

CONVEGNO
“Strategie per la riduzione
della vulnerabilità sismica
degli elementi non strutturali”

Bologna – 19 ottobre 2018

Norme, linee guida, riferimenti e prassi
Il quadro di riferimento per progettisti e filiera

Nicola Micele

**STRATEGIE PER LA RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ
SISMICA DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI**



Temi correlati



| | |
|---|---|
| Progettazione antisismica della componentistica non strutturale | - Norme Tecniche delle Costruzioni - DM 14.1.2008 - DM 17.1.2018 |
| Valutazione delle vulnerabilità sismica per gli edifici strategici | - Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20.3.2003 D.G.R. Veneto n.3645/2003 |
| Valutazioni connesse con la sicurezza dei luoghi di lavoro | - Norme sicurezza luoghi di lavoro D. Lvo 81/08 - Norme post-sisma Emilia Legge 122/2012 di conversione del D.L.74/2012 |
| Verifica sismica degli impianti a rischio di incidente rilevante | - Normativa Seveso III D. Lvo 105/2015 |

L'esperienza operativa del Corpo Nazionale dei Vigili del fuoco



MINISTERO
DELL'INTERNO



STRATEGIE PER LA RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI
Nicola Micele – Norme, linee guida, riferimenti e prassi



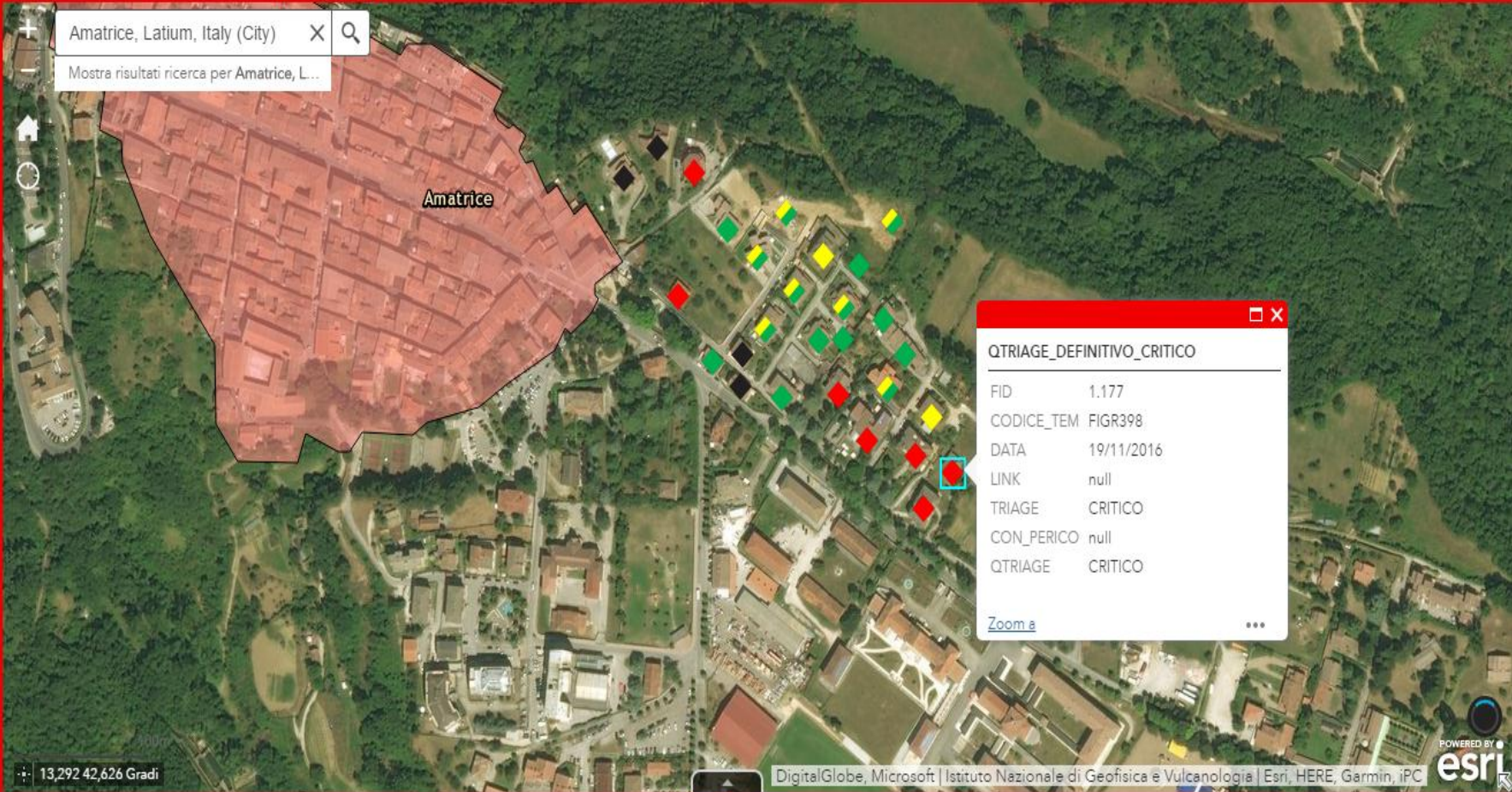
L'esperienza operativa del Corpo Nazionale dei Vigili del fuoco



MINISTERO
DELL'INTERNO



Asset Quick Triage Vigili del Fuoco Servizio Centrale TAS



STRATEGIE PER LA RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI
Nicola Micele – Norme, linee guida, riferimenti e prassi



L'esperienza operativa del Corpo Nazionale dei Vigili del fuoco



MINISTERO
DELL'INTERNO



Danneggiamento di rivestimento a soffitto

Distacco di corpo illuminante



Caduta di mobilio e di elementi d'arredo



STRATEGIE PER LA RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI
Nicola Micele – Norme, linee guida, riferimenti e prassi



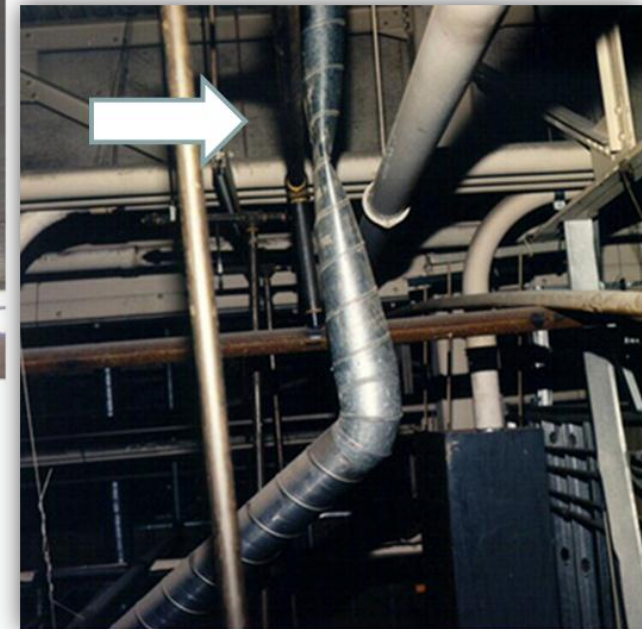
L'esperienza operativa del Corpo Nazionale dei Vigili del fuoco



MINISTERO
DELL'INTERNO



Interazione fra elementi non strutturali e impiantistici



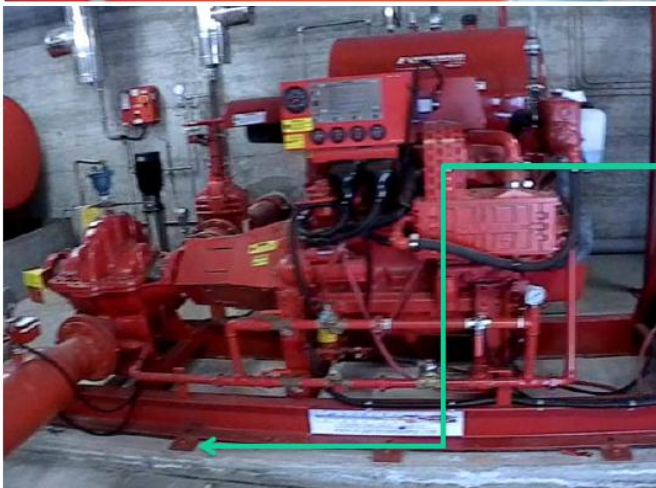
STRATEGIE PER LA RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI
Nicola Micele – Norme, linee guida, riferimenti e prassi



L'esperienza operativa del Corpo Nazionale dei Vigili del fuoco

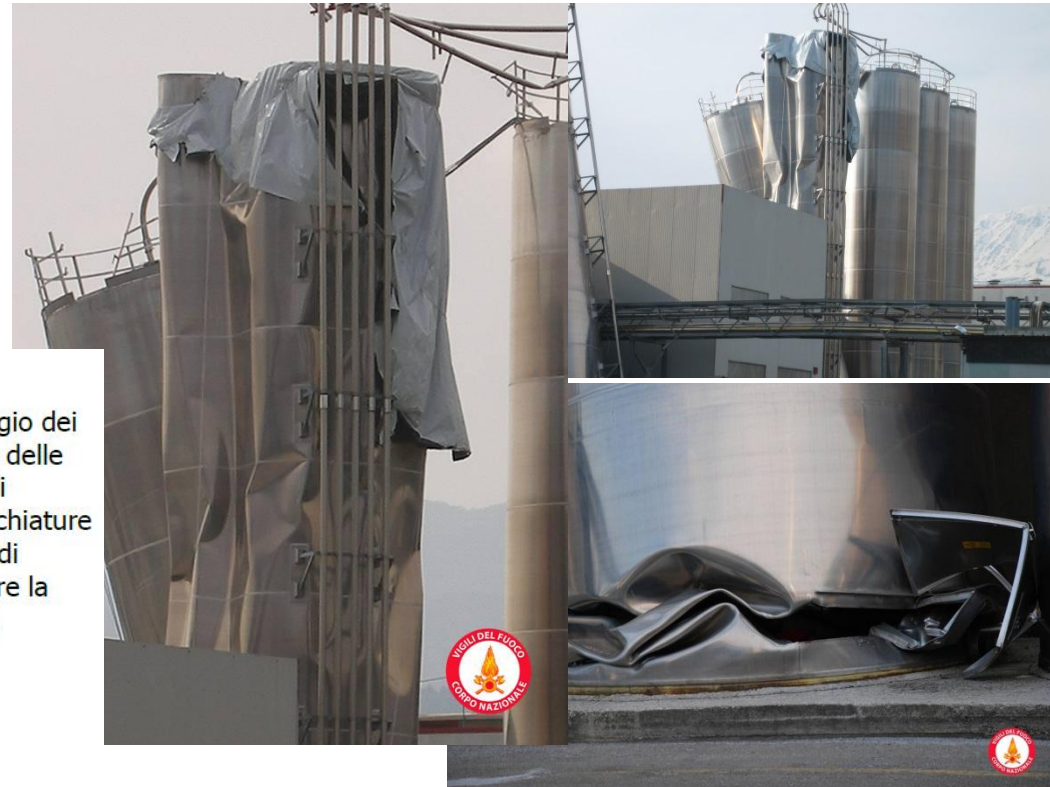


MINISTERO
DELL'INTERNO



Ancoraggio dei gruppi e delle principali apparecchiature in gradi di assicurare la stabilità.

Danneggiamento d'impianto



STRATEGIE PER LA RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI
Nicola Micele – Norme, linee guida, riferimenti e prassi



L'esperienza operativa del Corpo Nazionale dei Vigili del fuoco

Danneggiamento di elementi non strutturali



STRATEGIE PER LA RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI
Nicola Micele – Norme, linee guida, riferimenti e prassi

L'esperienza operativa del Corpo Nazionale dei Vigili del fuoco



MINISTERO
DELL'INTERNO



Edificio postale – Sisma Abruzzo



Edificio scolastico – Sisma Emilia



STRATEGIE PER LA RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI

Nicola Micele – Norme, linee guida, riferimenti e prassi



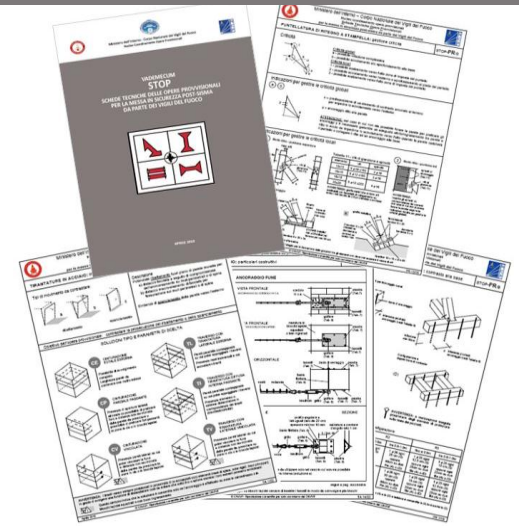
L'esperienza operativa del Corpo Nazionale dei Vigili del fuoco

Ospedale – Sisma Abruzzo



STRATEGIE PER LA RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI
Nicola Micele – Norme, linee guida, riferimenti e prassi

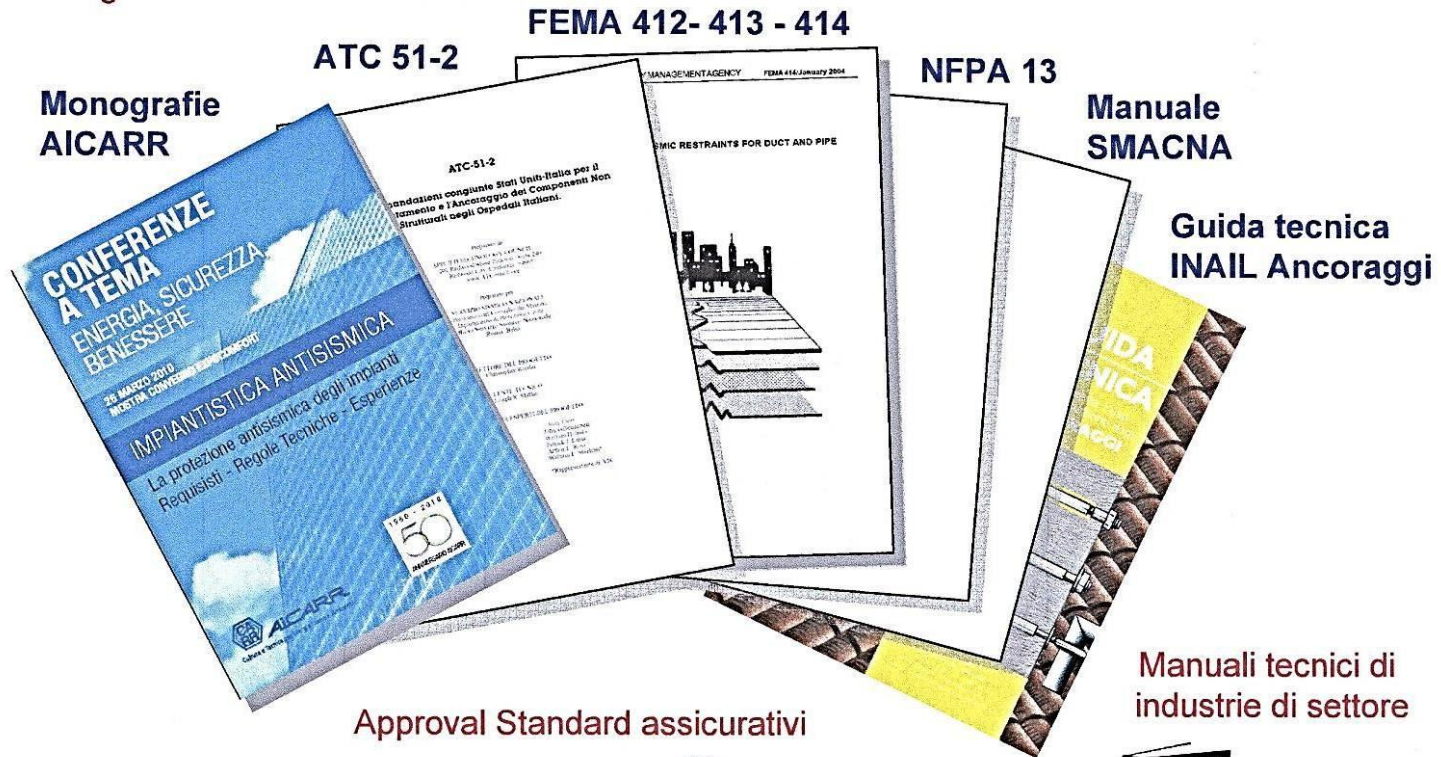
L'esperienza operativa del Corpo Nazionale dei Vigili del fuoco



STRATEGIE PER LA RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI
Nicola Micele – Norme, linee guida, riferimenti e prassi

Riferimenti normativi

Monografie e documenti tecnici



STRATEGIE PER LA RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI
Nicola Micele – Norme, linee guida, riferimenti e prassi



LA NORMATIVA AMERICANA

- ASCE/SEI 7-05 – *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures* emanata dalla *American Society of Civil Engineers*;
- ASHRAE 2007 Handbook emanata dall'*American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers*.

FEMA, 1997 - “FEMA 274 - NEHRP commentary on the guidelines for the seismic rehabilitation of buildings.” Federal Emergency Management Agency. Washington, D.C.

FEMA, 2002 - “FEMA 412 - Installing Seismic Restraints for Mechanical Equipmen”t. Federal Emergency Management Agency. Washington, D.C.

FEMA, 2004 - “FEMA 413 - Installing Seismic Restraints for Electrical Equipment”. Federal Emergency Management Agency. Washington, D.C.

FEMA, 2004 - “FEMA 414 - Installing Seismic Restraints for Duct and Pipe”. Federal Emergency Management Agency. Washington, D.C.

NFPA, 2010 - “NFPA 13 - Standard for the Installation of Sprinkler Systems”. National Fire Protection Association



ATC-51

Raccomandazioni congiunte U.S.A. - Italia per il Miglioramento della Sicurezza Sismica degli Ospedali Italiani

APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL
555 Twin Dolphin Drive, Suite 550
Redwood City, California 94065

Preparato per il

SERVIZIO
SISMICO
NAZIONALE

National Seismic Survey

Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali
Presidenza del Consiglio dei Ministri

COORDINAMENTO
Christopher Rojahn

CONSULENZA
Joseph Maffei
Paolo Bazzurro

COMITATO DI REDAZIONE

Italia
Adriano De Sortis
Maria Paola Di Martino
Giacomo Di Pasquale
Camillo Nuti
Tito Sanò

Stati Uniti
William T. Holmes
Henry J. Lagorio
Maryann T. Phipps*
Chris D. Poland
William E. Staehlin
Chris V. Tokas

* Rappresentante Direttivo ATC

2000 (Traduzione A. De Sortis, G. Di Pasquale)



MINISTERO DELLA SALUTE

GRUPPO DI LAVORO D.M. 22/12/2000

Raccomandazioni
per il miglioramento
della sicurezza sismica
e della funzionalità
degli ospedali

| | | |
|---------|---|----|
| 2.4.4 | Raccomandazioni per la sicurezza sismica degli impianti | 19 |
| 2.4.4.1 | Generalità | 19 |
| 2.4.4.2 | Le azioni sui componenti | 20 |
| 2.4.4.3 | Categorie di componenti | 21 |
| 2.4.4.4 | Controllo degli spostamenti | 21 |



Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Linee guida per il rilevamento della
vulnerabilità degli elementi non
strutturali nelle scuole
(Intesa Rep. 7/CU 28/1/2009)







Norme Tecniche per le Costruzioni DM 14/1/2008 (NTC 2008) e relativa Circolare di istruzioni n. 617 del 2 febbraio 2009.

«.... I componenti, sistemi e prodotti, edili od impiantistici, non facenti parte del complesso strutturale, ma che svolgono funzione statica autonoma, devono essere progettati ed installati nel rispetto dei livelli di sicurezza e delle prestazioni di seguito prescritti»

“Per le costruzioni ricadenti in classe d’uso I e II si deve verificare che l’azione sismica di progetto non produca agli elementi costruttivi senza funzione strutturale danni tali da rendere la costruzione temporaneamente inagibile.

“Per le costruzioni ricadenti in classe d’uso III e IV, si deve verificare che gli spostamenti strutturali o le accelerazioni (a seconda che gli impianti siano più vulnerabili per effetto dei primi o delle seconde) prodotti dalle azioni relative allo SLO (Stato Limite di Operatività) non siano tali da produrre interruzioni d’uso degli impianti stessi.”

Riferimenti normativi

Norme Tecniche per le Costruzioni DM 14/1/2008 (NTC 2008) e relativa Circolare di istruzioni n. 617 del 2 febbraio 2009.

| SL | Descrizione Prestazione | Rif Norme | I | II | III | IV |
|--|---|-----------|---|----|-----|----|
| SLV | Assenza di martellamento tra strutture contigue | § 7.2.2 | X | X | X | X |
| | Resistenza delle strutture | § 7.3.6.1 | X | X | X | X |
| | Duttilità delle strutture | § 7.3.6.2 | X | X | X | X |
| | Assenza di collasso fragile ed espulsione di elementi non Strutturali | § 7.3.6.3 | X | X | X | X |
| | Resistenza dei sostegni e collegamenti degli impianti | § 7.3.6.3 | X | X | X | X |
| | Stabilità del sito | § 7.11.3 | X | X | X | X |
| | Stabilità dei fronti di scavo | | | | | |
| Resistenza del sistema fond | | | | | | |
| Stabilità dei muri di sostegn | | | | | | |
| Stabilità delle paratie | | | | | | |
| Resistenza e stabilità dei sis degli ancoraggi | | | | | | |
| SLC | Resistenza dei dispositivi di tra costruzioni isolate | | | | | |
| | Capacità di spostamento de | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

| SL | Descrizione Prestazione | Rif Norme | I | II | III | IV |
|-----|--|--------------|---|----|-----|----|
| SLO | Contenimento del danno degli elementi non strutturali | § 7.3.7.2 | | | X | X |
| | Funzionalità degli impianti | § 7.3.7.3 | | | X | X |
| SLD | Resistenza degli elementi strutturali | § 7.3.7.1 | | | X | X |
| | Contenimento del danno degli elementi non strutturali | § 7.3.7.2 | X | X | X | X |
| | Contenimento delle deformazioni del sistema fondazione terreno | § 7.11.5.3 | X | X | X | X |
| | Contenimento degli spostamenti permanenti dei muri di Sostegno | § 7.11.6.2.2 | X | X | X | X |
| | Continua → | | | | | |



MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

DECRETO 17 gennaio 2018.

**Aggiornamento delle «Norme tecniche per
le costruzioni».**

CAPITOLO 7 – PROGETTAZIONE PER AZIONI SISMICHE

7.2. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE

7.2.3. CRITERI DI PROGETTAZIONE DI ELEMENTI STRUTTURALI "SECONDARI" ED ELEMENTI COSTRUTTIVI NON STRUTTURALI

7.2.4. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI

7.3. METODI DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA

7.3.6. RISPETTO DEI REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE

7.3.6.2 ELEMENTI NON STRUTTURALI (NS)

7.3.6.3 IMPIANTI (IM)



7.2.3. CRITERI DI PROGETTAZIONE DI ELEMENTI STRUTTURALI SECONDARI ED ELEMENTI COSTRUTTIVI NON STRUTTURALI

ELEMENTI COSTRUTTIVI NON STRUTTURALI

Per elementi costruttivi non strutturali s'intendono quelli con rigidezza, resistenza e massa tali da influenzare in maniera significativa la risposta strutturale e quelli che, pur non influenzando la risposta strutturale, sono ugualmente significativi ai fini della sicurezza e/o dell'incolumità delle persone.

La capacità degli elementi non strutturali, compresi gli eventuali 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). Quando l'elemento non strutturale è costruito in cantiere, è compito del progettista della struttura individuare la domanda e progettare la capacità in accordo a formulazioni di comprovata validità ed è compito del direttore dei lavori verificarne la corretta esecuzione; quando invece l'elemento non strutturale è assemblato in cantiere, è compito del progettista della struttura individuare la domanda, è compito del fornitore e/o dell'installatore fornire elementi e sistemi di collegamento di capacità adeguata ed è compito del direttore dei lavori verificarne il corretto assemblaggio.

7.2.3. CRITERI DI PROGETTAZIONE DI ELEMENTI STRUTTURALI SECONDARI ED ELEMENTI COSTRUTTIVI NON STRUTTURALI

La domanda sismica sugli elementi non strutturali può essere determinata applicando loro una forza orizzontale F_a definita come segue:

$$F_a = (S_a \cdot W_a) / q_a \quad [7.2.1]$$

dove

F_a è la forza sismica orizzontale distribuita o agente nel centro di massa dell'elemento non strutturale, nella direzione più sfavorevole, risultante delle forze distribuite proporzionali alla massa;

S_a è l'accelerazione massima, adimensionalizzata rispetto a quella di gravità, che l'elemento non strutturale subisce durante il sisma e corrisponde allo stato limite in esame (v. § 3.2.1);

W_a è il peso dell'elemento;

q_a è il fattore di comportamento dell'elemento.

In assenza di specifiche determinazioni, per S_a e q_a può farsi utile riferimento a documenti di comprovata validità.



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.



7.2.4. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI

In assenza di più accurate valutazioni, la domanda sismica agente per la presenza di un impianto sul pannello di tamponatura o di tramezzatura a cui l'impianto è appeso, si può assimilare ad un carico uniformemente distribuito di intensità $2F_n/S$, dove F_n è la forza di competenza di ciascuno degli elementi funzionali componenti l'impianto applicata al baricentro dell'elemento e calcolata utilizzando l'equazione [7.2.1] e S è la superficie del pannello di tamponatura o di tramezzatura. Tale carico distribuito deve intendersi agente sia ortogonalmente sia tangenzialmente al piano medio del pannello.



7.2.4. CRITERI DI PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI

Gli impianti non possono essere vincolati alla costruzione contando sull'effetto dell'attrito, bensì devono essere collegati ad essa con dispositivi di vincolo rigidi o flessibili; gli impianti a dispositivi di vincolo flessibili sono quelli che hanno periodo di vibrazione $T \geq 0,1s$ valutato tenendo conto della sola deformabilità del vincolo. Se si adottano dispositivi di vincolo flessibili, i collegamenti di servizio dell'impianto devono essere flessibili e non possono far parte del meccanismo di vincolo.

Deve essere limitato il rischio di fuoriuscite incontrollate di gas o fluidi, particolarmente in prossimità di utenze elettriche e materiali infiammabili, anche mediante l'utilizzo di dispositivi d'interruzione automatica della distribuzione. I tubi per la fornitura di gas o fluidi, al passaggio dal terreno alla costruzione, devono essere progettati per sopportare senza rotture i massimi spostamenti relativi costruzione-terreno dovuti all'azione sismica corrispondente a ciascuno degli stati limite considerati (v. §7.3.6)



7.3. METODI DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA

7.3.6. RISPETTO DEI REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE

Per tutti gli elementi strutturali primari e secondari, gli elementi non strutturali e gli impianti si deve verificare che il valore di ciascuna domanda di progetto, definito dalla tabella 7.3.III per ciascuno degli stati limite richiesti, sia inferiore al corrispondente valore della capacità di progetto.

Le verifiche degli elementi strutturali primari (ST) si eseguono, come sintetizzato nella tabella 7.3.III, in dipendenza della Classe d'Uso (CU):

Le verifiche degli elementi non strutturali (NS) e degli impianti (IM) si effettuano in termini di funzionamento (FUN) e stabilità (STA), come sintetizzato nella tabella 7.3.III, in dipendenza della Classe d'Uso (CU).

7.3. METODI DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA

7.3.6. RISPETTO DEI REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE

Tab. 7.3.III – Stati limite di elementi strutturali primari, elementi non strutturali e impianti

| STATI LIMITE | | CU I | CU II | | CU III e IV | | | |
|--------------|-----|------|---------------------|-----|-------------|---------------------|-----|-------------------|
| | | ST | ST | NS | IM | ST | NS | IM ^(*) |
| SLE | SLO | | | | | RIG | | FUN |
| | SLD | RIG | RIG | | | RES | | |
| SLU | SLV | RES | RES | STA | STA | RES | STA | STA |
| | SLC | | DUT ^(**) | | | DUT ^(**) | | |

(*) Per le sole CU III e IV, nella categoria Impianti ricadono anche gli arredi fissi.

(**) Nei casi esplicitamente indicati dalle presenti norme.



7.3. METODI DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA

7.3.6. RISPETTO DEI REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE

7.3.6.2 ELEMENTI NON STRUTTURALI (NS)

VERIFICHE DI STABILITÀ (STA)

Per gli elementi non strutturali devono essere adottati magisteri atti ad evitare la possibile espulsione sotto l'azione della F_a (v. § 7.2.3) corrispondente allo SL e alla CU considerati.



7.3. METODI DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA

7.3.6. RISPETTO DEI REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE

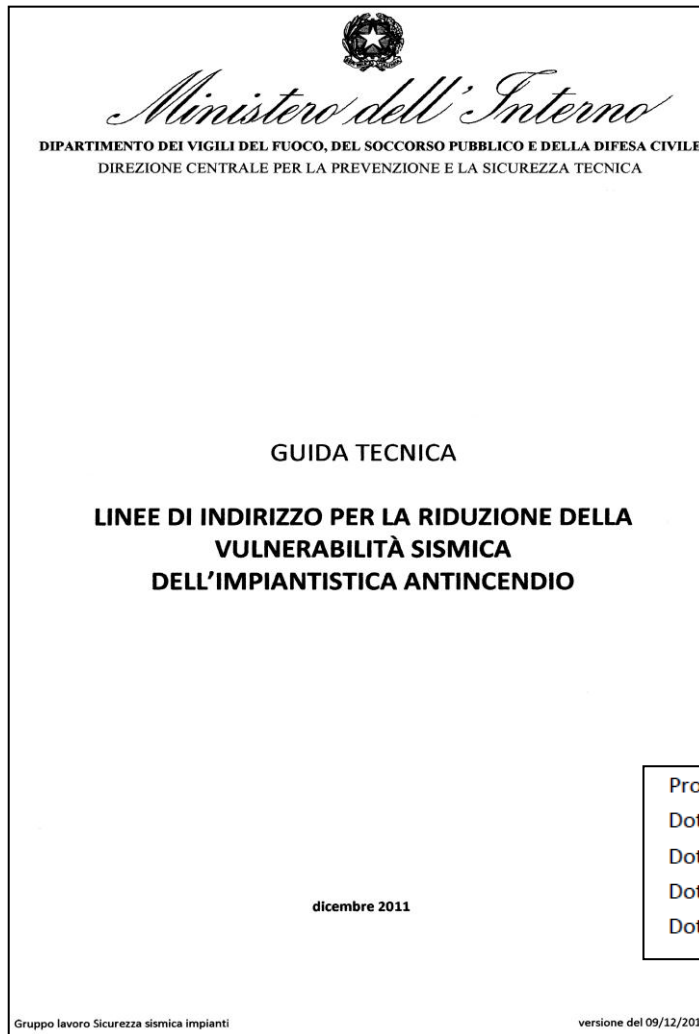
7.3.6.3 IMPIANTI (IM)

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.

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.



Approvate dal C.C.T.S.

**Pubblicate con
Lettera-Circolare
Ministero dell'Interno
Dipartimento VV.F.
del 16 aprile 2012
e trasmesse al
Ministero Infrastrutture**

| | |
|------------------------------|--|
| Prof. Stefano Grimaz | Università degli Studi di Udine (coordinatore scientifico) |
| Dott. Ing. Giuseppe Fascina | Studio di ingegneria per la sicurezza di Belluno |
| Dott. Ing. Nicola Micele | Ufficio di staff del Capo Dipartimento VV.F. |
| Dott. Ing. Alberto Maiolo | Ufficio di staff del Capo C.N.VV.F. |
| Dott. Ing. Pietro Montesanto | DCPST Area III – Prevenzione incendi |



Finalità

- Le linee guida forniscono criteri e indicazioni operative per **ridurre la vulnerabilità sismica** degli impianti antincendio. In particolare vengono definiti i requisiti minimi di sicurezza sismica ritenuti necessari per ottenere condizioni e caratteristiche di installazione che garantiscano, a seconda delle esigenze, **l'incolumità delle persone, il mantenimento della funzionalità, il pronto ripristino post sisma**.
- Le linee guida si pongono l'obiettivo di definire i requisiti di sicurezza sismica degli impianti connessi alla sicurezza antincendio con riferimento ai diversi scenari d'installazione (**pericolosità del sito e funzione strategica dell'installazione**).
- Per le **modalità di realizzazione** delle installazioni, e in particolare per il dimensionamento dei sistemi di ancoraggio, viene invece fatto diretto rimando alla normativa sismica NTC 2008 e alla scienza e tecnica delle costruzioni.



Fornire criteri e indicazioni operative per ridurre la vulnerabilità sismica degli impianti antincendio

REQUISITI MINIMI DI SICUREZZA SISMICA

Fornire indicazioni di tipo preventivo per evitare situazioni di difficoltà o di pericolo per le persone in caso di terremoto legate alla evacuabilità dei luoghi e alla generazione di effetti indotti connessi con il rischio d'incendio, quali ad esempio rilasci di sostanze pericolose o infiammabili.

QUANDO, DOVE, COSA E PERCHÉ

è opportuno fare
per ridurre la vulnerabilità

COME
riferimenti utili

NTC2008 DIMENSIONAMENTO



Requisiti minimi di sicurezza sismica

- Le strategie di progetto devono portare a conferire ai vari componenti antincendio la capacità di soddisfare **prefissati requisiti di sicurezza sismica** che mirano a ridurre gli elementi di vulnerabilità degli impianti e dei sistemi ad essi correlati in modo da non generare situazioni di pericolo per la sicurezza delle persone in caso di terremoto e, ove richiesto, garantire il mantenimento della funzionalità dell'impianto.

| Tabella 1 - Requisiti di sicurezza sismica | | |
|---|--|---|
| <i>Sigla</i> | <i>descrizione</i> | <i>obiettivo</i> |
| S | Mantenimento stabilità | non generare situazioni di pericolo per le persone |
| F | Mantenimento funzionalità | non determinare compromissioni di servizio |
| R | Pronta ripristinabilità | consentire il ripristino delle funzioni nel breve periodo |
| D | Assenza di perdite di fluidi | non generare situazioni di difficoltà o disagio nell'evacuazione per rilascio di sostanze o per caduta di elementi |
| C | Assenza di perdite di fluidi pericolosi | non generare situazioni critiche per rilascio di sostanze pericolose |

Le linee guida del CNVVF



MINISTERO
DELL'INTERNO



**Definire il livello di osservanza
dei requisiti minimi
(tab. 2)**

**Individuare la categoria dello
scenario d'installazione
(tab. 4)**

**Stabilire, per ogni impianto, i
requisiti minimi di sicurezza
(tabb. 5,1)**

**Individuare la classe di
pericolosità del sito
(tab. 3)**

**Definire, per ogni componente di
impianto, le potenziali criticità e
le possibili contromisure
(app. A)**

**Definire i criteri di
progettazione antisismica
(app. B)**

**Definire i criteri di
dimensionamento dei
dispositivi di vincolo
(app. B)**

STRATEGIE PER LA RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI

Nicola Micele – Norme, linee guida, riferimenti e prassi



Le linee guida del CNVVF



MINISTERO
DELL'INTERNO



Definire il livello di osservanza
dei requisiti minimi
(tab. 2)

Individuare la categoria dello
scenario d'installazione
(tab. 4)

Stabilire, per ogni impianto, i
requisiti minimi di sicurezza
(tabb. 5,1)

Individuare la classe di
pericolosità del sito
(tab. 3)

Definire, per ogni componente di
impianto, le potenziali criticità e
le possibili contromisure
(app. A)

**Definire i criteri di
progettazione antisismica
(app. B)**

Definire i criteri di
dimensionamento dei
dispositivi di vincolo
(app. B)

STRATEGIE PER LA RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI

Nicola Micele – Norme, linee guida, riferimenti e prassi



STRATEGIA DI PROGETTO

Un primo criterio di progettazione mira alla eliminazione/riduzione di criticità che richiederebbero una specifica – e a volte non semplice – valutazione della risposta degli impianti e dei sistemi in caso di terremoto.



ELIMINAZIONE DELLE CRITICITÀ

— LEGATE AL LAYOUT DISTRIBUTIVO

— LEGATE AL TIPO DI INSTALLAZIONE DEI COMPONENTI

— LEGATE ALLE INTERAZIONI NEGATIVE CON ALTRI ELEMENTI

CRITICITA' INTRODOTTE DALLE SCELTE PROGETTUALI DEL LAY-OUT

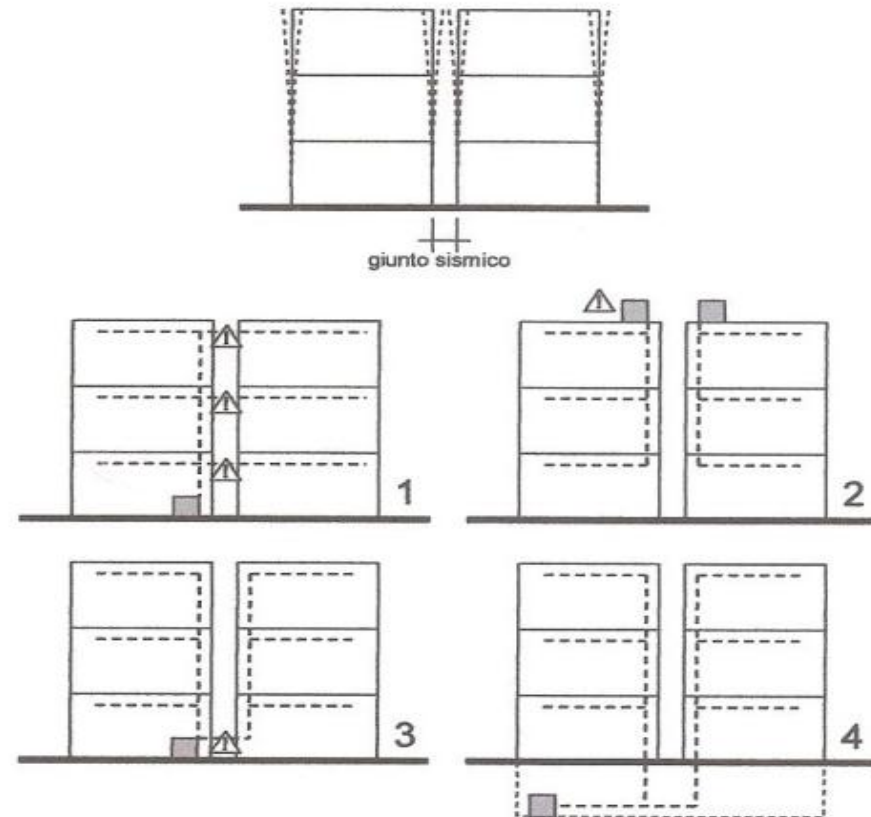
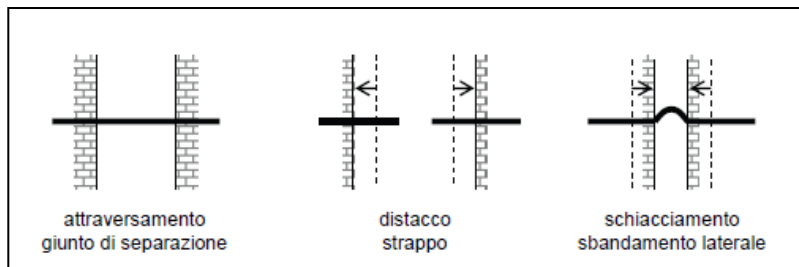


Figura B.1 – Criticità introdotte dalle scelte progettuali del lay-out. Il giunto sismico rappresenta un punto di criticità per gli attraversamenti degli impianti. Il posizionamento di apparecchiature pesanti nei piani alti rappresenta un ulteriore elemento di criticità. È preferibile ricercare soluzioni che riducano il numero di attraversamenti o che spostino i punti di attraversamento e l'ubicazione delle apparecchiature pesanti a quote il più basse possibili.

CRITICITA' ASSOCIATE ALLE MODALITA' DI INSTALLAZIONE DEI COMPONENTI

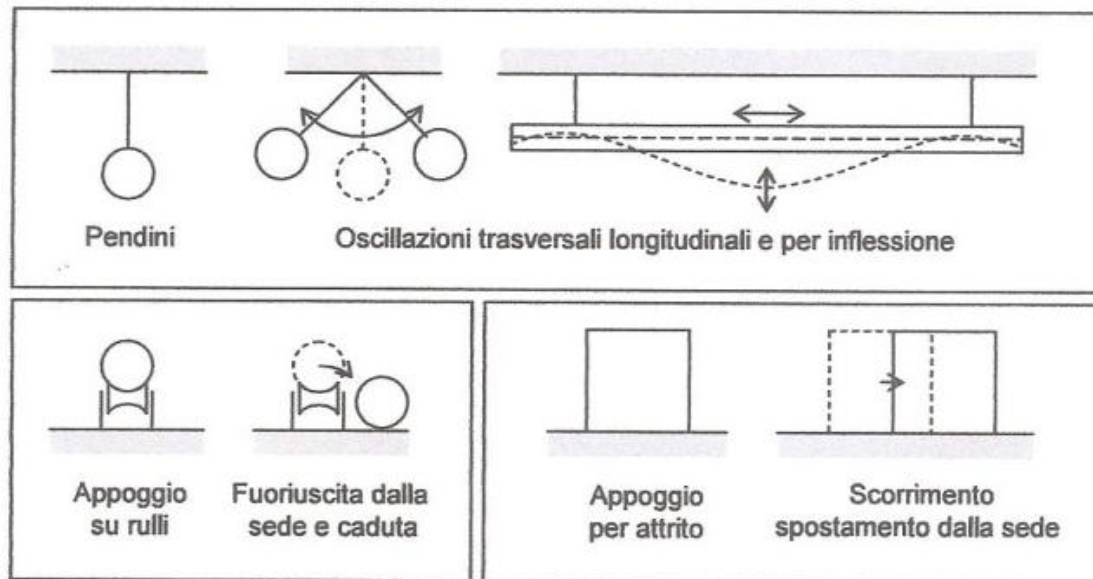
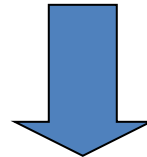


Figura B.2 - Potenziali criticità associate alle modalità di installazione dei componenti. Tali criticità devono essere gestite con un adeguato dimensionamento dei sistemi di ancoraggio.

Obiettivo della progettazione degli impianti antincendio

- **assicurare che il movimento sia solidale con quello dell'edificio** e che non si generino distacchi dai supporti durante l'azione sismica:
- **minimizzare gli sforzi diretti sulle tubazioni**, fornendo flessibilità e gioco adeguati nei punti in cui si prevede che la costruzione possa muoversi durante il terremoto
- assicurare che gli impianti **non possano essere coinvolti in azioni rovinose originate da elementi e/o componenti** (anche d'arredo) che possano compromettere l'efficienza



sistema in grado di muoversi seguendo lo stesso movimento previsto per la costruzione: rigido dove la costruzione è rigida e flessibile dove la costruzione è flessibile. In questo modo gli impianti (saldamente fissati alla struttura della costruzione) dovrebbero muoversi all'unisono con la costruzione.



| Elemento | Criteri progettuali |
|---------------------------------------|--|
| <i>Lay-out</i> | Preferire sistemi distributivi organizzati a livelli inferiori alla quota campagna Preferire sistemi di distribuzione ridondanti Prevedere ove necessario di riserva per la fornitura dei fluidi |
| <i>Attraversamento giunti sismici</i> | Ridurre il numero di attraversamenti nei giunti di separazione sismica Portare più possibile gli attraversamenti al piano di campagna o interrato Installare giunti flessibili |
| <i>Apparecchiature</i> | Posizionare le apparecchiature pesanti i ai piani bassi in modo da non produrre effetti dinamici di interazione tra sistema impiantistico e struttura o tra sistema ed altri elementi non strutturali |
| <i>Interazioni</i> | Controllare gli spostamenti relativi tra componenti dell'impianto e altri componenti (controsoffitti, partizioni, altri impianti) lasciando opportuni spazi di rispetto o rendendo solidali i vari sistemi |
| <i>Tipo di installazione</i> | Evitare sistemi di appoggio/trattenuta per solo attrito Evitare sistemi di installazione su rullo con possibilità di fuoriuscita dalle sedi di appoggio in caso di sisma Controllo delle oscillazioni longitudinali e trasversali delle tubazioni con opportuno posizionamento dei sistemi di controventamento |

Le linee guida del CNVVF

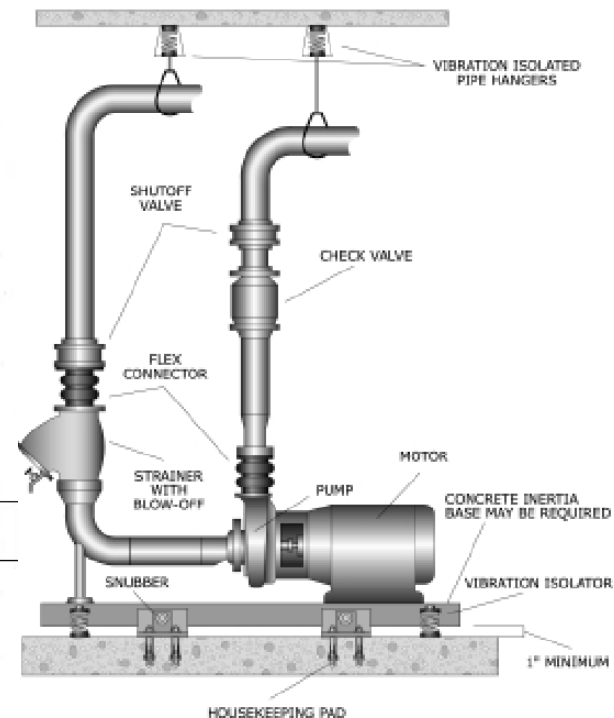
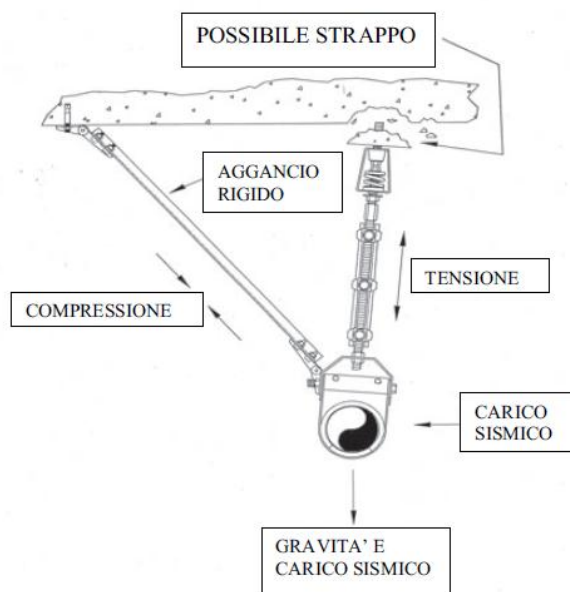
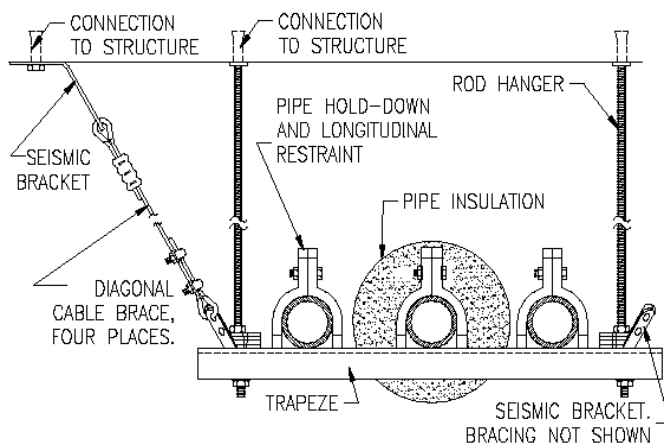


MINISTERO
DELL'INTERNO



Particolare attenzione va allora posta agli **elementi del sistema impiantistico** che possono essere considerati i più vulnerabili nella progettazione antisismica:

- ❑ **giunzioni** (manicotti)
- ❑ **separazioni** (giunti sismici e/o termici)
- ❑ **giochi** (spazi liberi di oscillazione o movimento)
- ❑ **rinforzi di ondeggiamento** (controventature)
- ❑ **ancoraggi**
- ❑ **connessioni**
- ❑ **interferenze realizzati**



STRATEGIE PER LA RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI

Nicola Micele – Norme, linee guida, riferimenti e prassi



Le linee guida del CNVVF



MINISTERO
DELL'INTERNO



STRATEGIE PER LA RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI

Nicola Micele – Norme, linee guida, riferimenti e prassi



Tabella 3 - Classe di pericolosità del sito

| <i>Classe pericolosità</i> | <i>Livello di accelerazione a terra ⁽¹⁾</i> |
|----------------------------|--|
| A (alta) | $A_{\text{sito}} = S a_g \geq 0.125 \text{ g}$ |
| B (bassa) | $A_{\text{sito}} = S a_g < 0.125 \text{ g}$ |

Le linee guida del CNVVF



MINISTERO
DELL'INTERNO



Definire il livello di osservanza
dei requisiti minimi
(tab. 2)

**Individuare la categoria dello
scenario d'installazione
(tab. 4)**

Stabilire, per ogni impianto, i
requisiti minimi di sicurezza
(tabb. 5,1)

Individuare la classe di
pericolosità del sito
(tab. 3)

Definire, per ogni componente di
impianto, le potenziali criticità e
le possibili contromisure
(app. A)

Definire i criteri di
progettazione antisismica
(app. B)

Definire i criteri di
dimensionamento dei
dispositivi di vincolo
(app. B)

STRATEGIE PER LA RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI

Nicola Micele – Norme, linee guida, riferimenti e prassi



Tabella 4 - Categorizzazione degli scenari d'installazione

| <i>Categoria</i> | <i>Descrizione</i> | |
|------------------|--|---|
| IV | Attività/strutture/aree con presenza di sostanze pericolose in quantità tale da poter determinare, in caso di terremoto, eventi incidentali pericolosi per la pubblica incolumità. | |
| III | Attività/strutture/aree che rivestono interesse strategico la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile. | |
| | <i>Aree tipo a</i> | <i>Aree tipo b</i> |
| | <ul style="list-style-type: none"> • strutture di supporto logistico per il personale operativo quali alloggiamenti e vettovagliamento; • strutture adibite all'attività logistica di supporto alle operazioni di protezione civile, quali stoccaggio movimentazione, trasporto, comprese le strutture per l'alloggiamento di strumentazione, di monitoraggio con funzione di allerta; • autorimesse e depositi; • strutture per l'assistenza e informazione alla popolazione. | <ul style="list-style-type: none"> • ospitanti funzioni di comando, supervisione e controllo; • sale operative; • strutture ed impianti di trasmissione, banche dati utili per la gestione dell'emergenza; • strutture e presidi ospedalieri. |
| II | Attività/strutture/aree rilevanti per l'elevata presenza di persone (maggiore di 100 unità) e relativo sistema di vie di esodo | |
| I | Attività/strutture/aree non rientranti negli altri gruppi. | |

Le linee guida del CNVVF



MINISTERO
DELL'INTERNO



**Definire il livello di osservanza
dei requisiti minimi
(tab. 2)**

Individuare la categoria dello
scenario d'installazione
(tab. 4)

Stabilire, per ogni impianto, i
requisiti minimi di sicurezza
(tabb. 5,1)

Individuare la classe di
pericolosità del sito
(tab. 3)

Definire, per ogni componente di
impianto, le potenziali criticità e
le possibili contromisure
(app. A)

Definire i criteri di
progettazione antisismica
(app. B)

Definire i criteri di
dimensionamento dei
dispositivi di vincolo
(app. B)

STRATEGIE PER LA RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI

Nicola Micele – Norme, linee guida, riferimenti e prassi



Tabella 2 - Livelli di richiesta del rispetto dei requisiti minimi di sicurezza sismica

| <i>Categoria Scenario (Tabella 4)</i> | <i>Classe di pericolosità del sito (Tabella 3)</i> | |
|---------------------------------------|--|----------------------|
| | <i>A</i> | <i>B</i> |
| IV | Richiesto | Consigliato |
| III | Richiesto | Consigliato |
| II | Richiesto | Consigliato |
| I | Consigliato | Non richiesto |

Le linee guida del CNVVF



MINISTERO
DELL'INTERNO



Definire il livello di osservanza
dei requisiti minimi
(tab. 2)

Individuare la categoria dello
scenario d'installazione
(tab. 4)

**Stabilire, per ogni impianto, i
requisiti minimi di sicurezza
(tabb. 5,1)**

Individuare la classe di
pericolosità del sito
(tab. 3)

Definire, per ogni componente di
impianto, le potenziali criticità e
le possibili contromisure
(app. A)

Definire i criteri di
progettazione antisismica
(app. B)

Definire i criteri di
dimensionamento dei
dispositivi di vincolo
(app. B)

STRATEGIE PER LA RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI

Nicola Micele – Norme, linee guida, riferimenti e prassi



Tabella 5 - Quadro di sintesi dei requisiti minimi di sicurezza sismica

| <i>Impianto</i> | <i>Categoria scenario d'installazione</i> | | | | |
|---|---|-----------|-------------|-------------|-----------|
| | <i>I</i> | <i>II</i> | <i>IIIa</i> | <i>IIIb</i> | <i>IV</i> |
| Impianto idrico antincendio | S | SD | SD | SFD | SF |
| Impianti sprinkler a umido | S | SD | SD | SFD | SF |
| Impianti sprinkler a secco | S | S | S | SFD | SF |
| Impianti fissi con estinguenti gassosi | S | SD | SD | SF | SF |
| Impianti rilevazione e allarme incendio | S | S | S | SF | SF |
| Impianto di illuminazione di sicurezza | S | S | S | SF | SF |
| Ascensore antincendio e di soccorso | S | S | S | SF | SF |
| Gruppo elettrogeno | SD | SD | SD | SFD | SC |
| Impianto adduzione fluidi infiammabili | SC | SRC | SRC | SF | SC |
| Impianti di adduzione fluidi comburenti | SC | SC | SC | SC | SC |

Le linee guida del CNVVF



MINISTERO
DELL'INTERNO



STRATEGIE PER LA RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI

Nicola Micele – Norme, linee guida, riferimenti e prassi



Le linee guida del CNVVF



| IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO | | | | | | | | | |
|-----------------------------|------------------------------------|--|---------------|-----------|---|---|---|---|--|
| Elemento di vulnerabilità | Potenziali criticità | Contromisure | Rif. | Requisito | | | | | |
| | | | | S | F | R | D | C | |
| Alimentazione elettrica | Mancanza di alimentazione | Prevedere sistemi ridondanti indipendenti (gruppi elettrogeni, motopompe diesel) | [7] | | ✓ | ✓ | | | |
| Alimentazione idrica | Rottura ancoraggi serbatoi | Dimensionare i fissaggi (staffe, tiranti, bulloni) in modo da resistere alle forze orizzontali e verificare l'efficacia del collegamento con la struttura principale. Posizionare i serbatoi nella parte più bassa dell'edificio | [4][6] [1] | | ✓ | ✓ | | | |
| | Rottura serbatoi | Utilizzare preferibilmente serbatoi metallici. Realizzare serbatoio in modo da garantire tenuta sotto azione sismica. | [4] | | ✓ | ✓ | | | |
| | Rottura tubazione collegamento | Prevedere manicotti flessibili nei tratti verticali di giunzione. | [4][8] | | ✓ | ✓ | | | |
| Gruppo di pompaggio | Rottura ancoraggio al basamento | Posizionare le apparecchiature al più basso livello possibile rispetto al piano di campagna. Dimensionare i fissaggi (staffe, tiranti, bulloni) in modo da resistere alle forze orizzontali. Garantire l'efficacia del collegamento alla struttura principale. | [1][3] | | ✓ | ✓ | | | |
| | Disallineamento fra pompa e motore | Rendere minimi gli spostamenti differenziali progettando opportunamente le connessioni con la struttura principale | [2][6] | | ✓ | | | | |
| | Rottura tubazioni di collegamento | Prevedere manicotti flessibili nei tratti verticali di giunzione. Prevedere un sostegno laterale di controvento in corrispondenza dei manicotti flessibili. | [2][6] | | ✓ | | | | |

Le linee guida del CNVVF



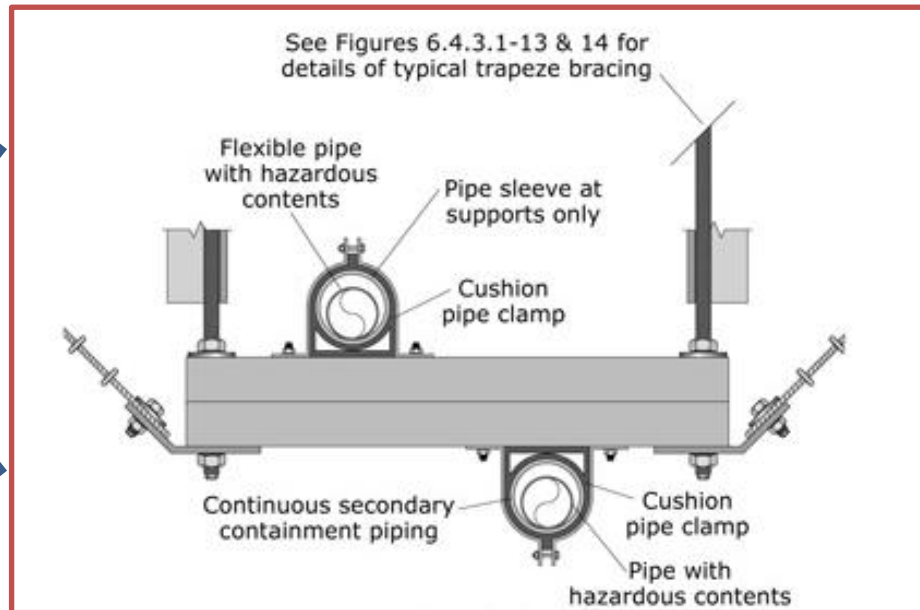
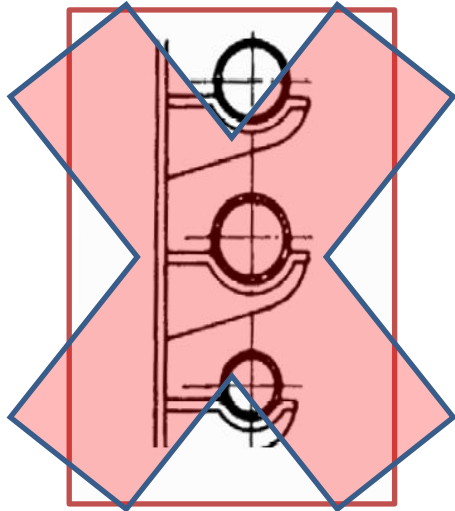
| IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO | | | | | | | | | |
|--|---|---|-----------------------|-----------|---|---|---|---|---|
| Elemento di vulnerabilità | Potenziali criticità | Contromisure | Rif. | Requisito | | | | | |
| | | | | S | F | R | D | C | |
| Gruppi a combustione interna | Rottura degli smorzatori alle vibrazioni | Dimensionare gli smorzatori in modo tale da resistere alle forze orizzontali e prevedere dispositivi di arresto laterale (snubbers). | [2][6] | | ✓ | ✓ | | | |
| | Rottura delle alimentazioni di combustibile | Rendere minimi gli spostamenti differenziali progettando opportunamente le connessioni con la struttura principale. | [2][6] | | ✓ | | | | ✓ |
| | Rottura condotti prodotti della combustione | Rendere minimi gli spostamenti differenziali progettando opportunamente le connessioni con la struttura principale. | [2][6] | | ✓ | | | | ✓ |
| Tubazioni fisse con acqua non permanentemente in pressione | Distacco degli ancoraggi Urti conto altri impianti | Prevedere idonei sistemi di controventatura e ancoraggio. | [2][6] | ✓ | ✓ | | | | |
| | Rottura o perdite di tenuta da tubazioni installate fuori terra | Prevedere giunzioni flessibili: - nelle tubazioni verticali vicino le estremità (entro 50 cm) e del soffitto di ogni piano intermedio attraversato; - nelle tubazioni orizzontali in vicinanza dei punti di ingresso dell'edificio ed in corrispondenza dei giunti di dilatazione dell'edificio; Ridurre i punti di attraversamento dei giunti sismici o spostarli a quota più bassa possibile; Prevedere mensole di irrigidimento, dello stesso tipo per l'intero tratto della condotta: - nelle tubazioni orizzontali, con disposizione tale da impedire le oscillazioni lungo l'asse e da limitare le oscillazioni libere del tubo in direzione trasversale; - nelle tubazioni verticali posizionare mensole a quattro vie immediatamente sopra la giunzione flessibile. | [3][4] [8] [11] | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | |



| IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO | | | | | | | | |
|--|---|---|-------------------|-----------|---|---|---|---|
| Elemento di vulnerabilità | Potenziali criticità | Contromisure | Rif. | Requisito | | | | |
| | | | | S | F | R | D | C |
| Tubazioni fisse permanentemente in pressione | Rottura o perdite di tenuta da tubazioni installate fuori terra | Prevedere giunzioni flessibili: - nelle tubazioni verticali vicino le estremità (entro 50 cm) e in corrispondenza del soffitto di ogni piano intermedio attraversato; - nelle tubazioni orizzontali in vicinanza dei punti di ingresso dell'edificio ed in corrispondenza dei giunti di dilatazione dell'edificio; Ridurre i punti di attraversamento dei giunti sismici o spostarli a quota più bassa possibile; Prevedere mensole di irrigidimento, dello stesso tipo per l'intero tratto della condotta: - nelle tubazioni orizzontali, con disposizione tale da impedire le oscillazioni lungo l'asse e da limitare le oscillazioni libere del tubo in direzione trasversale; - nelle tubazioni verticali posizionare mensole a quattro vie immediatamente sopra la giunzione flessibile. | [2] [4] [8] | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| | Rottura o perdite di tenuta da tubazioni interrate | Prevedere manicotti flessibili: nelle tubazioni orizzontali in vicinanza dei punti di ingresso dell'edificio. | [2] | | ✓ | ✓ | | |
| | Rottura o perdite di tenuta da attraversamenti strutture verticali ed orizzontali | Lasciare uno spazio libero tutt'intorno al tubo opportunamente sigillato. | [2] | | ✓ | ✓ | | |

- [1] AICARR 2010 – Impiantistica antisismica. La protezione antisismica degli impianti. Requisiti, regole tecniche, esperienze. Associazione Italiana Condizionamento dell’Aria, Riscaldamento e Refrigerazione. Milano.
- [2] ASHRAE 1999 – “ A Practical Guide to Seismic Restraint” – RP812 American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. Atlanta
- [3] ATC 51-2, 2003 – “Raccomandazioni congiunte Stati Uniti-Italia per il controventamento e l’ancoraggio dei componenti non strutturali negli ospedali italiani”. Applied Technology Council California
- [4] Comitato tecnico italiano materiali antincendio. – “Norma sperimentale CTIMA n°12 - Idranti per estinzione incendi. Norme per l’installazione e condizioni di accettazione”.
- [5] FEMA, 1997 - “FEMA 274 - NEHRP commentary on the guidelines for the seismic rehabilitation of buildings.” Federal Emergency Management Agency. Washington, D.C.
- [6] FEMA, 2002 - “FEMA 412 - Installing Seismic Restraints for Mechanical Equipment”. Federal Emergency Management Agency. Washington, D.C.
- [7] FEMA, 2004 - “FEMA 413 - Installing Seismic Restraints for Electrical Equipment”. Federal Emergency Management Agency. Washington, D.C.
- [8] FEMA, 2004 - “FEMA 414 - Installing Seismic Restraints for Duct and Pipe”. Federal Emergency Management Agency. Washington, D.C.
- [9] FEMA, 2005 –“FEMA 74-FM –Earthquake hazard mitigation for non structural elements – Field Manual” Federal Emergency Management Agency. Washington, D.C.
- [10] Ministero della Salute, 2002. Raccomandazioni per il miglioramento della sicurezza sismica e della funzionalità degli ospedali
- [11] NFPA, 2010 - “NFPA 13 - Standard for the Installation of Sprinkler Systems”. National Fire Protection Association
- [12] UNI CIG 2009 – “Linea Guida per l’applicazione della normative sismica nazionale alle attività di progettazione, costruzione e verifica dei sistemi di trasporto e distribuzione per gas combustibili, ed. 27 febbraio 2009

POSSIBILI CONTROMISURE



POSSIBILI CONTROMISURE



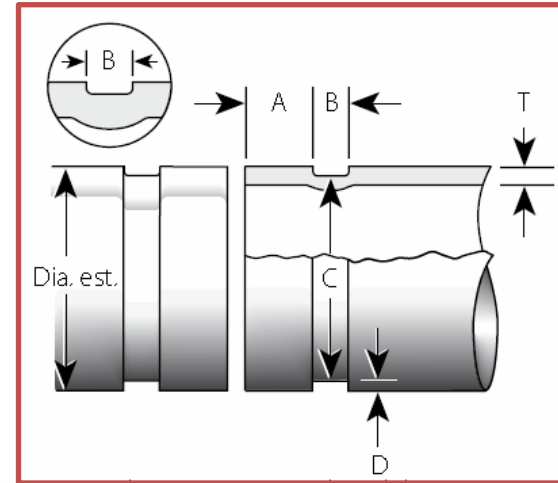
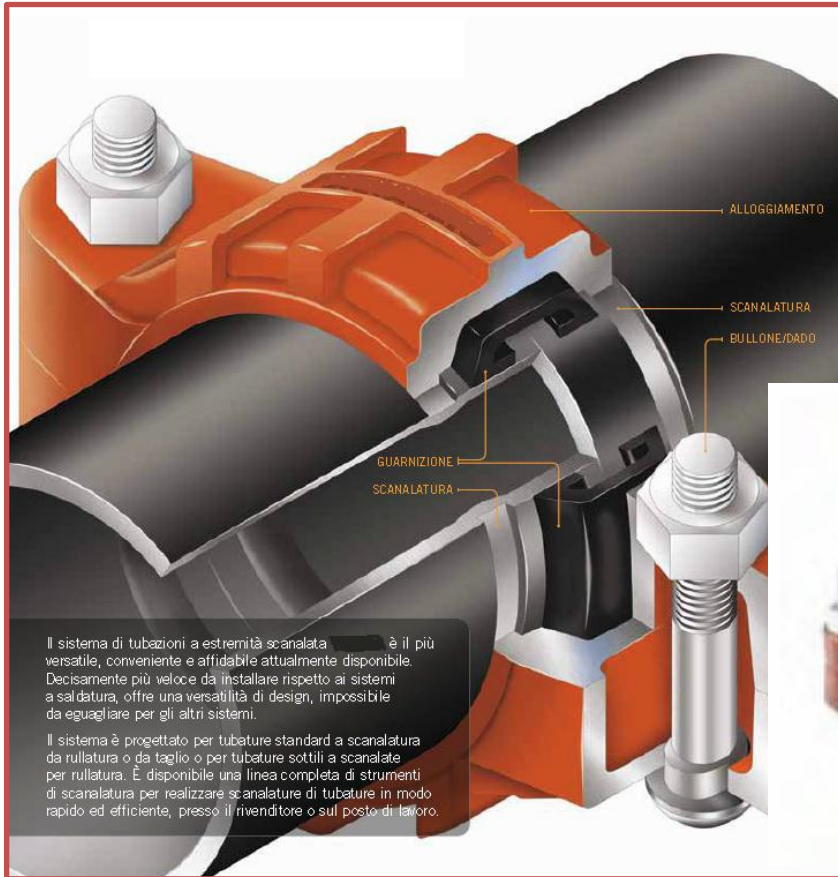
Assenza
manicotti
flessibili di
collegamento

Rack bombole
senza efficaci
vincoli
anticaduta



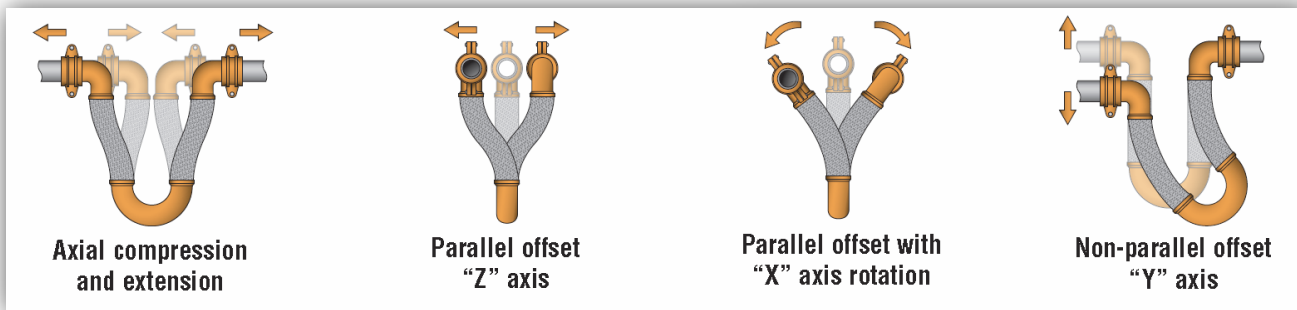
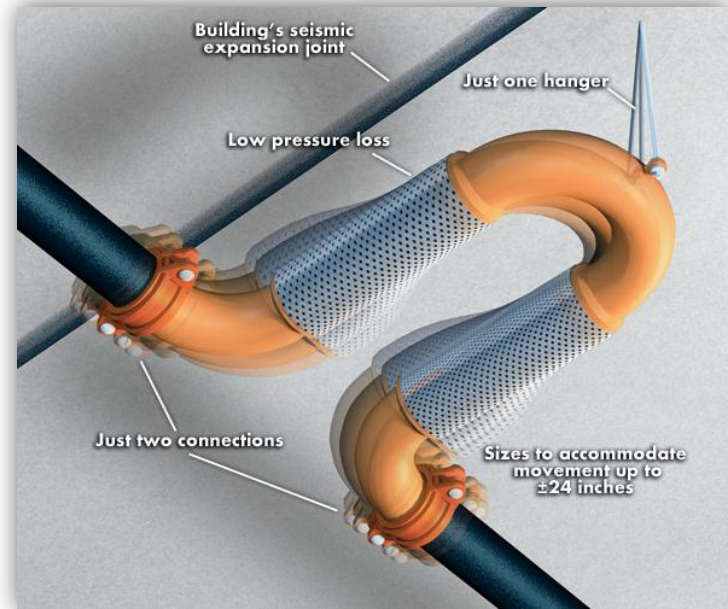
Le linee guida del CNVVF

POSSIBILI CONTROMISURE



Le linee guida del CNVVF

POSSIBILI CONTROMISURE



POSSIBILI CONTROMISURE



STRATEGIE PER LA RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI
Nicola Micele – Norme, linee guida, riferimenti e prassi

POSSIBILI CONTROMISURE



Le linee guida del CNVVF

POSSIBILI CONTROMISURE



CSBBARJ -
Adattatore per travetti a L



CSBIB -
Adattatore per travi tipo IPE o HEA



CSBUNIV -
Attacco universale alla struttura



CSBMA -
Attacco multiplo alla struttura



Le linee guida del CNVVF



MINISTERO
DELL'INTERNO



Definire il livello di osservanza
dei requisiti minimi
(tab. 2)

Individuare la categoria dello
scenario d'installazione
(tab. 4)

Stabilire, per ogni impianto, i
requisiti minimi di sicurezza
(tabb. 5,1)

Individuare la classe di
pericolosità del sito
(tab. 3)

Definire, per ogni componente di
impianto, le potenziali criticità e
le possibili contromisure
(app. A)

Definire i criteri di
progettazione antisismica
(app. B)

Definire i criteri di
dimensionamento dei
dispositivi di vincolo
(app. B)

STRATEGIE PER LA RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ SISMICA DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI

Nicola Micele – Norme, linee guida, riferimenti e prassi



DIMENSIONAMENTO DEI DISPOSITIVI DI VINCOLO

Tabella B1. Elementi dei rinforzi contro l'ondeggiamento

| | | |
|---|--|--|
| Collegamento delle tubazioni alla staffa | I tipi più comuni sono i collari, i sostegni ad U e le mensole in profilato di acciaio per i fasci tuberi. Nei collari ad U è importante l'inserimento di una sella di rinforzo per evitare che il ferro ad U si pieghi sotto l'azione della forza sismica. Esistono anche elementi a cerniera perforati per il collegamento a staffe rigide o dotati di punti di attacco per cavi. | |
| Elementi di sostegno | Cavi acciaio | I cavi consentono una maggiore adattabilità e flessibilità di installazione in loco; tuttavia, non resistendo a compressione, è richiesto, per ogni staffaggio, un numero doppio di collegamenti alla struttura. I cavi consentono di apportare variazioni in lunghezza e regolazioni della tensione dei collegamenti terminali. |
| | Angolari acciaio | Gli staffaggi rigidi richiedono un numero minore di collegamenti ma una maggiore precisione nella posizione e allineamento dei fori dei bulloni. |
| | Il metodo di ancoraggio deve essere il medesimo lungo l'intero percorso delle condotte in una direzione. | |
| Ancoraggio alla struttura | Nel cemento armato i tipi di ancoraggio più comuni sono gli angolari fissati alla struttura con tasselli ad espansione. Il numero di tasselli richiesti è in funzione delle forze previste. Il tassello viene dimensionato per resistere alle forze di taglio e tensione con adeguati fattori di sicurezza. I collegamenti ad elementi strutturali in ferro possono essere realizzati mediante bulloni, morsetti o passanti saldati. | |

DIMENSIONAMENTO DEI DISPOSITIVI DI VINCOLO

Tabella B2. Distanza tra le controventature (valori consigliati se non diversamente determinati)

| Diametro nominale | Distanza massima fra le controventature | | |
|-------------------|---|---------------------------|-------------------------|
| | trasversali | | longitudinali |
| | per tubazioni in acciaio (m) | per tubazioni in rame (m) | qualsiasi materiale (m) |
| DN 20 | - | 4.3 | 12 |
| DN 25 | 8.5 | 4.3 | |
| DN 32 | 9.0 | 4.5 | |
| DN 40 | 9.3 | 4.7 | |
| DN 50 | 10.8 | 5.4 | |
| DN 65 | 12.0 | 6.0 | |
| DN 80 | 12.9 | 6.5 | |
| DN 100 | 14.7 | 7.4 | |
| DN 125 | 15.3 | | |
| DN 150 | 16.8 | | |
| DN 200 | 20.4 | | |
| DN 300 | 22.0 | | |

DIMENSIONAMENTO DEI DISPOSITIVI DI VINCOLO

Tabella B3. Criteri di dimensionamento dispositivi di vincolo

Criteri generali di dimensionamento dei dispositivi di vincolo

- a. Ciascuna tratta lineare deve essere controventata in direzione longitudinale (parallela alla direzione del tubo o del condotto) mediante almeno un controvento.
- b. Ciascuna tratta di tubo, condotto elettrico o di fluidi con due o più supporti necessita di:
 - almeno due controventi trasversali (perpendicolari alla direzione del tubo o del condotto). Un controvento longitudinale dalla parte opposta di un gomito o di un giunto a T può servire come controvento trasversale;
 - almeno un controvento longitudinale (parallelo alla direzione del tubo o del condotto). Un controvento trasversale dalla parte opposta di un gomito o di un giunto a T può servire come controvento longitudinale.
- c. È opportuno che i controventi trasversali e longitudinali vengano installati ad un angolo di 45 gradi dall'orizzontale, ossia rapporto base altezza B:H pari 1:1. Se si vuole ancorare i controventi con un angolo pari a un rapporto 1,5:1 o 2:1, lo spazio tra controventi consecutivi oppure il peso massimo del tubo per metro lineare deve essere ridotto. Evitare, per quanto possibile, installazioni con angolo maggiore di 2:1.
- d. Non usare mai, nella stessa parte diritta di tubo o condotto elettrico, controventi di tipo rigido e cavi agenti nella stessa direzione.
- e. Non controventare mai un sistema meccanico o elettrico a due parti differenti della struttura che possono rispondere in modo diverso durante il sisma. Ad esempio, si deve evitare di connettere un controvento trasversale a un muro e un controvento longitudinale al pavimento o al soffitto se entrambi i controventi sono connessi allo stesso punto del sistema meccanico o elettrico.
- f. Ogni sistema che attraversa un giunto di separazione o un giunto sismico deve essere progettato per assorbire uno spostamento differenziale pari allo spostamento relativo fra i due punti.
- g. Sistemi soggetti a deformazioni termiche significative devono essere progettati caso per caso in modo da resistere a carichi sismici ed evitare coazioni termiche. Solitamente ogni parte diritta di tubo deve essere controventata longitudinalmente in un punto soltanto.



Metodo proposto dalla “Guida tecnica”

- **non detta norme prescrittive**
- **definisce un percorso per la valutazione di requisiti di sicurezza specifici**
- **consente l'individuazione delle vulnerabilità**
- **permette di ricercare le potenziali strategie e le contromisure per eliminare o ridurre le criticità.**

AZIONI DA INTERAZIONE



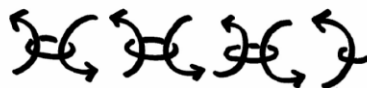
APPROCCIO PROGETTUALE

•Approccio convenzionale:



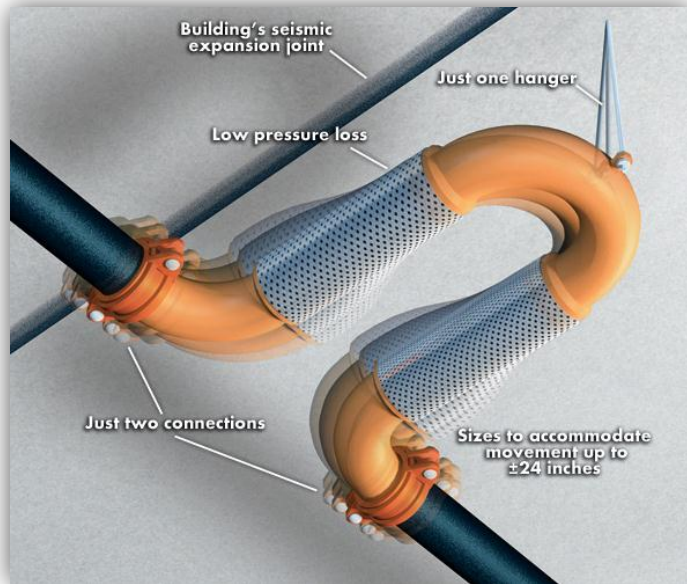
- È DI TIPO LINEARE.
- I SOGGETTI COINVOLTI NELLA PROGETTAZIONE NON LAVORANO IN SINERGIA MA IN SEQUENZA
- IL RISULTATO FINALE È DIFFICILMENTE PREVEDIBILE

•Approccio integrato:



- È DI TIPO SINERGICO
- I SOGGETTI COINVOLTI SONO TUTTI ATTIVI FIN DALLE PRIME FASI PROGETTUALI
- IL RISULTATO FINALE È SEMPRE SOTTO CONTROLLO

È necessario un **approccio integrato** nella progettazione, che tenga conto di una visione d'insieme, dei possibili cinematismi e delle possibili interazioni tra i diversi elementi strutturali e tra impianti e strutture.



Grazie per l'attenzione