



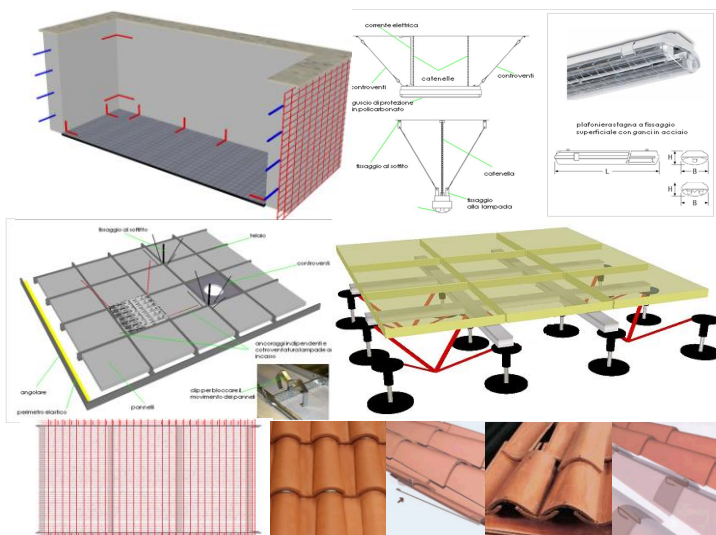
Camera di Commercio
Teramo



Ordine degli Ingegneri della Provincia di Teramo

Convegno formativo-
informativo sulla sicurezza
sismica del patrimonio edilizio
Teramo, 24 marzo 2010

Elementi non strutturali: vulnerabilità, danni e interventi



A. De Sortis⁽¹⁾, G. Di Pasquale⁽¹⁾,
M. Dolce⁽¹⁾, S. Gregolo⁽²⁾,
S. Papa⁽¹⁾, G. F. Rettore⁽²⁾

1 Dipartimento della protezione civile

2 Liberi professionisti

Rassegna di danni agli elementi non strutturali nel terremoto dell'Abruzzo del 2009

- causa della vulnerabilità
- livello di eccitazione che innesca il danno
- rischio connesso

Balconi storici



Balconi storici (cont.)



- fragilità della pietra e condizioni di vincolo
- elevata intensità di scuotimento
- ferimento o di ingombro delle vie di fuga



Manto di copertura



- coppi di forma classica privi di sagomature di collegamento
- eccitazione da moderata a forte
- caduta durante la scossa o dopo per raffiche di vento

Fonti di illuminazione



- pendini non vincolati lateralmente
- livelli di eccitazione elevati
- ferimento e mancanza di illuminazione delle vie di fuga

Canne fumarie



- rotture per deformazioni differenziali del supporto
- livello di eccitazione elevato
- ferimento o intralcio alle vie di fuga

Vetrata e infissi



Vetrare e infissi (cont.)



- il vetro è molto fragile e sensibile alle distorsioni del telaio in cui è inserito
- danno poco correlato all'intensità dell'eccitazione
- ferimento per caduta dei vetri o camminando senza scarpe

Cornicioni



- pianelle in laterizio poggiate su di una intelaiatura metallica
- a partire da bassi livelli eccitazione (soprattutto in presenza di degrado)
- ferimento o intralcio alle vie di fuga

Server e centralini



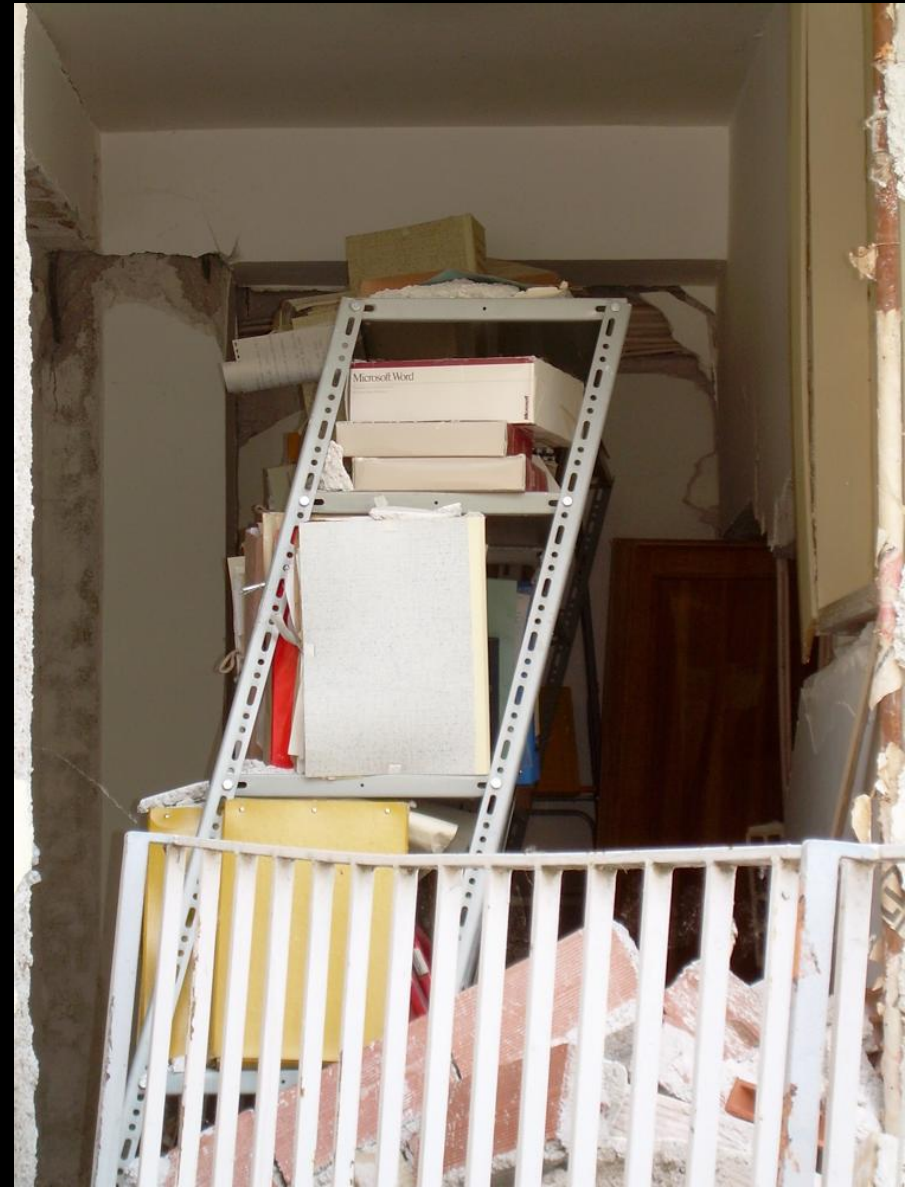
- ribaltamento dovuto ad assenza di ancoraggi efficaci
- alti livelli di eccitazione
- pericolo per la vita umana o occlusione delle vie di fuga, interruzione di servizi essenziali

Sfondellamenti



- non corretta realizzazione del solaio o utilizzo di laterizi con errato allineamento dei fori ed inadeguato impasto
- a partire da alti livelli di eccitazione (bassi nei casi di ammaloramenti pregressi)
- pericolo per la vita umana

Librerie e scaffalature



- assenza di ancoraggi efficaci
- a partire da alti livelli di eccitazione
- pericolo per la vita umana o occlusione delle vie di fuga (rischio indiretto per materiali e sostanze chimiche pericolose)

Monitor



- assenza di efficaci collegamenti
- danni alle persone, intralcio alle vie di fuga
- disagi connessi al loro mancato funzionamento

Paramenti esterni



- paramento esterno delle tamponature di edifici in c.a. in cui, per evitare i ponti termici, questo non è inserito nella maglia strutturale ma avvolge i pilastri
- a partire da alti livelli di eccitazione
- ferimento o di intralcio alle vie di fuga

Controsoffitti



- inefficace ancoraggio o controventamento
- alti livelli di eccitazione
- ferimento o intralcio alle vie di fuga

Comignoli



- comignoli molto snelli o molto vulnerabili per conformazioni particolari
- a partire da bassi livelli di eccitazione
- pericolo per la vita umana o occlusione delle vie di fuga

Aspetti normativi ed esempi di calcolo

Riferimenti normativi

- Norme Tecniche (DM 14/1/2008) – Istruzioni
- ATC-51-2, Recommended U.S. – Italy collaborative guidelines for bracing and anchoring non-structural components in Italian hospitals, 2003
- Intesa Stato-Regioni «indirizzi per prevenire e fronteggiare eventuali situazioni di rischio connesse alla vulnerabilità di elementi anche non strutturali negli edifici scolastici», 2009
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Linee Guida per il rilevamento della vulnerabilità degli elementi non strutturali nelle scuole (Intesa rep. 7/CU del 28/01/2009), www.cslp.it.
- DPC, Linee guida per la riduzione della vulnerabilità di elementi non strutturali arredi e impianti, 2009

Istruzioni NTC2008

Tabella C8A.9.1 - Raccomandazioni per la valutazione e l'adeguamento di componenti non strutturali esistenti e per l'ancoraggio di componenti non strutturali di nuova installazione al variare della zona sismica

Componente	Vulnerabilità(1)	Importanza	Costo & interruzione per l'adeguamento	Valutazione / adeguamento se esistenti nelle zone(2):				Ancoraggi se nuovi nelle zone(2,3):			
<i>Gas per uso medico</i>											
Serbatoi di ossigeno	Alta	Alta	Basso	1	2	3		1	2	3	4
Bombole di azoto	Molto alta	Alta	Molto basso	1	2	3	4	1	2	3	4
<i>Impianto elettrico d'emergenza</i>											
Batterie per la corrente elettrica d'emergenza	Molto alta	Alta	Molto basso	1	2	3	4	1	2	3	4
Generatore della elettrico d'emergenza	Alta	Alta	Basso	1	2	3		1	2	3	4
Batterie per i generatori di corrente elettrica d'emergenza	Media	Alta	Molto basso	1	2	3		1	2	3	
<i>Ascensori</i>											
Guide dell'ascensore	Molto alta	Alta	Medio-alto	1	2			1	2	3	4
Motori e generatori dell'ascensore	Medio-alta	Alta	Medio	1				1	2	3	
Pannelli elettrici e di controllo dell'ascensore	Variabile	Alta	Basso	1	2			1	2	3	

Istruzioni NTC2008

Tabella C8A.9.2 – Possibili alternative per la limitazione del rischio di fuoriuscite di gas sotto azioni sismiche

Critério di confronto	Valvole ad attivazione manuale	Valvole sismiche ad attivazione automatica	Valvole ad eccesso di flusso (installazione al contatore)	Valvole ad eccesso di flusso (installazione all'apparecchio)	Sensori di metano	Sistemi ibridi
Principio di funzionamento	Sono installate dal fornitore in corrispondenza di ogni contatore	Interrompono automaticamente il flusso del gas quando avvertono una eccitazione sismica al di sopra di una soglia di taratura	Interrompono automaticamente il flusso di gas se un danno provoca, a valle del dispositivo, una perdita di entità superiore ad una soglia di taratura	Interrompono automaticamente il flusso di gas se un danno provoca, a valle del dispositivo, una perdita di entità superiore ad una soglia di taratura	Individuano la elevata concentrazione di gas metano e producono un segnale di allarme	Sistema modulare costituito da una unità centrale di controllo, sensori, dispositivi di controllo e di allarme
Requisiti di installazione e manutenzione	Nessuno, in quanto già previste come parte dell'impianto	Installazione da parte di personale qualificato	Installazione da parte di personale qualificato. Devono essere dimensionate per uno specifico carico di lavoro dell'impianto e adeguate in caso di modifiche dell'impianto.	Installazione anche da parte dell'utente. Devono essere dimensionate per uno specifico carico di lavoro dell'apparecchio e adeguate in caso di modifiche dell'apparecchio.	Installazione anche da parte dell'utente.	Di solito installazione da parte di personale qualificato (se in associazione con dispositivi di intercettazione automatica)

**Recommended U.S.-Italy
collaborative guidelines for bracing
and anchoring nonstructural
components in Italian hospitals**



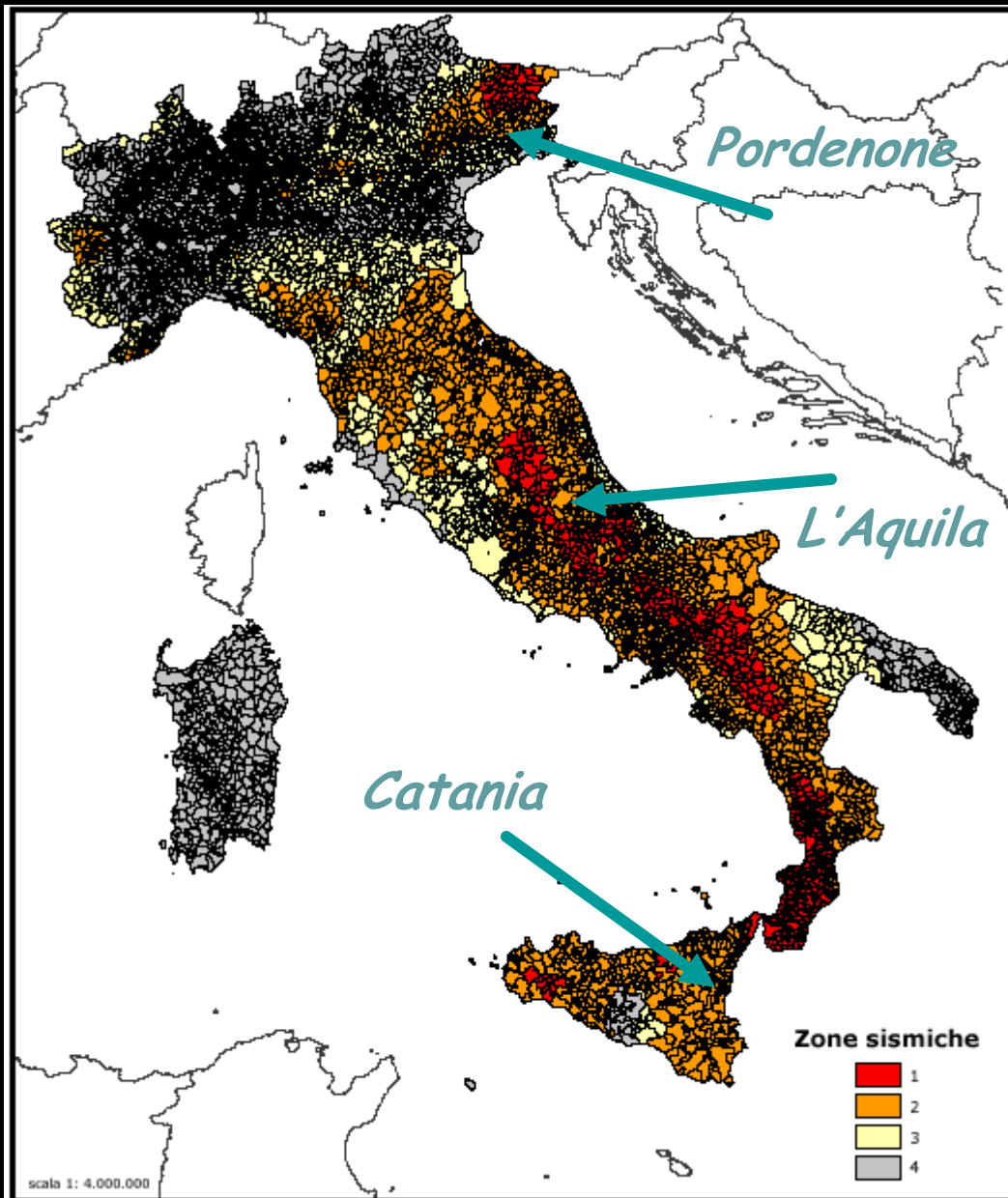
ATC Applied Technology Council

Funded by
National Seismic Survey of Italy

**Un contributo al
miglioramento delle
prestazioni sismiche
degli impianti**

**Sviluppato in collaborazione
con ATC, Regione Abruzzo,
Regione Siciliana, ASL di
Catania, Pordenone e
L'Aquila**

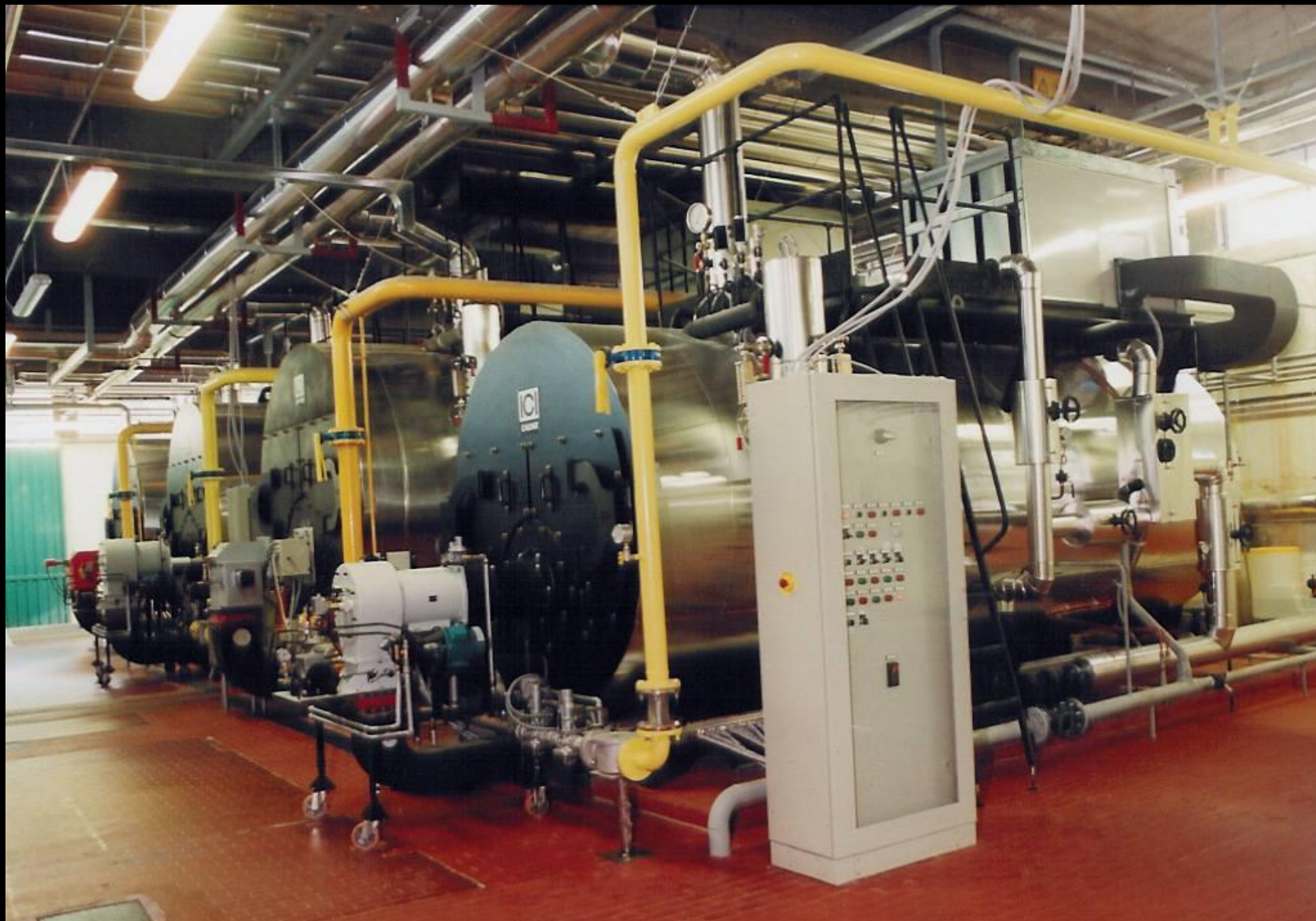
**Documento di riferimento per
un progetto del Min. Salute di
assistenza tecnica alle regioni
dell'Obiettivo 1 (FSE)**



**3 ospedali in Zona 2
(PGA = 0.25 g)**

municipality	previous zone	new zone	first zonation
L'Aquila	2	2	07/02/15
Pordenone	2	2	21/02/79
Catania	2	2	23/09/81

Pordenone – centrale termica



LA SITUAZIONE ATTUALE



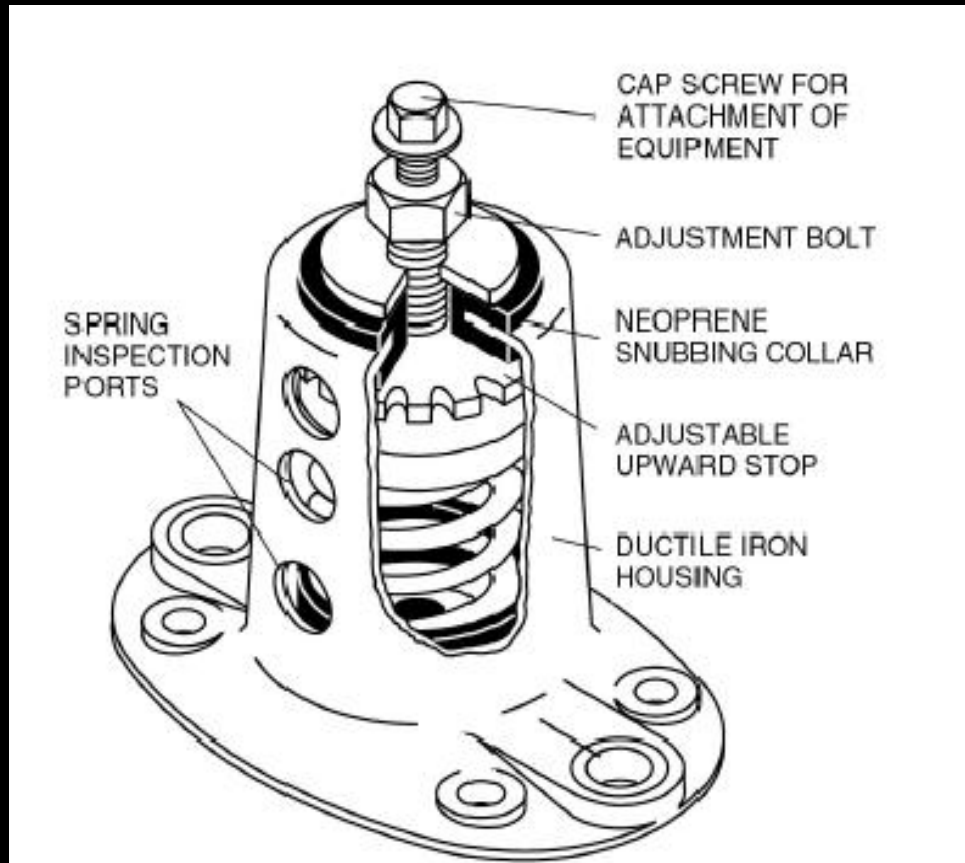
Il telaio di supporto dell'unità non è ancorato al solaio.
La vulnerabilità di tale componente aumenta a causa dell'uso di isolatori a molle verticali non vincolati con "snubbers".

LE CONSEGUENZE



Le molle degli isolatori, non vincolate per spostamenti laterali, si sono rotte e il componente si è spostato di 600 mm, rompendo le connessioni di servizio e danneggiandosi.

LE SOLUZIONI



Supporto metallico con molla interna capace di resistere alle forze sismiche agenti in tutte le direzioni.

ASCENSORI : LA SITUAZIONE ATTUALE



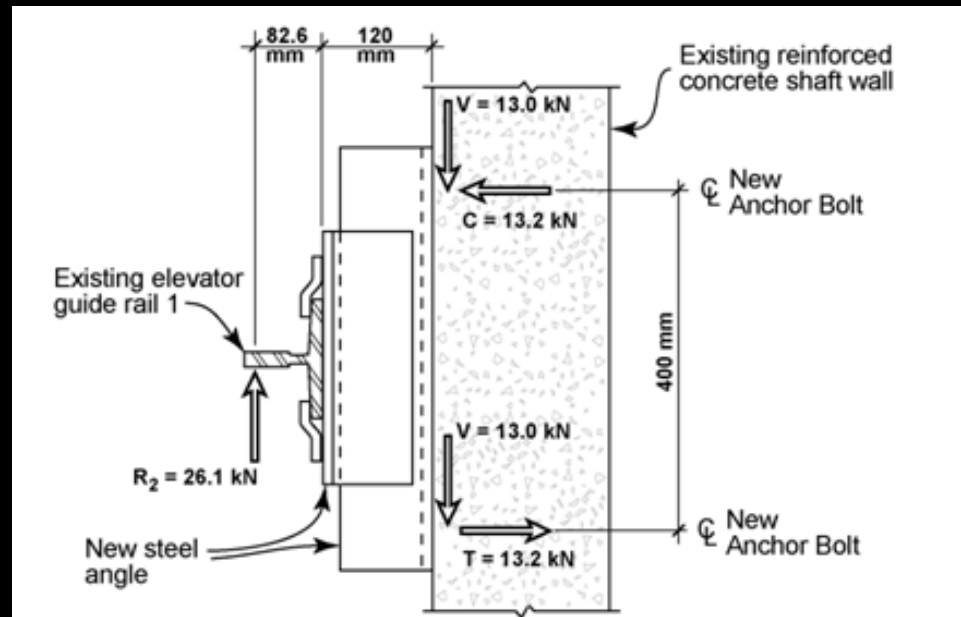
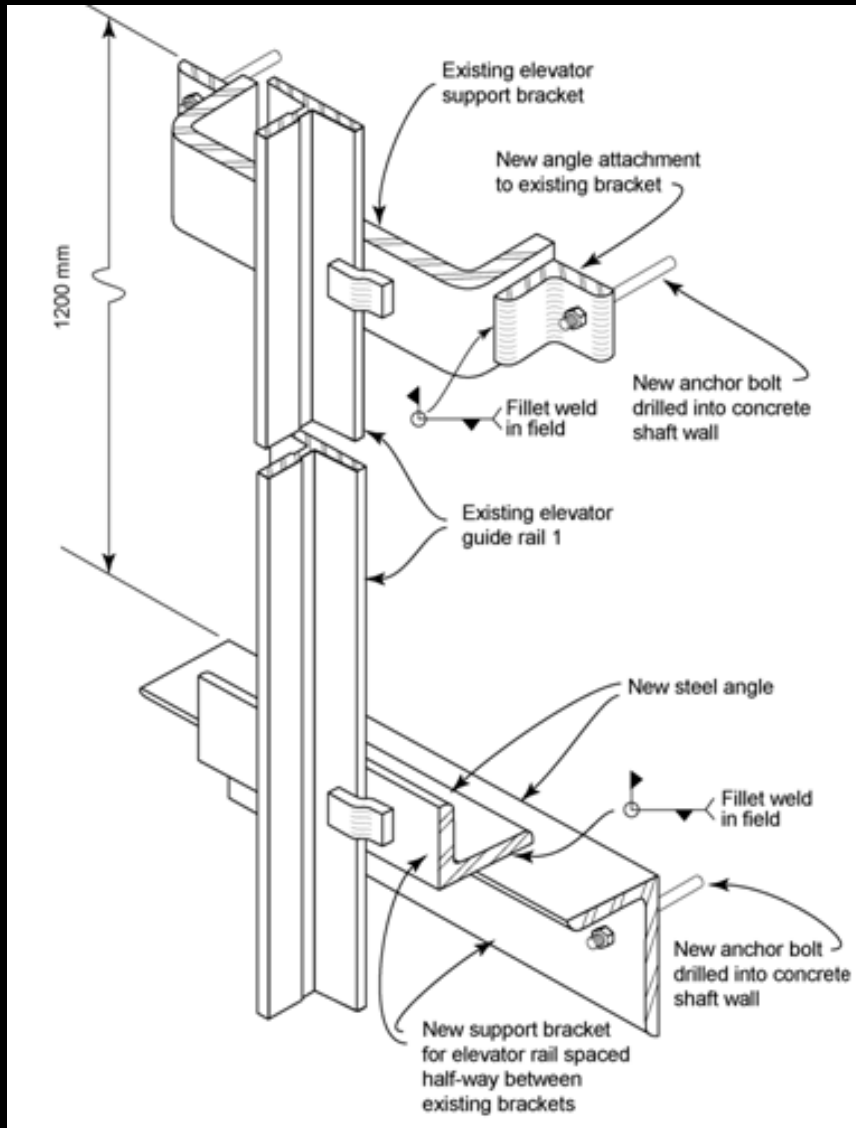
Le guide dei contrappesi non progettate per le forze sismiche potrebbero, nel corso del terremoto, deformarsi e permettere così ai contrappesi di deragliare. Generalmente le guide dell'ascensore sono più pesanti e resistenti di quelle dei contrappesi, ma possono anche non avere sufficiente resistenza e rigidità da resistere alle forze sismiche.

LE CONSEGUENZE

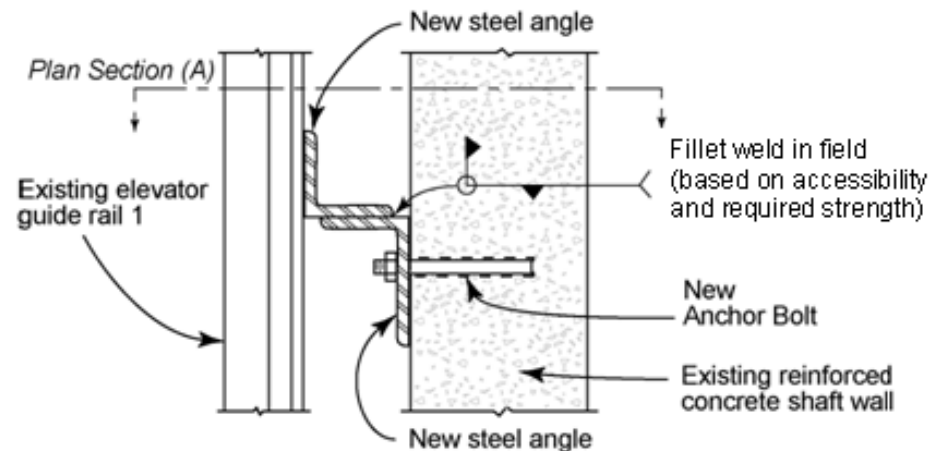


Il contrappeso è deragliato durante il terremoto e ha colpito la parte superiore della cabina.

LE SOLUZIONI



(A) Plan Section and Free-Body Diagram



(B) Vertical Section Through Support Bracket

LE SOLUZIONI

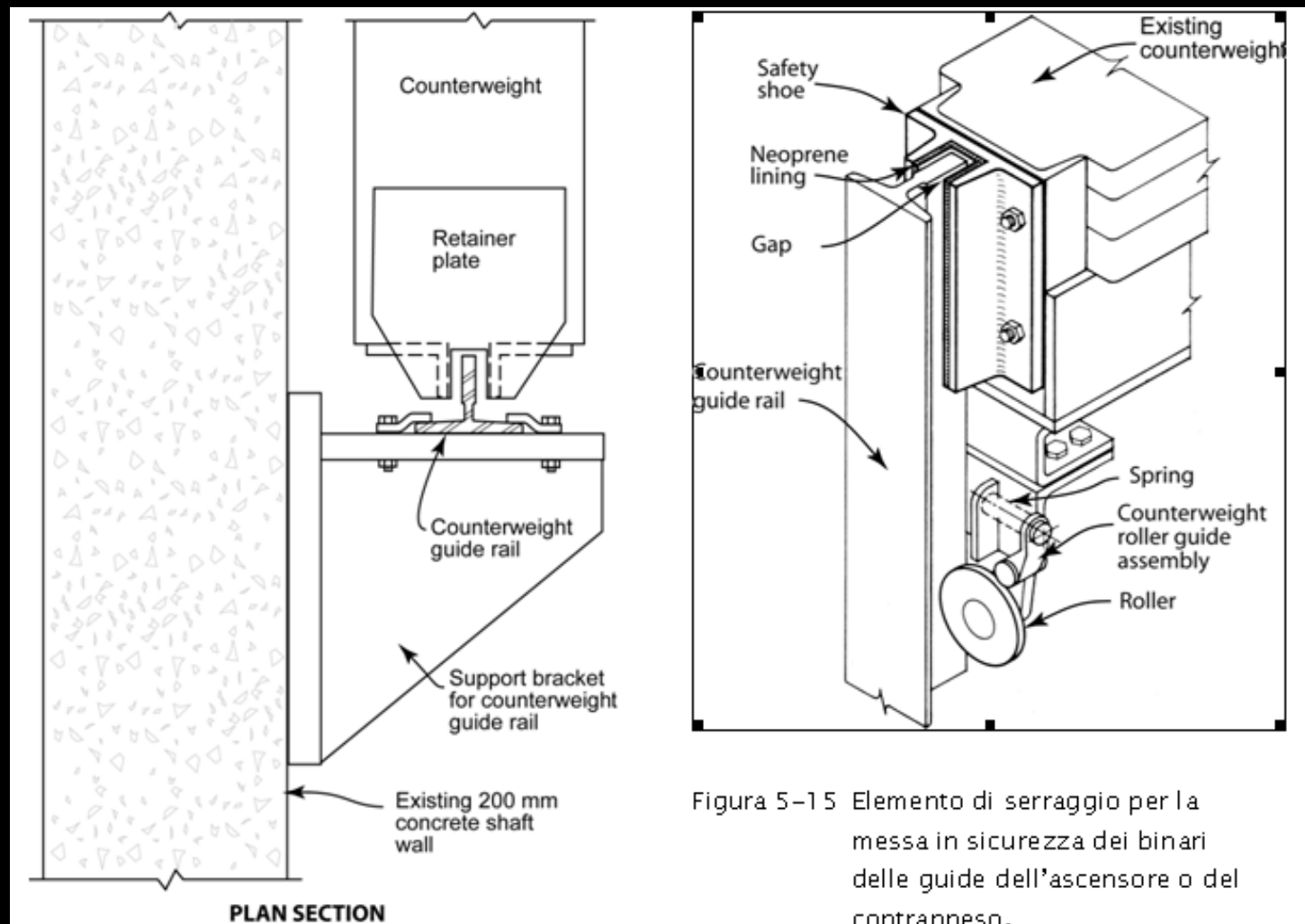
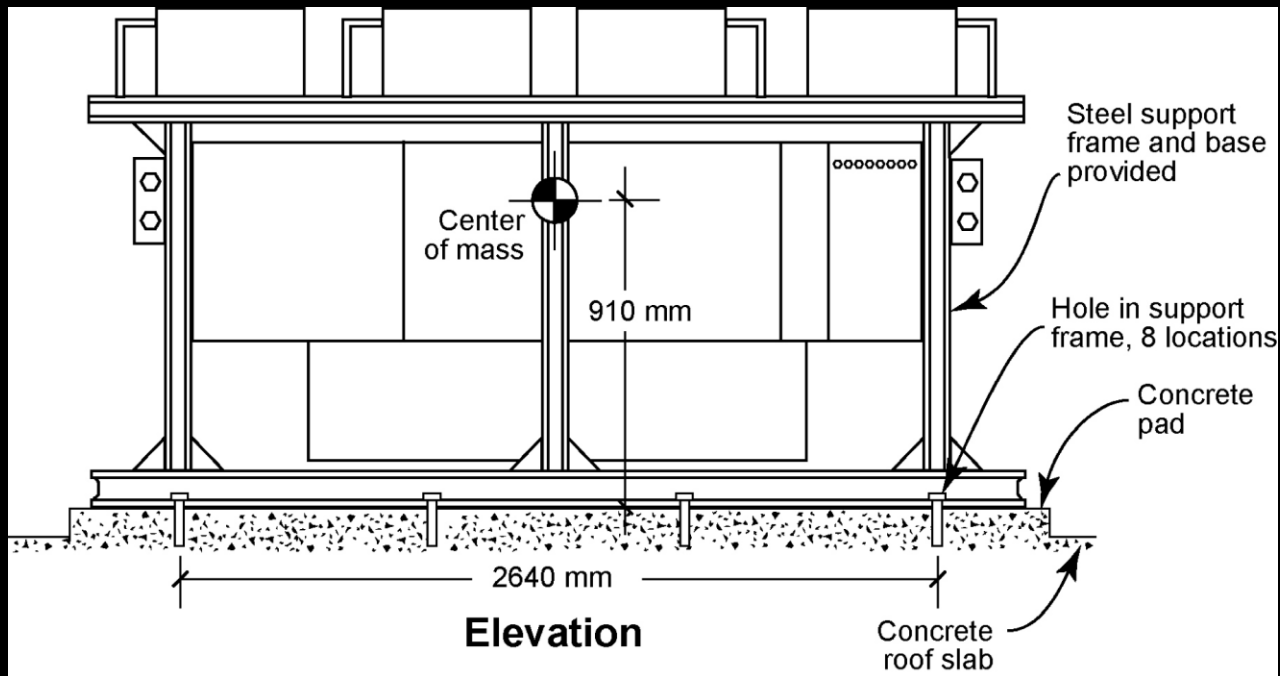


Figura 5-14 Tipica piastra di contenimento del contrappeso.

Figura 5-15 Elemento di serraggio per la messa in sicurezza dei binari delle guide dell'ascensore o del contrappeso.

Esempio di calcolo



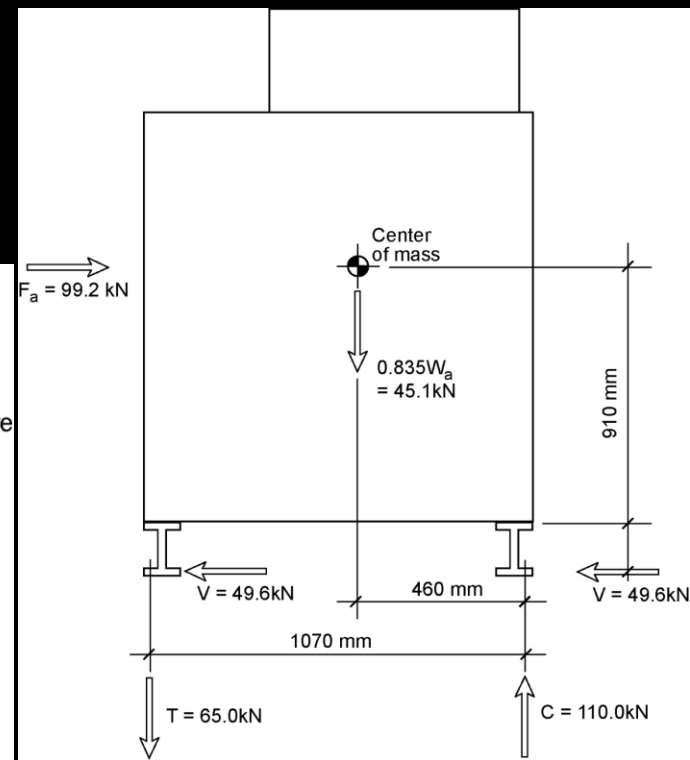
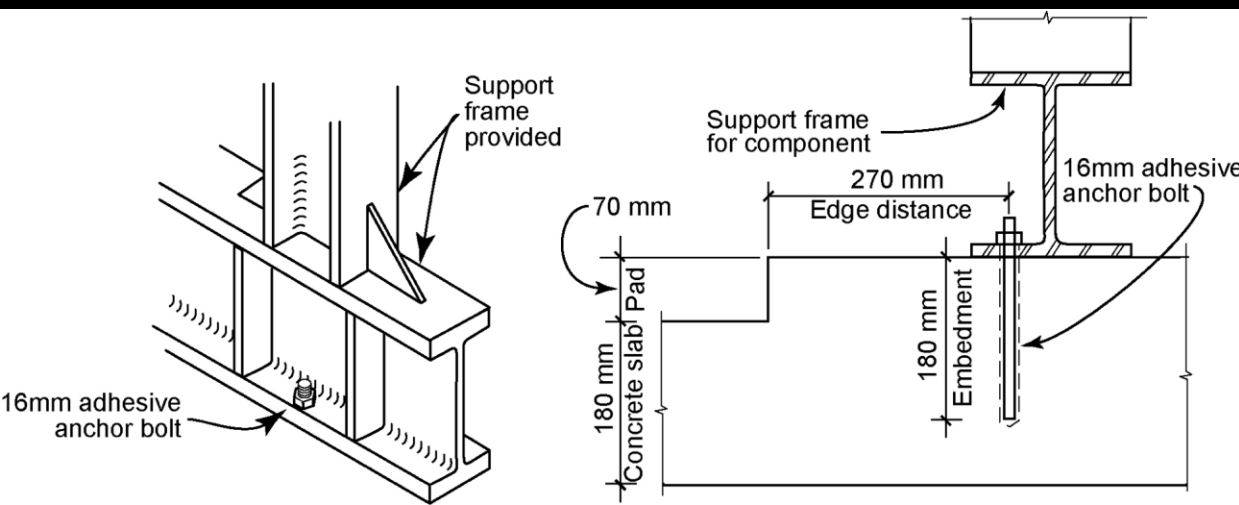
- Componente meccanico (raffreddatore), montato sul tetto dell'edificio
- Tipo di supporto ?
- Azione sismica ? → dipende dal sito, categoria di suolo e tipo di edificio (strategico)
- Fattore di duttilità del componente ?
- Periodo fondamentale della struttura T_1 ?
- Periodo del componente, T_a ?

Esempio di calcolo (cont.)

- Combinazioni di carico
- Calcolo dell'azione sismica
- Calcolo delle forze nei bulloni
- Verifica dei bulloni (trazione e taglio)
- Calcolo delle forze trasmesse al supporto
- Verifica del supporto

$$F_a = (S_a W_a) / q_a$$

$$S_a = \alpha \cdot S \cdot \left[\frac{3 \cdot (1 + Z/H)}{1 + (1 - T_s/T_1)^2} - 0,5 \right]$$



**Linee guida
sulle
vulnerabilità di
elementi non
strutturali ed
impianti**

**CANNA
FUMARIA**

Le canne fumarie realizzate in
-materiale diverso da quello della struttura muraria
-risposta sismica indipendente
-elementi di discontinuità nelle murature.

L'evento sismico può generare:

- Distacco**
- Ribaltamento**
- Espulsione**



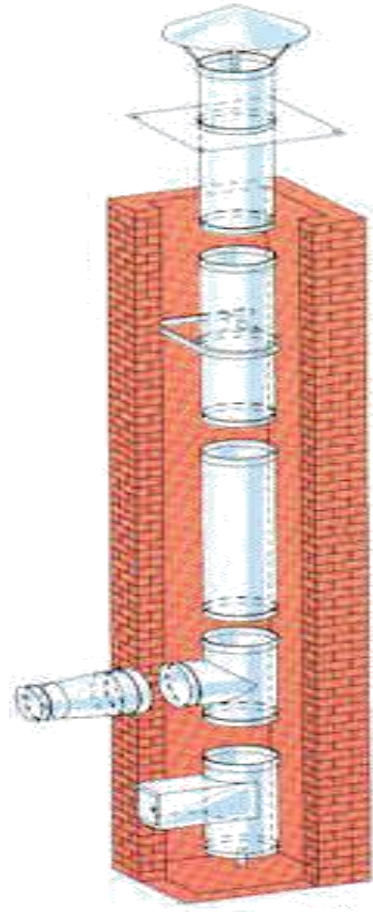
DANNO

Linee guida
sulle
vulnerabilità di
elementi non
strutturali ed
impianti

CANNA FUMARIA

INTERVENTO

- Solidale** la canna fumaria con il resto della struttura
- Intubamento con canne in acciaio**
- Ancoraggi meccanici**
- Diminuire il rischio di **espulsione** dei materiali
- Una **rete metallica flessibile** ancorata alle strutture confinanti



**Linee guida
sulle
vulnerabilità di
elementi non
strutturali ed
impianti**

COMIGNOLI

INTERVENTO

Evitare che l'elemento danneggiato **precipiti al suolo.**

In fase di **progetto**

-aumentare la superficie di appoggio.

Nei **manufatti esistenti** inserire

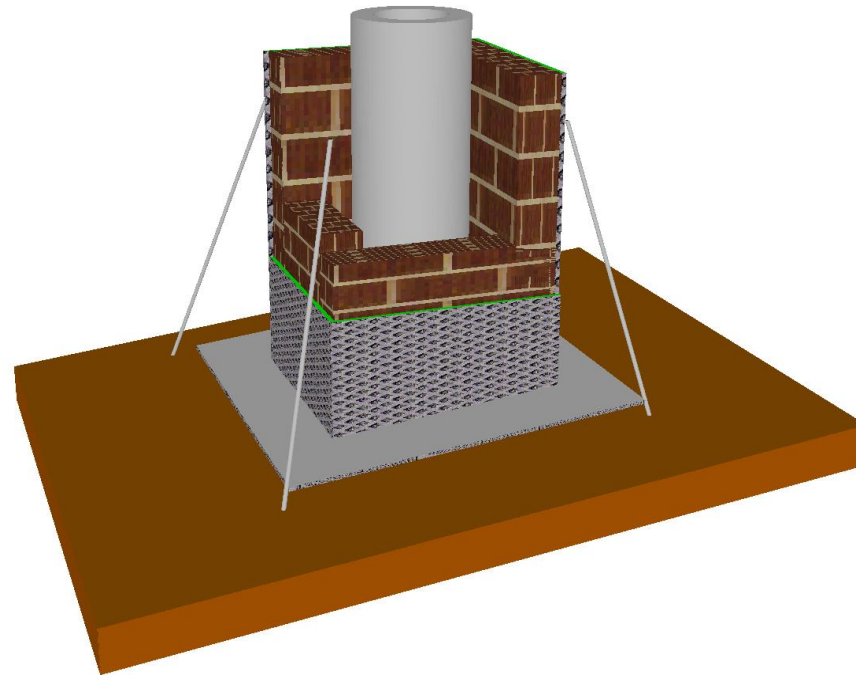
-canalizzazione in acciaio, su tutta la lunghezza

Per limitare ulteriormente il rischio di crollo

-incamiciare il comignolo

-rete metallica flessibile fino alla copertura

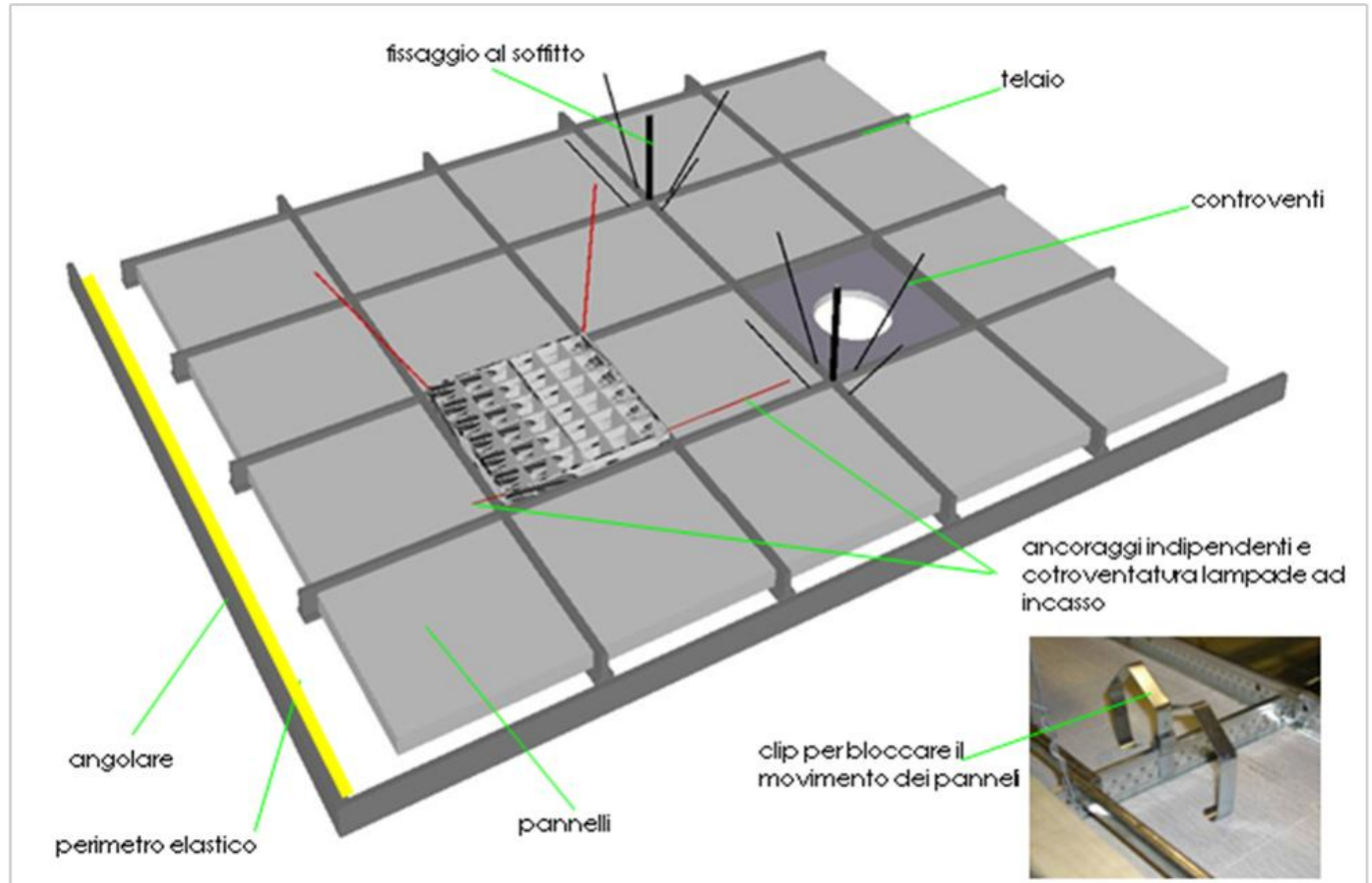
-controventi



Linee guida
sulle
vulnerabilità di
elementi non
strutturali ed
impianti

Ridurre il peso sul controsoffitto
Autoportanti le lampade da incasso
Limitando le strutture passanti attraverso il componente
Ridurre fenomeni di **martellamento**
Controventamento dei pendini

CONTROSOFFITTI



INTERVENTO

Linee guida
sulle
vulnerabilità di
elementi non
strutturali ed
impianti

Ridurre il **peso** dell'elemento

Aumentarne l'**elasticità**.

elementi in **polistirene**

Riducono il rischio di danni a persone e cose

CORNICIONI

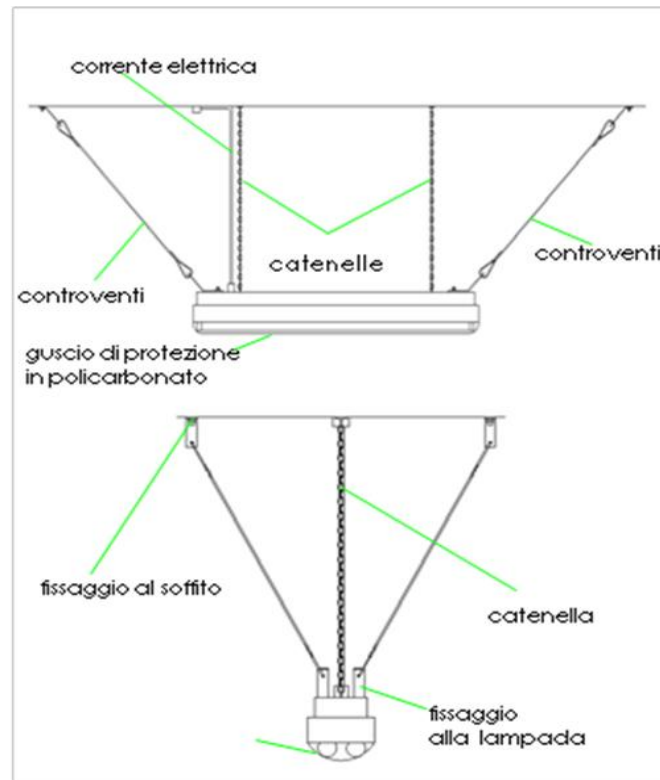


INTERVENTO

Linee guida
sulle
vulnerabilità di
elementi non
strutturali ed
impianti

Controventi dei pendini

Per i **neon** interposizione di **materiale dissipatore**



ILLUMINAZIONE

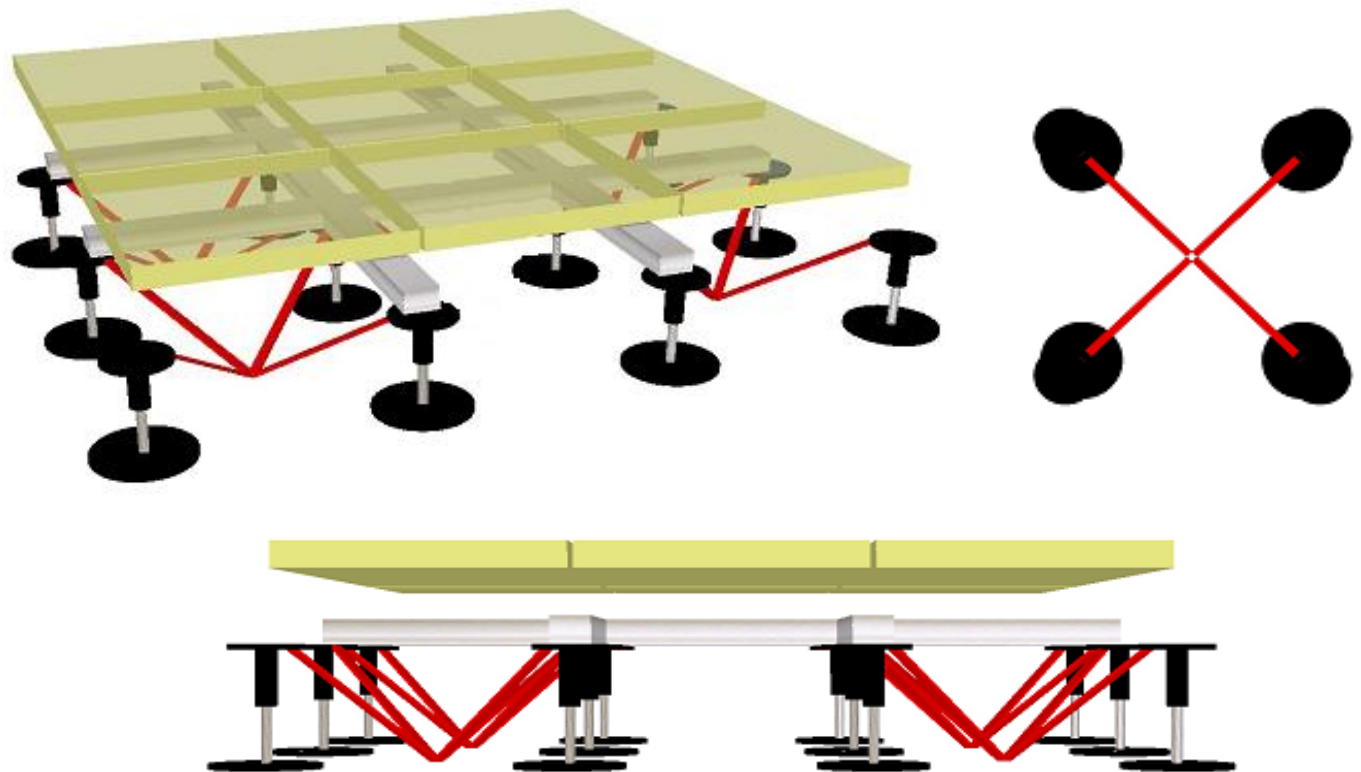
INTERVENTO

Linee guida
sulle
vulnerabilità di
elementi non
strutturali ed
impianti

PAVIMENTI
SOPRAELEVATI
MODULARI

INTERVENTO

Controventi dei supporti verticali



Linee guida
sulle
vulnerabilità di
elementi non
strutturali ed
impianti

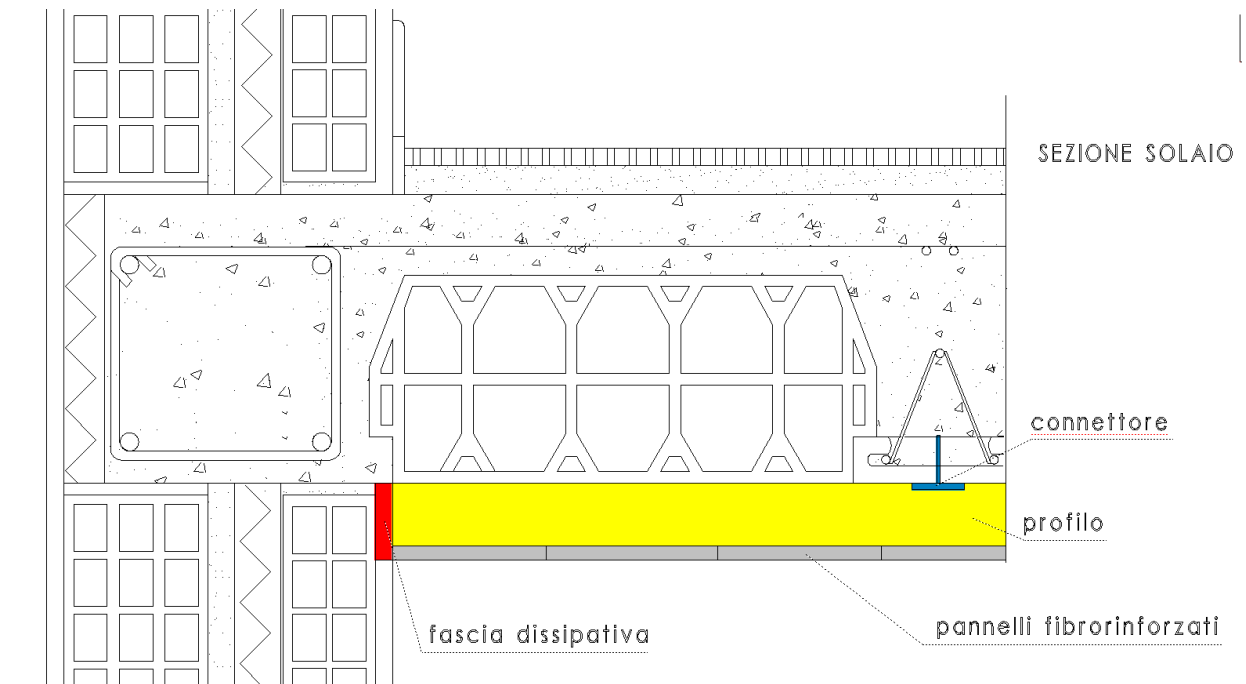
SOLAI
SOFFITTI

INTERVENTO

Verifica con **termografie** e battiture

Controsoffittatura con **lastre in gesso fibrorinforzate**, ancorate attraverso **profili zincati** ai travetti del solaio.

Evitare il fenomeno del martellamento, attorno al perimetro del controsoffitto, si dovrà inserire una **fascia in materiale sismo-dissipativo**.



Linee guida
sulle
vulnerabilità di
elementi non
strutturali ed
impianti

Diminuire il rischio

Distacco – Scivolamento - Caduta

Aumentare i **punti di ancoraggio** fissi
utilizzare i **dispositivi metallici di ancoraggio**
ferma coppo

Rompitratta ancorati alla struttura

TEGOLE



INTERVENTO

Linee guida
sulle
vulnerabilità di
elementi non
strutturali ed
impianti

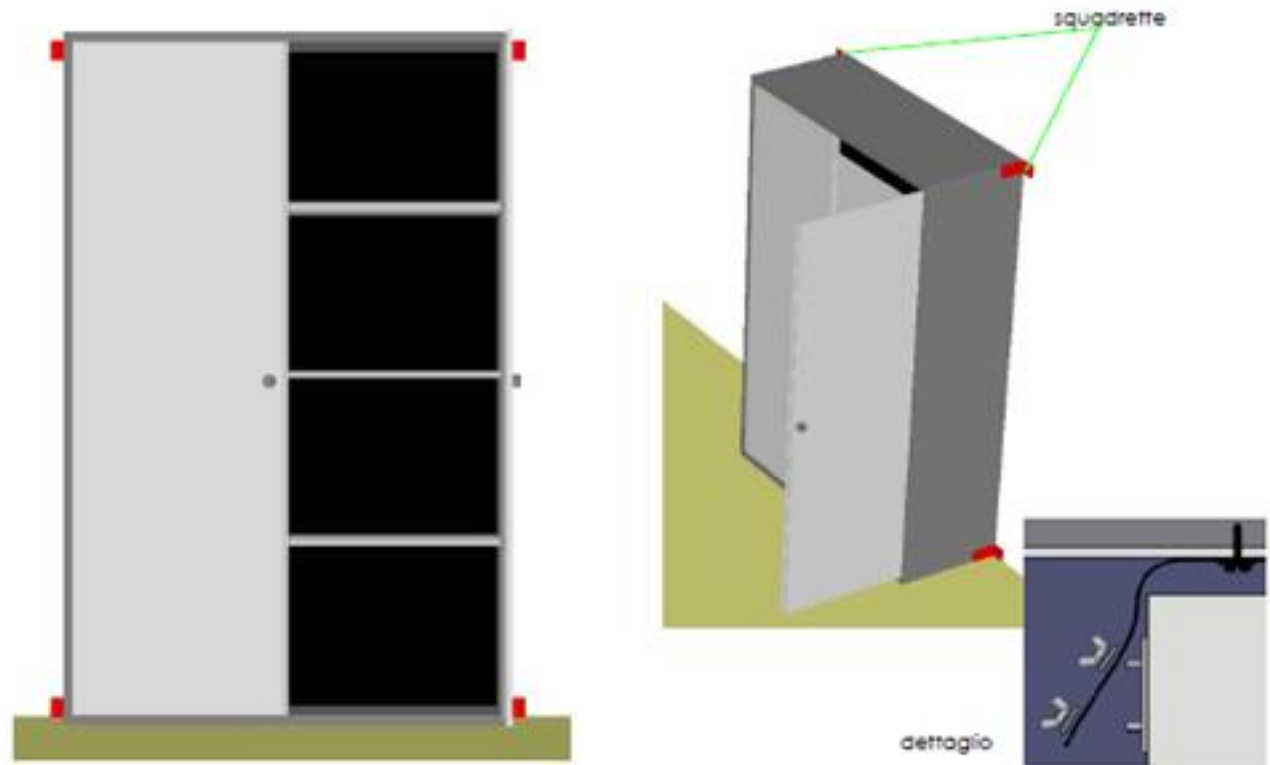
ARMADI
LIBRERIE
CONTENITORI

INTERVENTO

Posizionare delle **squadrette in metallo**

Fissate ai lati dell'armadio per evitare che si rovesci

Chiusura di sicurezza per le ante



Linee guida
sulle
vulnerabilità di
elementi non
strutturali ed
impianti

MONITOR E COMPUTER

INTERVENTO

MONITOR

Evitare il ribaltamento

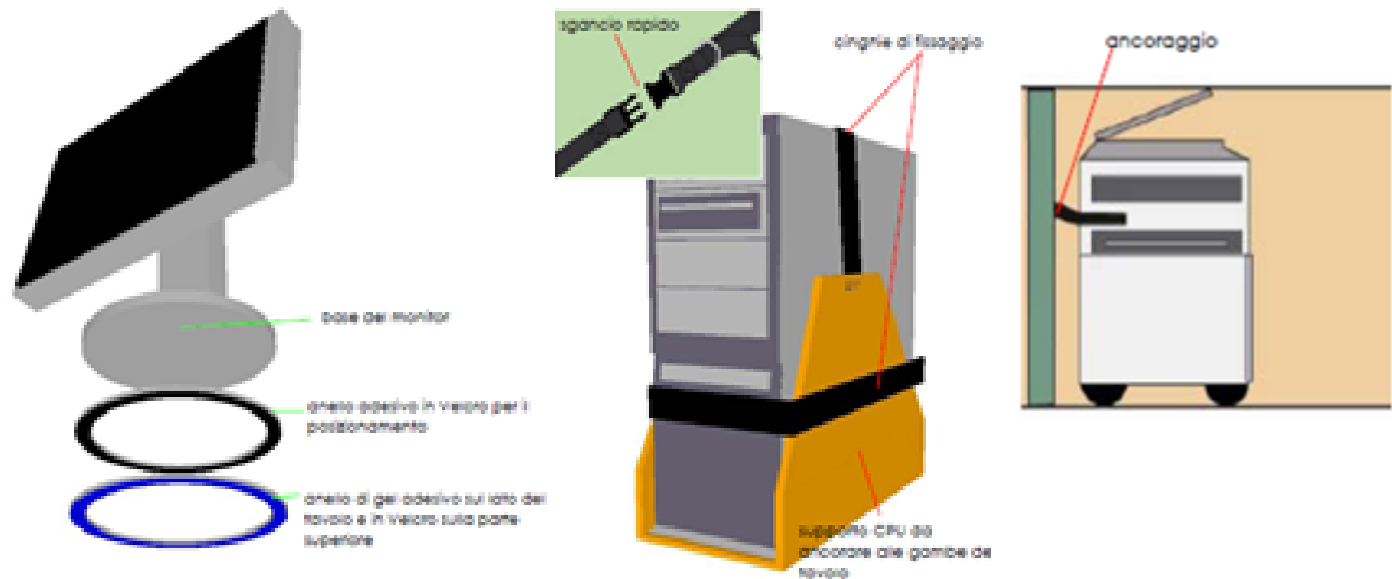
due anelli dello stesso diametro della base di appoggio della struttura:

il **primo** a diretto contatto con il tavolo, è fatto con un sottile strato di gel con una superficie in velcro, che andrà a combaciare con l'anello soprastante;

il **secondo** anello pure in velcro, verrà incollato alla base del monitor.

Questo sistema permette di **resistere a urti di una certa intensità** e rende possibile il **ricollocamento del monitor CPU**

impedire al case di rovesciarsi
cinghie a sgancio rapido



Linee guida
sulle
vulnerabilità di
elementi non
strutturali ed
impianti

SCAFFALATURE
COMMERCIALI

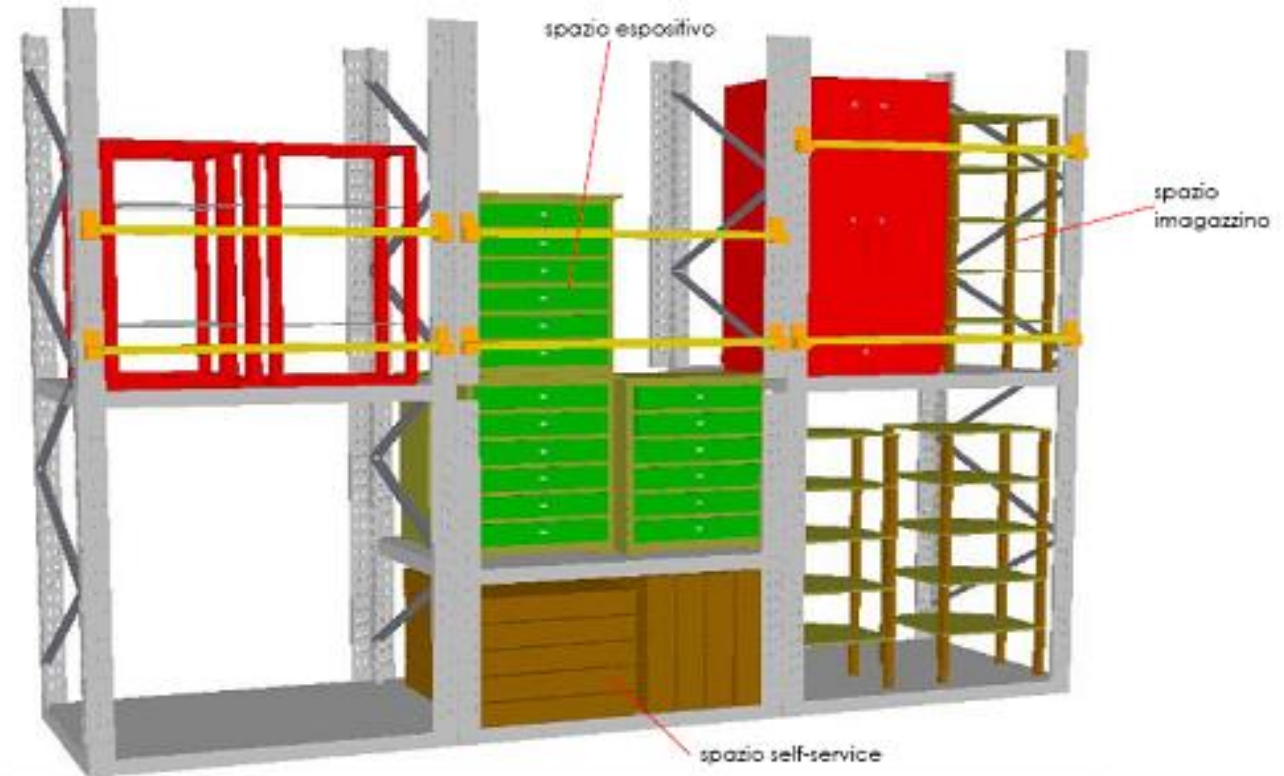
INTERVENTO

Ancorare l'elemento al pianale dello scaffale
Ridurre la possibilità che oggetti pesanti non fissabili o stoccati
nei ripiani in alto cadano al suolo.

Barre di contenimento riposizionabili

proteggere dalla caduta oggetti

La massima altezza di posizionamento della barra singola dal
ripiano è a $0,5 - 0,75 h$ dell'altezza del prodotto esposto.



Conclusioni generali

- **Conseguenze dei danni sismici agli elementi non strutturali:**
 - ferimento degli occupanti
 - Intralcio delle vie di fuga
 - fuori uso strutture strategiche
 - perdite economiche
- **E' possibile ridurre la vulnerabilità con interventi generalmente a basso costo**
- **Il rapporto costi/benefici è molto favorevole in termini di mitigazione del rischio**