

Modulo IV – Introduzione
Lo stato dell'arte della costruzione in legno

Norme antisismiche e aspetti concettuali della progettazione in zona sismica

Ivan Giongo, Dip. Ing. Civile Ambientale e Meccanica Università di Trento

LA RISPOSTA SISMICA DELLE STRUTTURE | DEFINIZIONE DELLA FORZANTE

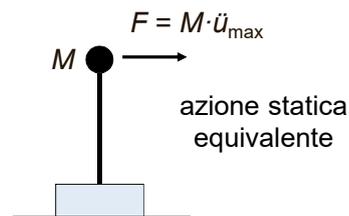
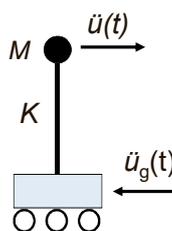
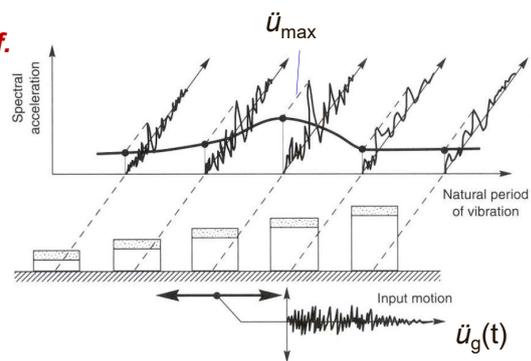
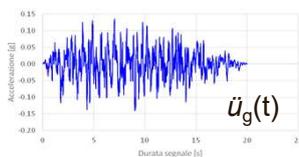
Analisi per un sistema elastico a 1 d.o.f.

Dato un evento sismico caratterizzato da un'accelerazione di picco al suolo a_g , l'accelerazione/forza effettivamente subita da una struttura dipende dal periodo naturale di vibrazione della struttura stessa

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad [\text{sec}]$$

massa

rigidezza



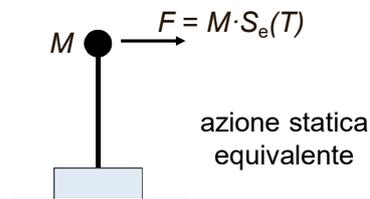
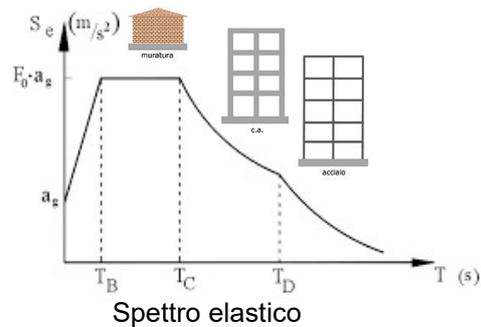
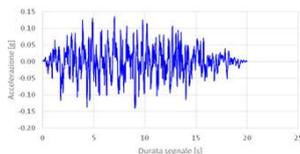
LA RISPOSTA SISMICA DELLE STRUTTURE | DEFINIZIONE DELLA FORZANTE

Analisi per un sistema elastico a 1 d.o.f.

Dato un evento sismico caratterizzato da un'accelerazione di picco al suolo a_g , l'accelerazione/forza effettivamente subita da una struttura dipende dal periodo naturale di vibrazione della struttura stessa

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \text{ [sec]}$$

rigidezza



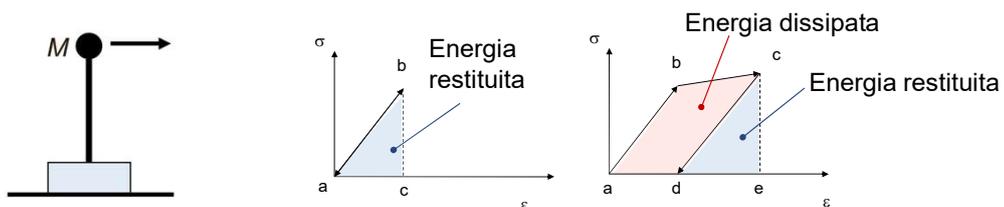
LA RISPOSTA SISMICA DELLE STRUTTURE

Il comportamento delle strutture non è elastico lineare

Approccio normativo attuale (EC8, NTC)

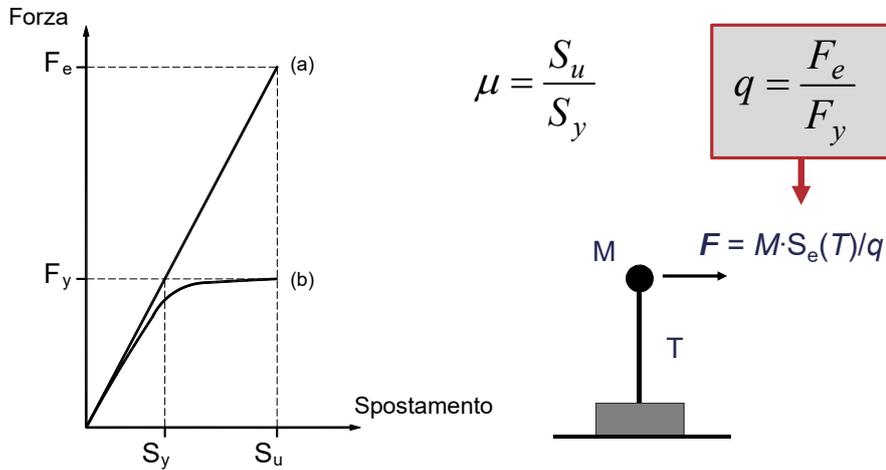
- Il terremoto eccezionale **può danneggiare** la struttura
- Ciò significa che la struttura **può superare** il suo limite elastico
- Ma vogliamo anche che essa **non collassi** improvvisamente

Questo significa che è necessaria una certa duttilità di comportamento («affidabilità»)



LA RISPOSTA SISMICA DELLE STRUTTURE

Il comportamento delle strutture non è elastico lineare



PERCHÉ USARE IL LEGNO PER LE COSTRUZIONI IN ZONA SISMICA?

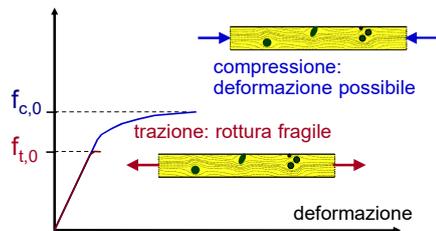
Bisogna tener conto delle “peculiarità” del legno

CRITICITÀ

- ✗ Comportamento igroscopico
- ✗ Comportamento fragile

VANTAGGI

- ✓ Leggerezza
- ✓ Resistenza
- ✓ Rigidezza
- ✓ Resistenza a carichi di breve durata



PERCHÉ USARE IL LEGNO PER LE COSTRUZIONI IN ZONA SISMICA?

Bisogna tener conto delle “peculiarità” del legno

CRITICITÀ

- ✗ Comportamento igroscopico
- ✗ Comportamento fragile

VANTAGGI

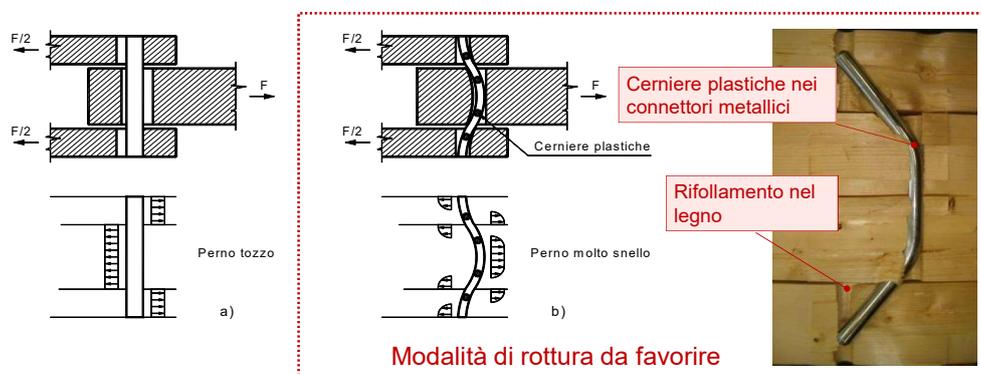
- ✓ Leggerezza
- ✓ Resistenza
- ✓ Rigidezza
- ✓ Resistenza a carichi di breve durata

CAPACITÀ DISSIPATIVA deve essere **EVENTUALMENTE** ricercata nei **COLLEGAMENTI!**

PERCHÉ USARE IL LEGNO PER LE COSTRUZIONI IN ZONA SISMICA?

La capacità dissipativa deve essere ricercata nei collegamenti

Le normative attuali considerano soddisfatta la condizione di “collegamento dissipativo”, nel caso di collegamenti con perni e bulloni, se il **diametro d dei connettori** non è superiore ai **12 mm**, mentre gli **elementi da connettere** devono avere uno spessore maggiore o uguale a **$10 \cdot d$** .

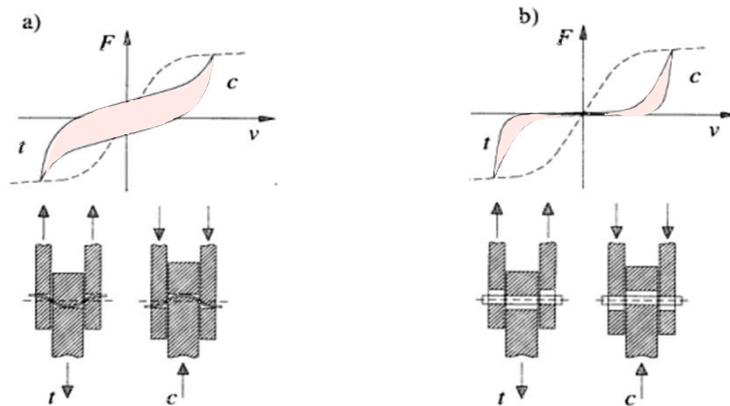


Aumentando la snellezza del connettore aumenta la sua duttilità

PERCHÉ USARE IL LEGNO PER LE COSTRUZIONI IN ZONA SISMICA?

La capacità dissipativa deve essere ricercata nei collegamenti

Le normative attuali considerano soddisfatta la condizione di “collegamento dissipativo”, nel caso di collegamenti con perni e bulloni, se il **diametro d dei connettori** non è superiore ai **12 mm**, mentre gli **elementi da connettere** devono avere uno spessore maggiore o uguale a **$10 \cdot d$** .



PRINCIPI CONTENUTI NELLE NUOVE NORME

- a. **CAPACITY DESIGN** (principio di **gerarchia delle resistenze**)
- b. **PERFORMANCE BASED DESIGN** (definizione dello stato limite di progetto)

Zone duttili/dissipative

↓

UNIONI MECCANICHE

Progettate per il valore della forza di progetto derivante dall'analisi

$$R_{d,conn} \geq F_{d,conn} = P$$

Anello debole

Zone fragili ed elastiche

↓

ELEMENTI DI LEGNO

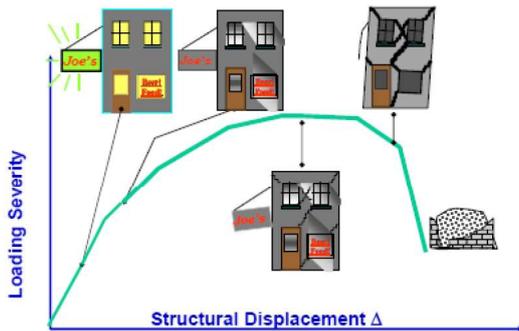
Progettate in relazione alla capacità della connessione

$$R_{d,legno} \geq \gamma_{r,d} \cdot R_{d,conn}$$

E' il contrario di quanto avviene nelle strutture in c.a. o acciaio.
 Nel legno, il concetto di "cerniera plastica" in travi/pilastrini **NON ESISTE!**

PRINCIPI CONTENUTI NELLE NUOVE NORME

- a. CAPACITY DESIGN (principio di gerarchia delle resistenze)
- b. PERFORMANCE BASED DESIGN (definizione dello stato limite di progetto)



Stato Limite di esercizio

- Stato Limite di Operatività (SLO)
- Stato Limite di Danno (SLD)

Stato Limite ultimi

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)
- Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)

PRINCIPI CONTENUTI NELLE NUOVE NORME

- a. CAPACITY DESIGN (principio di gerarchia delle resistenze)
- b. PERFORMANCE BASED DESIGN (definizione dello stato limite di progetto)

Performance objectives

Occurrence probability ↓	FULLY OPERATIONAL	OPERATIONAL	LIFE SAFETY	NEAR COLLAPSE
Frequent earthquake	b		Unacceptable Performance	
Occasional earthquake	e	b		
Rare earthquake	c	e	b	
Very Rare earthquake	c	c	e	b

b = Basic Facilities e = Essential Facilities c = Critical Facilities

PRINCIPI CONTENUTI NELLE NUOVE NORME

a. **CAPACITY DESIGN** (principio di gerarchia delle resistenze)

b. **PERFORMANCE BASED DESIGN** (definizione dello stato limite di progetto)

Performance objectives

Occurrence probability ↓	FULLY OPERATIONAL	OPERATIONAL	LIFE SAFETY	NO COLLAPSE
Frequent earthquake	b		Un	
Occasional earthquake	e	b		performance
Rare earthquake	c	e	b	
Very Rare earthquake	c	c	e	b



b = Basic Facilities e = Essential Facilities c = Critical Facilities

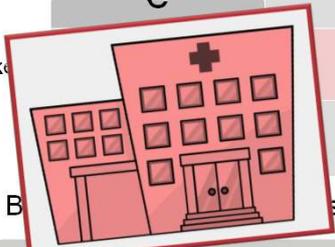
PRINCIPI CONTENUTI NELLE NUOVE NORME

a. **CAPACITY DESIGN** (principio di gerarchia delle resistenze)

b. **PERFORMANCE BASED DESIGN** (definizione dello stato limite di progetto)

Performance objectives

Occurrence probability ↓	FULLY OPERATIONAL	OPERATIONAL	LIFE SAFETY	NO COLLAPSE
Frequent earthquake	b		Un	
Occasional earthquake	e	b		performance
Rare earthquake	c	e	b	
Very Rare earthquake	c	c	e	b



b = Basic Facilities e = Essential Facilities c = Critical Facilities

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI | NTC2018

Tab. 7.3.II Valori massimi del valore di base q_0 del fattore di comportamento per diverse tecniche costruttive ed in funzione della tipologia strutturale e della classe di duttilità CD "A" o "B"

Tipologia strutturale (§ 7.7.3)	CD "A"	CD "B"
Pannelli di parete a telaio leggero chiodati con diaframmi incollati, collegati mediante chiodi, viti e bulloni Strutture reticolari iperstatiche con giunti chiodati	3,0	2,0
Portali iperstatici con mezzi di unione a gambo cilindrico	4,0	2,5
Pannelli di parete a telaio leggero chiodati con diaframmi chiodati, collegati mediante chiodi, viti e bulloni.	5,0	3,0
Pannelli di parete incollati a strati incrociati , collegati mediante chiodi, viti, bulloni Strutture reticolari con collegamenti a mezzo di chiodi, viti, bulloni o spinotti Strutture cosiddette miste, ovvero con intelaiatura (sismo-resistente) in legno e tamponature non portanti	-	2,5
Strutture isostatiche in genere, compresi portali isostatici con mezzi di unione a gambo cilindrico, e altre tipologie strutturali	-	1,5

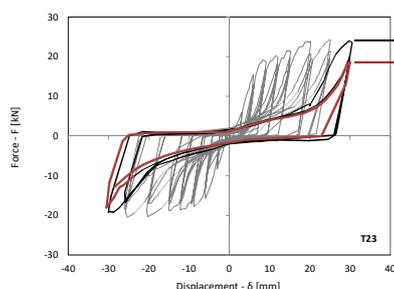
Tipologia strutturale: la **ridondanza** strutturale offre maggiori risorse post-elastiche

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI | NTC2018

7.7.2 MATERIALI E PROPRIETÀ DELLE ZONE DISSIPATIVE

... Qualora si faccia affidamento a comportamenti strutturali dissipativi (CD "A" o "B"), in mancanza di più precise valutazioni teoriche e sperimentali, si devono applicare le regole seguenti:

- a) nelle zone considerate dissipative possono essere utilizzati solamente materiali e mezzi di unione che garantiscono un adeguato **comportamento di tipo oligociclico**;



La resistenza al **3° ciclo** di inversione deve risultare $\geq 80\%$ della resistenza al **1° ciclo** (7.7.3.1)

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI | NTC2018

7.7.2 MATERIALI E PROPRIETÀ DELLE ZONE DISSIPATIVE

... Qualora si faccia affidamento a comportamenti strutturali dissipativi (CD “A” o “B”), in mancanza di più precise valutazioni teoriche e sperimentali, si devono applicare le regole seguenti:

- a) nelle zone considerate dissipative possono essere utilizzati solamente materiali e mezzi di unione che garantiscono un adeguato **comportamento di tipo oligociclico**;
- b) le **unioni incollate** devono essere considerate, in generale, come **non dissipative**, a meno che non siano poste in serie con un elemento duttile applicando i criteri della progettazione in capacità;



[Fonte: tetto & pareti 03-2002]

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI | NTC2018

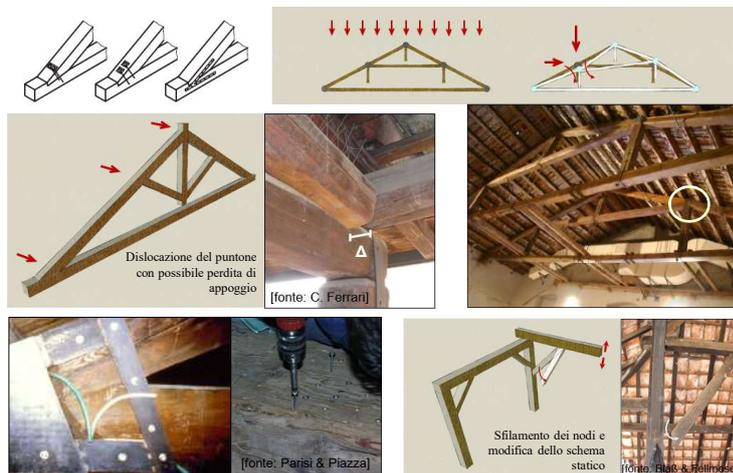
7.7.2 MATERIALI E PROPRIETÀ DELLE ZONE DISSIPATIVE

... Qualora si faccia affidamento a comportamenti strutturali dissipativi (CD “A” o “B”), in mancanza di più precise valutazioni teoriche e sperimentali, si devono applicare le regole seguenti:

- a) nelle zone considerate dissipative possono essere utilizzati solamente materiali e mezzi di unione che garantiscono un adeguato **comportamento di tipo oligociclico**;
- b) le **unioni incollate** devono essere considerate, in generale, come **non dissipative**, a meno che non siano poste in serie con un elemento duttile applicando i criteri della progettazione in capacità;
- c) i **nodi di carpenteria** possono essere utilizzati solamente quando possono garantire una sufficiente dissipazione energetica, senza presentare rischi di rottura fragile per taglio o per trazione ortogonale alla fibratura, e con la **presenza di dispositivi atti ad evitarne la sconnessione**.

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI | NTC2018

7.7.2 MATERIALI E PROPRIETÀ DELLE ZONE DISSIPATIVE



NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI | NTC2018

7.7.7 REGOLE DI DETTAGLIO

Le regole e disposizioni riportate nel presente paragrafo 7.7.7.1 e nel successivo 7.7.7.2 *si applicano alle strutture progettate in CD“A” o CD“B”, relativamente alle zone considerate e progettate come dissipative.*

Perni e bulloni di **diametro d superiore a 16 mm NON** devono essere utilizzati nei collegamenti legno-legno e legno-acciaio, eccezion fatta quando essi siano utilizzati come elementi di chiusura dei connettori e tali, quindi, da non influenzare la resistenza a taglio.

Il collegamento realizzato mediante **spinotti o chiodi a gambo liscio** non deve essere utilizzato senza **accorgimenti aggiuntivi volti ad evitare l'apertura** del giunto.

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI | NTC2018

Garanzia che elementi "fragili" della struttura rimangano in campo elastico.

➡ concetto di «**SOVRARESISTENZA**»

7.2.2.CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE DEI SISTEMI STRUTTURALI

Precisazioni generali in merito a duttilità, progetto in capacità, sovrarresistenza.

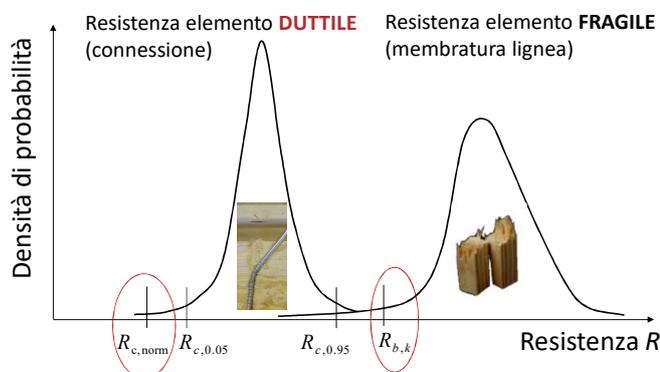
... Tali fini possono ritenersi conseguiti progettando la **capacità** allo SLV degli elementi/meccanismi fragili, locali e globali, in modo che **sia maggiore** di quella degli elementi/meccanismi duttili ad essi alternativi.

Per assicurare il rispetto di tale disequaglianza, a livello sia locale sia globale, **l'effettiva capacità degli elementi/meccanismi duttili è incrementata mediante un opportuno coefficiente γ_{Rd} , detto "fattore di sovrarresistenza"** e a partire da tale capacità maggiorata si dimensiona la capacità degli elementi/meccanismi fragili indesiderati, alternativi ai duttili.

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI | NTC2018

Garanzia che elementi "fragili" della struttura rimangano in campo elastico.

➡ concetto di «**SOVRARESISTENZA**»



$$\gamma_{Rd} = \frac{R_{b,k}}{R_{c,norm}}$$

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI | NTC2018

Garanzia che elementi "fragili" della struttura rimangano in campo elastico.

➡ concetto di «**SOVRARESISTENZA**»

CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE DEI SISTEMI STRUTTURALI

Precisazioni generali in merito a duttilità, progetto in capacità, sovreresistenza

Tab. 7.2.1 - Fattori di sovreresistenza γ_{Rd}

Tipologia strutturale	Elementi strutturali	Progettazione in capacità	γ_{Rd}	
			CD "A"	CD "B"
Legno	Legno/Collegamenti		1,60	1,30

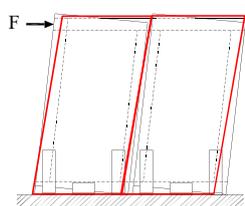
Ai fini dell'applicazione dei criteri della progettazione in capacità, per assicurare la plasticizzazione delle zone dissipative (i collegamenti), queste devono possedere una capacità almeno pari alla domanda mentre le componenti non dissipative (gli elementi strutturali) adiacenti, debbono possedere una capacità pari alla capacità della zona dissipativa amplificata del fattore di sovreresistenza γ_{Rd} , di cui alla Tab. 7.2.1; valori inferiori (comunque $\geq 1,3$ e $1,1$) devono essere giustificati sulla base di idonee evidenze teorico-sperimentali.

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI | NTC2018

ERRATO collegare comportamento strutturale (quindi q_0) alla **sol**a tipologia strutturale

7.7.3 TIPOLOGIE STRUTTURALI E FATTORI DI STRUTTURA

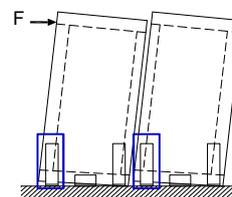
Ruolo fondamentale riveste la progettazione dei collegamenti, nel rispetto dei principi della *progettazione in capacità*, in questo caso della *gerarchia delle resistenze*



Comportamento a taglio



CASI LIMITE DI
COMPORTAMENTO DEL
PANNELLO PARETE



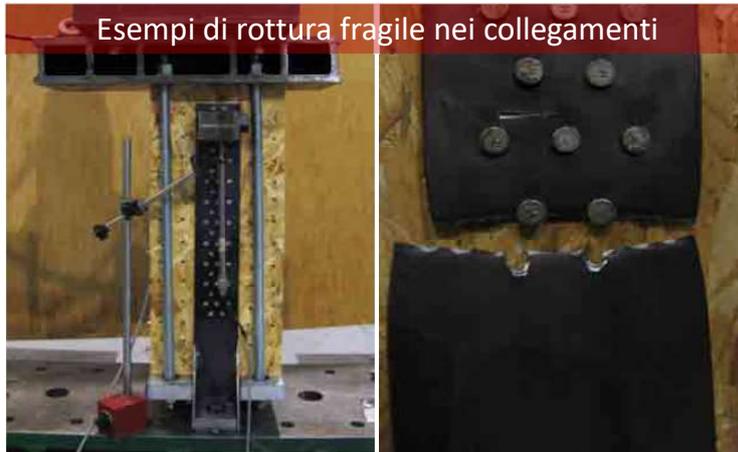
Comportamento a blocchi rigidi



NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI | NTC2018

ERRATO collegare comportamento strutturale (quindi q_0) alla **sola** tipologia strutturale

7.7.3 TIPOLOGIE STRUTTURALI E FATTORI DI STRUTTURA



Prove Università Trento (Tomasi et al.)

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI | NTC2018

ERRATO collegare comportamento strutturale (quindi q_0) alla **sola** tipologia strutturale

7.7.3 TIPOLOGIE STRUTTURALI E FATTORI DI STRUTTURA



Prove Università Trento (Tomasi et al.)

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI | NTC2018**ERRATO** collegare comportamento strutturale (quindi q_0) alla **sola** tipologia strutturale**7.7.3 TIPOLOGIE STRUTTURALI E FATTORI DI STRUTTURA**

Esempi di rottura fragile nei collegamenti

Prove Università Trento (Tomasi et al.)

Modulo IV – Sicurezza statica

08.11. 2018

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI | NTC2018**C7.7.3 TIPOLOGIE STRUTTURALI E FATTORI DI COMPORTAMENTO**

In genere, le forze sismiche dovrebbero essere contrastate solo da una tipologia strutturale per ogni direzione.

Tuttavia, qualora più tipologie strutturali, anche di materiali diversi, collaborino nella resistenza sismica (sistemi resistenti in parallelo), è possibile computare il contributo di entrambe le tipologie, purché nell'analisi sia adottato il fattore di comportamento con valore minore.

In alternativa dovranno essere utilizzate analisi di tipo non lineare.

Modulo IV – Sicurezza statica

08.11. 2018

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI | NTC2018**C7.7.3 TIPOLOGIE STRUTTURALI E FATTORI DI COMPORTAMENTO**

È consentito realizzare una struttura in legno che sormonti una struttura realizzata con altra tipologia di materiale (calcestruzzo armato, muratura, acciaio, ecc.).

In particolare, qualora sia presente un piano cantinato o seminterrato con pareti di calcestruzzo armato, esso può essere assimilato a struttura di fondazione dei sovrastanti piani in legno.

In generale, nel caso in cui la sottostruttura possa essere considerata rigida rispetto alla sovrastruttura in legno, nella quale il progetto prevede che avvenga la dissipazione energetica, **l'analisi delle azioni sulla sovrastruttura in legno può essere eseguita indipendentemente dalla sottostruttura**, utilizzando i fattori di struttura nella Tabella 7.3.II delle NTC relativi alle strutture in legno.

Ovviamente la **struttura sottostante dovrà essere sovraresistente** al fine di evitare possibili meccanismi di collasso di piano debole.

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI | NTC2018**C7.7.3 TIPOLOGIE STRUTTURALI E FATTORI DI COMPORTAMENTO**

Nel caso di strutture a comportamento dissipativo (classe di duttilità “A” o “B”), è obbligo del progettista giustificare l'adozione nel progetto del valore dei fattori di comportamento presenti nella Tab. 7.3.II delle NTC, in generale mediante analisi non lineari, nelle quali il comportamento delle zone dissipative è modellato a partire da dati sperimentali. *Tale giustificazione può essere omessa se vengono adottate le disposizioni riportate al punto 7.7.3.1 delle NTC.*

Per edifici a **struttura lignea non attribuibili a nessuna delle tipologie strutturali riportate nella Tabella 7.3.II** delle NTC, qualora si scelga di adottare un comportamento strutturale dissipativo, **il valore appropriato del fattore di comportamento q dovrà essere determinato mediante analisi non lineari**, effettuate utilizzando per le zone dissipative i risultati di test sperimentali.

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI | NTC2018**C7.7.4 ANALISI STRUTTURALE**

Gli impalcati (solai, orizzontamenti, coperture), ai fini dell'analisi strutturale, devono essere dotati di opportuna rigidità e resistenza nel piano e devono altresì essere collegati in maniera efficace agli elementi verticali che li sostengono.

La capacità di esplicare la funzione di diaframma deve essere opportunamente verificata, tenendo conto delle modalità di realizzazione, dei materiali impiegati e delle caratteristiche dei mezzi di unione.

Possono essere considerati rigidi nel proprio piano:

- impalcati lignei realizzati mediante **travi ed elementi di rivestimento** (pannelli, tavolato, tavoloni, ecc), per i quali il trasferimento delle azioni orizzontali sia affidato al rivestimento e che rispettino tutte le disposizioni in 7.7.5.3. delle NTC
- impalcati lignei realizzati mediante **elementi prefabbricati** (ad esempio cassoni, pannelli di tavole incollate incrociate, ecc.) che rispettino tutte le disposizioni pertinenti al punto C.7.7.5.3.

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI | NTC2018

a) eventuali fattori di incremento della capacità portante dei mezzi di unione ai bordi dei rivestimenti strutturali non devono essere utilizzati; nel caso di bordi discontinui dei pannelli non si deve incrementare l'interasse dei chiodi lungo i bordi medesimi;

b) ...

c) i **vincoli nel piano** orizzontale tra impalcato e pareti portanti verticali devono essere di **tipo bilatero**.

Tutti i bordi dei rivestimenti strutturali devono essere collegati agli elementi del telaio: i rivestimenti strutturali che non terminano su elementi del telaio devono essere sostenuti e collegati da appositi elementi di bloccaggio taglio-resistenti.

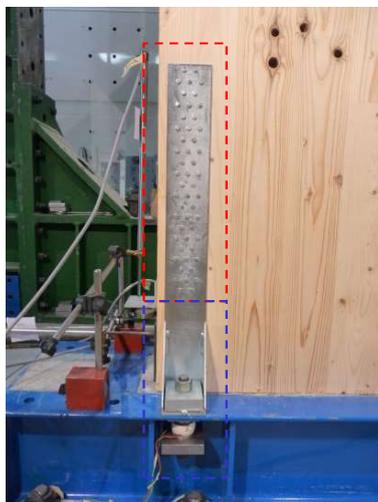
caratteristiche dei mezzi di unione.

Possono essere considerati rigidi nel proprio piano:

- impalcati lignei realizzati mediante **travi ed elementi di rivestimento** (pannelli, tavolato, tavoloni, ecc), per i quali il trasferimento delle azioni orizzontali sia affidato al rivestimento e che rispettino tutte le disposizioni in **7.7.5.3.** delle NTC
- impalcati lignei realizzati mediante **elementi prefabbricati** (ad esempio cassoni, pannelli di tavole incollate incrociate, ecc.) che rispettino tutte le disposizioni pertinenti al punto C.7.7.5.3.

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI | NTC2018

7.7.6 VERIFICHE DI SICUREZZA



Al fine di garantire lo sviluppo del comportamento ciclico dissipativo in corrispondenza delle zone assunte come dissipative, tutti gli altri elementi strutturali e/o connessioni devono essere progettati con adeguati valori di sovrarresistenza (§ 7.7.3).

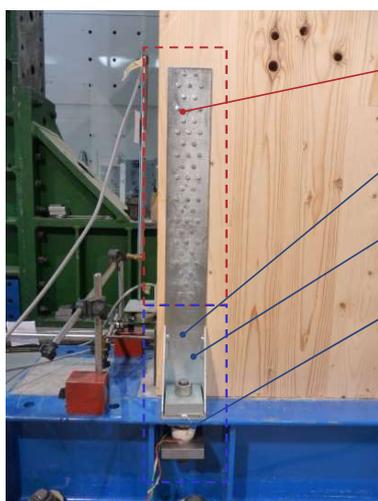
Tale requisito di sovrarresistenza si applica, in particolare, a:

a) collegamenti di elementi tesi o qualsiasi collegamento alle strutture di fondazione ...

PRINCIPIO FONDAMENTALE: «CAPACITY DESIGN»

NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI | NTC2018

7.7.6 VERIFICHE DI SICUREZZA



Collegamento chiodato DUTILE

Piastra in acciaio FRAGILE

Flangia di base

Tassello



Tale requisito di sovrarresistenza si applica, in particolare, a:

a) collegamenti di elementi tesi o qualsiasi collegamento alle strutture di fondazione ...

PRINCIPIO FONDAMENTALE: «CAPACITY DESIGN»

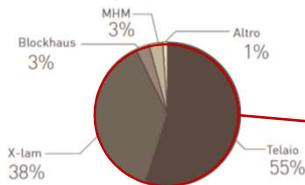
NORMATIVA EUROPEA | EN 1998 1-1

Criticità nella versione attuale (2004)



LA VERSIONE ATTUALE DELL'EC8 DEDICA:
 58 pagine agli edifici in Calcestruzzo
 23 pagine agli edifici in Acciaio
 26 pagine ai compositi Acciaio-Calcestruzzo
 5 pagine agli edifici in legno

Costruzioni per tecnica costruttiva



✓ Mancano **fattori di struttura q_0** adeguati alle diverse tipologie strutturali;

Table 8.1: Design concept, Structural types and upper limit values of the behaviour factors for the three ductility classes.

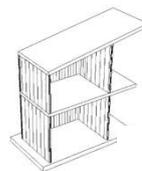
Design concept and ductility class	q	Examples of structures
Low capacity to dissipate energy - DCL	1,5	Cantilevers; Beams; Arches with two or three pinned joints; Trusses joined with connectors.
Medium capacity to dissipate energy - DCM	2	Glued wall panels with glued diaphragms, connected with nails and bolts; Trusses with doweled and bolted joints; Mixed structures consisting of timber framing (resisting the horizontal forces) and non-load bearing infill.
	2,5	Hyperstatic portal frames with doweled and bolted joints (see 8.1.3(3)P).
High capacity to dissipate energy - DCH	3	Nailed wall panels with glued diaphragms, connected with nails and bolts; Trusses with nailed joints.
	4	Hyperstatic portal frames with doweled and bolted joints (see 8.1.3(3)P).
	5	Nailed wall panels with nailed diaphragms, connected with nails and bolts.

NORMATIVA EUROPEA | EN 1998 1-1

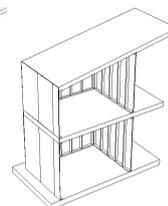
Tipologie strutturali proposte nella nuova bozza



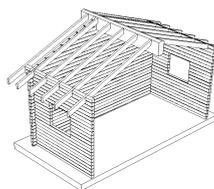
1 Edifici con struttura CLT (o XLam)



2 Edifici con pareti a telaio leggero



3 Edifici log-house

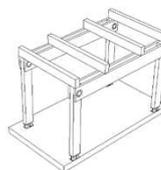


NORMATIVA EUROPEA | EN 1998 1-1

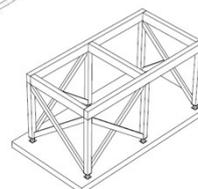


Tipologie strutturali proposte nella nuova bozza

4 Edifici con telaio pesante ligneo



5 Edifici con pilastri/travi e controvento con struttura lignea



6 Edifici con pareti intelaiate in legno e riempimento in muratura

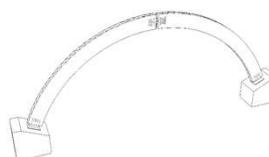


NORMATIVA EUROPEA | EN 1998 1-1

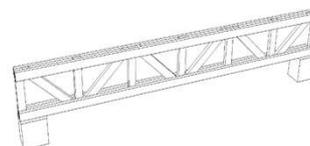


Tipologie strutturali proposte nella nuova bozza

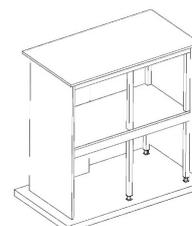
7 Archi a due o tre cerniere



8 Reticolari realizzate con collegamenti con chiodi, viti, perni, bulloni



9 Sistemi con mensole verticali con pareti in legno lamellare o CLT continui



NORMATIVA EUROPEA | EN 1998 1-1



TIPOLOGIE STRUTTURALI E VALORI MASSIMI DEL FATTORE DI STRUTTURA PER EDIFICI REGOLARI

Structural type		DCM	DCH
1	CLT buildings	2.0	3.0
2	Light-Frame buildings	2.5	4.0
3	Log House buildings	2.0	-
4	Moment resisting frames	2.5	4.0
5	Post and beam timber buildings	2.0	??
6	Mixed structures made of timber framing and masonry infill resisting to the horizontal forces	2.0	-
7	Large span arches with two or three hinged joints	(2.0)	-
8	Large span trusses with nailed, screwed, doweled and bolted joints	??	-
9	Vertical cantilever systems made with glulam or X-Lam wall elements	2.0	-

NORMATIVA EUROPEA | EN 1998 1-1



RICHIESTE DI CAPACITÀ IN DUTTILITÀ PER DIFFERENTI TIPOLOGIE DI EDIFICI

Structural type	Dissipative "elements"	Type of ductility	DCM	DCH
CLT buildings	Shear wall	Displacement	3.0	4.0
Light-Frame buildings	Hold-downs, angle brackets, screws	Displacement	3.0	4.0
Log House buildings	Shear wall	Displacement	3.0	5.0
Moment resisting frames	Fastener (nail/screw/staple)	Displacement	5.0	7.0
Post and beam timber buildings	Shear wall	Displacement	2.0	-
Mixed structures made of timber framing and masonry infill resisting to the horizontal forces	Portal Frame	Displacement	2.5	4.0
Large span arches with two or three hinged joints	Beam-column joint	Rotational	6.0	10.0
Large span trusses with nailed, screwed, doweled and bolted joints	Braced Frame	Displacement	2.0	-
Vertical cantilever systems made with glulam or X-Lam wall elements	Shear wall	Displacement	2.0	-

