

IMPIANTI ELETTRICI IN ESECUZIONE ANTISISMICA





Per. Ind. Gianfranco Magni

COLLEGIO DEI
PERITI INDUSTRIALI E DEI PERITI
INDUSTRIALI LAUREATI DI LECCO



**Tratterò brevemente di:
installazioni antisismiche
di
impianti elettrici
negli edifici.**

**(concettualmente vale anche per
altri tipi di impianti non elettrici)**



Gli impianti sono definiti dalla legge

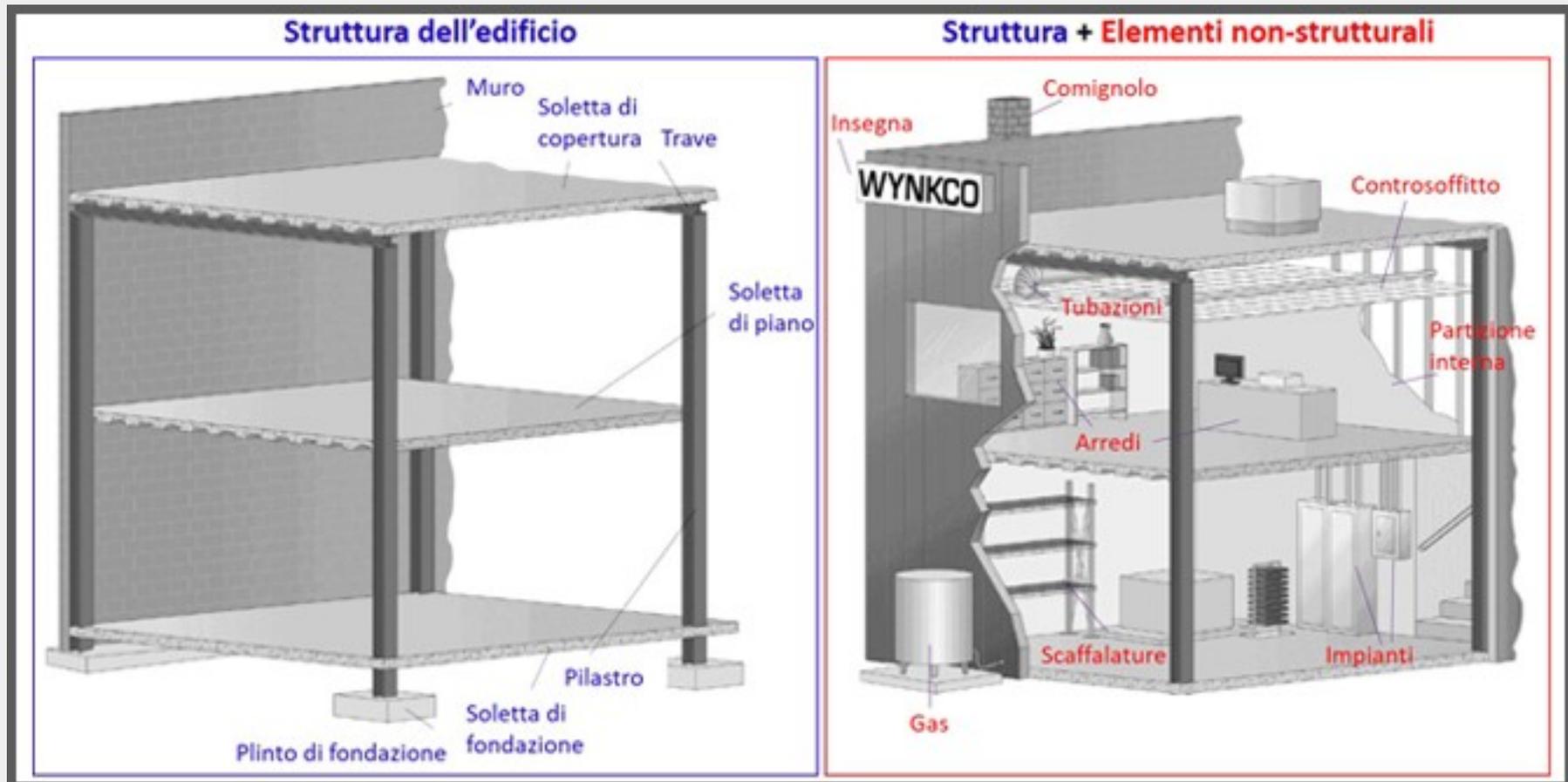
ELEMENTI NON STRUTTURALI

allo stesso modo come:

- Controsoffitti
- Tamponamenti
- Pareti mobili
- Arredi
- Ecc



Differenza fra elementi strutturali e non strutturali



La tematica antisismica è:

- Vasta;
- Ha l'obiettivo di mitigare gli effetti del terremoto;
- Spesso è una novità per molti operatori e per molti cittadini e amministratori.



L'Italia è un paese ad elevato rischio sismico, diviso in 4 zone.

La più elevata sismicità è in:

- Friuli;
- Mugello;
- Aquilano, Valle del Fucino;
- Irpinia;
- Calabria;
- Sicilia.



Quando ci sono terremoti, di solito ci vengono mostrate immagini come le seguenti.



Edificio scolastico



Abitazione



Edificio



Abitato



Abitato



Abitato



Edificio



Stati Limite edifici



Stato Limite di Operatività (Fully Operational) (Villa Sant'Angelo)

STATI
LIMITE



Stato Limite di Danno (Operational) (L'Aquila)



Stato Limite di salvaguardia della Vita (Life Safety) (L'Aquila)



Stato Limite di prevenzione del Collasso (Near Collapse) (Onna)

E di solito non vediamo immagini
come le seguenti di
edifici non crollati ma inutilizzabili.



Abitazione



Controsoffitto



Controsoffitto



Controsoffitto



Controsoffitto scuola



Controsoffitto



Controsoffitto



Soffitto e controsoffitto



Controsoffitto in caduta



Scaffalatura



Scaffalatura



Abitazione



Ufficio



Ribaltamento armadi/quadri



Tamponamento danneggiato



Tamponamento caduto



Aula scolastica



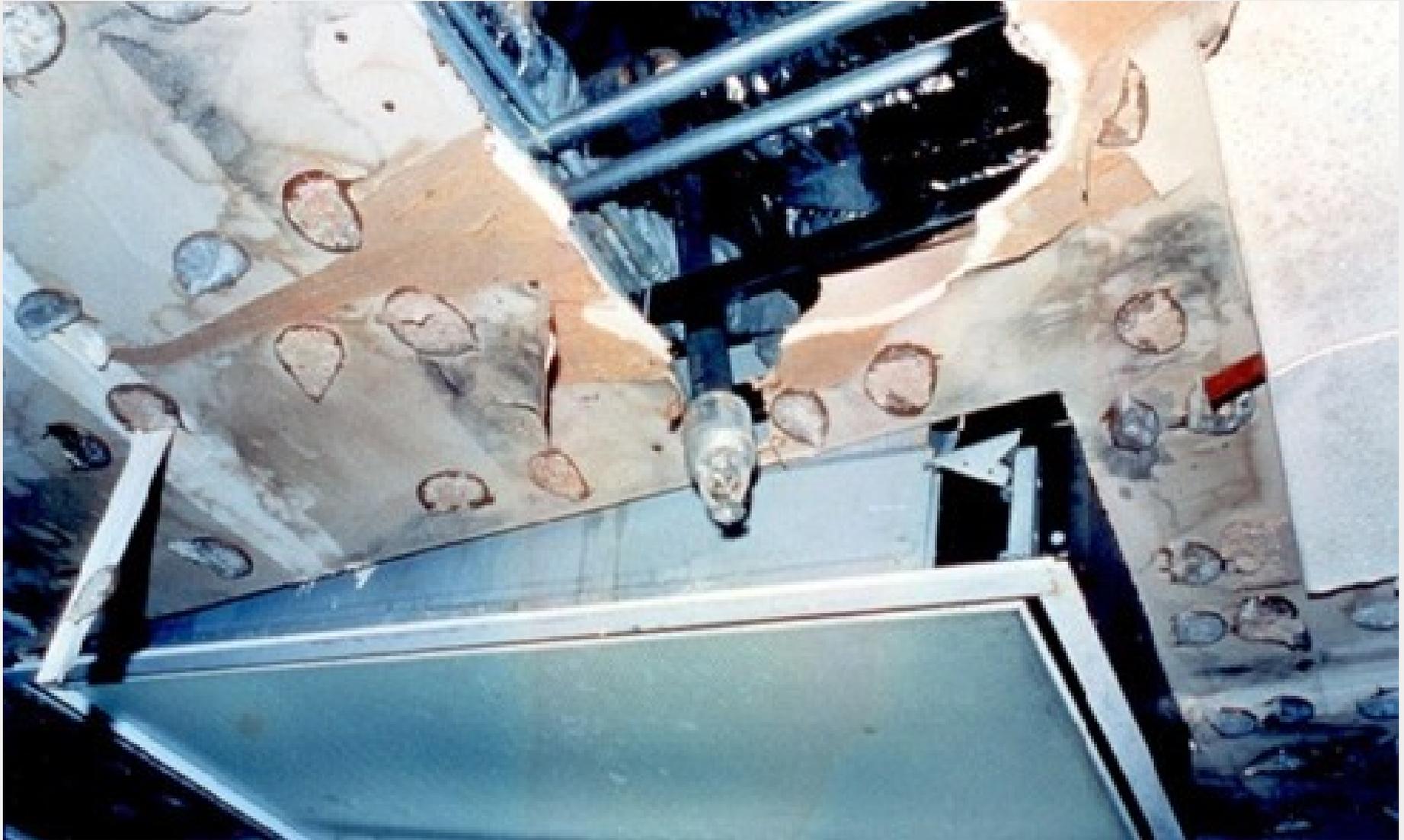
Edificio produttivo



Aula scolastica



Soffitto



Scaffalature/magazzino



Controsoffitto



Muratura/tamponamento



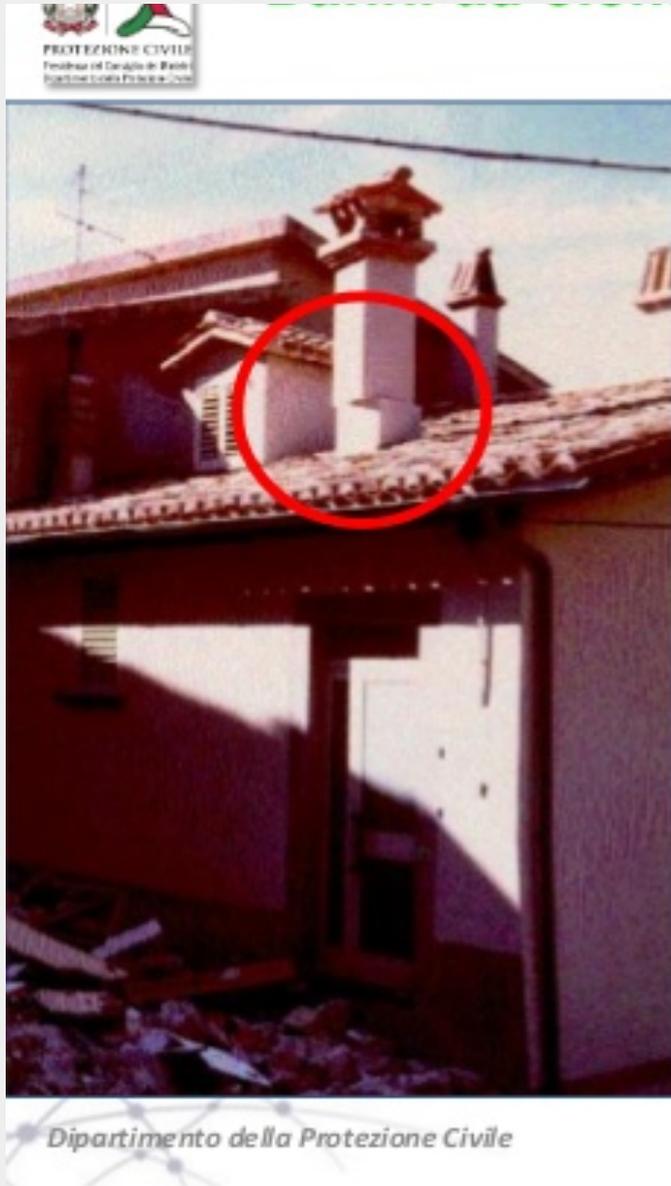
Muratura/tamponamento



Tamponamenti



Danni ad elementi non strutturali



Gli ambienti, gli edifici che hanno subito questi danni:

**non sono crollati
ma sono inutilizzabili**

Quindi ci si può trovare alloggiati per certo periodo di tempo anche in situazioni come le seguenti:



Sistemazione



Sistemazione



Sistemazione



Sistemazione



Sistemazione



Sistemazione



Sistemazione



Sistemazione tendopoli



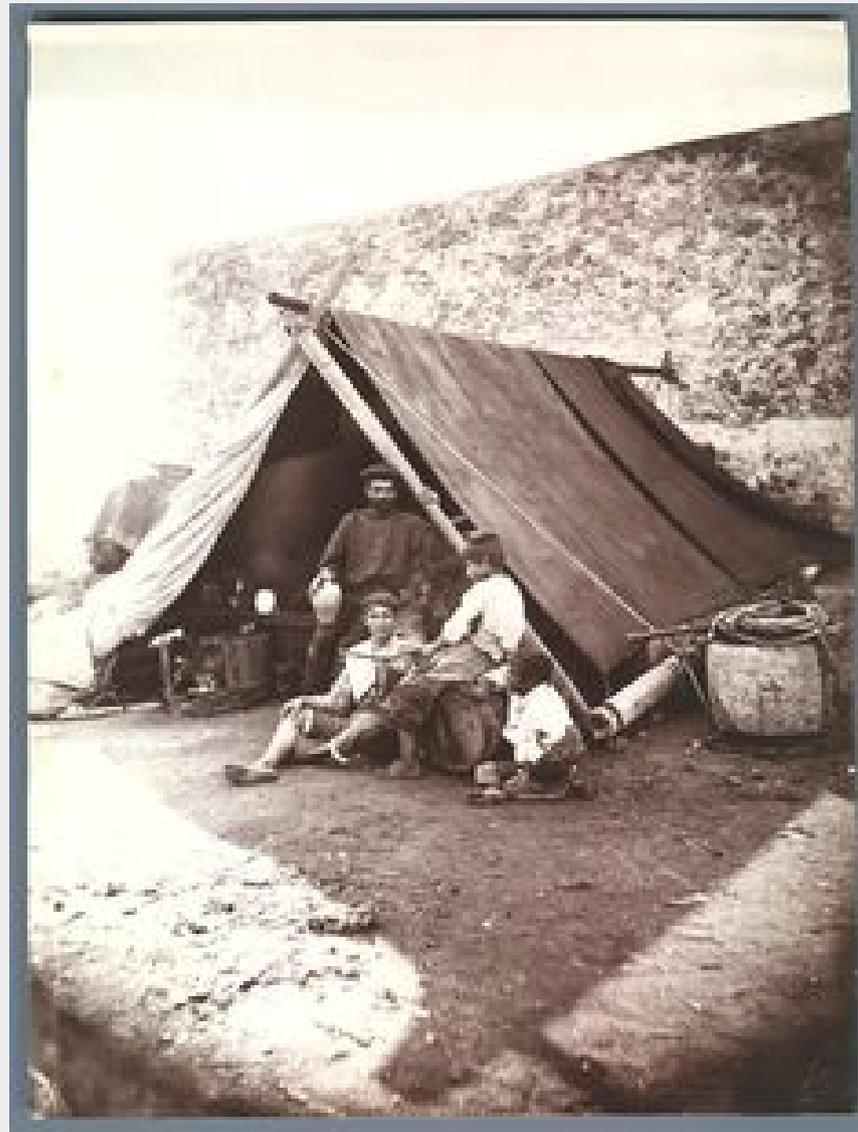
Sistemazione tendopoli



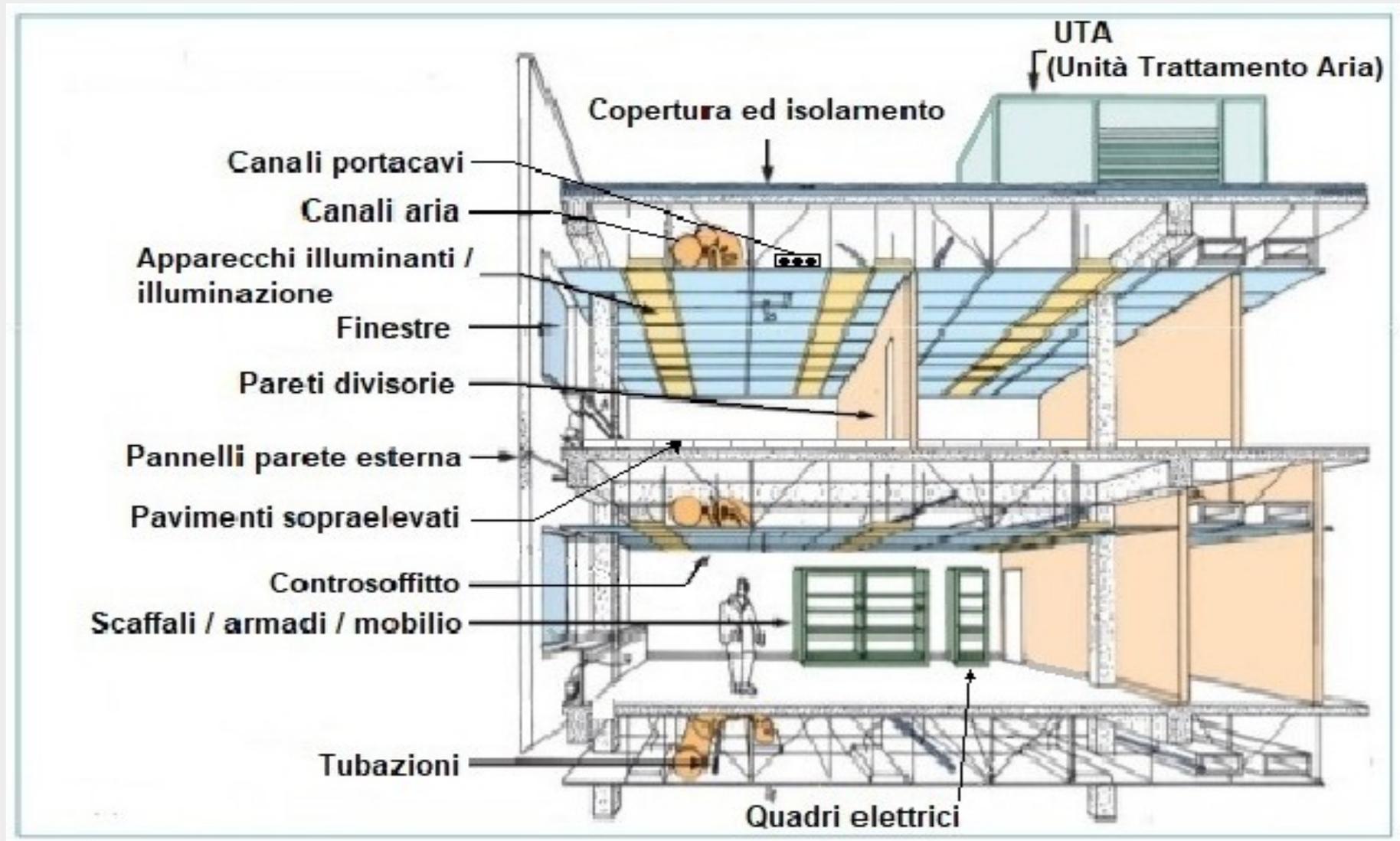
Sistemazione edificio pubblico



Sistemazione a Messina nel 1908



Schematica parti non strutturali



Gli impianti che si danneggiano a seguito dei terremoti oltre a danneggiare il manufatto ed i suoi occupanti possono fare danni per:

- Rottura di tubazioni gas
- Cortocircuiti impianti elettrici
- Rottura tubi acqua potabile
- Rottura tubazioni idranti
- Versamenti di liquidi, perdite di serbatoi, macchine.
- ecc.



Quindi rotture e/o crolli degli impianti, ovviamente possono provocare incendi, allagamenti, esplosioni, decessi, ferimenti alle persone ed animali, perdita di beni, ecc.

Insomma ingenti danni, e non ultimo, notevoli disagi personali e collettivi, per non poter utilizzare edifici una volta con servizi efficienti.



Esplosione a seguito di terremoto

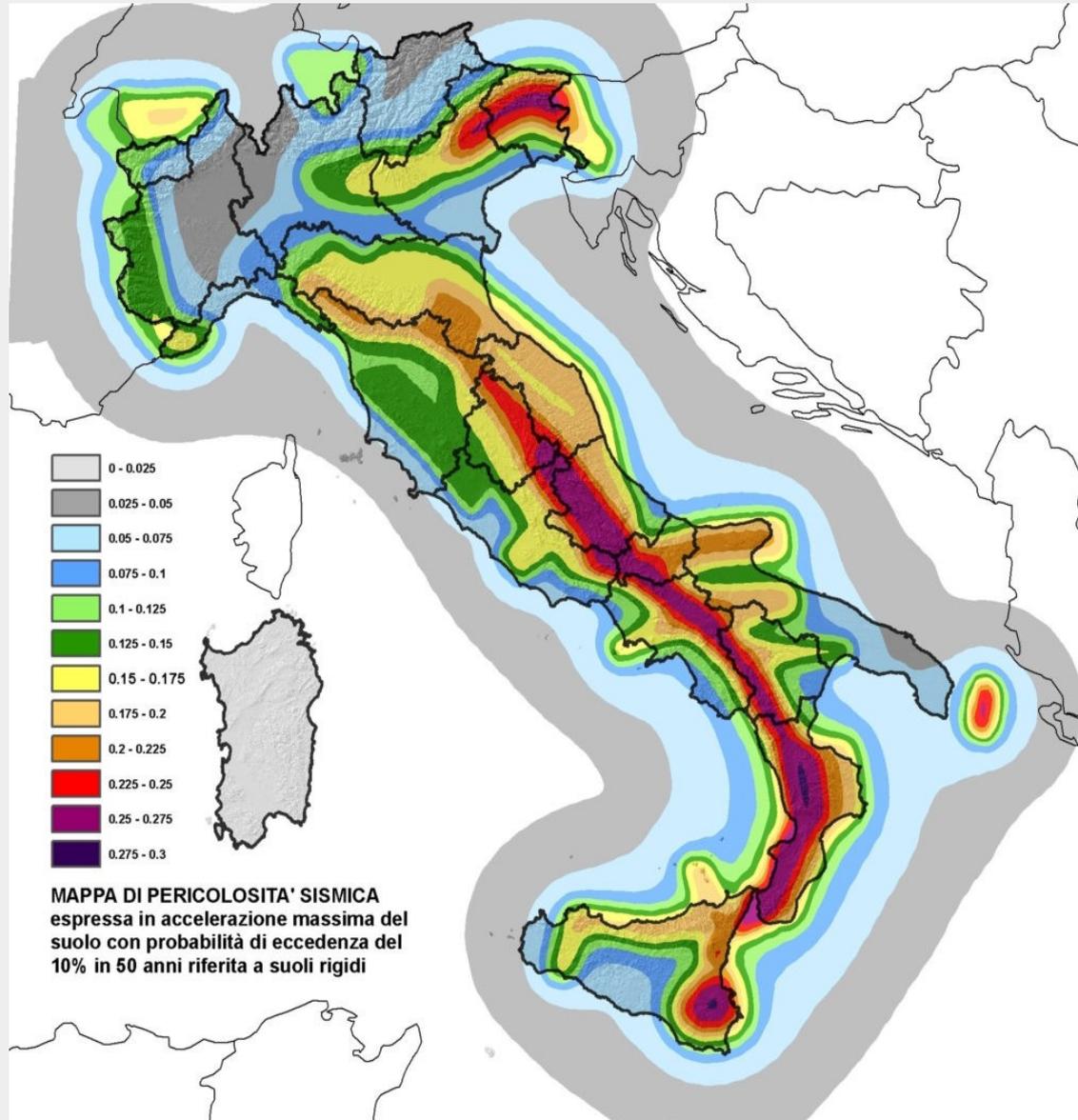


In Italia da anni specifiche leggi dettano come realizzare manufatti in grado di resistere/mitigare gli effetti del sisma.

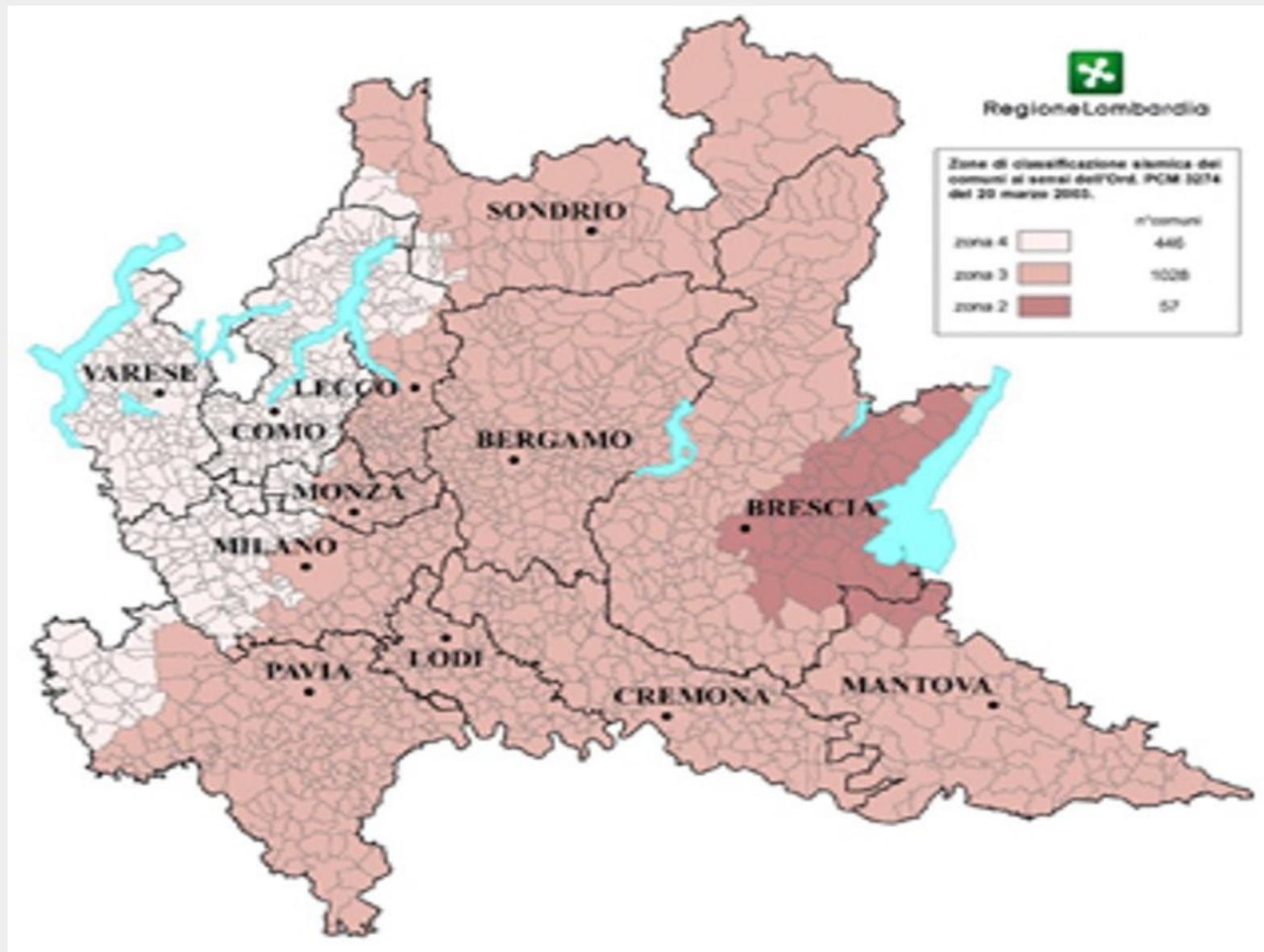
Lo scorso mese sono state emanate, le norme aggiornate.

Sono le le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC18) .

Zone sismiche nazionali



Zone sismiche in Lombardia



Danni e frequenza da sisma

Magnitudo	Descrizione	RICHTER	Effetti del terremoto	Frequenza
Meno di 2.0	Micro		Micro terremoti, non avvertiti. ^[4]	Circa 8000 al giorno
2.0-2.9	Molto		Generalmente non avvertito, ma registrato dai sismografi	Circa 1000 al giorno
3.0-3.9	leggero		Spesso avvertito, ma generalmente non causa danni	49000 all'anno
4.0-4.9	Leggero		Oscillazioni evidenti per gli oggetti interni; i danni strutturali agli edifici sono rari.	6200 all'anno
5.0-5.9	Moderato		Può causare gravi danni strutturali agli edifici costruiti male in zone circoscritte. Danni minori agli edifici costruiti con moderni criteri antisismici.	800 all'anno
6.0-6.9	Forte		Può avere un raggio di azione di 160 chilometri dove può essere distruttivo se la zona è densamente popolata.	120 all'anno
7.0-7.9	Molto forte		Può causare gravi danni su zone estese.	18 all'anno
8.0-8.9			Può causare fortissimi danni in un raggio di azione di parecchie centinaia di chilometri	1 all'anno
9.0-9.9	Fortissimo		Può causare devastazioni in un raggio di azione di parecchie migliaia di chilometri	1 ogni 20 anni
10.0+	Enorme		Devastazione totale; il raggio di azione può essere molto esteso.	Estremamente raro (mai registrato)

Cosa prescrivono le NTC?

Progettare e costruire
edifici che possono resistere ad una
possibile azione sismica,
anche se l'evento è da considerare
remoto
o può portare danni poco rilevanti.

Progettisti e costruttori
devono analizzare non solo l'aspetto strutturale e statico dell'edificio, ma anche considerare tutti gli elementi non strutturali ed in particolare gli elementi impianti. I fabbricati dopo il sisma devono essere utilizzabili.

Edifici senza impianti funzionanti, difficilmente sono utilizzabili.

La tecnica oggi consente di realizzare edifici in grado di resistere all'azione sismica senza collassare. Infatti è importante proteggere **gli occupanti nel suo interno**, non solo l'edificio. Ridurre danni a persone e cose è conseguente solo a **progettare e installare impianti resistenti al sisma**



Le leggi richiedono che tutti gli edifici rilevanti per la sicurezza pubblica e/o delle persone come **industrie, ospedali, centri commerciali, alberghi, scuole, ecc**, rispettino tutte le disposizioni date. Nel dopo sisma detti edifici sono **troppo spesso inutilizzabili** per i danni subiti dagli impianti e dagli altri elementi non strutturali e statici del fabbricato.



Durante e subito dopo i primi eventi
sismici
ospedali, strutture VVF e pubbliche,
Protezione Civile, Prefetture, centrali
telefoniche ed energia, ecc.,
devono essere in grado, di dare
assistenza ai feriti, di gestire soccorsi e
emergenze in tutti i sensi.



Ma anche gli altri edifici, come:

- abitazioni;
- uffici;
- edifici produttivi;
- edifici commerciali;
- sportivi.

devono poter continuare a funzionare anche dopo il sisma.

L'assenza di servizi telefonici e la fornitura di energia elettrica, sappiamo tutti che nei recenti eventi sismici italiani hanno dato non pochi problemi per mancanza servizi per conforto, comunicazioni, organizzazione, assistenza, ecc.



Gli elementi non strutturali che sostengono impianti, devono resistere alle azioni sismiche.

Impianti ed elementi non strutturali progettati solo staticamente non sono in grado di sostenere le sollecitazioni prodotte dal terremoto.



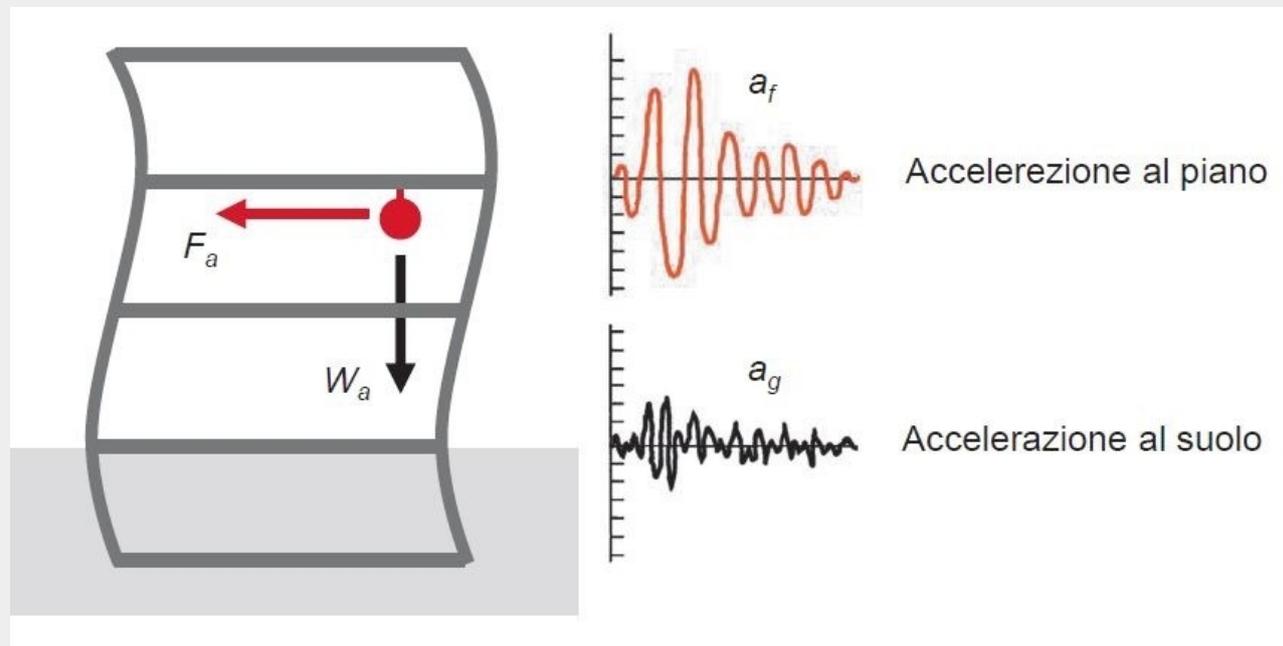
Dinamica del sisma

Gli impianti durante il sisma sono investiti da forze verticali e orizzontali longitudinali e trasversali.

In linea generale la accelerazione delle onde verticali è inferiore a quelle delle onde orizzontali, e queste ultime danno origine ai danni tipici di impianti e apparati all'interno degli edifici.



Le forze orizzontali aumentano crescendo l'altezza dell'edificio.
Le accelerazioni del pavimento dei piani superiori, possono essere anche 2 volte quelle al suolo.



Quindi i danni causati da un terremoto sugli elementi non strutturali, possono essere decisamente elevati e possono lesionare le persone.

Detti danni, compromettono in particolare la utilizzabilità dell'edificio, e devono essere verificati insieme alla struttura, per l'azione sismica e per gli stati limite considerati.



Rendere sicure e stabili le
installazioni impiantistiche è

facilmente fattibile e poco costoso

se fatto da una professionale
progettazione e realizzazione,
applicando sin dall'inizio adeguati
concetti/accorgimenti.



Per evitare di vivere nelle condizioni che abbiamo visto, si devono avere e vivere in edifici con impianti in esecuzione antisismica



Le disposizioni di legge danno le indicazioni necessarie per progettare, realizzare e verificare sistemi di mitigazione causati dal sisma sugli elementi non strutturali.

Protezione Civile e VVF
hanno pubblicato le

***LINEE GUIDA DI RIFERIMENTO
PER LA RIDUZIONE DELLA
VULNERABILITA' SISMICA***



NTC18 §7.2.4. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI

Il presente paragrafo fornisce indicazioni utili per la progettazione e l'installazione antisismica degli impianti, intesi come insieme di: impianto vero e proprio, dispositivi di alimentazione dell'impianto, collegamenti tra gli impianti e la struttura principale.

A meno di contrarie indicazioni della legislazione nazionale di riferimento, della progettazione antisismica degli impianti è responsabile il produttore, della progettazione antisismica, degli elementi di alimentazione e collegamento è responsabile l'installatore, della progettazione antisismica degli orizzontamenti, delle tamponature e dei tramezzi a cui si ancorano gli impianti è responsabile il progettista strutturale.



La capacità dei diversi elementi funzionali costituenti l'impianto, compresi gli elementi strutturali che li sostengono e collegano, tra loro e alla struttura principale, deve essere maggiore della domanda sismica corrispondente a ciascuno degli stati limite da considerare (v. § 7.3.6). È compito del progettista della struttura individuare la domanda, mentre è compito del fornitore e/o dell'installatore fornire impianti e sistemi di collegamento di capacità adeguata.



NTC18 §7.3.6.1

VERIFICHE DI RIGIDEZZA (RIG)

La condizione in termini di rigidezza sulla struttura si ritiene soddisfatta qualora la conseguente deformazione degli elementi strutturali non produca sugli elementi non strutturali danni tali da rendere la costruzione temporaneamente inagibile

NTC18 §7.3.6.2

VERIFICHE DI FUNZIONAMENTO (FUN)

Per gli impianti, si deve verificare che gli spostamenti strutturali o le accelerazioni (a seconda che gli impianti siano più vulnerabili all'effetto dei primi o delle seconde) prodotti dalle azioni relative allo SL e alla CU considerati non siano tali da produrre interruzioni d'uso degli impianti stessi.

NTC18 §7.3.6.3

VERIFICHE DI STABILITÀ (STA)

Per ciascuno degli impianti principali, i diversi elementi funzionali costituenti l'impianto, compresi gli elementi strutturali che li sostengono e collegano, tra loro e alla struttura principale, devono avere capacità sufficiente a sostenere la domanda corrispondente allo SL e alla CU considerati.

Catena della sicurezza sismica



Tutte le installazioni devono avere
una puntuale progettazione
che coinvolge tutte le figure che con-
corrono a realizzare l'opera.
Le modalità di installazione dipendono
dalle caratteristiche e dalla posizione
del componente.
Installazioni semplici, possono adotta-
re soluzioni standard
disponibili sul mercato

Per la progettazione del manufatto resistente al sisma e degli ancoraggi degli impianti deve essere calcolata
la **Fa**

forza orizzontale agente su un determinato elemento anche impiantistico, definita come previsto che tiene conto sostanzialmente di peso del manufatto, fattore di struttura e posizione del componente.



Di seguito un esempio delle diverse forze in gioco, per lo stesso componente installato in diverse zone d'Italia, e calcolate secondo la normativa.



Fa per peso e posizione manufatto

Manufatto	Peso in ton	Altezza in m dal terreno della installazione	Massa in kg in caso di terremoto nel luogo specificato	Massa in kg in caso di terremoto a Reggio Calabria
Gruppo frigo 550 kW	6,34	16	VERONA 663	4.832
Generatore calore	13,00	1	TREVISO 5.886	7.308
UTA unità trattamento aria	3,27	8	RIMINI 1.565	1.903
Serbatoio	2,28	2	BARI 964	965
Quadro elettrico/scaffale a muro	0,35	2	MILANO 100	225
Centrali dati, telefoni	0,35	12	SASSARI 129	320
Tubazioni, canali orizzontali (fra 2 sospensioni)	0,21	28	CAMPOBASSO 115	124
Trasformatore elettrico	5,17	2	BOLOGNA 1.498	1.991



Per il calcolo sono necessari **peso e posizione** di installazioni come:

- Unità di trattamento aria;
- Trasformatori;
- Gruppi elettrogeni;
- Pompe, autoclavi;
- Apparecchi illuminanti;
- Illuminazione di emergenza;
- Canali aria;
- Condizionatori pensili;



- Areotermi;
- Canali portacavi;
- Caldaie, camini;
- Gruppi frigoriferi;
- Impianti antincendio, allarme;
- Tubazioni idriche, gas, ecc.;
- Impianti telefonici, dati, ecc.;
- Quadri elettrici;
- Impianti segnalazione, display, monitor;



- Impianti di distribuzione e stoccaggio gas combustibili (anche dotati di dispositivi di intercettazione antisismica per eccesso flusso);
- Attraversamento di giunti antisismici interni al fabbricato;
- Tubazioni trasporto fluidi;
- Condotti aeraulici;
- Distribuzione gas medicali;
- Batterie accumulatori;
- Pannelli fotovoltaici;



- Stazioni batterie;
- Stazioni di pompaggio;
- Condizionatori da canali;
- Trasformatori di potenza;
- Armadi a pavimento flottante;
- Termostrisce radianti;
- Centrali telefoniche, dati, ecc
- Ecc.



- In sede di progettazione/esecuzione si deve prestare particolare attenzione a:
- Ancoraggi degli impianti alle strutture;
 - Passaggi di tubi o cavi fra strutture;
 - Danni strutture da martellamento
 - Imp. rilevamento/segnalazione acustica e/o luminosa
 - Imp. illuminaz. emergenza,
 - Gruppo elettr, ascensore antincendio;
 - Imp. liquidi e gas pericolosi;
 - Imp. antincendio, idrico, sprinkler



Durante il sisma gli ancoraggi sono:a:

- sottoposti a azioni di taglio;
- sottoposti a azioni di flessione o rottura del manufatto edile a cui è ancorato l'impianto

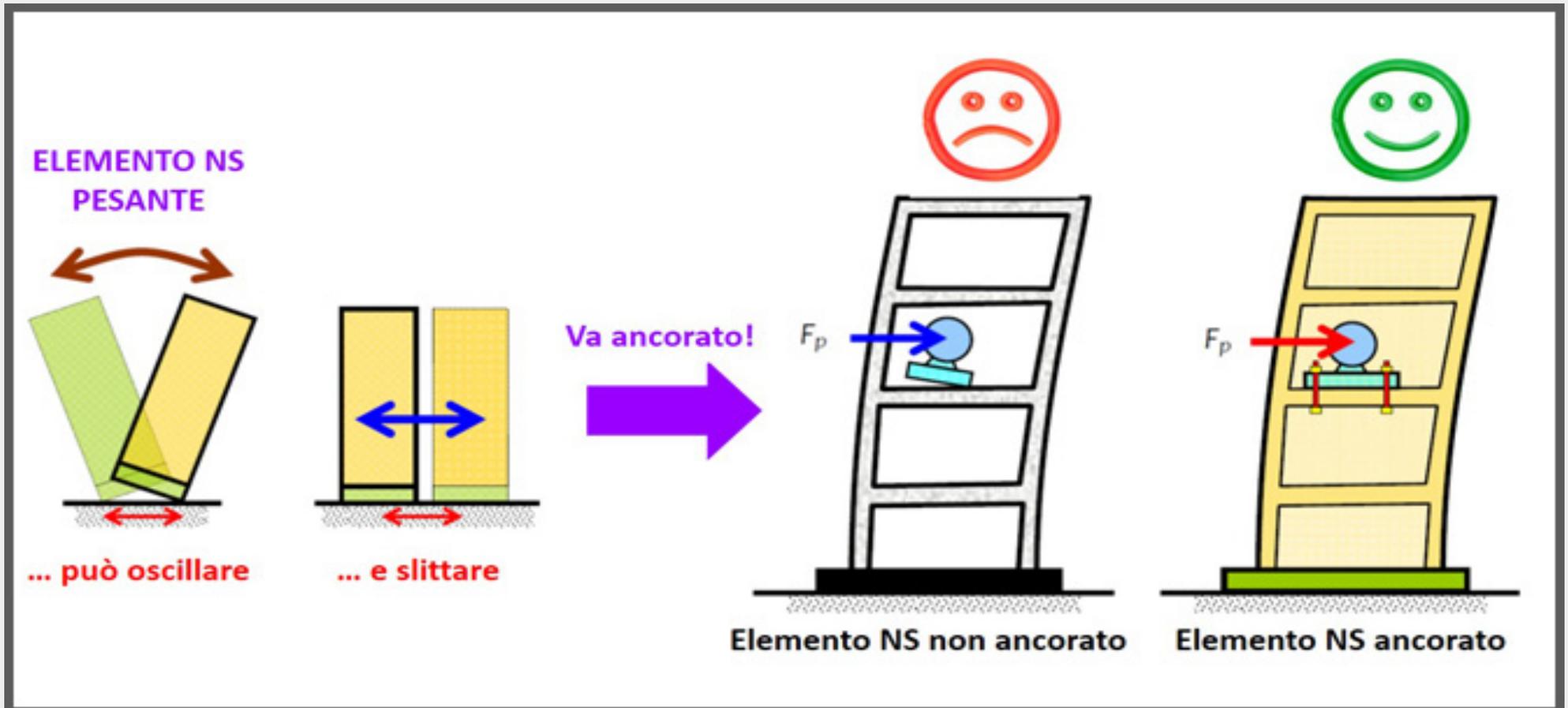
Per gli ancoraggi si deve prestare la massima attenzione alla posizione, al tipo di tassello e/altro, seguendo le specifiche tecniche (istruzioni del costruttore) dei singoli ancoranti.



- Gli staffaggi impianti devono:
- Resistere sollecitazioni orizzontali, verticali, a flessione o essere controventati;
 - Evitare che le oscillazioni causino distacco o rottura del manufatto.

Manufatti come UTA, frigoriferi, quadri, ecc. devono essere saldamente ancorati a basamenti o muri, o usare supporti antisismici.

Le tubazioni di allacciamento devono essere elastiche, per sopportare le scosse.



Seguono degli esempi di applicazioni, conformi a principi e disposizioni utili a mitigare i danni sismici.

Connessione servizi



Giunto flessibile per il collegamento dell'impianto idrico dell'edificio all'acquedotto cittadino

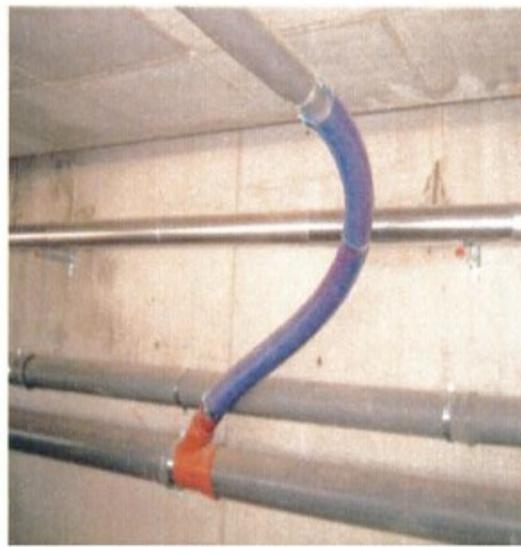


Giunto flessibile per il collegamento della fornitura elettrica dell'edificio al cavidotto dell'Enel

Connessione servizi



Giunto flessibile per il collegamento della fornitura del **gas**



Giunto flessibile per il collegamento delle **reti di scarico**

Connessione servizi

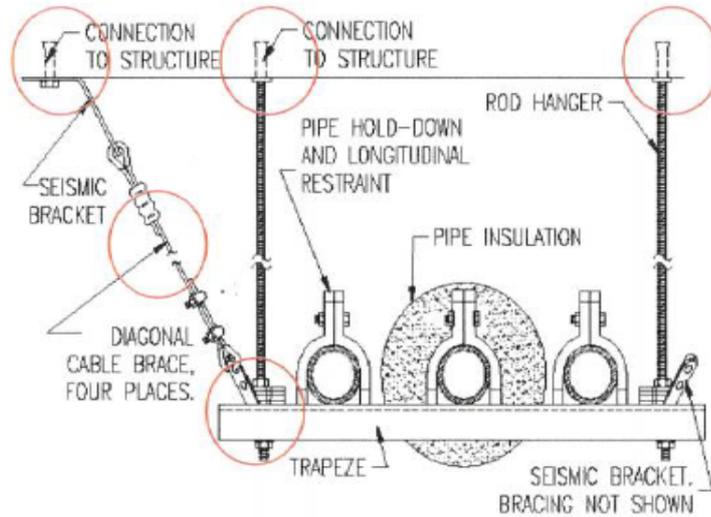


Giunto flessibile per il collegamento dell'impianto termico di riscaldamento



Sottocentrale idrica sospesa e solidale alla piastra

Fissaggio tubazioni

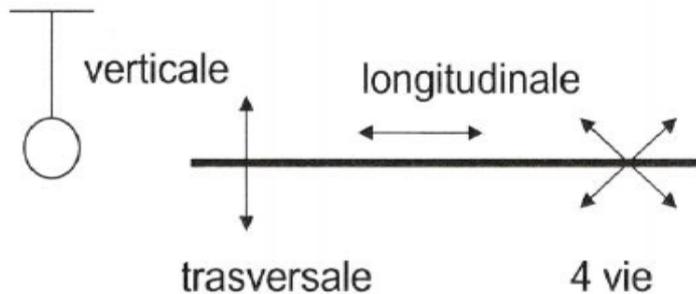


PUNTI CRITICI

CONNESSIONE TUBAZIONE-STAFFA

ELEMENTI DI SOSTEGNO

ANCORAGGIO ALLA STRUTTURA



PUNTI DI ATTENZIONE

POSIZIONAMENTO CONTROVENTI

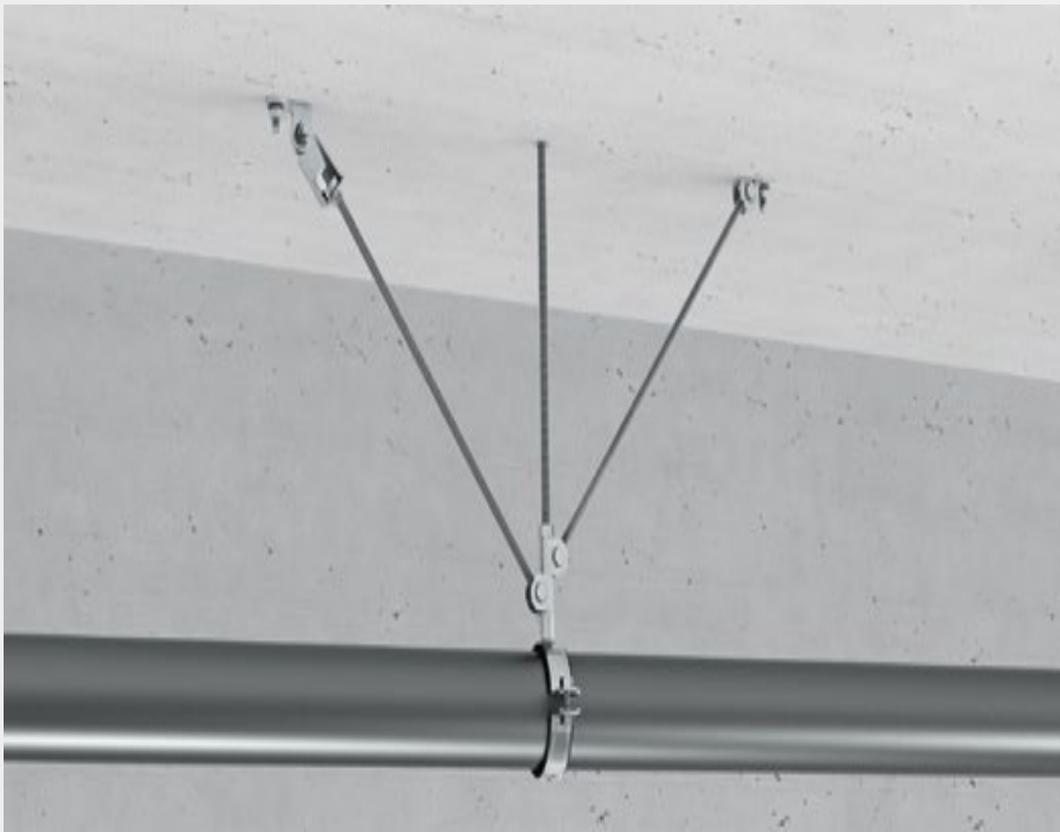
TIPOLOGIA CONTROVENTI

SISTEMI/MODALITÀ DI ANCORAGGIO

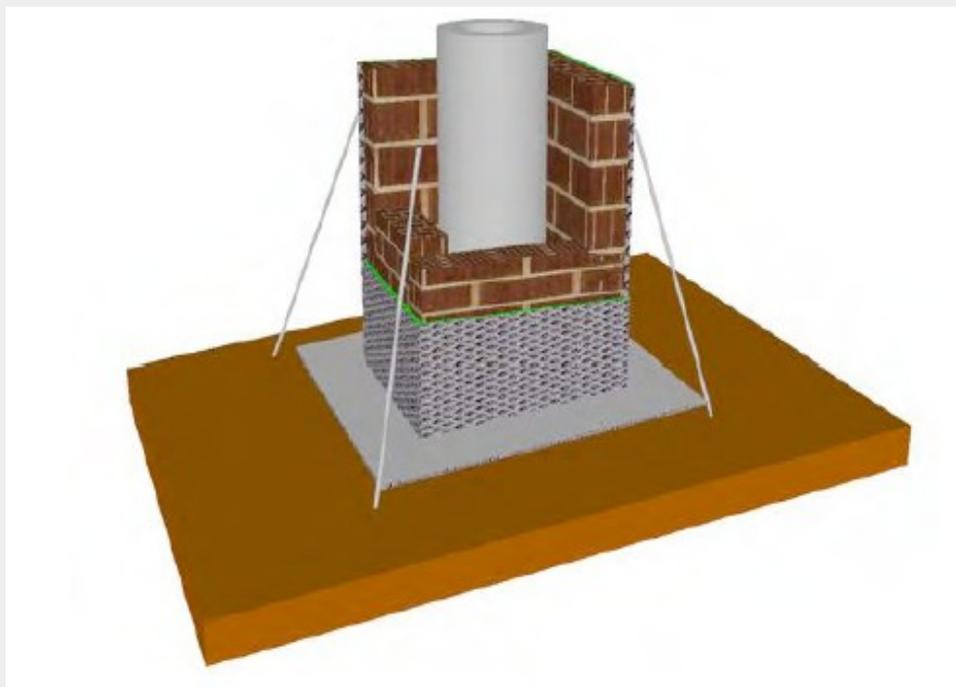
Sospensioni tubazioni-canaline



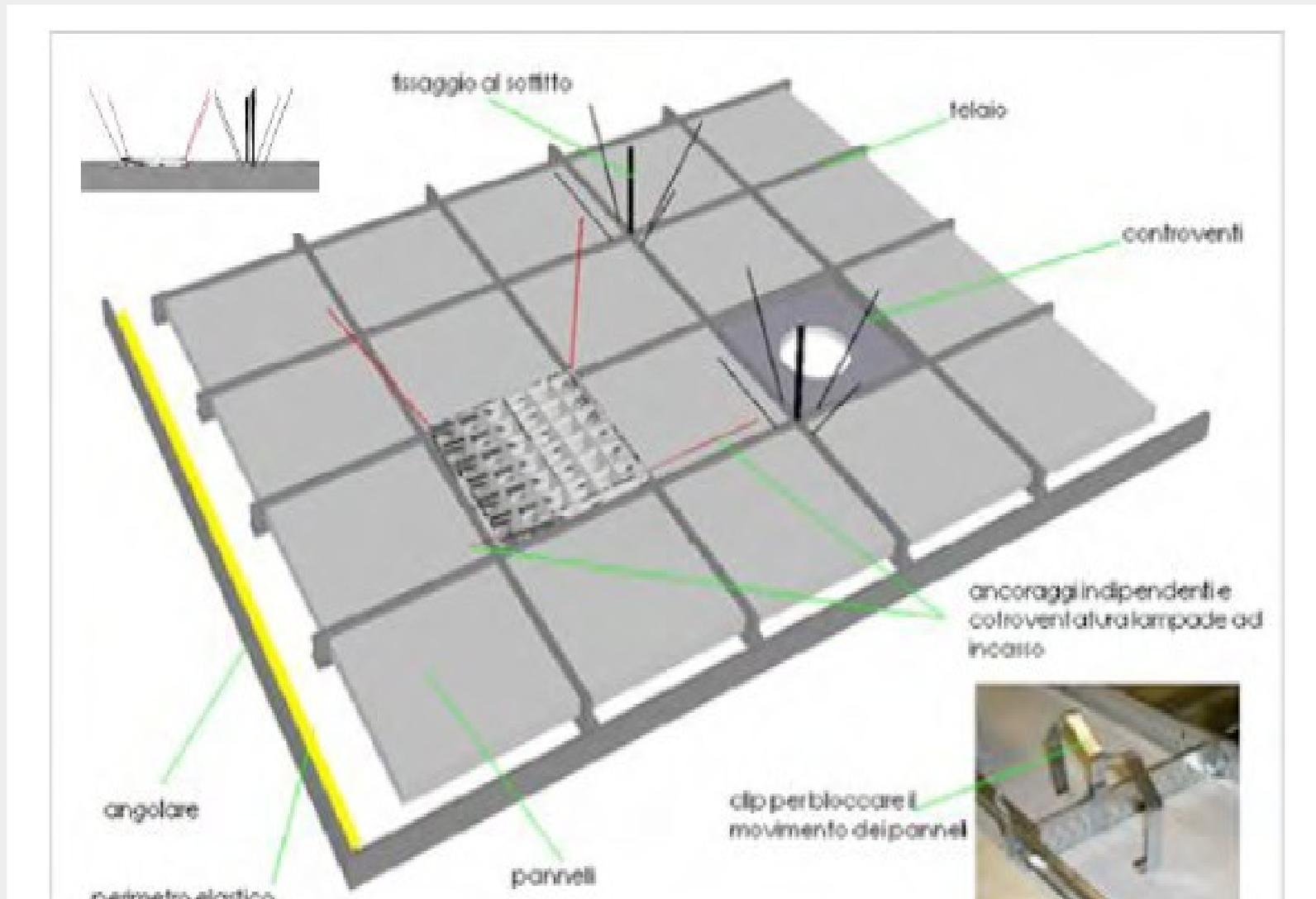
Sospensione tubi antincendio



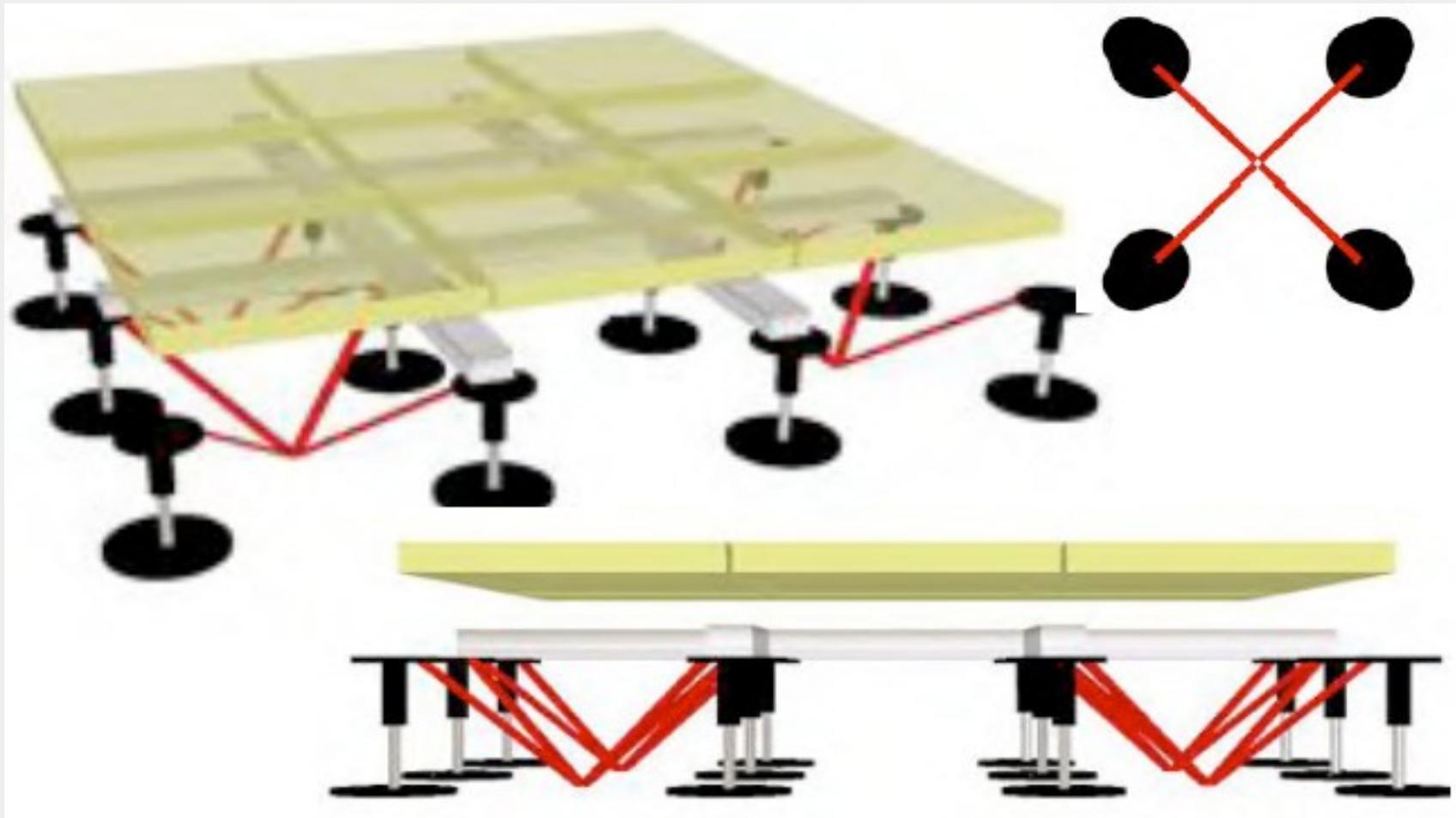
Camino, comignolo asismico



Fissaggio apparecchi illuminanti e controsoffitti



Fissaggio pavimento galleggiante



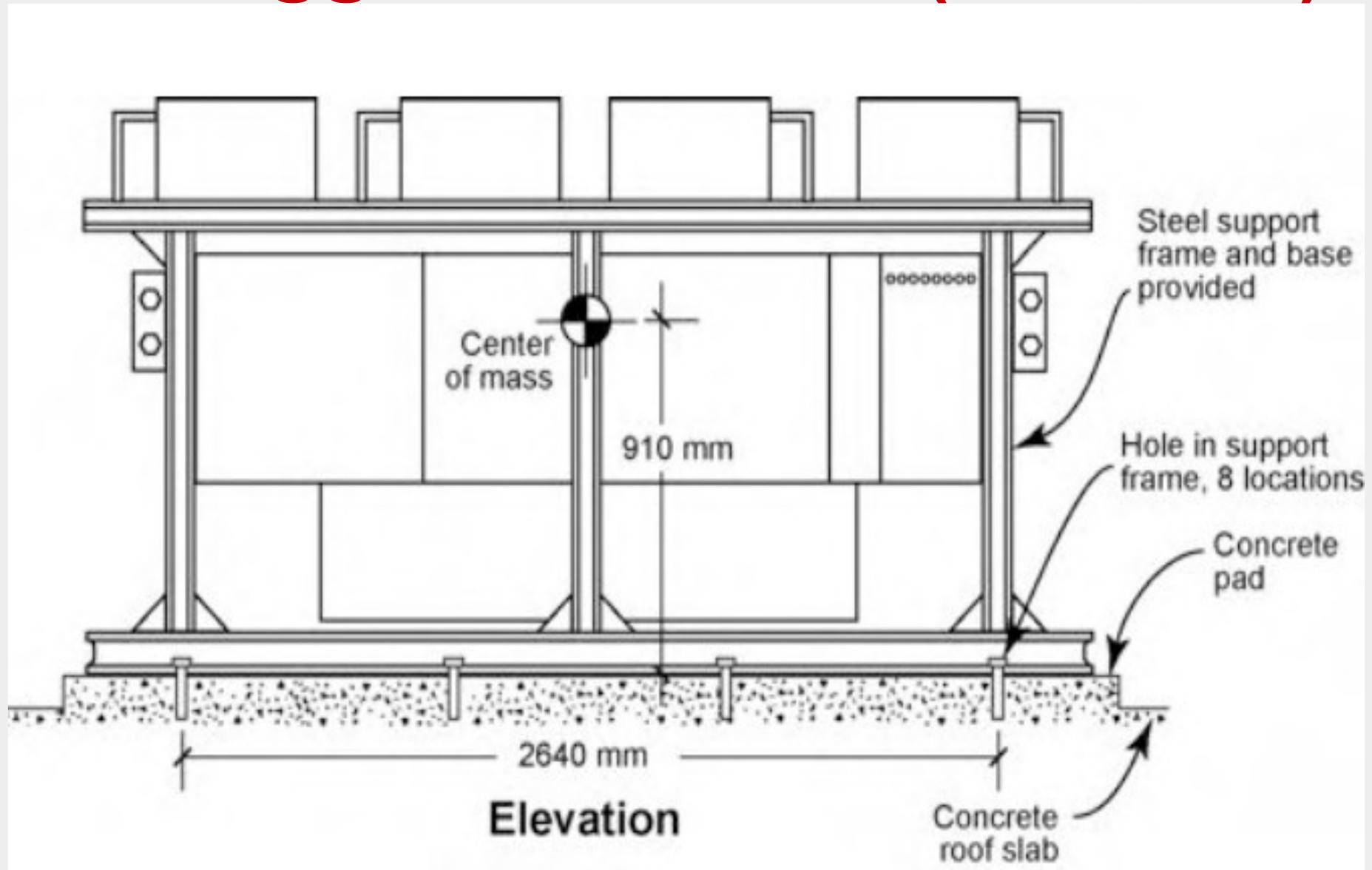
Ammortizzatori componenti



Fissaggio pompe su ammortizzatori



Fissaggio manufatto (UTA, ecc)



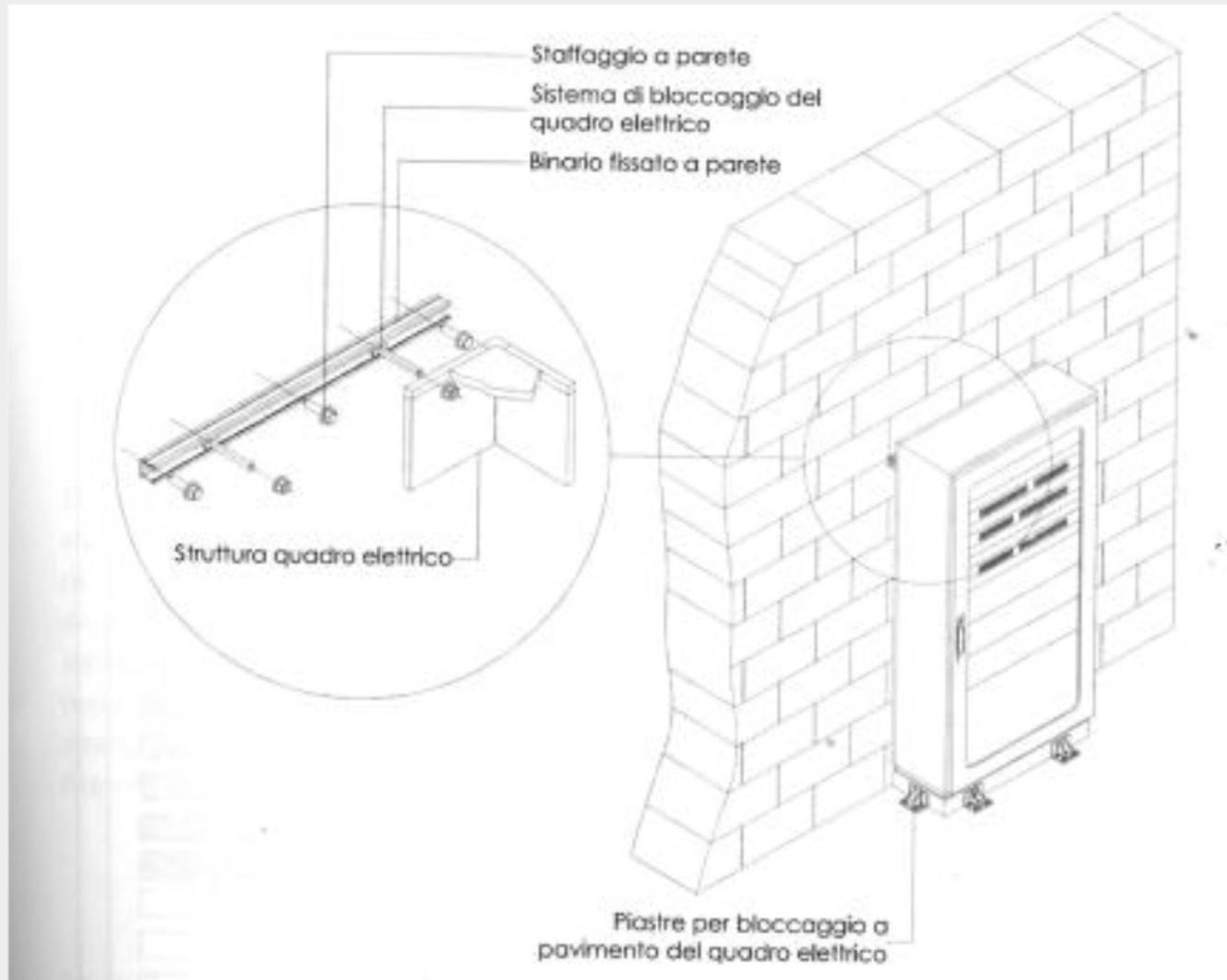
Fissaggio elemento non strutturale



Ancoraggi-fissaggio quadri e armadi



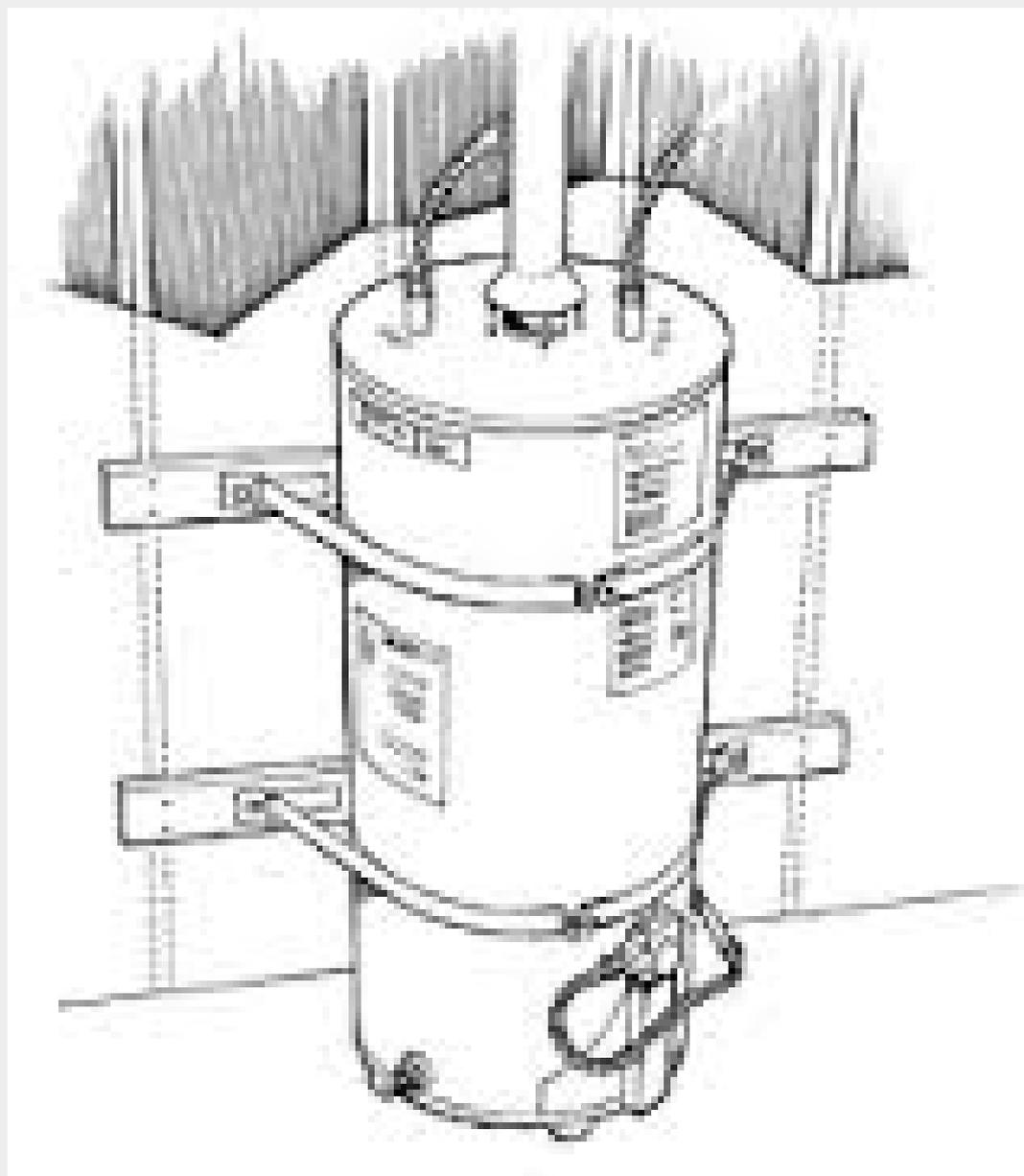
Ancoraggi-fissaggio quadri e armadi



Quadro elettrico asismico



Fissaggio serbatoio/boiler



Fissaggio canaline elettriche



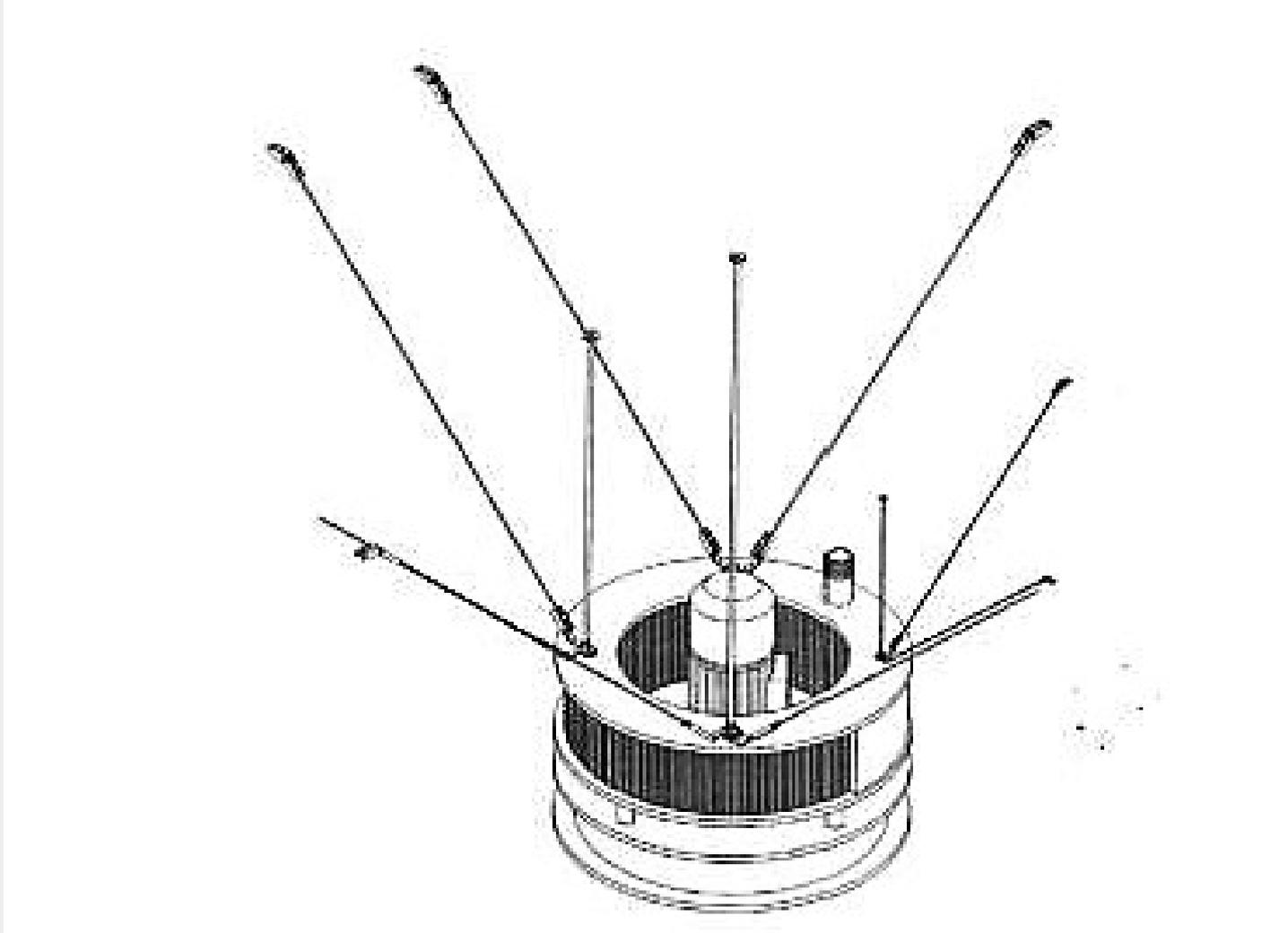
Giunzione flessibile tubazioni



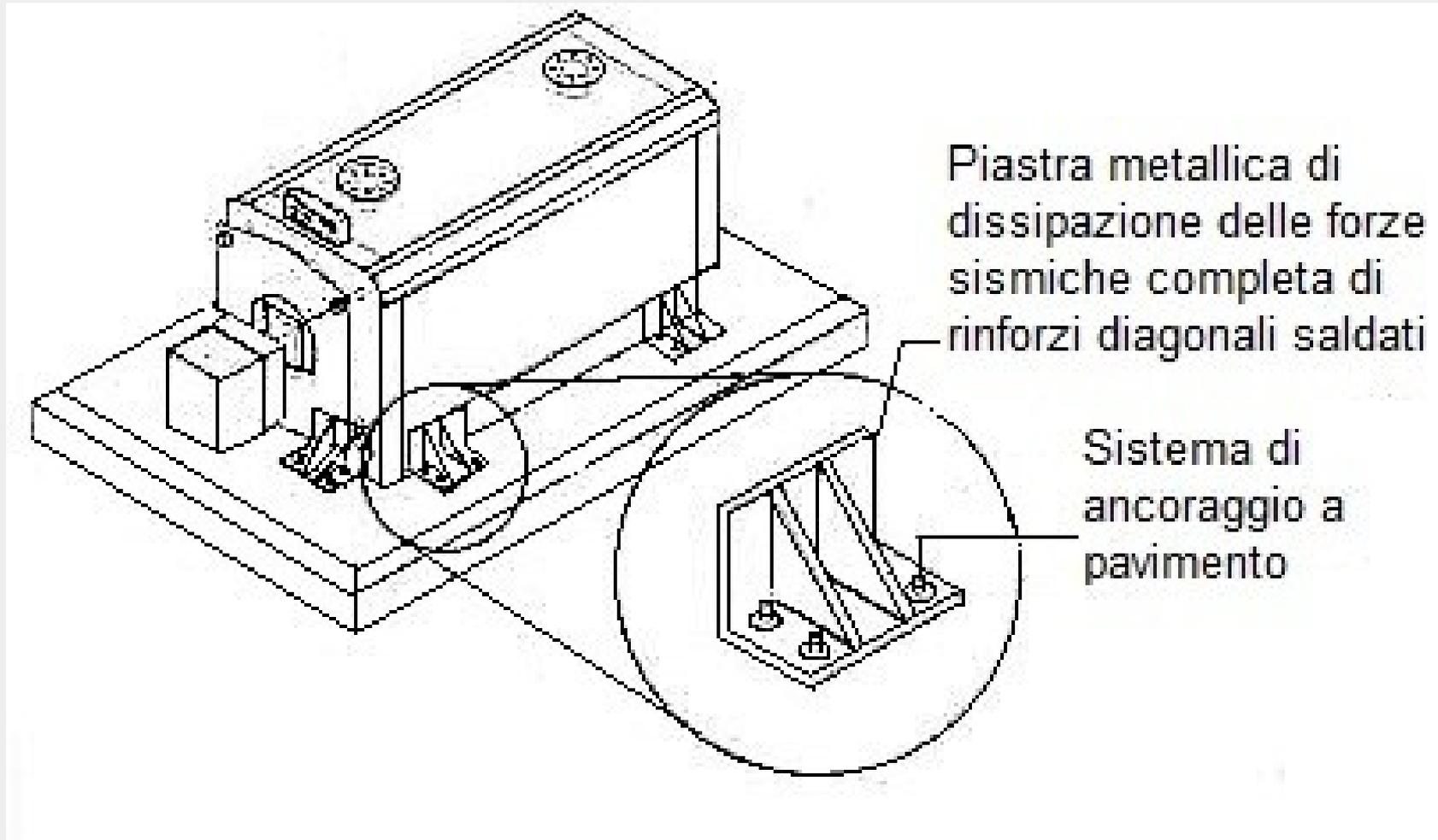
Giunzione flessibile tubazioni



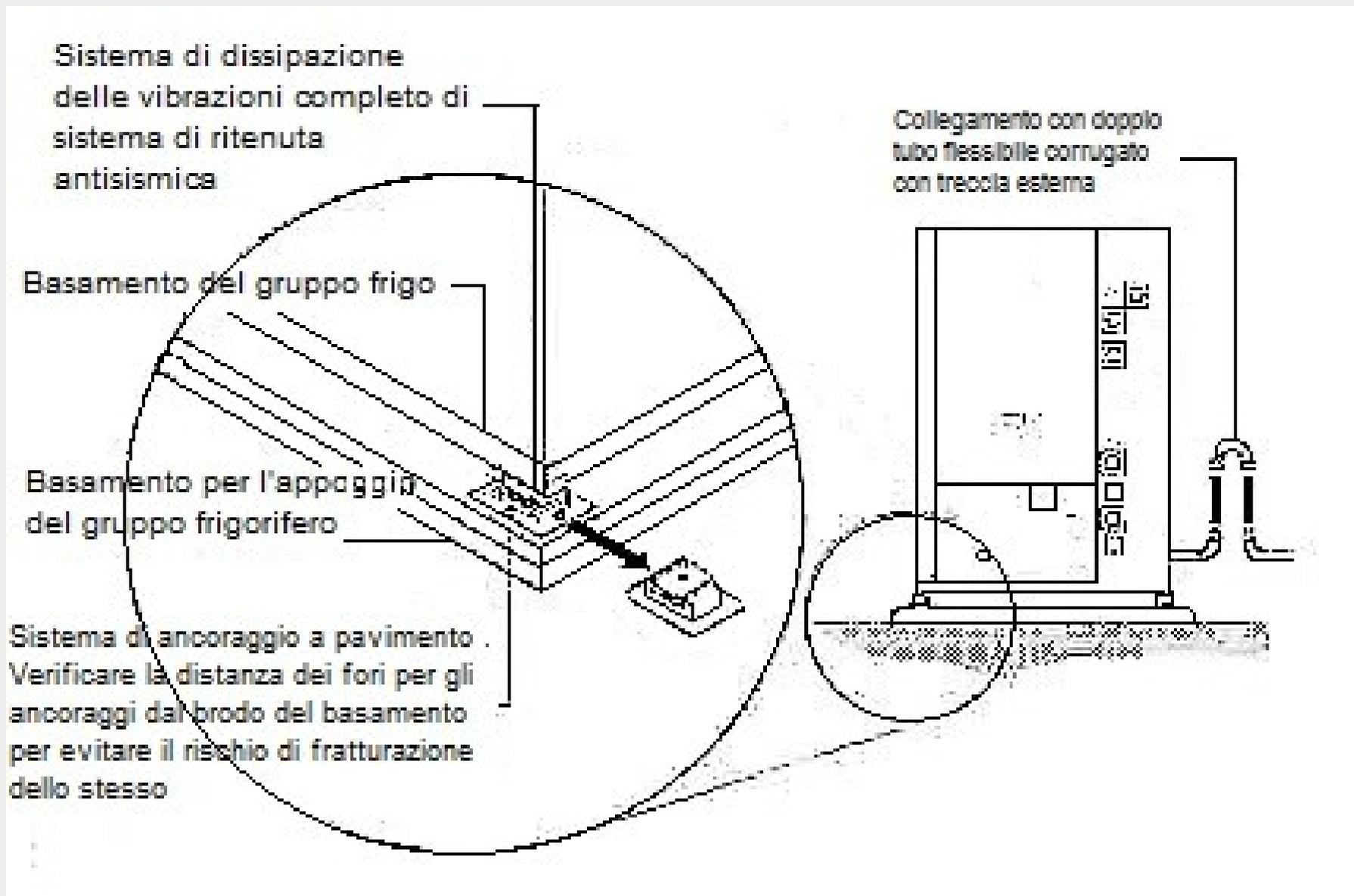
Fissaggio arotermo



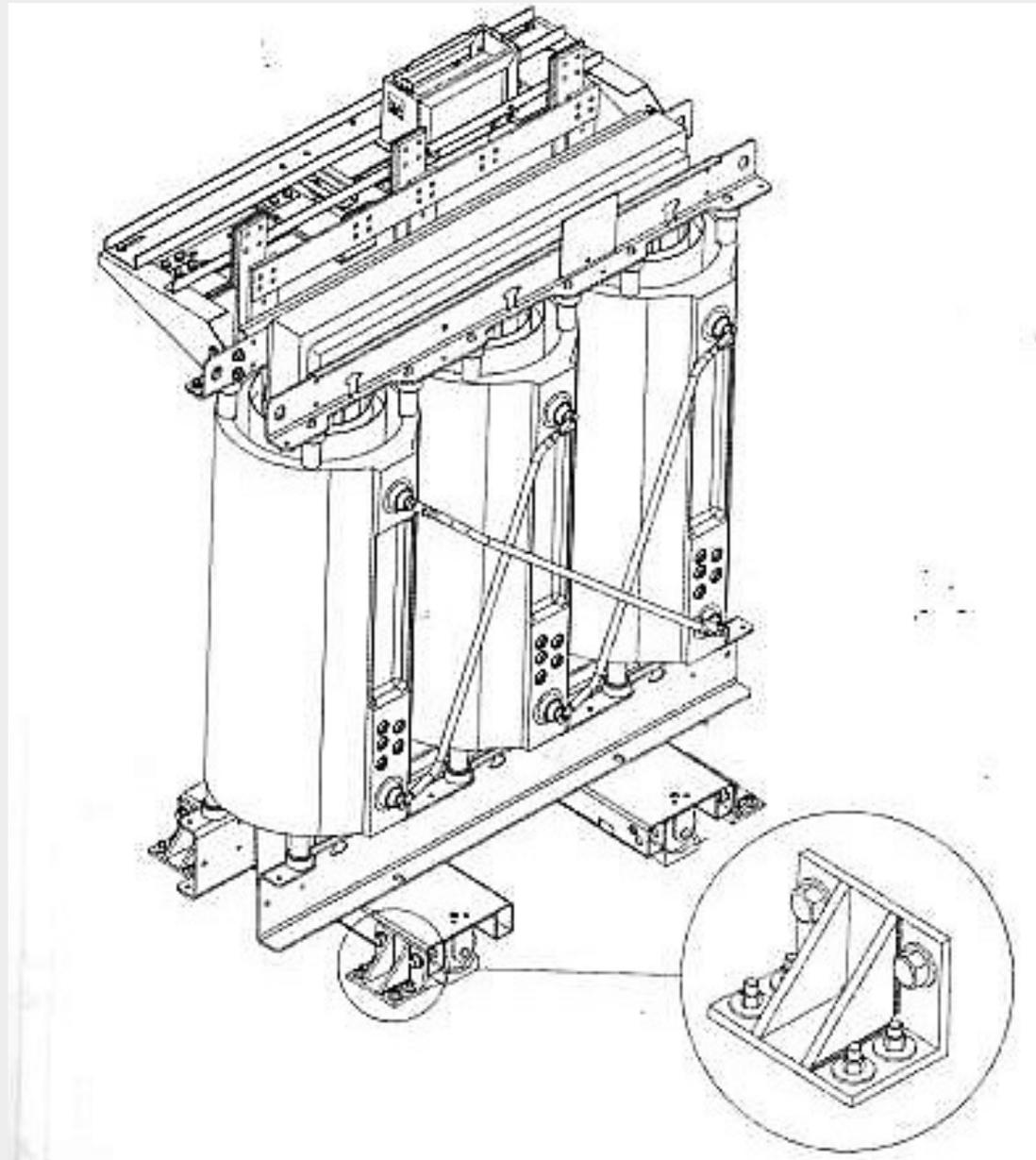
Fissaggio caldaia



Fissaggio frigorifero



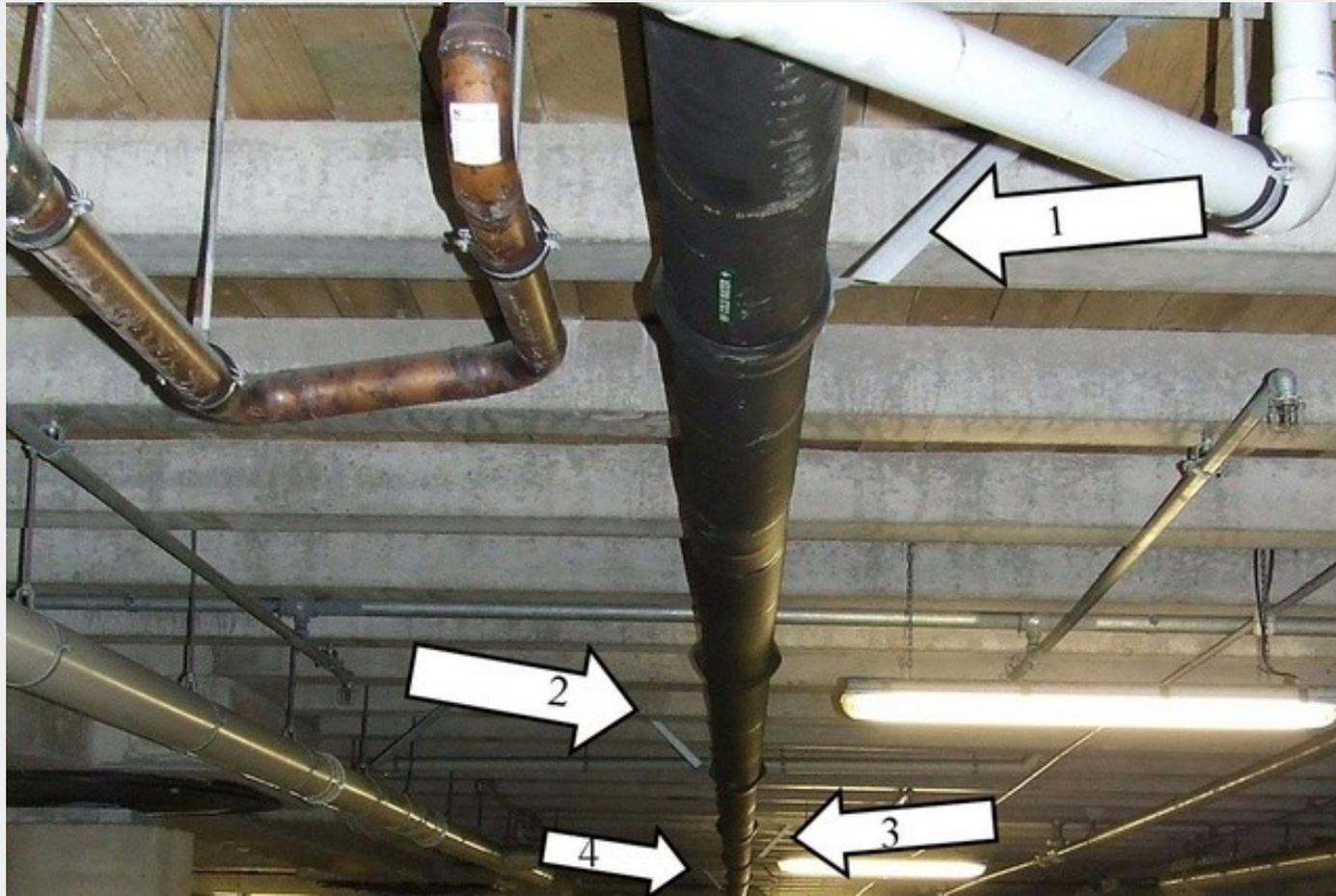
Fissaggio trasformatore di potenza



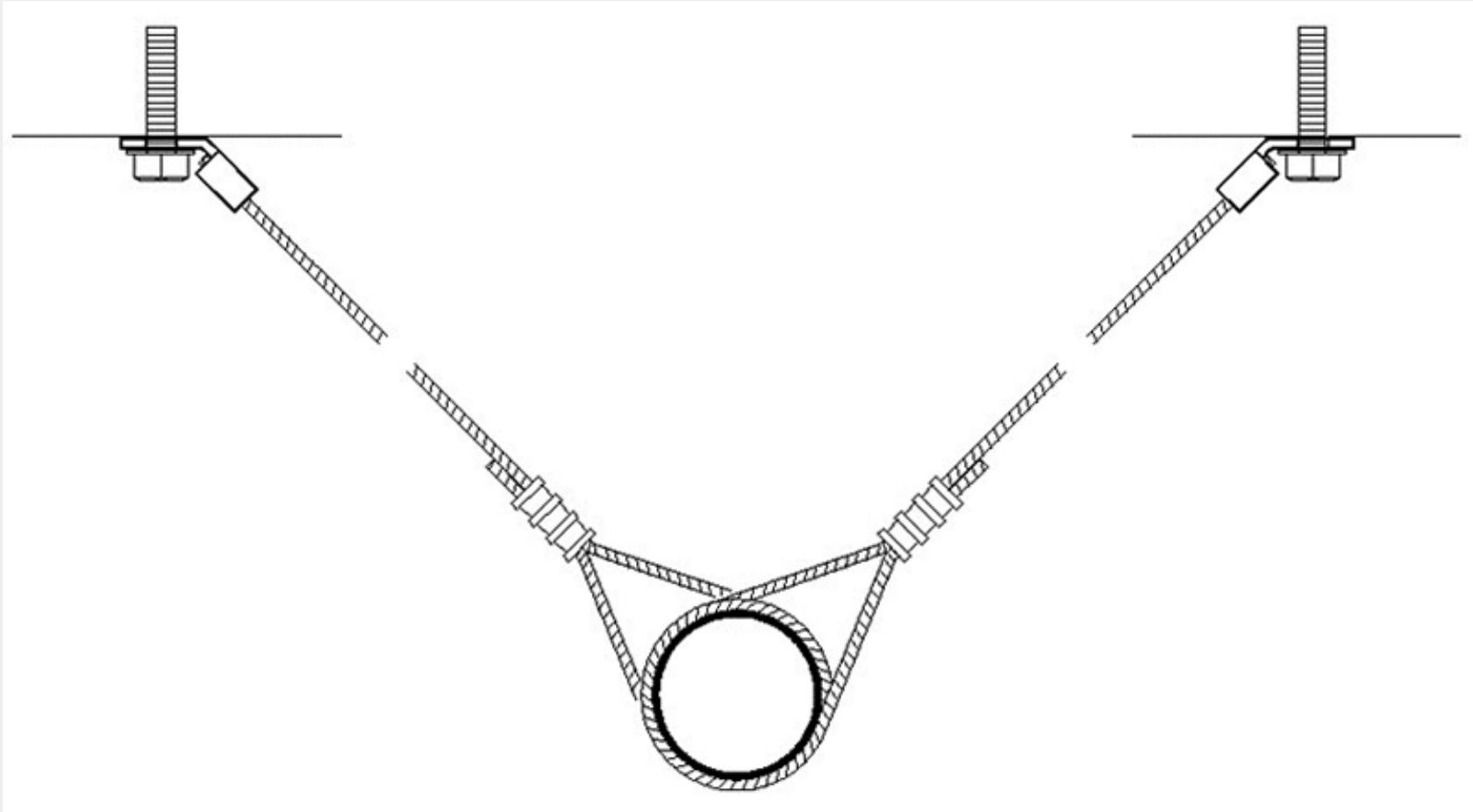
Fissaggio controsoffitto



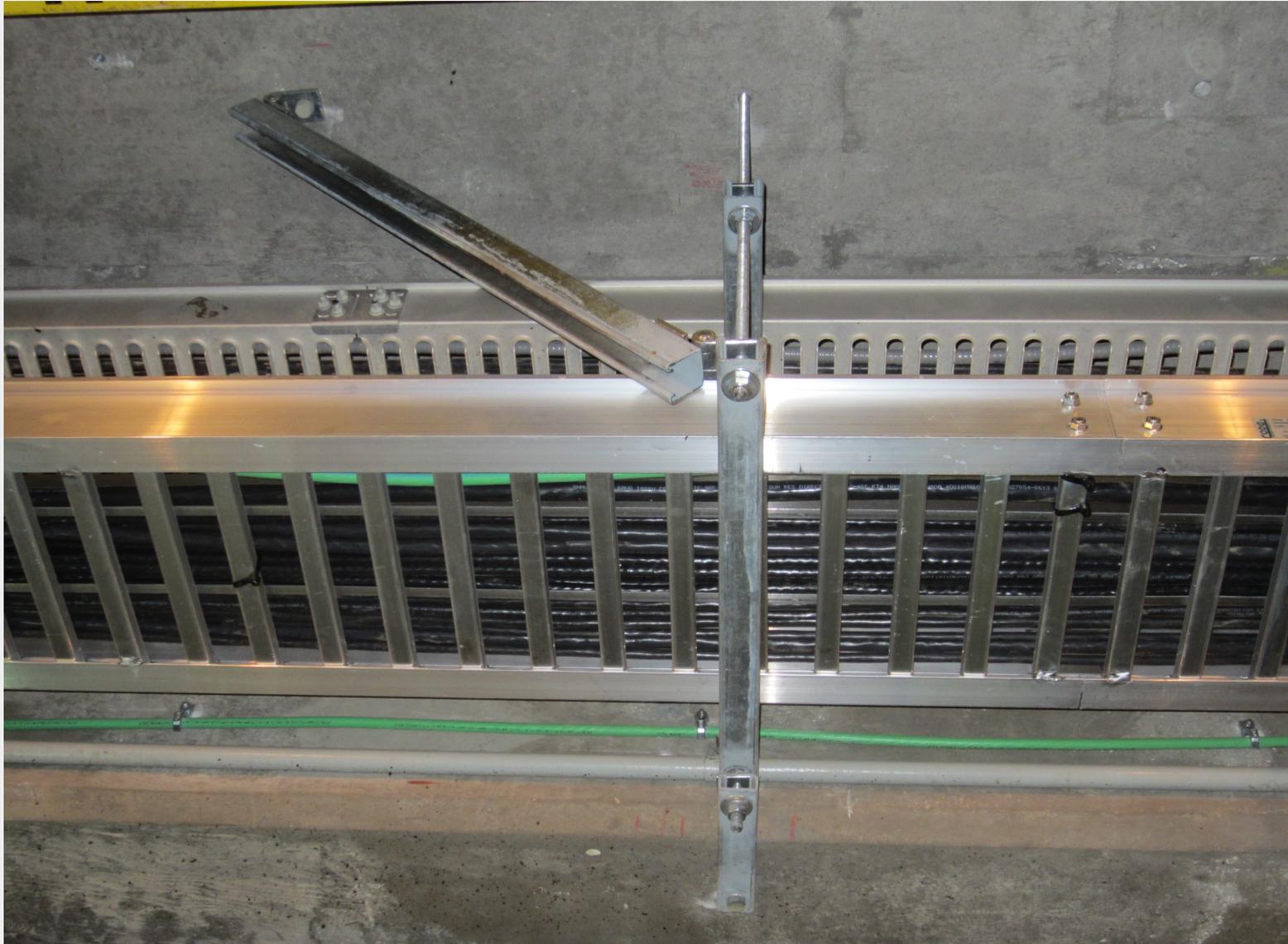
Fissaggio tubazioni



Fissaggio tubazioni



Fissaggio canaline



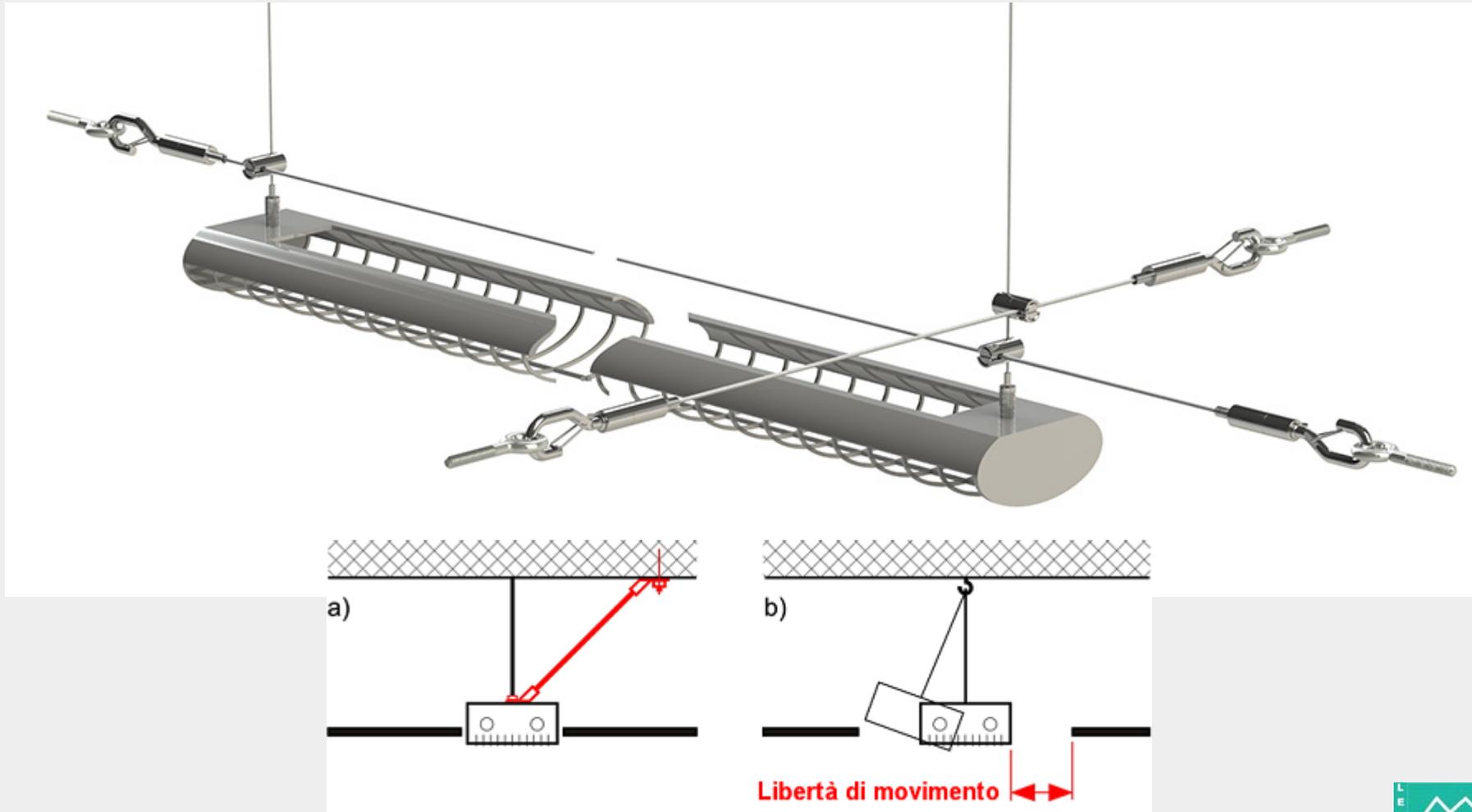
Fissaggio quadri pavimento



Fissaggio gruppo elettrogeno



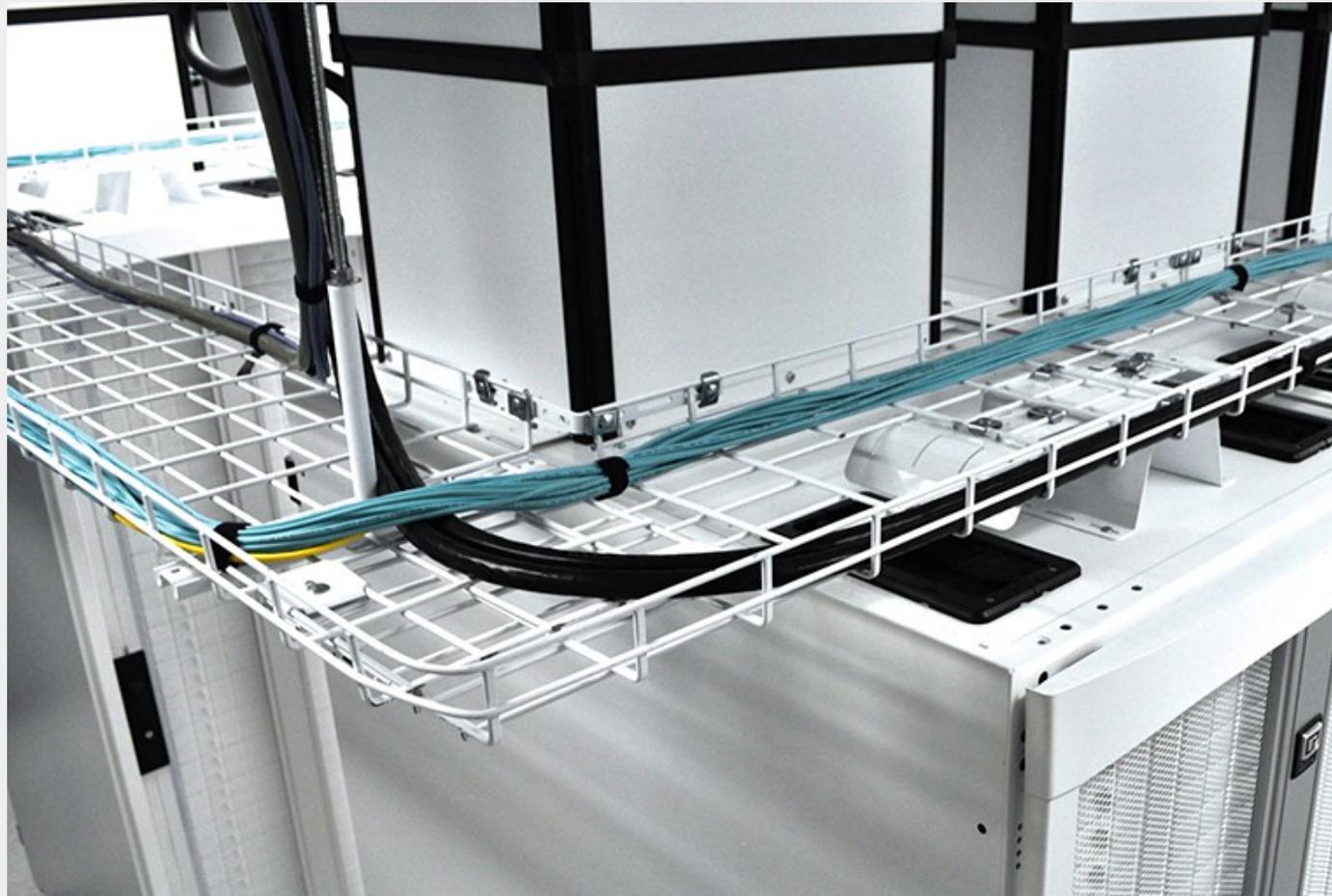
Fissaggio apparecchio illuminante



Fissaggio apparecchio illuminante



Fissaggio canalina portacavi



Fissaggio canalina portacavi



COSTRUZIONI ESISTENTI

Fare una valutazione per:

- Sismicità della zona;
- Vulnerabilità sismica del componente/impianto;
- Importanza del componente per la funzionalità post-sisma;
- Verifica funzionalità impianti.



VERIFICHE di SICUREZZA

Funzionalità degli
impianti

Resistenza dei
sostegni e
collegamenti degli
impianti

CONTROLLO DEGLI SPOSTAMENTI
E ACCELERAZIONI
in Classe d'uso III e IV per SLO

CONTROLLO DEGLI SPOSTAMENTI
In Classe d'uso I e II per SLD se lo
spostamento interpiano ≥ 0.005 h

CALCOLO DELLE FORZE
in Classe d'uso I II III IV per
SLV

Intervento su edificio esistente



Conclusioni

- Obbligo di legge di progettazione ed esecuzione antisismica degli impianti.
- La realizzazione antisismica è facilmente fattibile e poco costosa.
- Aggiunge sicurezza al manufatto.
- Aggiunge valore al manufatto.



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

per.ind. Gianfranco Magni
magnigf@gmail.com

