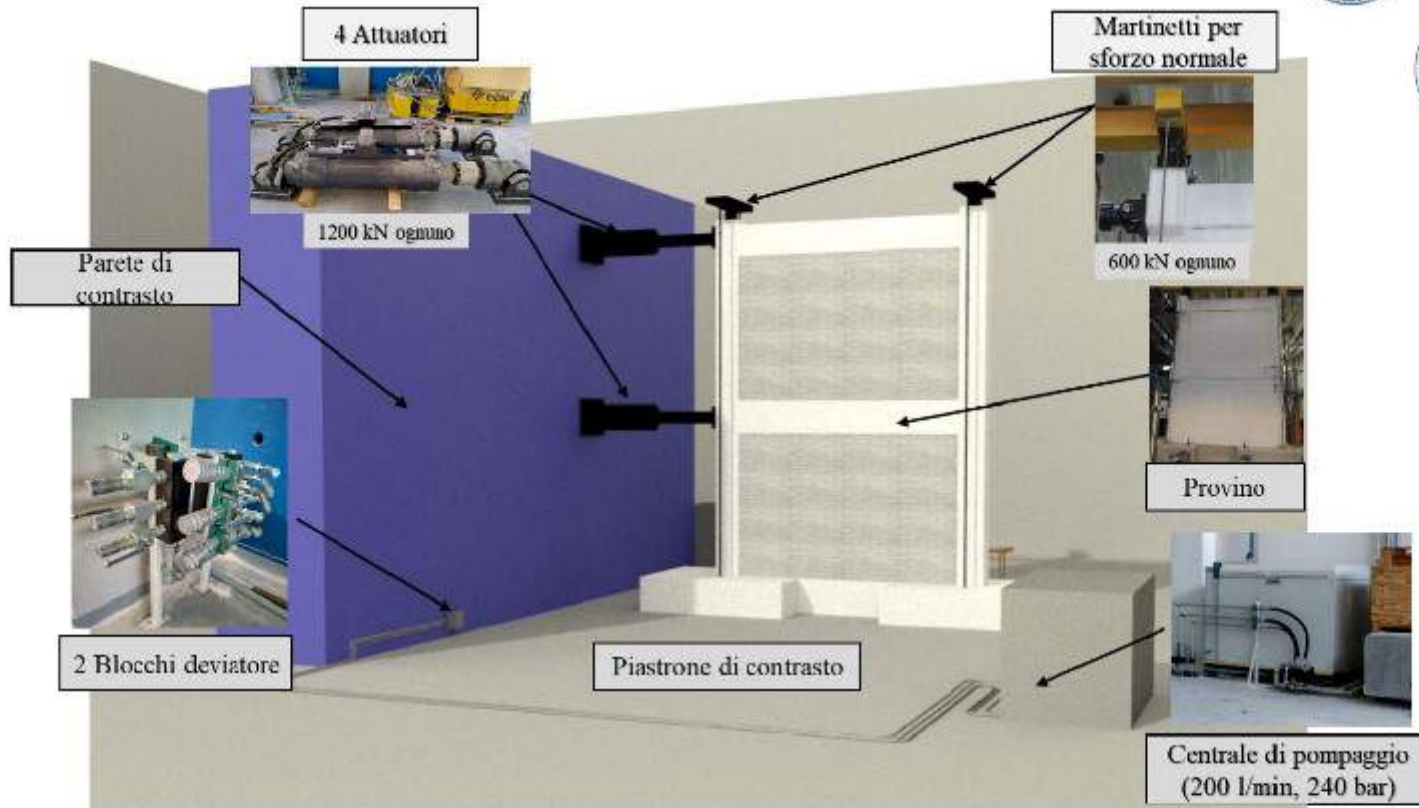


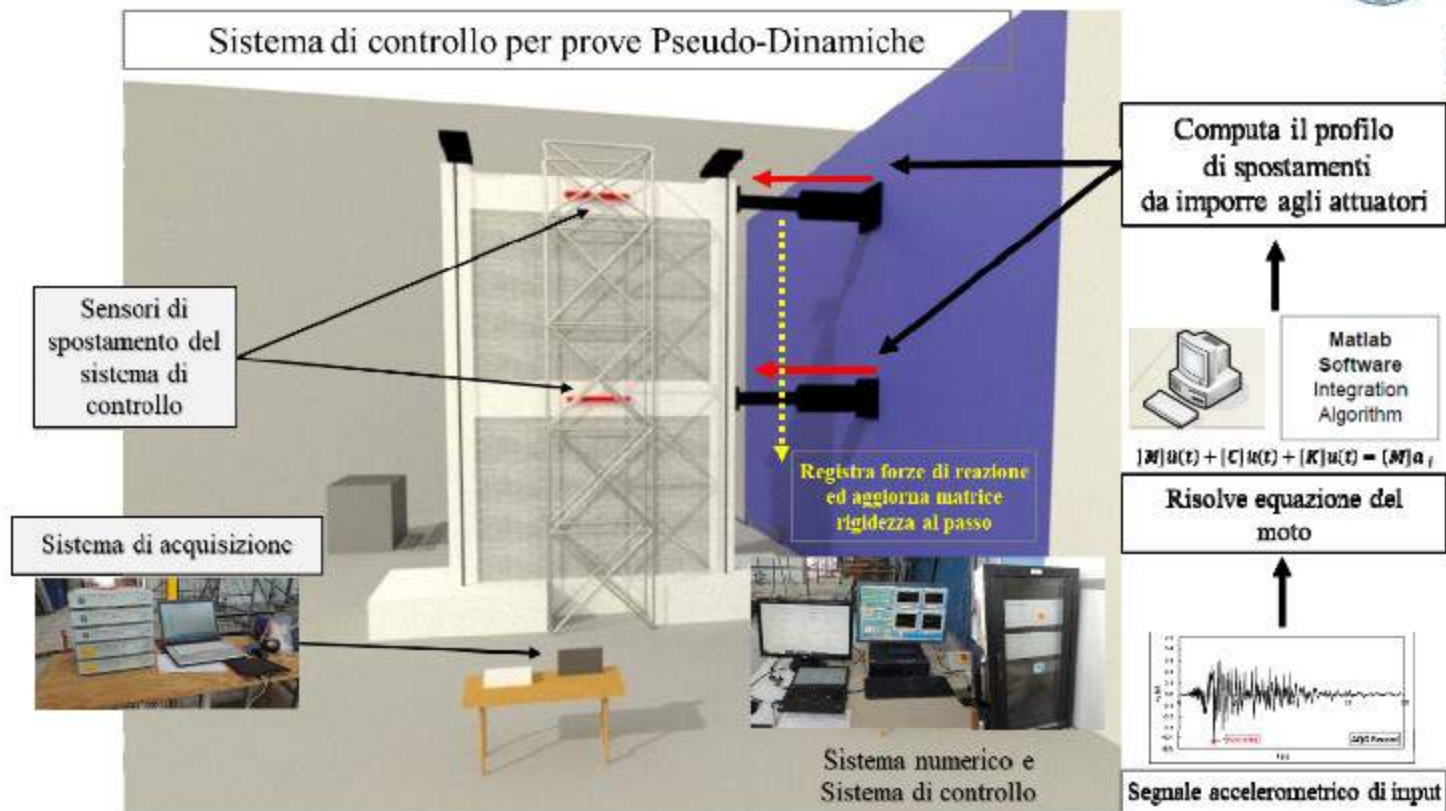
CARROPONTE
10 t

PARETE DI CONTRASTO
12 m lunghezza
7 m altezza
1.8 m spessore

PIASTRONE
260 m²

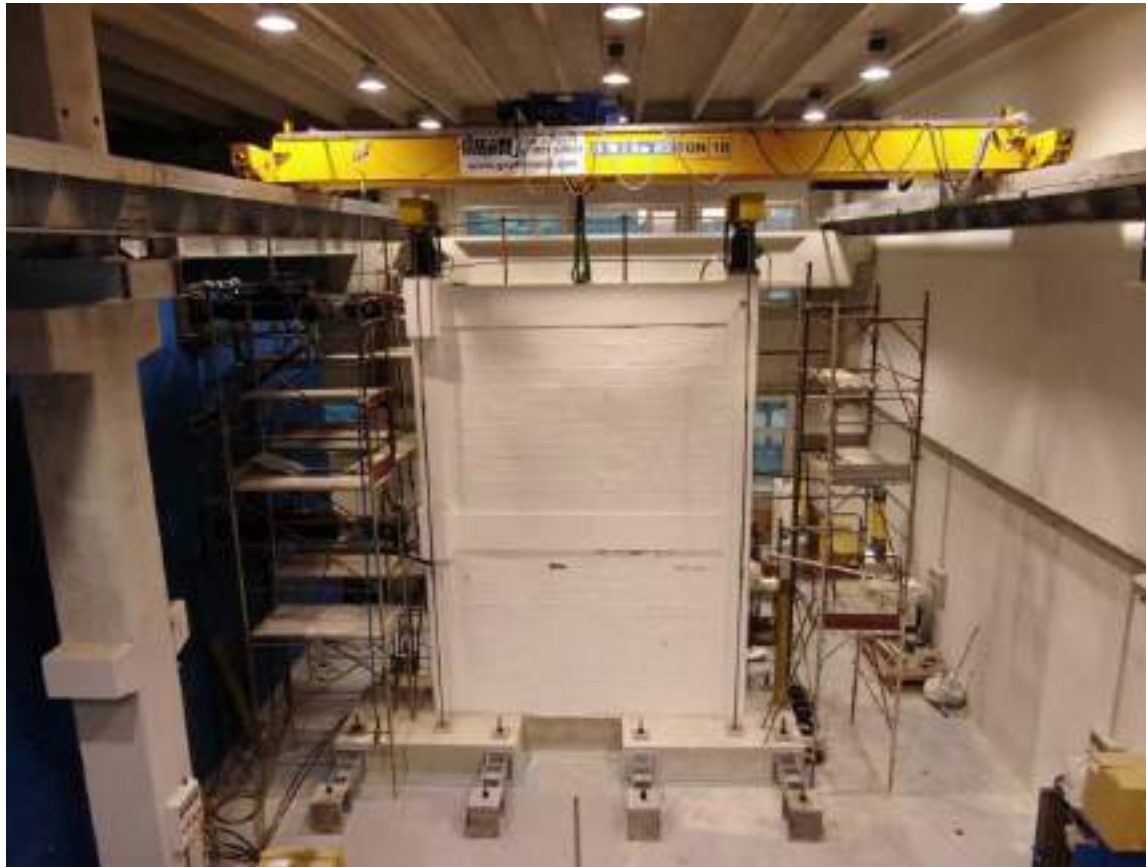
ALTEZZA UTILE
10 m







LABORATORIO « LaSTRUT » DEL DIST (SAN GIOVANNI)





ALCUNE CAMPAGNE SPERIMENTALI CONDOTTE NEI LABORATORI DEL DIST



- Prove dinamiche di modelli in scala ridotta di **ponti in c.a.**
- Prove dinamiche di **sistemi in muratura**
- Prove quasi-statiche su **telai tamponati e nodi in c.a.**
- Prove quasi-statiche di sistemi **tradizionali e innovativi di connessioni di elementi prefabbricati FIP Industriale.**
- Prove quasi-statiche e dinamiche di qualificazione sismica di **sistemi tradizionali e innovativi di partizioni in laterizio e cartongesso**, in collaborazione con *Lafarge Gypsum* e *Siniat international*, in accordo a protocolli di prova internazionali.
- Prove dinamiche di una **camera ambulatoriale** e di **componenti ospedalieri** per identificazione dinamica e valutazione delle prestazioni sismiche, in accordo a protocolli di prova internazionali
- Prove dinamiche di qualificazione sismica di **partizioni mobili tradizionali e innovative per sale operatorie e uffici** e di **camere bianche**, in collaborazione con *Mangini Partitions*.
- Prove quasi-statiche e dinamiche di **contenuti museali**, in collaborazione con il *Museo Archeologico Nazionale di Napoli (MANN)*.

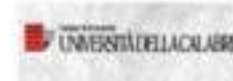




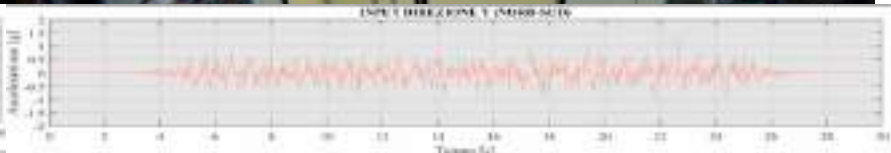
Strit

**Tools and Technologies for the Risk Management
of Transportation Networks**

SHAKE TABLE TESTS ON SCALED MODELS OF RC BRIDGES



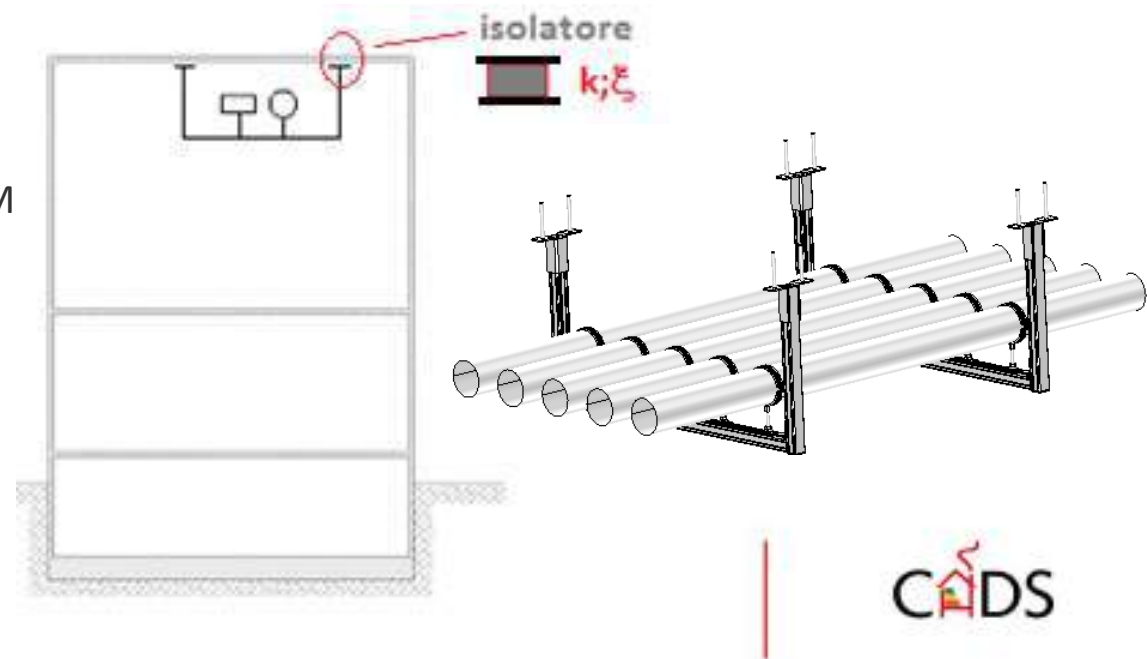
Prove su tavola vibrante di una camera bianca antisisismica



PROVE SPERIMENTALI IN COLLABORAZIONE CON «TECNOSISTEM»

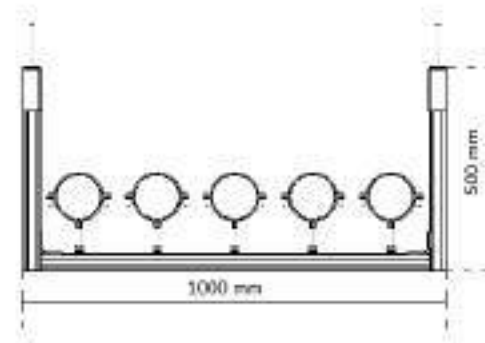
Prove su tavola vibrante di un impianto sospeso connesso alla struttura mediante un dispositivo antisismico innovativo di isolamento

- Descrizione provino
- Descrizione dispositivo antisismico
- Valutazione domanda sismica
- Modellazione e analisi numeriche FEM
- Risultati analisi numeriche

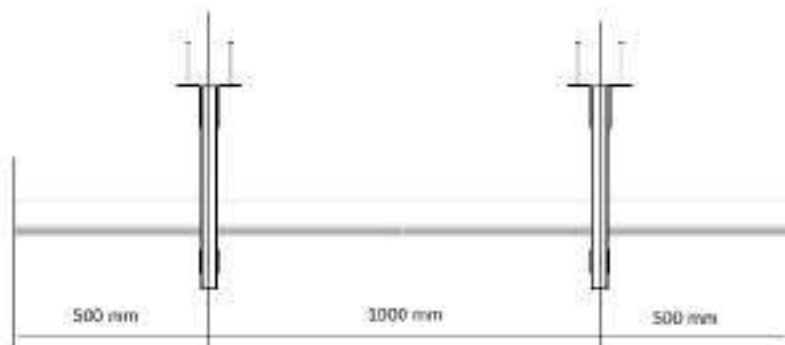
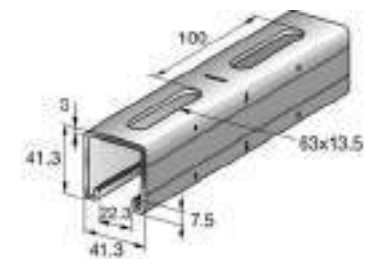


PROVE SPERIMENTALI IN COLLABORAZIONE CON «TECNOSISTEM»

Il **provino** è costituito da due portali di dimensioni 1000 x 500 su cui sono disposti 5 tubi di diametro esterno 114.3 mm



Sezione portale

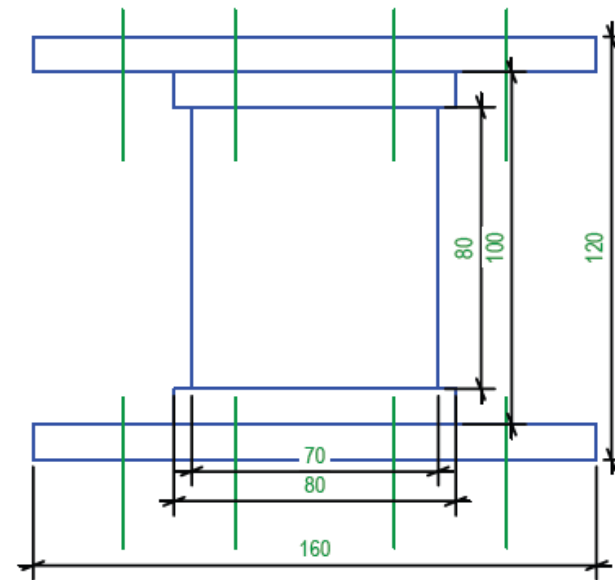
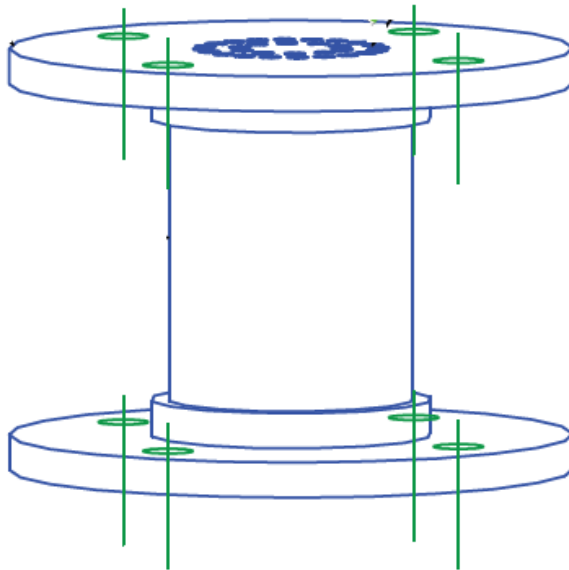


DIMENSIONI TUBI

Diametro esterno		Tolleranza diametro esterno		Spessore mm	Peso teorico Kg/m
mm	Pollici	min.	max.		
114.3	4	113.0	113.9	3.6	9.83

PROVE SPERIMENTALI IN COLLABORAZIONE CON «TECNOSISTEM»

Il **dispositivo antisismico** è costituito da un elemento centrale in gomma (all'interno del quale sono stati installati elementi in grado di portare il carico verticale) e da due piastre in acciaio.



Il calcolo dell'azione sismica sugli elementi non strutturali, descritta all'interno delle NTC 2018 – Paragrafo 7.2.3 (lo spettro di piano è da EC8).

$$F_a = S_a \cdot W_a / q_a$$

dove:

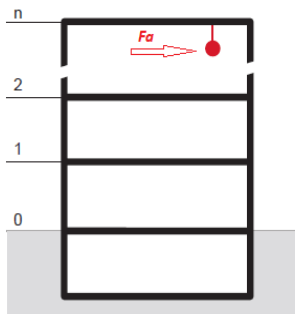
- F_a forza sismica orizzontale agente al centro di massa dell'elemento non strutturale nelle direzione più sfavorevole
- W_a peso dell'elemento
- S_a accelerazione massima, adimensionalizzata rispetto a quella di gravità, che l'elemento strutturale subisce durante il sisma e corrispondente alla stato limite in esame
- q_a fattore di struttura dell'elemento

L'accelerazione massima S_a è

$$S_a = \alpha \cdot S \cdot \left[\frac{3 \cdot (1 + Z/H)}{1 + (1 - T_a/T_1)^2} - 0.5 \right] = \alpha \cdot S \cdot \left[\left(1 + \frac{Z}{H} \right) \cdot A_a - 0.5 \right]$$

dove:

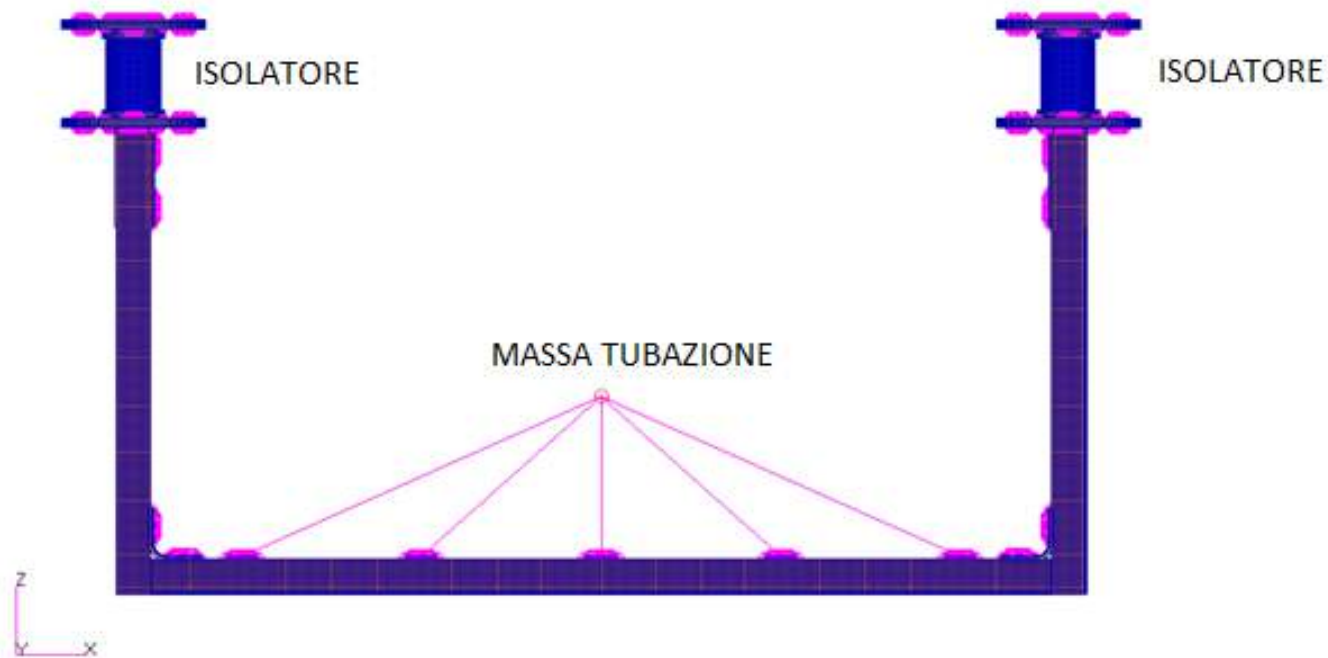
- α rapporto tra l'accelerazione massima del terreno a_g su sottosuolo tipo A da considerare nello stato limite in esame e l'accelerazione di gravità g
- S coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche
- T_a periodo fondamentale di vibrazione dell'elemento non strutturale
- T_1 periodo fondamentale di vibrazione della costruzione nella direzione considerata
- Z quota del baricentro dell'elemento non strutturale misurata a partire dal piano di fondazione
- H altezza della costruzione misurata a partire dal piano di fondazione



E' possibile calcolare la forza statica equivalente (F_a) conoscendo le grandezze legate all'entità del terremoto (α), la tipologia di edificio (T_1 e h), il periodo fondamentale di vibrazione dell'elemento non strutturale (T_a), il piano in cui è stato installato l'impianto (z) e la tipologia di suolo (S).

PROVE SPERIMENTALI IN COLLABORAZIONE CON «TECNOSISTEM»

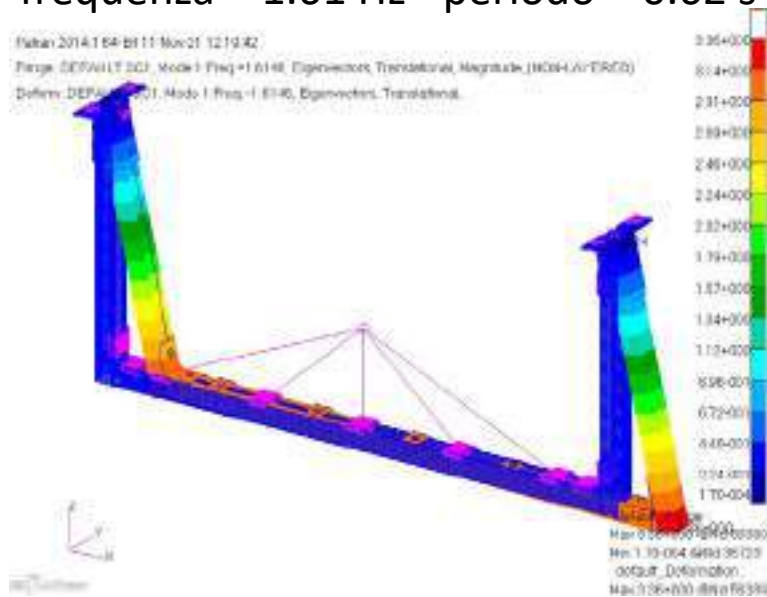
Modello FEM del portale e degli isolatori



Modello senza isolatore

I modo di vibrare

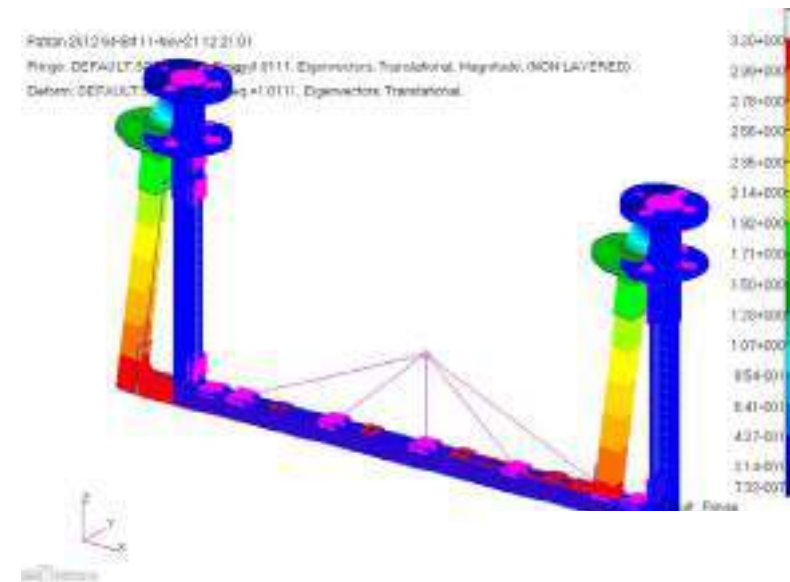
frequenza = 1.61 Hz - periodo = 0.62 s



Modello con isolatore

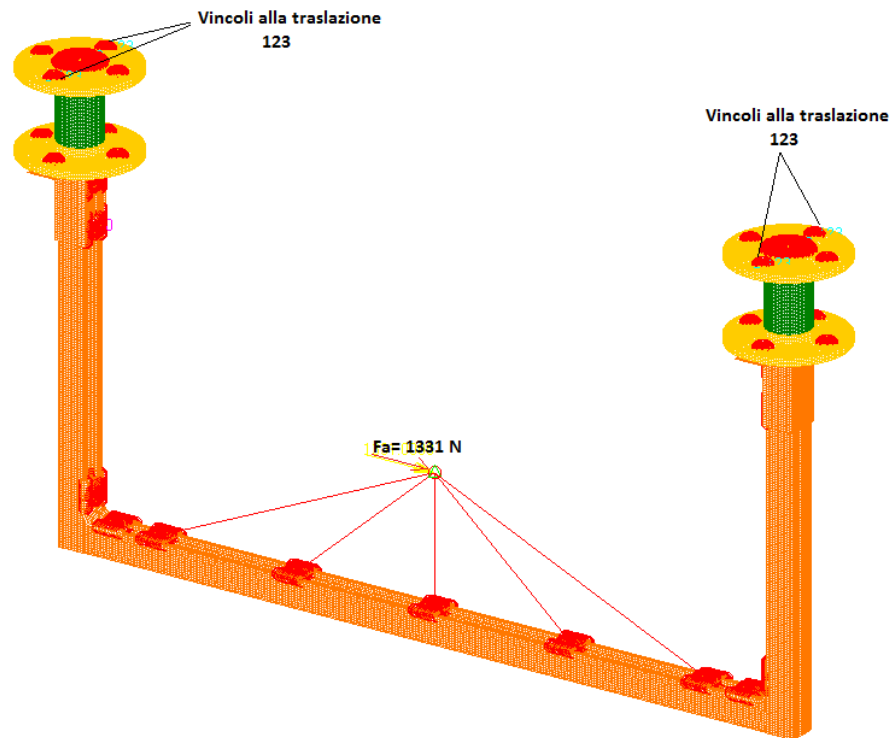
I modo di vibrare

frequenza = 1.01 Hz - periodo T = 0.99 s



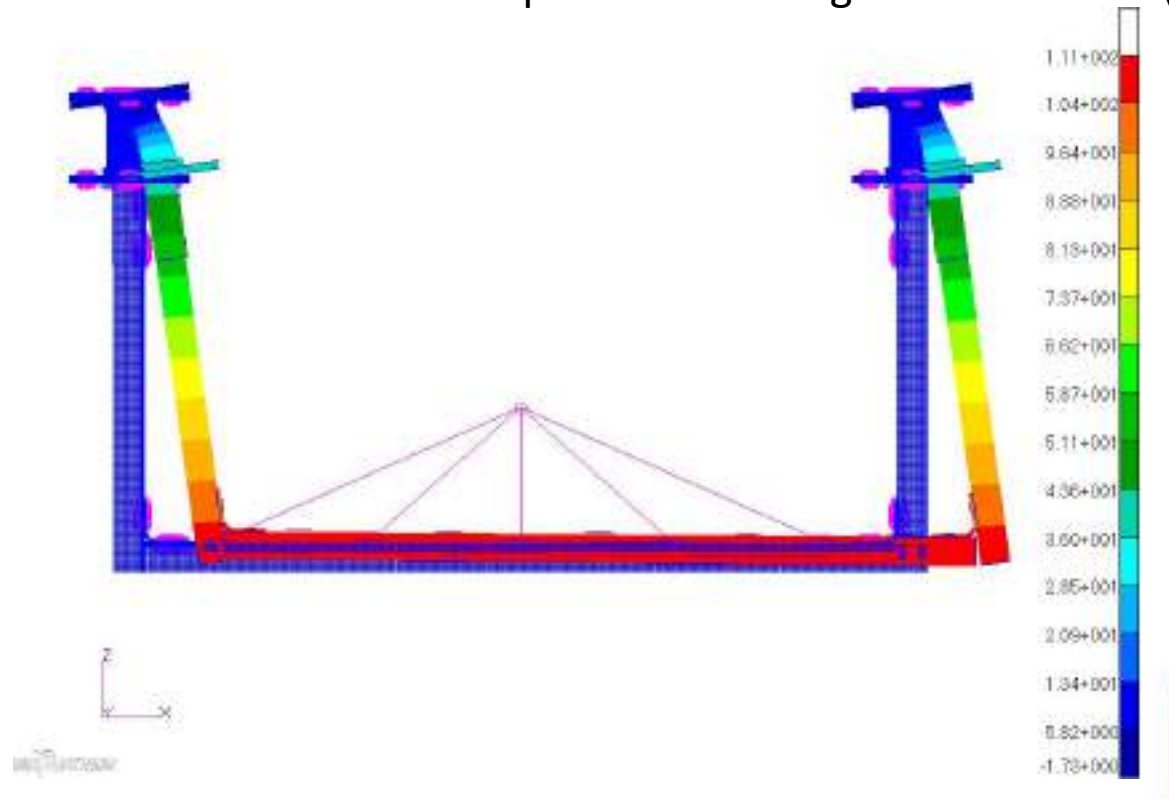
PROVE SPERIMENTALI IN COLLABORAZIONE CON «TECNOSISTEM»

Un **analisi statica non lineare** è stata sviluppata considerando la non linearità del materiale in gomma dell'isolatore e i "Contatti" tra il portale e l'isolatore.

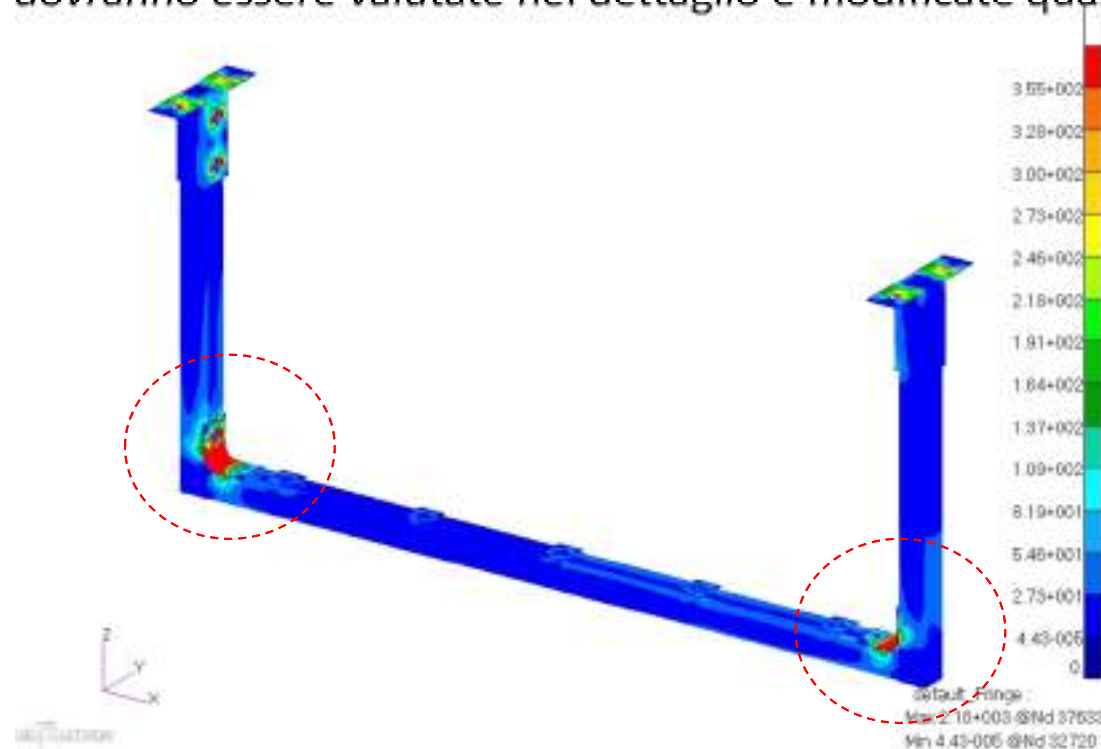


**PROVE SPERIMENTALI IN COLLABORAZIONE
CON «TECNOSISTEM»**

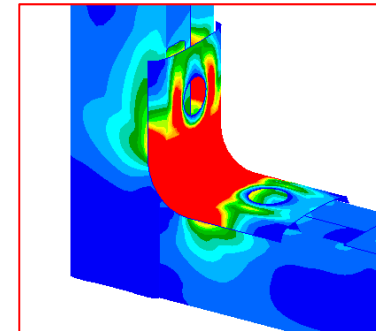
Analisi statica non lineare: massimo spostamento lungo la direzione X (111 mm)



Analisi statica non lineare: massimo stress nel portale evidenziando le zone critiche che dovranno essere valutate nel dettaglio e modificate qualora fosse necessario



Attacco profilati - Zona critica



L'attacco tra i due profilati risulta critico pertanto è necessario modificare la tipologia ipotizzata.

PROVE SPERIMENTALI IN COLLABORAZIONE CON «LA TECNICA NEL VETRO»

PROGETTO INCASS

Realizzazione di una facciata continua innovativa in vetro
sostenibile e sismicamente sicura



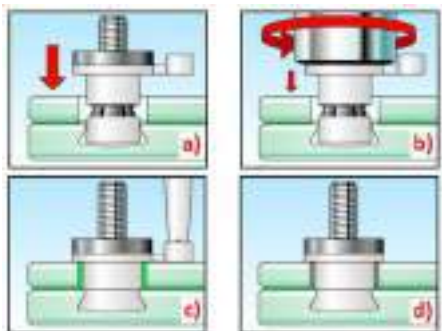
Obiettivi:

- aumento della sostenibilità del prodotto grazie all'introduzione di un innovativo sistema di fissaggio ad espansione geometrica;
- aumento delle prestazioni sismiche del sistema contenendo le deformazioni della cellula provenienti dalla struttura di supporto che trasmesse al vetro possono provocarne la rottura.

Attività:

- progettazione e realizzazione di un prototipo innovativo di facciata in scala reale;
- realizzazione di test su tavola vibrante per la validazione del sistema prototipato.

PROVE SPERIMENTALI IN COLLABORAZIONE
CON «LA TECNICA NEL VETRO»

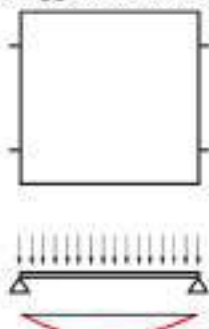


1) *Installazione del tassello*

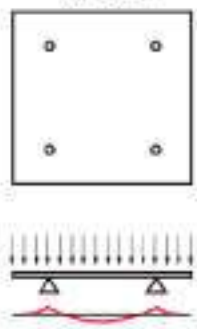


3) *Dettaglio foro non passante*

Fissaggio tradizionale



FZP-G-Z



2) *Comportamento statico della lastra*

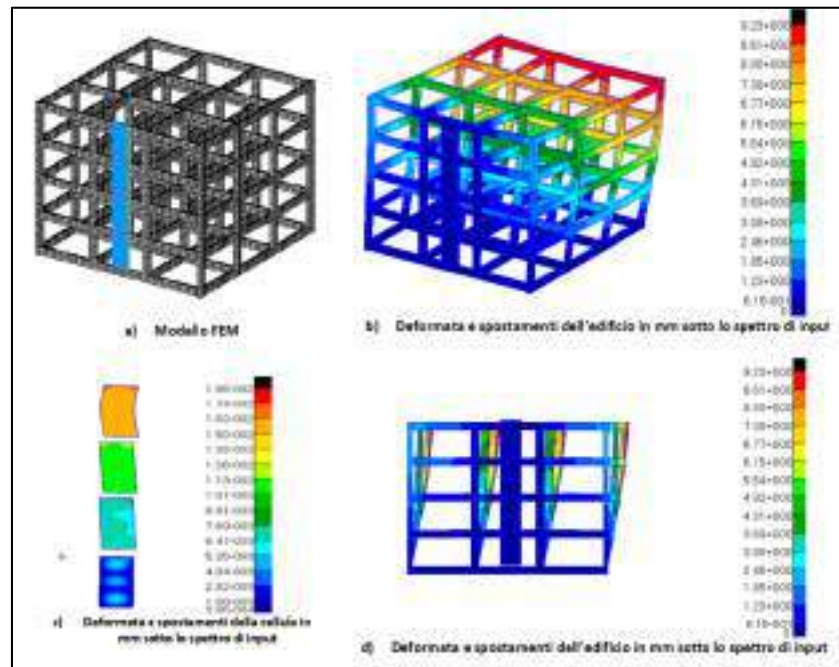


4) *Sezione vetro + tassello*

SISTEMA DI FISSAGGIO INNOVATIVO
FISCHER FZP-G-Z

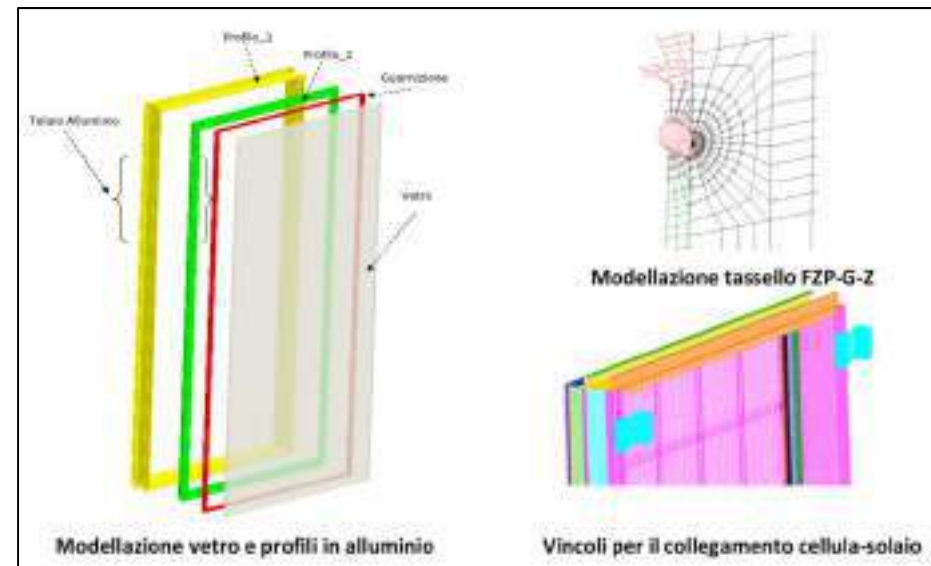
- **Miglioramento estetico** (dimensioni poco invasive);
- installazione fino a 50 mm dal bordo del vetro;
- **non induce tensioni nel vetro con tenuta per carichi quattro volte superiori** (riduce il 50% del momento flettente della lastra);
- elimina l'uso di sigillanti in silicone: **riutilizzo del vetro e sua scomponibilità**);
- **ottimizza il processo di produzione e di montaggio della cellula.**

PROVE SPERIMENTALI IN COLLABORAZIONE CON «LA TECNICA NEL VETRO»



1) Analisi dinamica lineare con spettro assegnato

La risposta è fortemente influenzata dal *drift* di interpiano della struttura di supporto



2) Analisi agli elementi finiti del prototipo di cellula

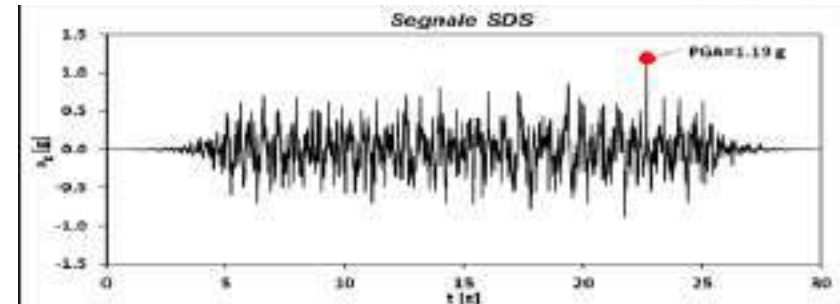
Dalle analisi è emerso che il numero di tasselli, la loro distribuzione spaziale e posizione geometrica influisce sulla risposta della cellula

PROVE SPERIMENTALI IN COLLABORAZIONE
CON «LA TECNICA NEL VETRO»

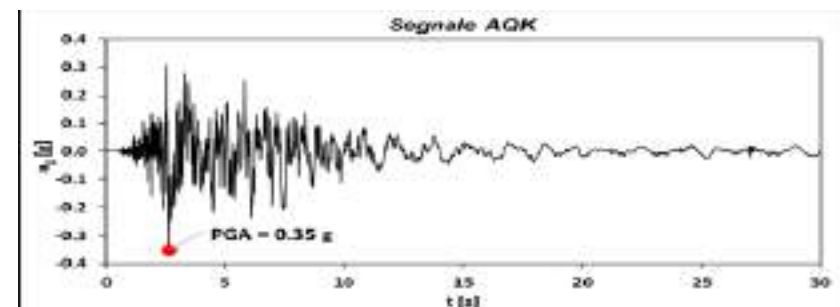


Setup di prova sperimentale

Carico nella direzione **parallela** al prototipo di facciata, alternando prove **time history (TH)** con prove **random (RND)**.

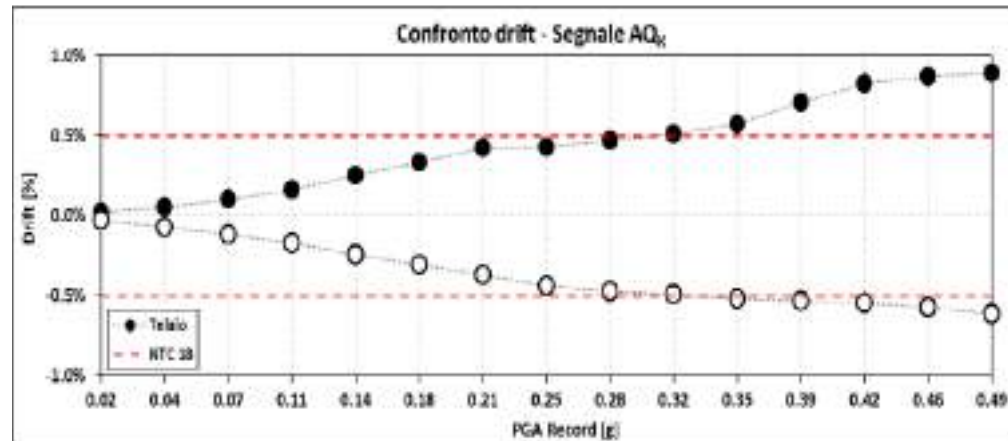
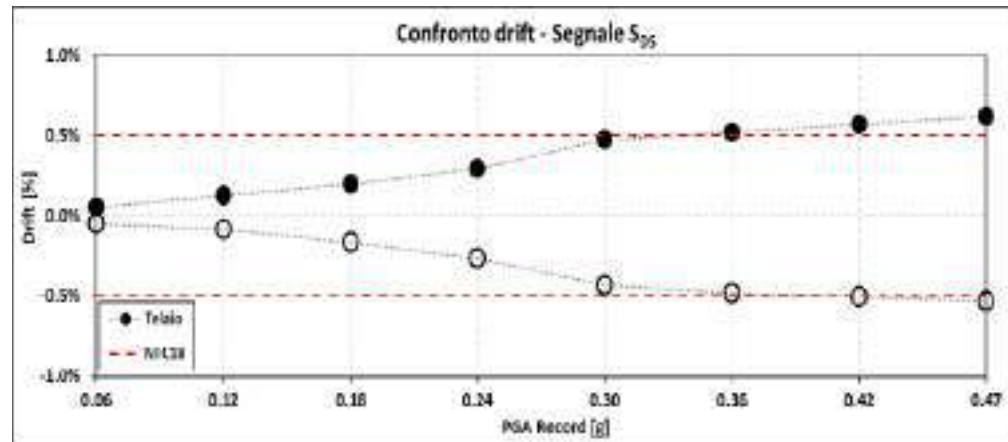


Segnale accelerometrico **artificiale** (da 10 a 40% di intensità)



Segnale accelerometrico **naturale** (da 10% a 140% di intensità)

PROVE SPERIMENTALI IN COLLABORAZIONE CON «LA TECNICA NEL VETRO»



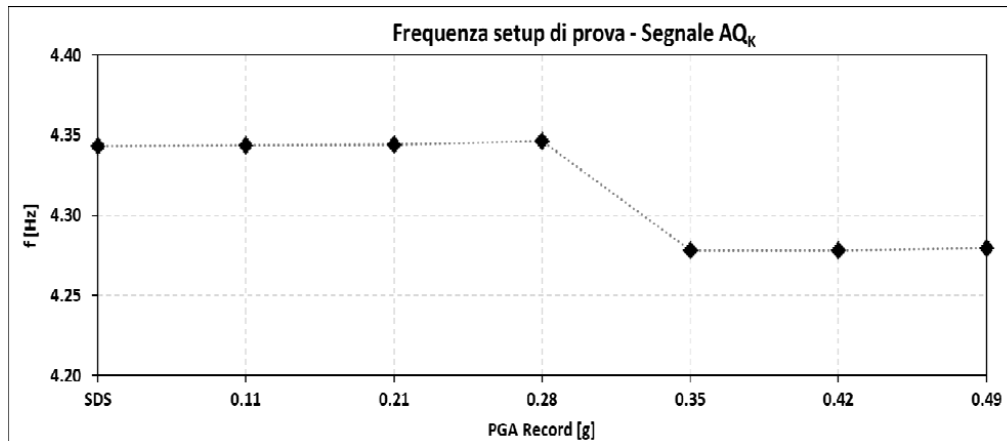
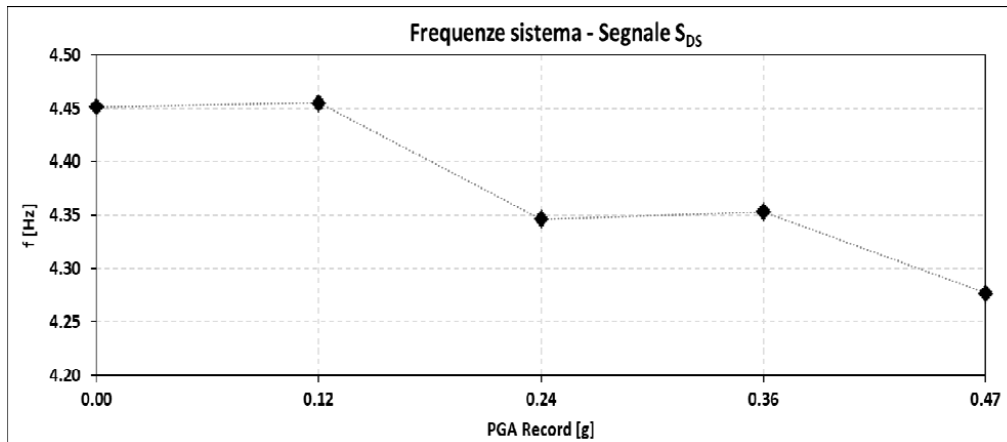
RISULTATI

Prove time history (TH)

Il prototipo è stato sottoposto inizialmente al **segnale accelerometrico artificiale** fino al superamento del *drift* limite previsto dalle **NTC18** per gli elementi di tamponatura.

Successivamente è stato sottoposto al **segnale accelerometrico naturale** incrementato nell'intensità fino al **valore massimo consentito**.

PROVE SPERIMENTALI IN COLLABORAZIONE CON «LA TECNICA NEL VETRO»



RISULTATI

Attraverso le prove di tipologia **random (RND)** effettuate ad intervalli regolari dopo le prove di tipologia **time history (TH)** è stato possibile valutare le **frequenze di vibrazione del sistema**.

I risultati dimostrano che la variazione registrata è molto piccola, a testimoniare il mancato danneggiamento del sistema.



Creazione di un Ambiente Domestico Sicuro

www.progetto-cads.it

TECNOSISTEM
engineering & technology

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Prof. G. Magliulo / Università degli Studi di Napoli Federico II / 18 novembre 2021



Partner



Creazione di un Ambiente Domestico Sicuro
www.progetto-cads.it