



COMUNE DI PARMA
SETTORE OPERE PUBBLICHE

responsabile unico di progetto
Arch. ANTONIO MARIA TEDESCHI

Parma Infrastrutture S.p.a.

Raggruppamento Temporaneo tra professionisti:

progetto architettonico
IOTTI + PAVARANI ARCHITETTI
via Emilia all'Angelo 3, Reggio Emilia

progetto strutture
Ing. MARCO CANTADORI
via F.lli Bandiera 5, Parma

progetto impianti termomeccanici
TERMOPROGETTI srl
via De Gasperi 35, Reggio Emilia

progetto impianti elettrici
Per. Ind. FABRIZIO COSTOLI
via Buracchione 18, Reggio Emilia

coordinamento sicurezza in progettazione
Arch. ANDREA DINI

Parma Infrastrutture S.p.a.



ADEGUAMENTO NORMATIVO CENTRO GIOVANI BAGANZOLA

CUI L00162210348202400044 - CUP I92B24001080004

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

titolo elaborato:

Relazione descrittiva delle
strutture

TAVOLA:

serie	numero
-------	--------

S.01

formato	
---------	--

scala	
-------	--

file:	
-------	--

Sommario

1 Illustrazione sintetica degli elementi essenziali del progetto strutturale.....	2
2 Descrizione del contesto	2
3 Descrizione generale della struttura	3
4 Normativa tecnica e riferimenti tecnici utilizzati.....	5
5 Definizione dei parametri di progetto, azione sismica.....	5
6 Descrizione dei materiali.....	6
6.1 Materiali c.a.....	6
6.2 Materiali legno	6
6.3 Armature	7
6.4 Pannelli di legno	7
7 Illustrazione dei criteri di progettazione e modellazione.....	7
8 Indicazione delle principali combinazioni delle azioni.....	8
9 Indicazione motivata del metodo di analisi	8
10 Criteri di verifica agli stati limite indagati	9
11 Rappresentazione delle configurazioni deformate.....	9
12 Caratteristiche e affidabilità del codice di calcolo	11
13 Fondazioni e strutture geotecniche: fasi di realizzazione delle opere	12
Preferenze commessa	12
13.1 Preferenze di normativa	12
13.2 Spettri.....	14
13.3 Preferenze FEM.....	18
13.4 Moltiplicatori inerziali	18
13.5 Preferenze di analisi carichi superficiali.....	19
13.6 Preferenze del suolo	20
14.1 Verifica risposta strutturale sismica	22
14.2 Verifiche consuntive piastre C.A.	22
14.3 Verifiche consuntive travi in legno	23
14.4 Verifiche consuntive pareti in legno	26
Descrizione del software.....	27
15 Verifica risposta strutturale sismica	28
Verifica risposta strutturale sismica	29
16 Verifica sismica globale.....	29
Verifica di elementi dotati di indicatori di rischio sismico mediante analisi con fattore q	30

1 Illustrazione sintetica degli elementi essenziali del progetto strutturale

Si relaziona di seguito l' *Illustrazione sintetica degli elementi essenziali del progetto strutturale*, diretta a specificare gli elementi essenziali che illustrano, in modo chiaro e sintetico, le modalità con cui è stato redatto il progetto esecutivo riguardante le strutture. Contiene altresì l'indicazione sintetica delle motivazioni delle scelte progettuali principali effettuate, con un rimando espresso alle restanti parti della relazione di calcolo strutturale che segue, per le spiegazioni di dettaglio.

2 Descrizione del contesto

Progettista Architettonico:

Iotti+Pavarani Architetti

Via Emilia All' Angelo, 3

42124 Reggio nell' Emilia

Progettista strutturale:

Marco Cantadori

Via La Spezia, 90

43125 Parma

L'intervento interessa un'area ubicata nel Comune di Parma, in località Baganzola, in contesto urbanizzato e pianeggiante posto a quota di circa 42 m s.l.m., nell'area compresa fra Stradello Don Carlos e Via Nabucco. Area destinata alla realizzazione di un fabbricato composto da un piano fuori terra che ospiterà il Centro Giovani locale. Dal punto di vista morfologico il sito non presenta pendenze o elementi geomorfologici di rilievo tali da influenzare le scelte progettuali.

Le caratteristiche geologiche e geotecniche del sito sono state definite mediante apposita campagna di indagini e successiva relazione geologica e geotecnica. Le indagini hanno evidenziato una successione costituita superficialmente da terreni di riporto (materiali di risulta derivanti dalla demolizione dello stabilimento Salvarani) di spessore variabile, al di sotto dei quali sono presenti depositi prevalentemente argillosi di buona consistenza, estesi fino a circa 18 m di profondità, oltre i quali si rinviene il substrato ghiaioso.

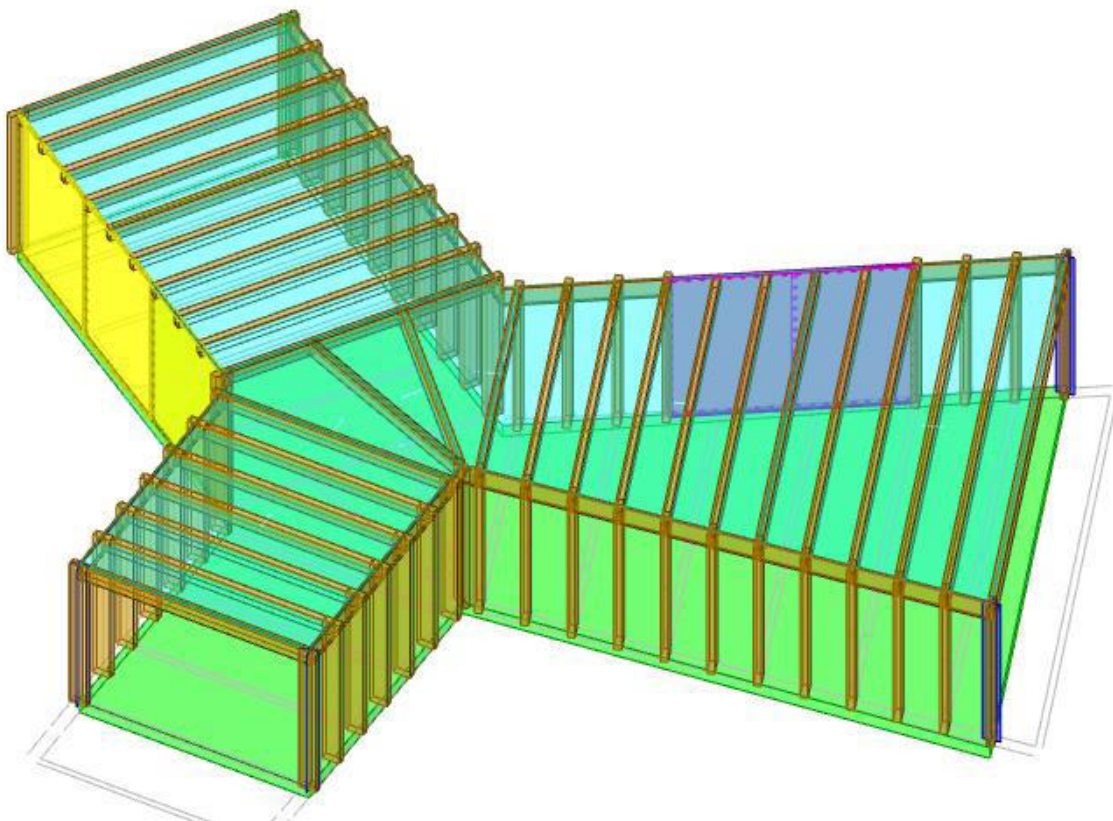
Dal punto di vista della classificazione sismica, il Comune ricade in **zona sismica 3**, ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003 e successive modifiche e integrazioni. La caratterizzazione sismica del sito, eseguita mediante specifiche indagini geofisiche, ha consentito di definire i parametri necessari alla progettazione strutturale in conformità alle Norme Tecniche per le Costruzioni vigenti. Il terreno di fondazione è classificato in **categoria di sottosuolo C**, con valore di V_{s30} pari a 238 m/s, mentre la **categoria topografica è T1**, essendo l'area caratterizzata da morfologia sostanzialmente pianeggiante. Tali parametri sono stati assunti per la determinazione dell'azione sismica di progetto.

Sotto il profilo idrogeologico, la prima falda è stata riscontrata a una profondità di circa 3,0 m dal piano campagna, con oscillazioni comprese tra 2,5 e 3,5 m rilevate durante la campagna geognostica. Considerata la quota prevista per le opere di fondazione, la presenza della falda non costituisce elemento di criticità per la realizzazione dell'intervento e non richiede particolari opere di drenaggio, fermo restando il rispetto delle prescrizioni contenute nella relazione geologica e geotecnica.

In relazione agli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica vigenti e agli esiti delle indagini eseguite, non sono emerse condizioni di incompatibilità geologica, geomorfologica o idrogeologica tali da precludere la realizzazione dell'intervento. Nel complesso, le caratteristiche del sito risultano pertanto compatibili con la realizzazione dell'opera in progetto.



3 Descrizione generale della struttura



Struttura

Inquadramento strutture in elevazione

L'organismo strutturale è costituito da una costruzione composta da un piano fuori terra a pianta articolata, composta da tre corpi di fabbrica convergenti in un centro. La struttura è inscritta in un rettangolo di dimensioni 23,50x22,90 metri circa, e altezza massima pari a 4,15 metri. Le strutture portanti sono progettate per garantire una classe di resistenza al fuoco R60.

Dal punto di vista tipologico, la struttura combina telai pesanti in legno lamellare (GL24h) e setti sismo-resistenti in pannelli a tavole incrociate XLAM.

- **Sistemi a telaio:** La struttura portante principale è formata da una serie di portali trasversali in legno lamellare GL24h. Le colonne sono collegate in sommità da travi principali che sostengono il piano di copertura.
- **Setti in XLAM:** Alla stabilità globale del fabbricato concorrono pareti massicce in XLAM, progettate e modellate come elementi verticali sismo-resistenti. Tali setti sono dotati di collegamenti meccanici quali hold-down alle estremità per il contrasto del momento ribaltante e piastre a taglio distribuiti alla base per il trasferimento delle azioni di scorrimento.
- **Impalcato di copertura:** Il solaio è realizzato mediante un tavolato grezzo di abete (25 mm) sormontato da un pannello in OSB (15 mm) a cui si attribuisce comportamento a membrana. La solidarizzazione meccanica tra gli elementi assicura il corretto trasferimento delle azioni sismiche ai sistemi verticali di controvento.

Struttura in Fondazione e Durabilità

Il sistema fondale è di tipo superficiale, costituito da una platea in cemento armato di classe C25/30 con spessore costante di 30 cm, progettata per garantire una distribuzione uniforme delle tensioni al terreno.

Al fine di garantire la durabilità prescritta dalle norme tecniche, in corrispondenza del perimetro e sotto l'impronta dei pilastri e delle pareti XLAM, sono realizzati dei cordoli di rialzo in c.a.. Questa soluzione permette di isolare gli elementi lignei e le connessioni metalliche da risalite capillari o ristagni di umidità, mantenendo il legno nelle condizioni ambientali idonee alle classi di servizio 1 o 2.

Schema dei Vincoli e Materiali

Coerentemente con le ipotesi di calcolo, lo schema statico prevede:

- **Base dei pilastri:** Collegamento tramite piastre metalliche in acciaio S275 fissate ai cordoli in c.a.. Il nodo è progettato per comportarsi come un incastro nella direzione principale del portale e come svincolato (cerniera) nella direzione ortogonale.
- **Materiali:**
 - Legno Lamellare: classe **GL24h**

- Calcestruzzo: classe **C25/30**
- Acciaio piastre: **S275**
- Acciaio armature: **B450C**.

Scelte di Modellazione e Criteri di Analisi (Software Sismicad 13)

La valutazione della sicurezza è stata condotta mediante il software di calcolo agli elementi finiti **Sismicad 13**, utilizzando un modello tridimensionale a telaio spaziale integrato da elementi bidimensionali.

- **Metodo di Analisi:** Si è adottata un'Analisi Lineare Dinamica (Analisi modale con spettro di risposta).
- **Comportamento Strutturale:** L'opera è stata progettata assumendo un comportamento non dissipativo ai sensi del § 7.2.2 delle NTC 2018. Tale approccio, operando a favore di sicurezza, esclude il ricorso alla progettazione in capacità, verificando che tutte le membrature e i collegamenti rimangano in campo elastico.
- **Modellazione impalcati:** Al solaio di copertura è stato attribuito un comportamento a membrana, assumendo come spessore resistente quello del tavolato (25 mm). Questa modellazione permette a Sismicad di recepire l'effettiva rigidità nel piano dell'impalcato, assicurando la corretta ripartizione delle forze orizzontali tra i telai in lamellare e i setti XLAM.
- **Pareti XLAM:** Sono state modellate come elementi shell (gusci) a comportamento elastico lineare.

4 Normativa tecnica e riferimenti tecnici utilizzati

D.M. 17-01-18

Norme Tecniche per le Costruzioni

Circolare 7 21-01-19 C.S.LL.PP

Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle N.T.C. di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

Eurocodici

EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 + A2:2014

ETA-03/0050

ETA-07/0086

ETA-08/0147

5 Definizione dei parametri di progetto, azione sismica

Tipo di costruzione: opere ordinarie

Vita nominale: 50 anni

Classe d'uso: II (normali affollamenti)

Coefficiente d'uso: 1,0

Periodo di riferimento $V_r = V_n * C_u$: ≥ 50 anni

Categoria del sottosuolo: C
 Categoria topografica: T1
 Amplificazione topografica S_t : 1,0
 Zona sismica: 3

Azione sismica

In mancanza di espresse indicazioni in merito, il rispetto dei vari stati limite si considera conseguito:

- nei confronti di tutti gli stati limite di esercizio, qualora siano rispettate le verifiche al solo SLD.
- nei confronti di tutti gli stati limite, qualora siano rispettate le indicazioni progettuali e costruttive riportate nel D.M. 17.01.2018 e siano soddisfatte le verifiche relative al solo SLV. Fanno eccezione a quanto sopra riportato le costruzioni di classe d'uso III e IV, per gli elementi non strutturali e gli impianti, delle quali è richiesto anche il rispetto delle verifiche di sicurezza relative allo SLO. Il calcolo è riportato in seguito nella presente relazione.

6 Descrizione dei materiali

6.1 Materiali c.a.

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Rck: resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [daN/cm²]

E: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm²]

G: modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste e di elementi guscio a comportamento ortotropo. [daN/cm²]

ν : coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

γ : peso specifico del materiale. [daN/cm³]

α : coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]

Descrizione	Rck	E	G	ν	γ	α
C24	24	116000	52727.27	0.1	0	0.00001
C25/30	300	314472	142941.64	0.1	0.0025	0.00001

6.2 Materiali legno

Descr.: descrizione o nome assegnato all'elemento.

E: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm²]

G: modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste e di elementi guscio a comportamento ortotropo. [daN/cm²]

Pois.: coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

Gam.: peso specifico del materiale. [daN/cm³]

α : coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]

Lavorazione: tipo di lavorazione.

σ_m, σ_{mm} : tensione ammissibile per flessione. [daN/cm²]

$\sigma_{t,0,\alpha}$: tensione ammissibile per trazione parallela alle fibre. [daN/cm²]

$\sigma_{t,90,\alpha}$: tensione ammissibile per trazione ortogonale alle fibre. [daN/cm²]

$\sigma_{c,0,\alpha}$: tensione ammissibile per compressione parallela alle fibre. [daN/cm²]

$\sigma_{c,90,\alpha}$: tensione ammissibile per compressione ortogonale alle fibre. [daN/cm²]

τ_{α} : τ ammissibile. [daN/cm²]

f_m, k : resistenza caratteristica per flessione. [daN/cm²]

$f_{t,0,k}$: resistenza caratteristica per trazione parallela alle fibre. [daN/cm²]

$f_{t,90,k}$: resistenza caratteristica per trazione ortogonale alle fibre. [daN/cm²]

$f_{c,0,k}$: resistenza caratteristica per compressione parallela alle fibre. [daN/cm²]

$f_{c,90,k}$: resistenza caratteristica per compressione ortogonale alle fibre. [daN/cm²]

f_v, k : resistenza caratteristica a taglio. [daN/cm²]

$E_{0,05}$: modulo di elasticità parallelo alla fibratura 5-percentile. [daN/cm²]

$G_{0,05}$: modulo di elasticità tangenziale parallelo alla fibratura 5-percentile. [daN/cm²]

Essenza: essenza, specie, di legno.

Descr.	E	G	Pois.	Gam.	α	Lavorazione	$\sigma_{m,amm}$	$\sigma_{t,0,a}$	$\sigma_{t,90,a}$	$\sigma_{c,0,a}$	$\sigma_{c,90,a}$	$\tau_{av,a}$	$f_{m,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$f_{v,k}$	E0,05	G0,05	Essenza
C24 EN 338:2016	1.1E5	6900	0.25	4.2E-4	1.0E-5	Massiccio	240	145	4	210	25	40	240	145	4	210	25	40	74000	4642	Conifere
GL 24h EN 14080	1.2E5	6500	0.25	4.2E-4	1.0E-5	Lamellare	185	148	4	185	19	27	240	192	5	240	25	35	96000	5400	Conifere

6.3 Armature

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

f_{yk} : resistenza caratteristica. [daN/cm²]

σ_{amm} : tensione ammissibile. [daN/cm²]

Tipo: tipo di barra.

E: modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm²]

γ : peso specifico del materiale. [daN/cm³]

ν : coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

α : coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C⁻¹]

Livello di conoscenza: indica se il materiale è nuovo o esistente, e in tal caso il livello di conoscenza secondo Circ.617 02/02/09 §C8A. Informazione impiegata solo in analisi D.M. 14-01-08 (N.T.C.) e D.M. 17-01-18 (N.T.C.).

Descrizione	f_{yk}	σ_{amm}	Tipo	E	γ	ν	α	Livello conoscenza	di
B450C	4500	2550	Aderenza migliorata	2060000	0.00785	0,3	0.000012	Nuovo	

6.4 Pannelli di legno

Descrizione: descrizione o nome assegnato all'elemento.

Tipo: tipo di pannello.

E: modulo di elasticità principale del materiale. [daN/cm²]

G: modulo di elasticità tangenziale del materiale. [daN/cm²]

ν : coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

γ : peso specifico del materiale. [daN/cm³]

α : coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C⁻¹]

Descrizione	Tipo	E	G	ν	γ	α
OSB EN 300 OSB/3	OSB EN 300 OSB/3	35000	10800	0,3	0.00065	0.00001

7 Illustrazione dei criteri di progettazione e modellazione

-CLASSE DI DUTTILITA':

A favore di sicurezza si è scelto di analizzare le strutture rimanendo in campo elastico, considerando quindi la struttura non dissipativa.

-REGOLARITA' STRUTTURA:

Non regolare in pianta, non regolare in elevazione.

-TIPOLOGIA STRUTTURALE:

Pannelli di parete (o tavole) incollati a strati incrociati, collegati mediante chiodi, viti, bulloni. (NTC 2018 tab.7.3.II).

-SCHEMI STATICI ADOTTATI

In generale per le pareti è stato utilizzato lo schema a pendolo inverso per la determinazione delle forze di trazione agli estremi. Le aste componenti colonne in legno sono state considerate incastrate nella direzione principale e svincolate nella direzione ortogonale. Ogni altra asta in legno è stata considerata svincolata agli estremi (cerniera).

Il fattore di comportamento utilizzato in progetto è pari a 1,33.

Il valore q_0 di riferimento per i pannelli CLT, come riportato in NTC 2018 tab. 7.3.II, è pari a 2,5.

La struttura NON è considerata regolare in altezza, ne consegue una diminuzione del valore del 20%:
 $q_0 = 2,5 \times 0,8 = 2,0$

La classe di duttilità scelta per il progetto in oggetto è NON DISSIPATIVA, quindi si applica l'espressione

[7.3.2] delle NTC18:

$$1 \leq q_{nd} = \frac{2}{3} q_{cb} \leq 1,5$$

Ne consegue $q_{nd} = \frac{2}{3} \times 2,0 = 1,33$

8 Indicazione delle principali combinazioni delle azioni

Per tutti i gruppi di azioni si sono considerate tutte le possibilità di combinazioni di carico previste dalla norma per i vari stati limite. Per il dettaglio si rimanda alla tabella di output presente in relazione.

9 Indicazione motivata del metodo di analisi

Nel presente progetto strutturale si è scelto di avvalersi di analisi lineare dinamica.

Si precisa che con il valore di a_g/g allo SLV di progetto, in base al 3.2.3.1 delle NTC 2018 non è necessario valutare l'azione sismica in direzione verticale.

Nello specifico dell'analisi sono stati considerati i seguenti modi di vibrare:

Modo: identificativo del modo di vibrare.

Periodo: periodo. [s]

Massa X: massa partecipante in direzione globale X. Il valore è adimensionale.

Massa Y: massa partecipante in direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

Massa Z: massa partecipante in direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

Massa rot. X: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale X. Il valore è adimensionale.

Massa rot. Y: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

Massa rot. Z: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

Massa sX: massa partecipante in direzione Sisma X. Il valore è adimensionale.

Massa sY: massa partecipante in direzione Sisma Y. Il valore è adimensionale.

Totale masse partecipanti:

Traslazione X: 0.984817

Traslazione Y: 0.976756

Traslazione Z: 0

Rotazione X: 0.996012

Rotazione Y: 0.997739

Rotazione Z: 0.982222

Modo	Periodo	Massa X	Massa Y	Massa Z	Massa rot. X	Massa rot. Y	Massa rot. Z	Massa sX	Massa sY
1	0.309903006	0.183113822	0.206712131	0	0.210987196	0.191016511	0.155169618	0.183113822	0.206712131
2	0.278567405	0.02114295	0.038814376	0	0.040784309	0.022036341	0.064887273	0.02114295	0.038814376
3	0.265769117	0.002226891	0.003532745	0	0.003710327	0.00231037	0.004059338	0.002226891	0.003532745
4	0.226609751	0.004737336	0.010578135	0	0.010853045	0.004773475	0.020735366	0.004737336	0.010578135
5	0.225749615	0.001777437	0.001534239	0	0.001687007	0.001953657	0.002845593	0.001777437	0.001534239
6	0.124233414	0.7404248	0.064822122	0	0.066749144	0.748326367	0.65572091	0.7404248	0.064822122
7	0.101421375	0.000784991	0.000002202	0	0.000002545	0.000854137	0.000149709	0.000784991	0.000002202
8	0.0765836	0.000295227	0.587785203	0	0.603424951	0.000071795	0.035821621	0.000295227	0.587785203
9	0.059816085	0.001657765	0.000957645	0	0.001034244	0.001404515	0.002896057	0.001657765	0.000957645
10	0.050128426	0.000181931	0.008277882	0	0.001394541	0.001180755	0.008599165	0.000181931	0.008277882
11	0.045448815	0.005869327	0.005771111	0	0.007005762	0.00502869	0.004123658	0.005869327	0.005771111
12	0.044068879	0.017353656	0.016616389	0	0.01880589	0.015775562	0.018858362	0.017353656	0.016616389
13	0.04270373	0.002538906	0.000130063	0	0.00020837	0.002078883	0.002408129	0.002538906	0.000130063

Modo	Periodo	Massa X	Massa Y	Massa Z	Massa rot. X	Massa rot. Y	Massa rot. Z	Massa sX	Massa sY
14	0.032748633	0.000590218	0.000810813	0	0.000604309	0.000574792	0.000954661	0.000590218	0.000810813
15	0.029015773	0.000069719	0.023718652	0	0.022110169	0.000049552	0.002421962	0.000069719	0.023718652
16	0.0277724	0.001614927	0.000005465	0	0.000005453	0.000042366	0.001505125	0.001614927	0.000005465
17	0.02434667	0.000074501	0.000056594	0	0.000058994	0.000076258	0.000309807	0.000074501	0.000056594
18	0.023253355	0.000013491	0.000012705	0	0.000020179	0.000002741	0.000245811	0.000013491	0.000012705
19	0.021768106	0.000102541	0.000564387	0	0.000477491	0.000037861	0.000002965	0.000102541	0.000564387
20	0.019141226	0.000246147	0.006053049	0	0.006088269	0.000144822	0.000506699	0.000246147	0.006053049

10 Criteri di verifica agli stati limite indagati

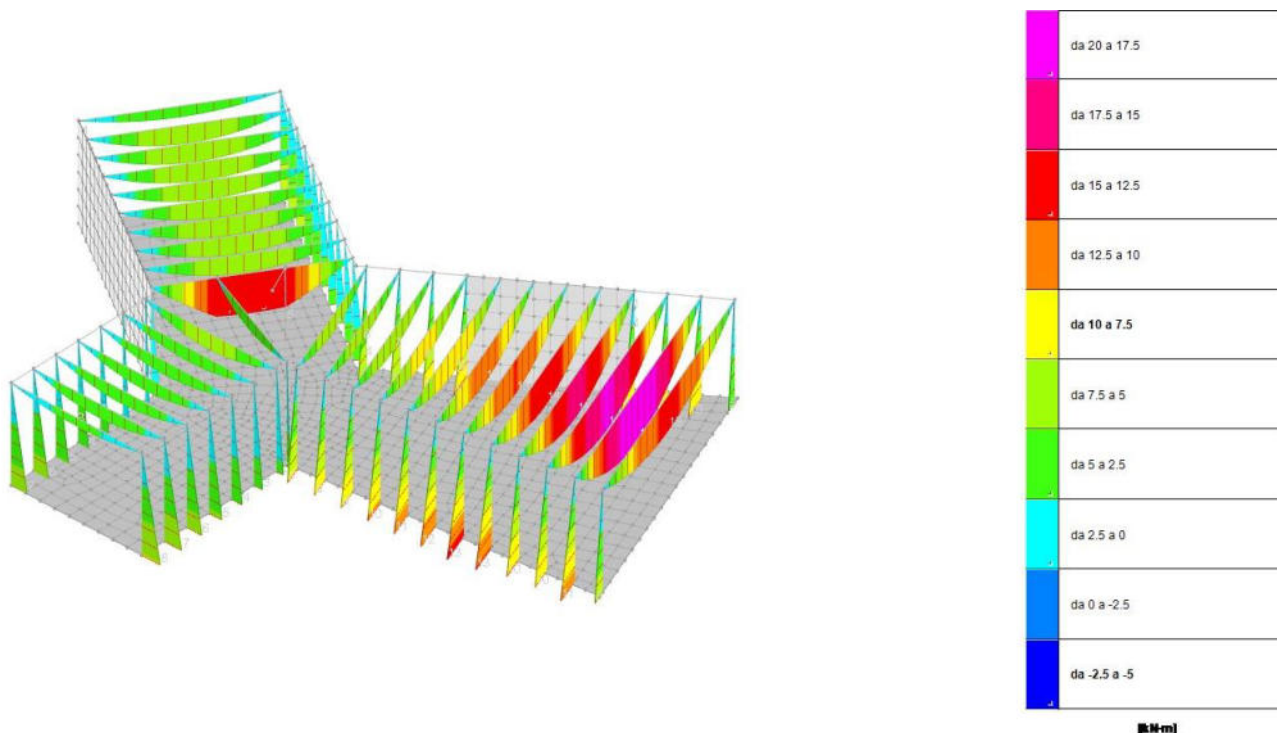
In mancanza di espresse indicazioni in merito, il rispetto dei vari stati limite si considera conseguito:

- nei confronti di tutti gli stati limite di esercizio, qualora siano rispettate le verifiche al solo SLD.
- nei confronti di tutti gli stati limite, qualora siano rispettate le indicazioni progettuali e costruttive riportate nel D.M. 17.01.2018 e siano soddisfatte le verifiche relative al solo SLV. Fanno eccezione a quanto sopra riportato le costruzioni di classe d'uso III e IV, per gli elementi non strutturali e gli impianti, delle quali è richiesto anche il rispetto delle verifiche di sicurezza relative allo SLO. Il calcolo è riportato in seguito nella presente relazione.

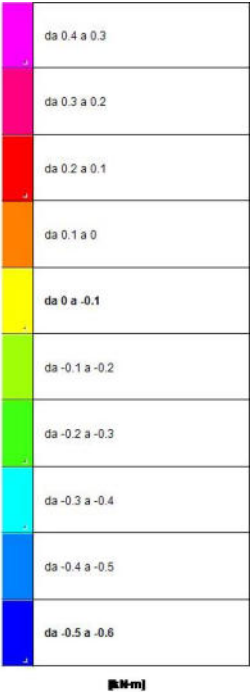
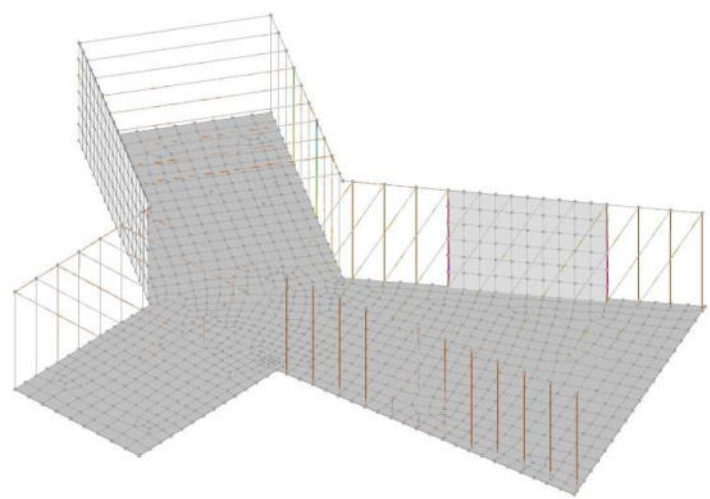
11 Rappresentazione delle configurazioni deformate

Sintesi delle verifiche di sicurezza

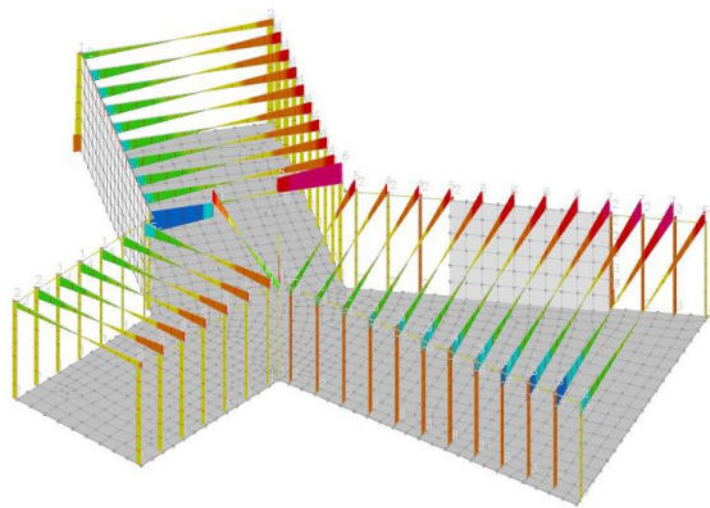
Come è possibile riscontrare nella relazione di calcolo, tutti gli elementi strutturali risultano verificati. Sinteticamente si riporta nel grafico seguente una sintesi delle verifiche condotte:



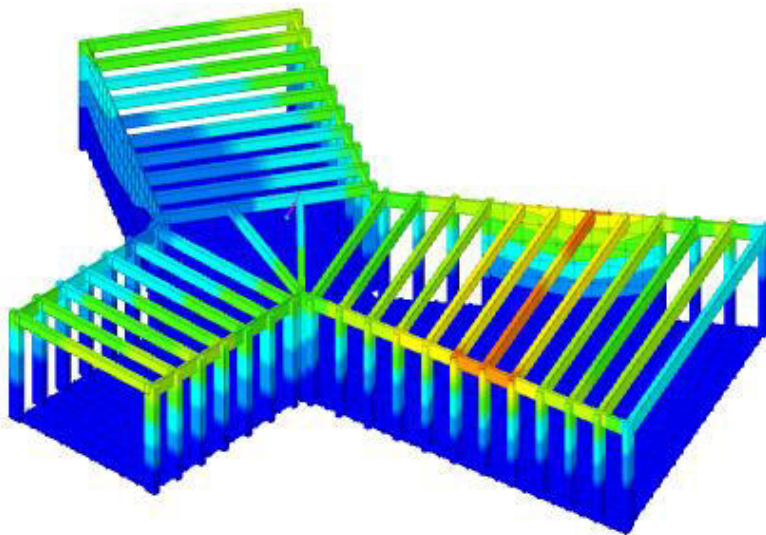
Sollecitazioni aste M3 massime



Sollecitazioni aste M2 massime



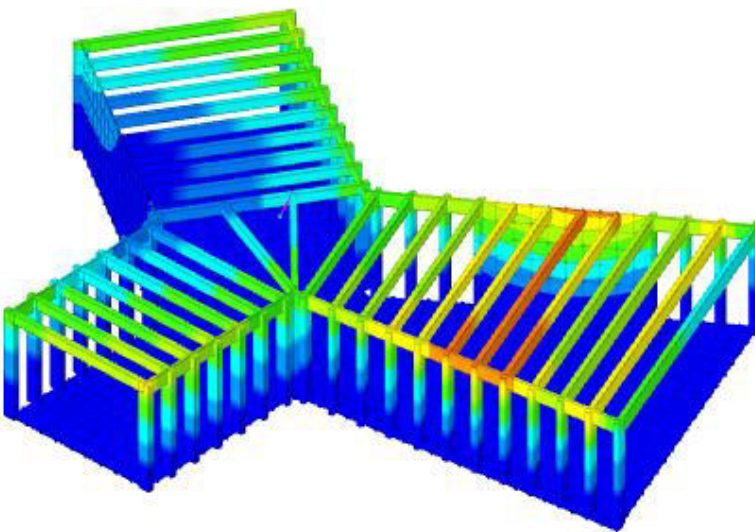
Sollecitazioni aste F2 massime



da 1 a 0.9
da 0.9 a 0.8
da 0.8 a 0.7
da 0.7 a 0.6
da 0.6 a 0.5
da 0.5 a 0.4
da 0.4 a 0.3
da 0.3 a 0.2
da 0.2 a 0.1
da 0.1 a 0

[cm]

Spostamenti in Condizione Sisma X SLV



da 1 a 0.9
da 0.9 a 0.8
da 0.8 a 0.7
da 0.7 a 0.6
da 0.6 a 0.5
da 0.5 a 0.4
da 0.4 a 0.3
da 0.3 a 0.2
da 0.2 a 0.1
da 0.1 a 0

[cm]

Spostamenti in Condizione Sisma Y SLV

12 Caratteristiche e affidabilità del codice di calcolo

Al fine di analizzare in modo completo il comportamento sismico della struttura, si è elaborato un modello numerico mediante il programma SISMICAD della software house Concrete srl - via della Pieve, 19, 35121 Padova - Italy con licenza SW-9233819 intestata a Cantadori Marco - Via Fratelli Bandiera, 5 - Parma.

In allegato documento che riporta il confronto del risultato in modo analitico con quello derivante dal software, dimostrando la validità del codice di calcolo.

13 Fondazioni e strutture geotecniche: fasi di realizzazione delle opere

Visto l'andamento pianeggiante del terreno e l'entità dello scavo di sbancamento per la realizzazione della platea, per procedere alla realizzazione di fondazione non sarà necessario adottare particolari accorgimenti.

La verifica dei cedimenti non viene eseguita mediante il modello interno del software in quanto la relazione geologica non fornisce i parametri compressometrici (C_c , C_r , e_0 , OCR) necessari all'applicazione del relativo modello di calcolo. La progettazione delle fondazioni è stata sviluppata sulla base dei parametri geotecnici forniti dalla relazione geologica e delle verifiche agli stati limite previste dalle NTC.

Preferenze commessa

13.1 Preferenze di normativa

Analisi

Normativa	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)	
Tipo di costruzione	2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	
Vn	50	
Classe d'uso	II	
Vr	50	
Tipo di analisi	Lineare dinamica	
Considera sisma Z	Solo se $A_g \geq 0.15$ g, conformemente a §3.2.3.1	
Località	Parma, Baganzola; Latitudine ED50 44,8545° (44° 51' 16"); Longitudine ED50 10,3076° (10° 18' 27"); Altitudine s.l.m. 40,93 m. C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti	
Categoria del suolo	T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	
Categoria topografica		
Ss orizzontale SLD	1.5	
Tb orizzontale SLD	0.138	[s]
Tc orizzontale SLD	0.415	[s]
Td orizzontale SLD	1.81	[s]
Ss orizzontale SLV	1.5	
Tb orizzontale SLV	0.153	[s]
Tc orizzontale SLV	0.459	[s]
Td orizzontale SLV	2.105	[s]
St	1	
PVr SLD (%)	63	
Tr SLD	50	
Ag/g SLD	0.0525	
Fo SLD	2.508	
Tc* SLD	0.25	[s]
PVr SLV (%)	10	
Tr SLV	475	
Ag/g SLV	0.1262	
Fo SLV	2.498	
Tc* SLV	0.291	[s]
Smorzamento viscoso (%)	5	
Classe di duttilità	Non dissipativa	
Rotazione del sisma	0	[deg]
Quota dello '0' sismico	0	[cm]
Regolarità in pianta	No	
Regolarità in elevazione	No	
Edificio esistente	No	
Edificio legno	Si	
Altezza costruzione	380	[cm]
T1,x	0.12423	[s]
T1,y	0.07658	[s]
λ SLD,x	1	
λ SLD,y	1	
λ SLV,x	1	
λ SLV,y	1	
Limite spostamenti interpiano SLD	0.005	
Fattore di comportamento per sisma SLD X	1.33	
Fattore di comportamento per sisma SLD Y	1.33	
Fattore di comportamento per sisma SLV X	1.33	
Fattore di comportamento per sisma SLV Y	1.33	
Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali)	2.3	

Coefficiente di sicurezza per scorrimento (fondazioni superficiali)	1.1
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, punta	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale compressione	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale trazione	1.25
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, punta	1.35
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale compressione	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale trazione	1.25
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, punta	1.35
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale compressione	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale trazione	1.25
Coefficiente di sicurezza portanza trasversale pali	1.3
Fattore di correlazione resistenza caratteristica dei pali in base alle verticali indagate	1.7
Coefficiente di sicurezza per ribaltamento (plinti superficiali)	1.15
Esegui verifiche in combinazioni SLD secondo Circolare 7	No

Verifiche C.A.

Normativa	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)	
γ_s (fattore di sicurezza parziale per l'acciaio)	1.15	
γ_c (fattore di sicurezza parziale per il calcestruzzo)	1.5	
Limite σ_c/f_{ck} in combinazione rara	0.6	
Limite σ_c/f_{ck} in combinazione quasi permanente	0.45	
Limite σ_t/f_{yk} in combinazione rara	0.8	
Coefficiente di riduzione della τ per cattiva aderenza	0.7	
Dimensione limite fessure w1 §4.1.2.2.4	0.02	[cm]
Dimensione limite fessure w2 §4.1.2.2.4	0.03	[cm]
Dimensione limite fessure w3 §4.1.2.2.4	0.04	[cm]
Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore q	Si	
Copriferro secondo EC2	No	
acc elementi nuovi nelle combinazioni sismiche	0.85	
acc elementi esistenti	0.85	

Verifiche legno

Normativa	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
γ_M combinazioni fondamentali massiccio	1.5
γ_M combinazioni fondamentali lamellare	1.45
γ_M combinazioni fondamentali unioni	1.5
γ_M combinazioni eccezionali	1
γ_M combinazioni esercizio	1
Kmod durata istantaneo, classe 1	1.1
Kmod durata istantaneo, classe 2	1.1
Kmod durata istantaneo, classe 3	0.9
Kmod durata breve, classe 1	0.9
Kmod durata breve, classe 2	0.9
Kmod durata breve, classe 3	0.7
Kmod durata media, classe 1	0.8
Kmod durata media, classe 2	0.8
Kmod durata media, classe 3	0.65
Kmod durata lunga, classe 1	0.7
Kmod durata lunga, classe 2	0.7
Kmod durata lunga, classe 3	0.55
Kmod durata permanente, classe 1	0.6
Kmod durata permanente, classe 2	0.6
Kmod durata permanente, classe 3	0.5
Kdef classe 1	0.6
Kdef classe 2	0.8
Kdef classe 3	2

Verifiche acciaio

Normativa	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
γ_{m0}	1.05
γ_{m1}	1.05
γ_{m2}	1.25
Coefficiente riduttivo per effetto vettoriale	0.7
Calcolo coefficienti C1, C2, C3 per M _{cr}	automatico
Coefficienti α , β per flessione deviata	unitari
Verifica semplificata conservativa	si
L/e0 iniziale per profili accoppiati compressi	500
Metodo semplificato formula (4.2.82)	si
Escludi § 6.2.6.7 EN 1993-1-8:2005 + AC:2009 in 7.5.4.3-7.5.4.5	si
Applica Nota 1 del prospetto 6.2	si
Riduzione f_y per tubi tondi di classe 4	no
Limite spostamento relativo interpiano e monopiano colonne	0.00333
Limite spostamento relativo complessivo multipiano colonne	0.002
Considera taglio resistente estremità sagomati	no
Fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore q	si
Classe 3 per verifiche sismiche non dissipative profili	No

Verifiche alluminio

Normativa	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
γ_{m1}	1.15

ym2

1.25

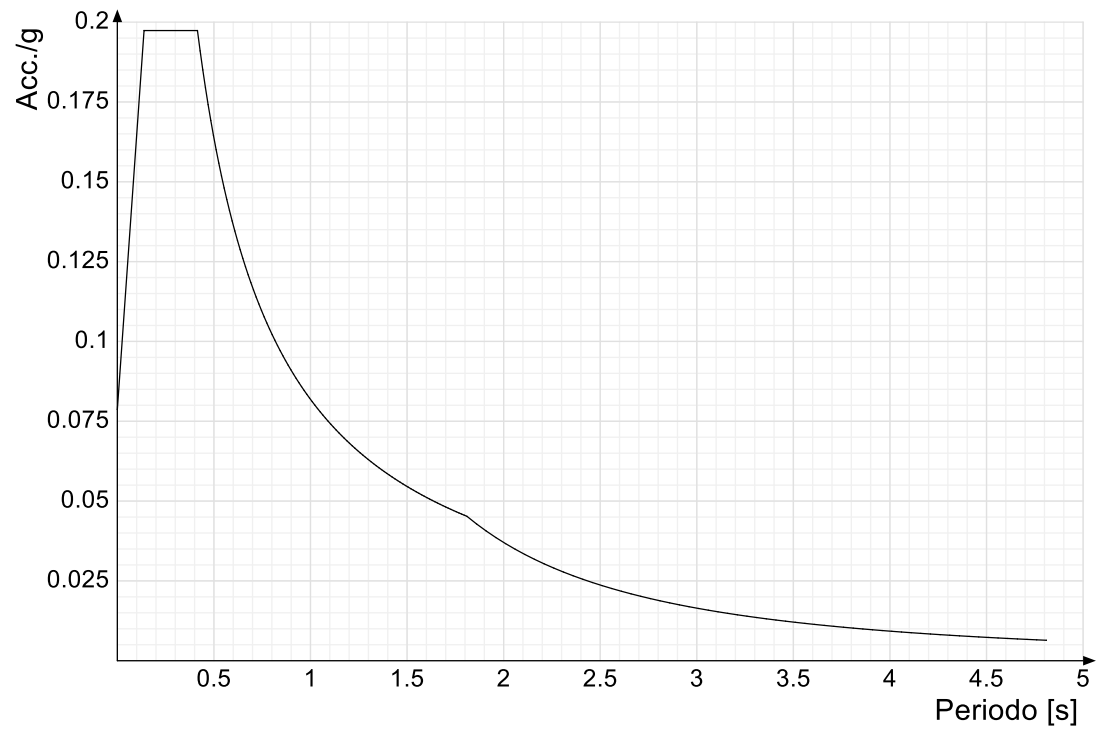
Verifiche pannelli gessofibra

Normativa	EN 1995-1-1:2004 +AC:2006 + A1:2008 + A2:2014; ETA-03/0050; ETA-07/0086; ETA-08/0147
a	7
b	-0.7
c	0.9
Kmod durata istantaneo, classe 1	1.1
Kmod durata istantaneo, classe 2	0.8
Kmod durata breve, classe 1	0.8
Kmod durata breve, classe 2	0.6
Kmod durata media, classe 1	0.6
Kmod durata media, classe 2	0.45
Kmod durata lunga, classe 1	0.4
Kmod durata lunga, classe 2	0.3
Kmod durata permanente, classe 1	0.2
Kmod durata permanente, classe 2	0.15

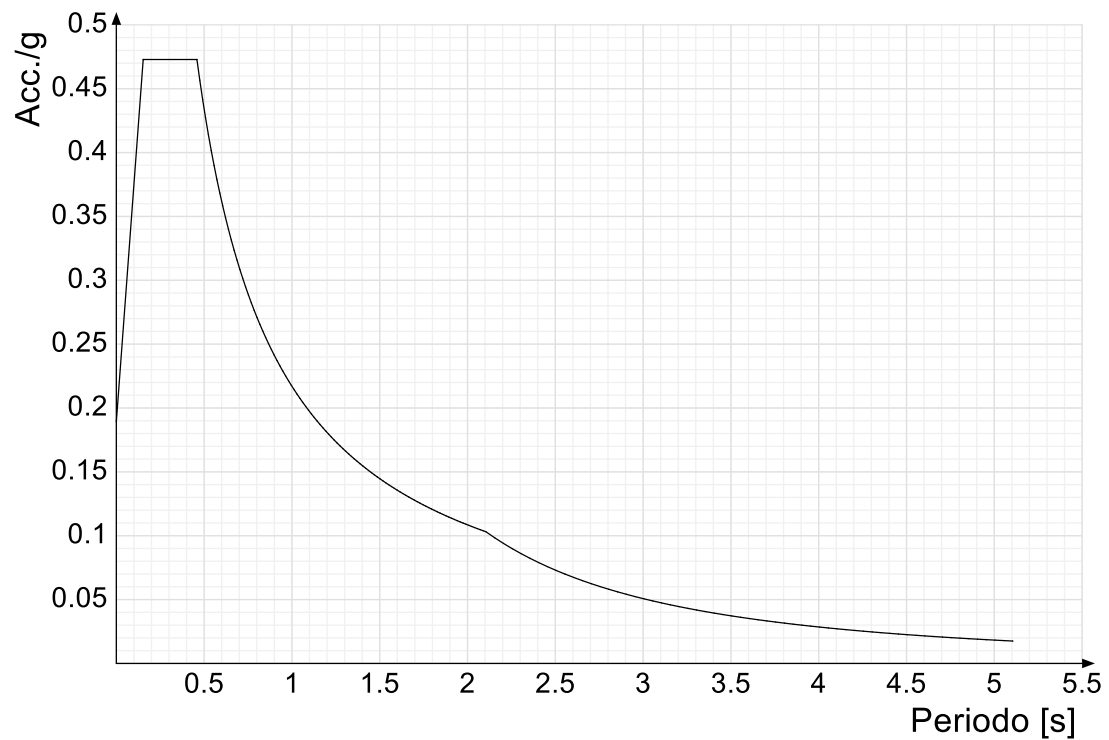
13.2 Spettri

Acc./g: Accelerazione spettrale normalizzata ottenuta dividendo l'accelerazione spettrale per l'accelerazione di gravità.
Periodo: Periodo di vibrazione.

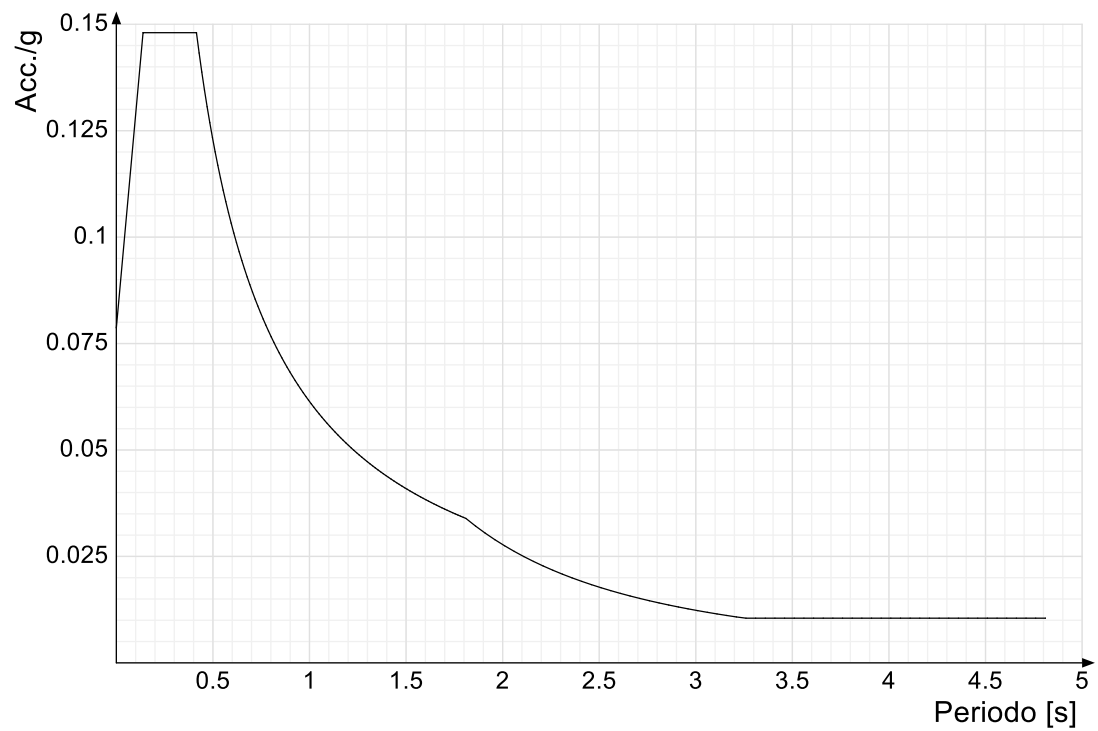
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3.2.3.2.1 [3.2.2]



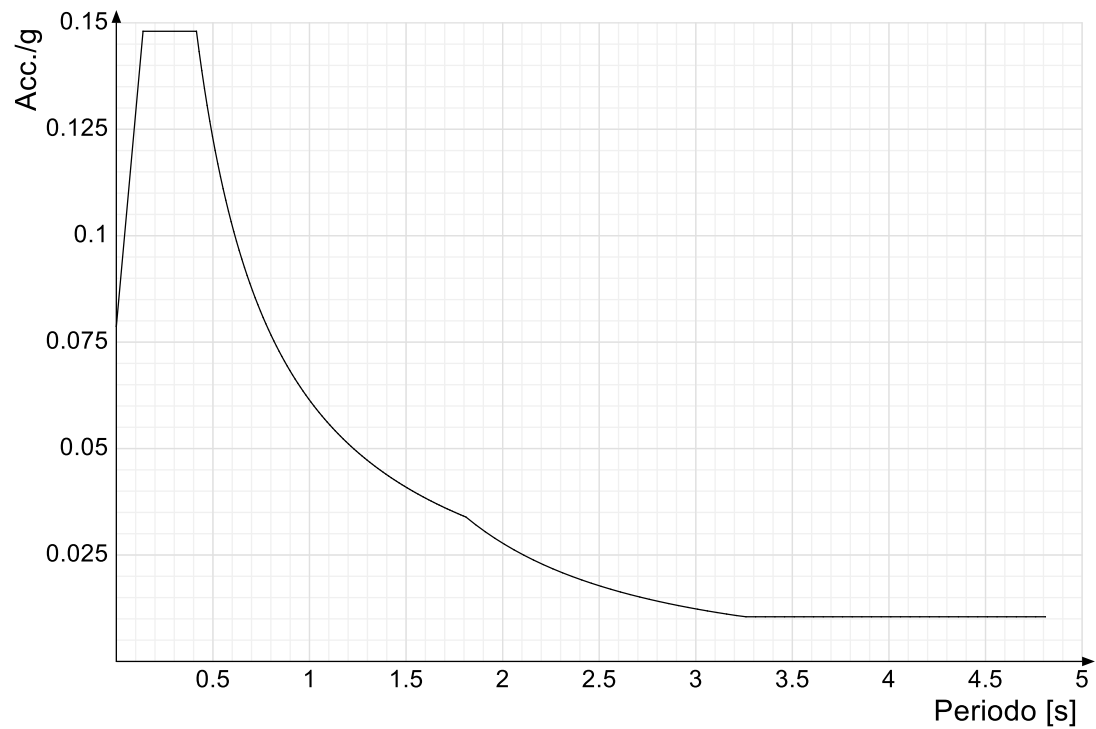
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLV § 3.2.3.2.1 [3.2.2]



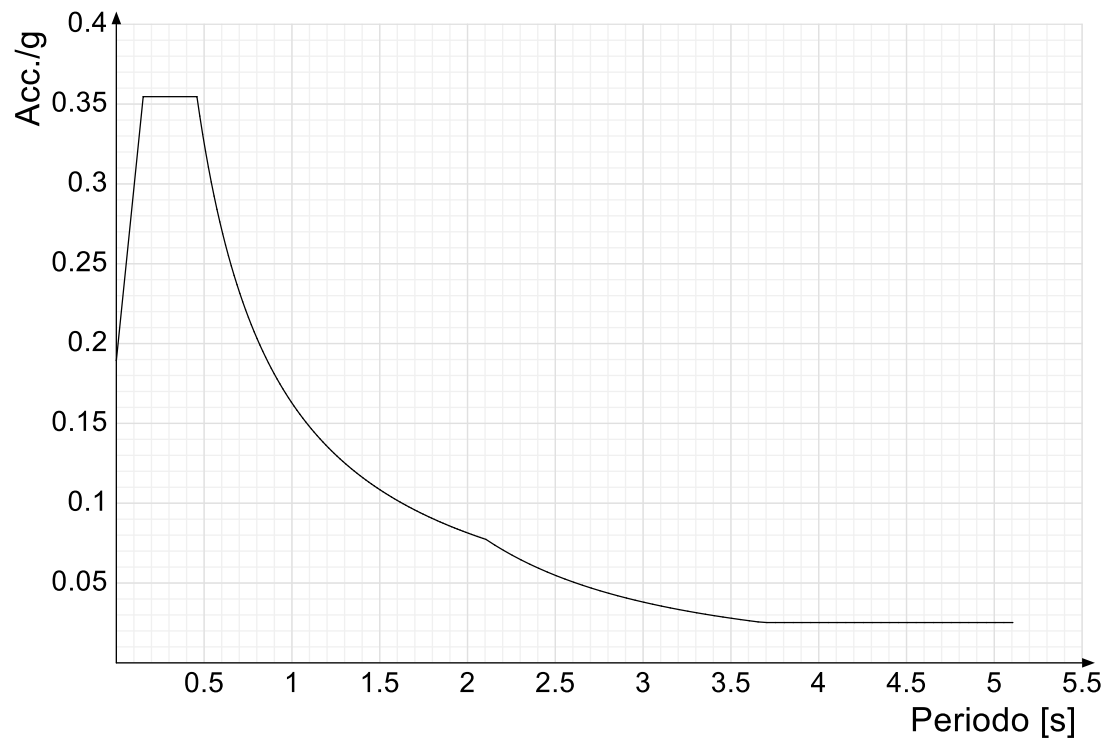
Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLD § 3.2.3.5



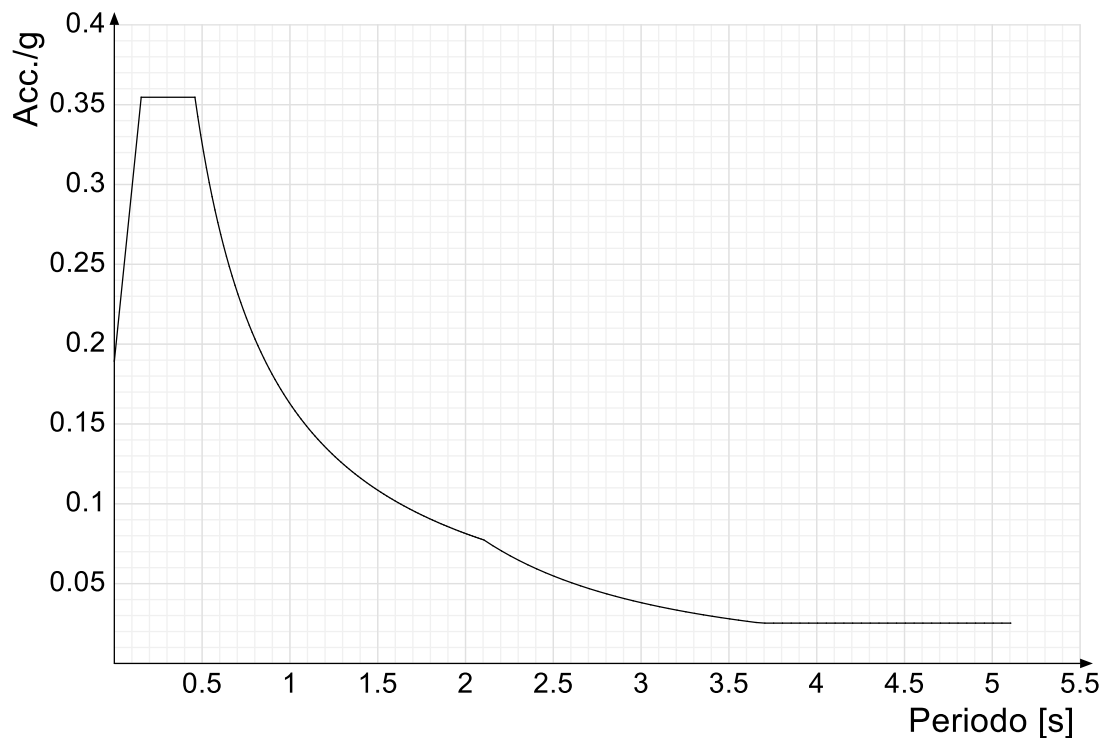
Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLD § 3.2.3.5



Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5

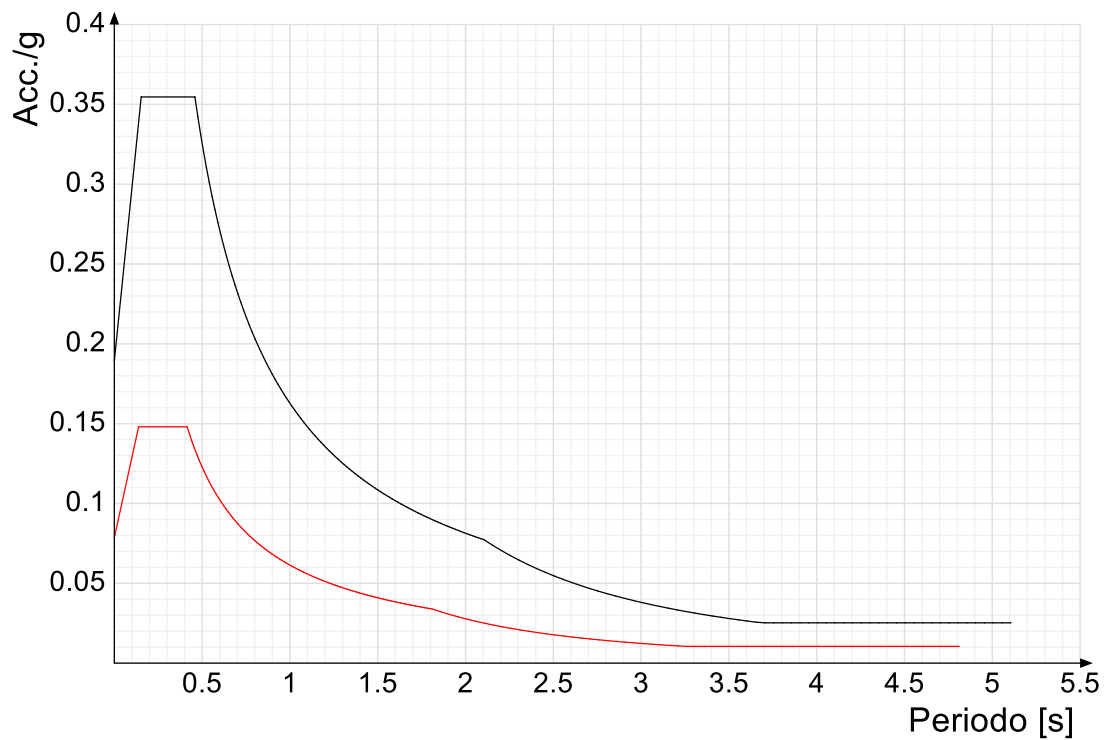


Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLV § 3.2.3.5

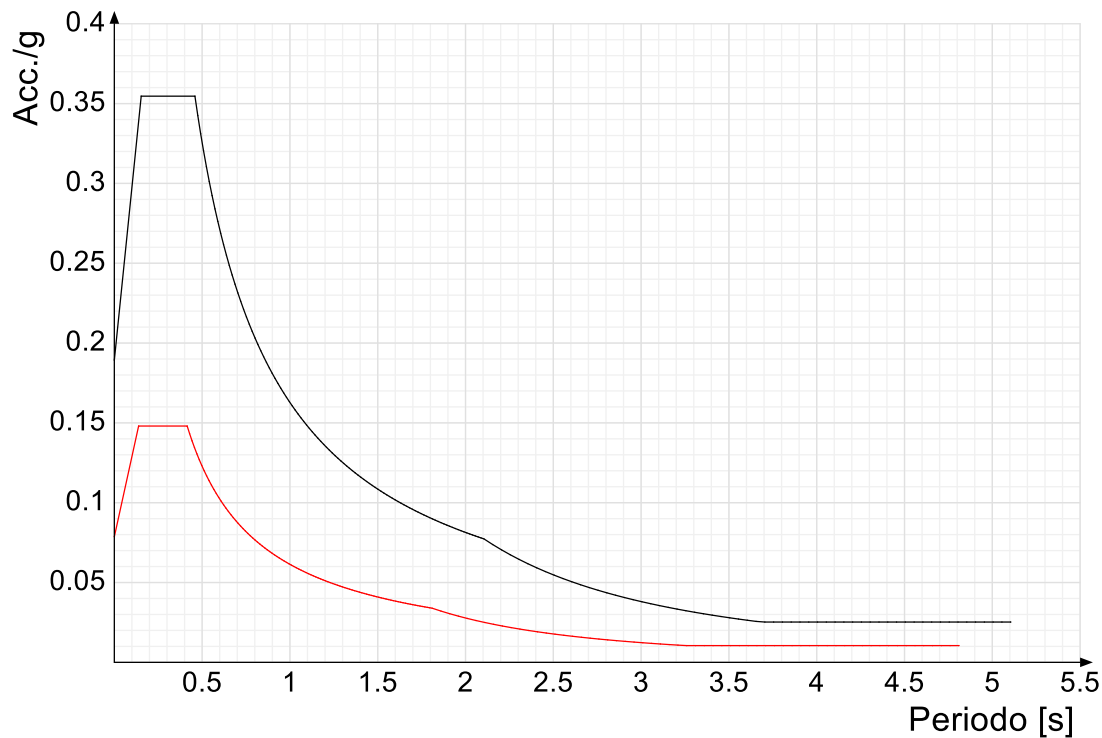


Confronti spettri SLV-SLD

Vengono confrontati lo spettro Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLD § 3.2.3.5 (di colore rosso) e Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5 (di colore nero).



Vengono confrontati lo spettro Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLD § 3.2.3.5 (di colore rosso) e Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLV § 3.2.3.5 (di colore nero).



13.3 Preferenze FEM

Dimensione massima ottimale mesh pareti (default)	60	[cm]
Dimensione massima ottimale mesh piastre (default)	60	[cm]
Dimensione massima ottimale suddivisioni archi finestre/porte (default)	60	[cm]
Tipo di mesh dei gusci (default)	Quadrilateri o triangoli	
Tipo di mesh imposta ai gusci	Specifico dell'elemento	
Metodo P-Delta	non utilizzato	
Analisi buckling	non utilizzata	
Rapporto spessore flessionale/membranale gusci muratura verticali	0.2	
Spessori membranale e flessionale pareti XLAM da sole tavole verticali	No	
Moltiplicatore rigidità connettori pannelli pareti legno a diaframma	1	
Tolleranza di parallelismo	4.99	[deg]
Tolleranza di unicità punti	10	[cm]
Tolleranza generazione nodi di aste	1	[cm]
Tolleranza di parallelismo in suddivisione aste	4.99	[deg]
Tolleranza generazione nodi di gusci	4	[cm]
Tolleranza eccentricità carichi concentrati	100	[cm]
Considera deformabilità a taglio negli elementi guscio	No	
Modello elastico pareti in muratura	Gusci	
Concentra masse pareti nei vertici	No	
Segno risultati analisi spettrale	Analisi statica	
Metodo di risoluzione della matrice	Intel MKL PARDISO	
Scrivi commenti nel file di input	No	
Scrivi file di output in formato testo	No	
Solidi colle e corpi ruvidi (default)	Solidi reali	
Moltiplicatore rigidità molla torsionale applicata ad aste di fondazione	1	
Modello trave su suolo alla Winkler nel caso di modellazione lineare	Equilibrio elastico	
Numero di modi di vibrare da ricercare	20	
Algoritmo di analisi modale	Proiezione nel sottospazio totale	
Algoritmo di combinazione modale	CQC	

13.4 Moltiplicatori inerziali

- Tipologia:** tipo di entità a cui si riferiscono i moltiplicatori inerziali.
- J2:** moltiplicatore inerziale di J2. Il valore è adimensionale.
- J3:** moltiplicatore inerziale di J3. Il valore è adimensionale.
- Jt:** moltiplicatore inerziale di Jt. Il valore è adimensionale.
- A:** moltiplicatore dell'area della sezione. Il valore è adimensionale.

A2: moltiplicatore dell'area a taglio in direzione 2. Il valore è adimensionale.
A3: moltiplicatore dell'area a taglio in direzione 3. Il valore è adimensionale.
Conci rigidi: fattore di riduzione dei tronchi rigidi. Il valore è adimensionale.

Tipologia	J2	J3	Jt	A	A2	A3	Conci rigidi
Trave C.A.	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Pilastro C.A.	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Trave di fondazione	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Palo	1	1	0.01	1	1	1	0
Trave in legno	1	1	1	1	1	1	1
Colonna in legno	1	1	1	1	1	1	1
Trave in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Colonna in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Trave di reficolare in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Maschio in muratura	0	1	0	1	1	1	1
Pilastro in muratura	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Trave di accoppiamento in muratura	0	1	0	1	1	1	1
Trave di scala C.A. nervata	1	1	1	1	1	1	0.5
Trave tralicciata	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Colonna acciaio-calcestruzzo	1	1	1	1	1	1	1
Trave acciaio-calcestruzzo	1	1	1	1	1	1	1

13.5 Preferenze di analisi carichi superficiali

Detrazione peso proprio solai nelle zone di sovrapposizione	non applicata	
Metodo di ripartizione	a zone d'influenza	
Percentuale carico calcolato a trave continua	0	
Esegui smoothing diagrammi di carico	applicata	
Tolleranza smoothing altezza trapezi	0.001	[daN/cm]
Tolleranza smoothing altezza media trapezi	0.001	[daN/cm]

ANALISI DEI CARICHI DI PROGETTO

COPERTURA:

Materiale	Spessore (cm)	Densità (daN/mc)	Peso (daN/mq)
Pannello fotovoltaico			20
Lamiera	0,8	7850	6,28
Membrana impermeabilizzante			2
Isolante lana di roccia	20	160	32
Listelli interposti			10
Barriera al vapore			1
Pannello OSB3	1.5		9
Tavolato grezzo abete	2.5	480	12
Pannello Celenit N	2.5	500	12.5
Totale			104.78
Totale arrotondato			115

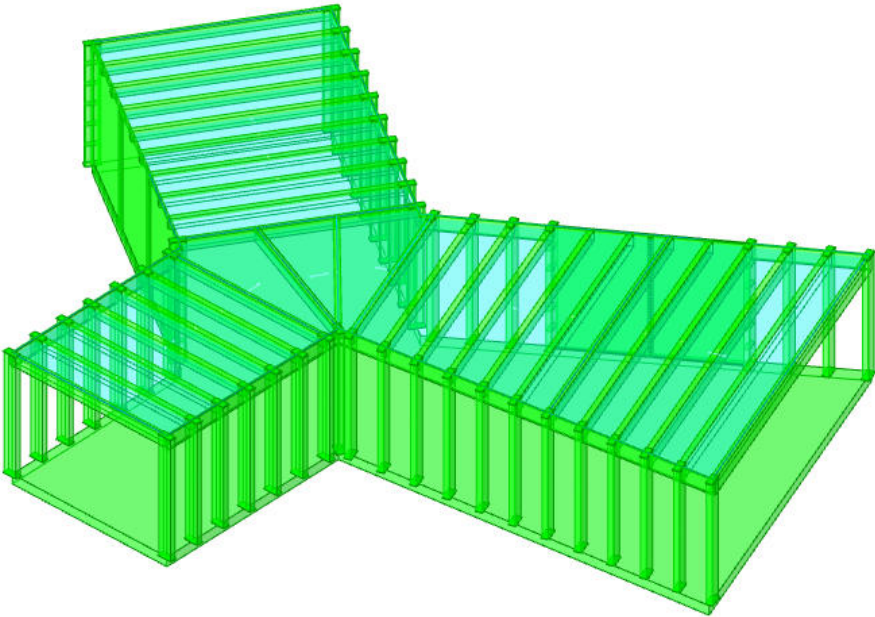
PAVIMENTAZIONE INTERNA:

Materiale	Spessore (cm)	Densità (daN/mc)	Peso (daN/mq)
Pavimento linoleum	0.6	70	0,42
Massetto	5.5	2000	110
Sottofondo	8	600	48
Massetto ripartitore	10	2500	250
Pannello XPS	10	40	4
Membrana elastomerica	0.4	1200	4.8
Totale			417.22
Totale arrotondato			450

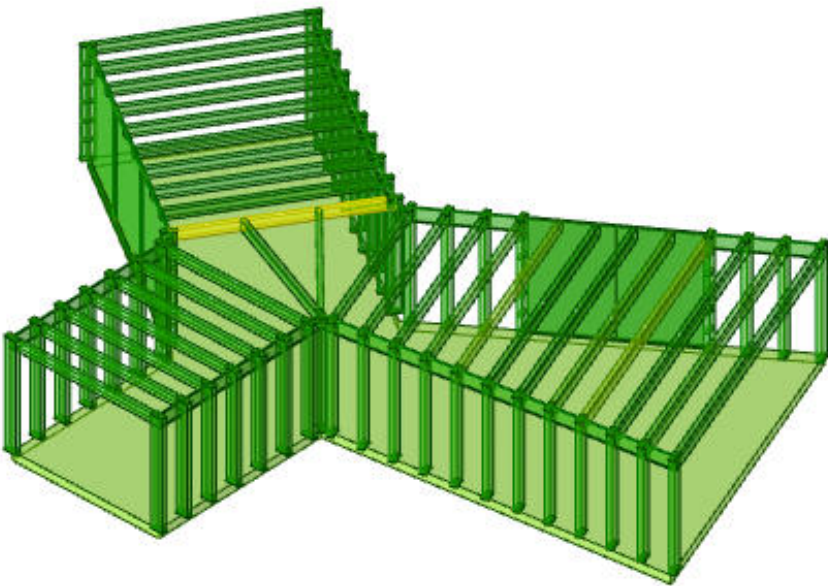
13.6 Preferenze del suolo

Fondazioni non modellate e struttura bloccata alla base	no	
Fondazioni bloccate orizzontalmente	si	
Considera peso sismico delle fondazioni	no	
Fondazioni superficiali e profonde su suolo elastoplastico	no	
Coefficiente di sottofondo verticale per fondazioni superficiali (default)	4	[daN/cm³]
Rapporto coefficiente di sottofondo orizzontale/verticale	0.5	
Pressione verticale limite sul terreno per abbassamento (default)	10	[daN/cm²]
Pressione verticale limite sul terreno per innalzamento (default)	0.001	[daN/cm²]
Metodo di calcolo della K verticale	Vesic	
Metodo di calcolo della portanza e della pressione limite	Vesic	
Terreno laterale di riporto da piano posa fondazioni (default)	Ghiaia_5	
Dimensione massima della discretizzazione del palo (default)	200	[cm]
Moltiplicatore coesione per pressione orizzontale limite nei pali	1	
Moltiplicatore spinta passiva per pressione orizzontale pali	1	
K punta palo (default)	4	[daN/cm³]
Pressione limite punta palo (default)	10	[daN/cm²]
Pressione per verifica schiacciamento fondazioni superficiali	6	[daN/cm²]
Calcola cedimenti fondazioni superficiali	no	
Spessore massimo strato	100	[cm]
Profondità massima	3000	[cm]
Cedimento assoluto ammissibile	5	[cm]
Cedimento differenziale ammissibile	5	[cm]
Cedimento relativo ammissibile	5	[cm]
Rapporto di inflessione F/L ammissibile	0.003333	
Rotazione rigida ammissibile	0.191	[deg]
Rotazione assoluta ammissibile	0.191	[deg]
Distorsione positiva ammissibile	0.191	[deg]
Distorsione negativa ammissibile	0.095	[deg]
Considera fondazioni compensate	no	
Coefficiente di riduzione della a Max attesa	1	
Condizione per la valutazione della spinta su pareti	Lungo termine	
Considera l'azione sismica del terreno anche su pareti sotto lo zero sismico	no	
Calcola cedimenti teorici pali	no	
Considera accorciamento del palo	si	
Distanza influenza cedimento palo	1000	[cm]
Distribuzione attrito laterale	Attrito laterale uniforme	
Ripartizione del carico	Ripartizione come da modello FEM	
Scelta terreno laterale	Media pesata degli strati coinvolti	
Scelta terreno punta	Media pesata degli strati coinvolti	
Cedimento assoluto ammissibile	5	[cm]
Cedimento medio ammissibile	5	[cm]
Cedimento differenziale ammissibile	5	[cm]
Rotazione rigida ammissibile	0.191	[deg]
Trascura la coesione efficace in verifica allo scorrimento	si	
Considera inclinazione spinta del terreno contro pareti	no	
Esegui verifica a liquefazione	no	
Metodo di verifica liquefazione	Seed-Idriss (1982)	
Coeff. di sicurezza minimo a liquefazione	1.3	
Magnitudo scaling factor per liquefazione	1	

14 Verifiche consuntive



Verifiche



Sicurezza minima

da 2 a 1.9
da 1.9 a 1.8
da 1.8 a 1.7
da 1.7 a 1.6
da 1.6 a 1.5
da 1.5 a 1.4
da 1.4 a 1.3
da 1.3 a 1.2
da 1.2 a 1.1
da 1.1 a 1
da 1 a 0.9
da 0.9 a 0.8
da 0.8 a 0.7
da 0.7 a 0.6
da 0.6 a 0.5
da 0.5 a 0.4
da 0.4 a 0.3
da 0.3 a 0.2
da 0.2 a 0.1
da 0.1 a 0

14.1 Verifica risposta strutturale sismica

Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [daN] ove non espressamente specificato.

Contesto: contesto di verifica.

Rapporto V (%): rapporto tra il modulo del taglio della struttura con fondazioni e quello della struttura incastrata con suolo A.

Rapporto N (%): rapporto tra lo sforzo normale della struttura con fondazioni e quello della struttura incastrata con suolo A.

Verifica: stato di verifica.

Struttura con fondazioni: forza risultante trasmessa all'estradosso della fondazione.

Fx: componente della forza lungo l'asse X globale. [daN]

Fy: componente della forza lungo l'asse Y globale. [daN]

Fz: componente della forza lungo l'asse Z globale. [daN]

Struttura incastrata con suolo A: forza risultante trasmessa all'estradosso della fondazione.

Verifica risposta strutturale sismica

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Verifiche § 7.2.6 b)

Contesto	Struttura con fondazioni			Struttura incastrata con suolo A			Rapporto V (%)	Rapporto N (%)	Verifica
	Fx	Fy	Fz	Fx	Fy	Fz			
SLD 1	-4287	-1136	-35187	-2542	-625	-35265	169.4	99.8	Si
SLD 2	-4287	-1136	-35187	-2542	-625	-35265	169.4	99.8	Si
SLD 3	-4172	1031	-35199	-2543	632	-35262	164	99.8	Si
SLD 4	-4172	1031	-35199	-2543	632	-35262	164	99.8	Si
SLD 5	-1461	-3627	-35224	-761	-2094	-35271	175.5	99.9	Si
SLD 6	-1461	-3627	-35224	-761	-2094	-35271	175.5	99.9	Si
SLD 7	-1077	3596	-35265	-765	2096	-35260	168.2	100	Si
SLD 8	-1077	3596	-35265	-765	2096	-35260	168.2	100	Si
SLD 9	1077	-3596	-35268	765	-2096	-35272	168.2	100	Si
SLD 10	1077	-3596	-35268	765	-2096	-35272	168.2	100	Si
SLD 11	1461	3627	-35309	761	2094	-35262	175.5	100.1	Si
SLD 12	1461	3627	-35309	761	2094	-35262	175.5	100.1	Si
SLD 13	4172	-1031	-35333	2543	-632	-35271	164	100.2	Si
SLD 14	4172	-1031	-35333	2543	-632	-35271	164	100.2	Si
SLD 15	4287	1136	-35346	2542	625	-35268	169.4	100.2	Si
SLD 16	4287	1136	-35346	2542	625	-35268	169.4	100.2	Si
SLV 1	-9987	-2772	-35078	-6241	-1670	-35263	160.4	99.5	Si
SLV 2	-9987	-2772	-35078	-6241	-1670	-35263	160.4	99.5	Si
SLV 3	-9659	2314	-35108	-6119	1336	-35255	158.6	99.6	Si
SLV 4	-9659	2314	-35108	-6119	1336	-35255	158.6	99.6	Si
SLV 5	-3493	-8544	-35164	-2057	-5061	-35277	169	99.7	Si
SLV 6	-3493	-8544	-35164	-2057	-5061	-35277	169	99.7	Si
SLV 7	-2401	8407	-35265	-1651	4961	-35251	167.2	100	Si
SLV 8	-2401	8407	-35265	-1651	4961	-35251	167.2	100	Si
SLV 9	2401	-8407	-35268	1651	-4961	-35281	167.2	100	Si
SLV 10	2401	-8407	-35268	1651	-4961	-35281	167.2	100	Si
SLV 11	3493	8544	-35369	2057	5061	-35256	169	100.3	Si
SLV 12	3493	8544	-35369	2057	5061	-35256	169	100.3	Si
SLV 13	9659	-2314	-35425	6119	-1336	-35278	158.6	100.4	Si
SLV 14	9659	-2314	-35425	6119	-1336	-35278	158.6	100.4	Si
SLV 15	9987	2772	-35455	6241	1670	-35270	160.4	100.5	Si
SLV 16	9987	2772	-35455	6241	1670	-35270	160.4	100.5	Si

14.2 Verifiche consuntive piastre C.A.

Verifica: Descrizione della verifica relativa che ne consente l'individuazione all'interno della struttura.

Sicurezza minima: Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza relativamente alle verifiche visualizzabili per tale elemento. Il valore è adimensionale.

Verifica di portanza: Visualizza per ciascun elemento di verifica di fondazione il valore minimo del coefficiente di sicurezza per portanza. Il valore è adimensionale.

Verifica di scorrimento: Visualizza per ciascun elemento di verifica di fondazione il valore minimo del coefficiente di sicurezza per scorrimento. Il valore è adimensionale.

Flessione piastre/platee: Visualizza per le piastre/platee il valore minimo del coefficiente di sicurezza per flessione. Il valore è adimensionale.

Taglio piastre/platee: Visualizza per le piastre/platee il valore minimo del coefficiente di sicurezza per taglio. Il valore è adimensionale.

Punzonamento piastre/platee: Visualizza per le piastre/platee il valore minimo del coefficiente di sicurezza per punzonamento. Il valore è adimensionale.

Verifica	Sicurezza minima	Verifica di portanza	Verifica di scorrimento	Flessione piastre/platee	Taglio piastre/platee	Punzonamento piastre/platee
Platea a "Fondazione"	1.625	4.934	9.111	1.698	1.625	

14.3 Verifiche consuntive travi in legno

Verifica: Descrizione della verifica relativa che ne consente l'individuazione all'interno della struttura.

Sicurezza minima: Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza relativamente alle verifiche visualizzabili per tale elemento. Il valore è adimensionale.

Verifica a flessione: Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza a flessione tra tutte le verifiche a flessione condotte per tale elemento. Il valore è adimensionale.

Verifica a taglio: Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza a taglio tra tutte le verifiche a taglio condotte per tale elemento. Il valore è adimensionale.

Freccia rara: E' il coefficiente di sicurezza della freccia per combinazioni in esercizio rara. Il valore è adimensionale.

Freccia quasi permanente: E' il coefficiente di sicurezza della freccia per combinazioni in esercizio quasi permanente. Il valore è adimensionale.

Verifica	Sicurezza minima	Verifica a flessione	Verifica a taglio	Freccia rara	Freccia quasi permanente
Asta 43: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 9	12.341	13.008	122.116		
Asta 17: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 21	9.267	9.267	20.788		
Asta 22: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 21	65.348	72.695	78.298		
Asta 10: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 38	15.947	22.028	140.095		
Asta 73: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 61	7.667	7.667	28.417		
Asta 53: Trave in legno a falda Falda 1 fili 3-9	3.124	3.124	5.156		
Asta 133: Trave in legno a falda Falda 1 fili 41-40	213.589	213.589	252.621		
Asta 31: Trave in legno a falda Falda 1 fili 13-36	2.295	2.295	4.42		
Asta 69: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 64	5.615	5.761	9.973		
Asta 36: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 26	25.454	28.629	189.089		
Asta 7: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 35	18.713	21.921	170.559		
Asta 128: Trave in legno a falda Falda 1 fili 62-63	105.274	105.274	130.471		
Asta 93: Trave in legno a falda Falda 1 fili 49-60	1.736	1.736	3.899		
Asta 130: Trave in legno a falda Falda 1 fili 44-43	252.621	1145.613	252.621		
Asta 142: Trave in legno a falda Falda 1 fili 12-11	25.407	25.407	170.905		
Asta 102: Trave in legno a falda Falda 1 fili 2-3	252.621	1145.613	252.621		
Asta 8: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 36	23.117	25.921	169.332		
Asta 70: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 63	6.666	7.015	146.616		
Asta 72: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 61	5.951	5.951	20.273		
Asta 100: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 27	18.958	21.328	258.952		
Asta 62: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 46	6.269	6.507	113.615		
Asta 92: Trave in legno a falda Falda 1 fili 47-59	1.932	1.932	4.116		
Asta 115: Trave in legno a falda Falda 1 fili 29-31	69.874	69.874	131.856		
Asta 95: Trave in legno a falda Falda 1 fili 52-62	1.978	1.978	4.156		
Asta 144: Trave in legno a falda Falda 1 fili 10-8	99.535	99.535	252.621		
Asta 107: Trave in legno a falda Falda 1 fili 7-9	252.621	1145.613	252.621		
Asta 118: Trave in legno a falda Falda 1 fili 47-49	30.73	30.73	130.539		
Asta 6: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 12	42.88	89.867	60.772		
Asta 32: Trave in legno a falda Falda 1 fili 12-35	1.07	1.07	2.347		
Asta 51: Trave in legno a falda Falda 1 fili 6-23	3.124	3.124	5.156		

Verifica	Sicurezza minima	Verifica a flessione	Verifica a taglio	Freccia rara	Freccia quasi permanente
Asta 129: Trave in legno a falda Falda 1 filii 63-64	85.22	240.923	130.644		
Asta 33: Trave in legno a falda Falda 1 filii 12-35	1.046	1.046	23.154		
Asta 28: Trave in legno a falda Falda 1 filii 16-39	2.295	2.295	4.42		
Asta 27: Trave in legno a falda Falda 1 filii 17-40	2.295	2.295	4.42		
Asta 71: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 62	7.704	8.154	149.649		
Asta 37: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 24	21.103	23.13	173.032		
Asta 136: Trave in legno a falda Falda 1 filii 38-37	73.282	73.282	252.62		
Asta 141: Trave in legno a falda Falda 1 filii 46-47	115.708	115.708	131.851		
Asta 111: Trave in legno a falda Falda 1 filii 24-26	226.343	226.343	252.621		
Asta 116: Trave in legno a falda Falda 1 filii 31-32	78.808	78.808	130.668		
Asta 3: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 12	31.276	31.328	65.744		
Asta 126: Trave in legno a falda Falda 1 filii 50-53	26.08	26.08	129.516		
Asta 113: Trave in legno a falda Falda 1 filii 27-28	53.424	53.424	496.027		
Asta 110: Trave in legno a falda Falda 1 filii 23-24	252.621	1145.613	252.621		
Asta 99: Trave in legno a falda Falda 1 filii 30-27	3.274	3.274	3.987		
Asta 67: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 54	6.709	7.062	146.573		
Asta 114: Trave in legno a falda Falda 1 filii 28-29	62.377	62.377	130.568		
Asta 60: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 32	7.461	7.756	141.27		
Asta 121: Trave in legno a falda Falda 1 filii 52-54	74.738	74.738	132.594		
Asta 54: Trave in legno a falda Falda 1 filii 2-7	3.124	3.124	5.156		
Asta 66: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 52	7.813	8.277	149.615		
Asta 55: Trave in legno a falda Falda 1 filii 1-5	5.82	5.82	9.606		
Asta 56: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 45	9.401	9.885	93.148		
Asta 83: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 53	32.102	42.419	92.475		
Asta 48: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 1	9.796	10.393	14.248		
Asta 135: Trave in legno a falda Falda 1 filii 39-38	112.925	112.925	252.621		
Asta 16: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 44	5.812	5.995	14.453		
Asta 19: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 21	15.791	15.95	42.611		
Asta 140: Trave in legno a falda Falda 1 filii 33-46	100.546	100.546	129.957		
Asta 41: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 22	14.398	15.314	136.653		
Asta 97: Trave in legno a falda Falda 1 filii 56-64	2.985	2.985	6.913		
Asta 101: Trave in legno a falda Falda 1 filii 1-2	252.621	1145.613	252.621		
Asta 109: Trave in legno a falda Falda 1 filii 22-23	252.621	1145.613	252.621		
Asta 57: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 28	9.877	10.329	207.986		
Asta 131: Trave in legno a falda Falda 1 filii 43-42	252.621	1145.613	252.621		
Asta 125: Trave in legno a falda Falda 1 filii 48-50	25.468	25.468	131.804		
Asta 35: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 10	25.632	31.728	165.48		
Asta 137: Trave in legno a falda Falda 1 filii 37-36	51.564	51.564	252.622		
Asta 23: Trave in legno a falda Falda 1 filii 21-44	4.276	4.276	8.234		
Asta 34: Trave in legno a falda Falda 1 filii 12-35	1.064	1.064	2.358		
Asta 38: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 8	22.236	24.499	184.153		

Verifica	Sicurezza minima	Verifica a flessione	Verifica a taglio	Freccia rara	Freccia quasi permanente
Asta 4: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 12	36.811	42.639	168.858		
Asta 74: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 61	10.315	10.315	41.441		
Asta 78: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 53	5.459	6.272	19.463		
Asta 49: Trave in legno a falda Falda 1 fili 10-26	2.507	2.507	3.937		
Asta 85: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 48	8.519	8.863	86.819		
Asta 42: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 4	14.956	15.947	220.397		
Asta 39: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 23	17.207	18.531	154.952		
Asta 103: Trave in legno a falda Falda 1 fili 3-4	243.115	243.115	252.621		
Asta 104: Trave in legno a falda Falda 1 fili 4-6	166.413	166.413	252.621		
Asta 143: Trave in legno a falda Falda 1 fili 11-10	60.729	60.729	232.728		
Asta 18: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 21	12.118	12.154	28.611		
Asta 65: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 51	7.599	8.005	149.672		
Asta 96: Trave in legno a falda Falda 1 fili 54-63	1.803	1.803	3.966		
Asta 2: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 12	23.858	23.858	38.403		
Asta 90: Trave in legno a falda Falda 1 fili 33-55	1.627	1.627	3.775		
Asta 120: Trave in legno a falda Falda 1 fili 51-52	48.669	48.669	130.671		
Asta 81: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 53	11.987	14.329	73.369		
Asta 11: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 39	20.755	22.989	199.496		
Asta 21: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 21	33.681	34.903	95.259		
Asta 44: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 3	12.818	13.539	232.663		
Asta 105: Trave in legno a falda Falda 1 fili 6-8	124.268	124.268	252.621		
Asta 52: Trave in legno a falda Falda 1 fili 4-22	3.124	3.124	5.156		
Asta 13: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 41	15.06	16.202	199.107		
Asta 84: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 50	7.634	7.927	80.799		
Asta 80: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 53	8.853	10.391	39.621		
Asta 64: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 49	6.1	6.348	114.134		
Asta 26: Trave in legno a falda Falda 1 fili 18-41	2.295	2.295	4.42		
Asta 117: Trave in legno a falda Falda 1 fili 32-33	87.583	87.583	130.557		
Asta 134: Trave in legno a falda Falda 1 fili 40-39	151.488	151.488	252.621		
Asta 68: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 56	4.739	4.952	9.323		
Asta 112: Trave in legno a falda Falda 1 fili 26-27	160.709	160.709	542.564		
Asta 127: Trave in legno a falda Falda 1 fili 61-62	68.866	68.866	131.812		
Asta 98: Trave in legno a falda Falda 1 fili 27-25	3.236	3.236	3.937		
Asta 87: Trave in legno a falda Falda 1 fili 29-48	2.452	2.452	4.651		
Asta 138: Trave in legno a falda Falda 1 fili 36-35	36.343	36.343	252.62		
Asta 108: Trave in legno a falda Falda 1 fili 9-22	252.621	1145.612	252.621		
Asta 77: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 61	41.244	51.145	99.368		
Asta 75: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 61	14.373	14.952	79.808		
Asta 20: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 21	21.884	22.337	88.142		
Asta 47: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 5	10.381	10.688	13.367		

Verifica	Sicurezza minima	Verifica a flessione	Verifica a taglio	Freccia rara	Freccia quasi permanente
Asta 12: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 40	17.615	19.198	212.036		
Asta 82: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 53	17.717	21.984	118.521		
Asta 91: Trave in legno a falda Falda 1 filii 46-57	2.164	2.164	4.357		
Asta 58: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 29	8.979	9.362	182.722		
Asta 79: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 53	6.852	8.012	27.476		
Asta 59: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 31	8.182	8.519	159.883		
Asta 40: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 6	18.004	19.46	203.17		
Asta 89: Trave in legno a falda Falda 1 filii 32-53	1.848	1.848	4.028		
Asta 30: Trave in legno a falda Falda 1 filii 14-37	2.295	2.295	4.42		
Asta 1: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 12	18.025	18.025	25.468		
Asta 119: Trave in legno a falda Falda 1 filii 49-51	37.261	37.261	130.713		
Asta 50: Trave in legno a falda Falda 1 filii 8-24	3.124	3.124	5.156		
Asta 86: Trave in legno a falda Falda 1 filii 28-45	2.347	2.347	3.883		
Asta 63: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 47	5.782	5.994	102.53		
Asta 25: Trave in legno a falda Falda 1 filii 19-42	2.295	2.295	4.42		
Asta 88: Trave in legno a falda Falda 1 filii 31-50	2.118	2.118	4.316		
Asta 61: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 33	6.829	7.09	126.016		
Asta 15: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 43	11.573	12.236	243.545		
Asta 124: Trave in legno a falda Falda 1 filii 45-48	24.948	24.948	130.054		
Asta 94: Trave in legno a falda Falda 1 filii 51-61	1.569	1.569	3.704		
Asta 46: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 2	11.28	11.835	238.964		
Asta 76: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 61	21.865	24.003	127.46		
Asta 14: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 42	13.067	13.918	233.091		
Asta 106: Trave in legno a falda Falda 1 filii 5-7	252.621	1145.613	252.621		
Asta 132: Trave in legno a falda Falda 1 filii 42-41	252.621	1145.612	252.621		
Asta 139: Trave in legno a falda Falda 1 filii 35-34	19	19	160.732		
Asta 5: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 12	41.196	60.625	119.845		
Asta 29: Trave in legno a falda Falda 1 filii 15-38	2.295	2.295	4.42		
Asta 122: Trave in legno a falda Falda 1 filii 54-56	53.371	176.792	130.261		
Asta 9: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 37	25.253	28.637	177.72		
Asta 123: Trave in legno a falda Falda 1 filii 34-45	23.031	23.031	180.688		
Asta 45: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 7	10.848	11.36	111.09		
Asta 24: Trave in legno a falda Falda 1 filii 20-43	2.295	2.295	4.42		

14.4 Verifiche consuntive pareti in legno

Verifica: Descrizione della verifica relativa che ne consente l'individuazione all'interno della struttura.

Sicurezza minima: Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza relativamente alle verifiche visualizzabili per tale elemento. Il valore è adimensionale.

Verifica a flessione: Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza a flessione tra tutte le verifiche a flessione condotte per tale elemento. Il valore è adimensionale.

Verifica a taglio: Visualizza per ciascun elemento di verifica il valore minimo del coefficiente di sicurezza a taglio tra tutte le verifiche a taglio condotte per tale elemento. Il valore è adimensionale.

Sicurezza minima per pareti legno: Visualizza per le pareti in legno il coefficiente di sicurezza minima. Il valore è adimensionale.

Verifica	Sicurezza minima	Verifica a flessione	Verifica a taglio	Sicurezza minima per pareti legno
Parete in legno da Fondazione a Falda 1 53-58	2.833	33.785	2.833	
Parete in legno da Fondazione a Falda 1 12-15	6.504	26.271	6.504	
Parete in legno da Fondazione a Falda 1 58-61	3.215	36.015	3.215	
Parete in legno da Fondazione a Falda 1 15-18	7.735	16.187	7.735	
Parete in legno da Fondazione a Falda 1 18-21	11.266	27.553	11.266	

Descrizione del software

Descrizione del programma Sismicad

Si tratta di un programma di calcolo strutturale che nella versione più estesa è dedicato al progetto e verifica degli elementi in cemento armato, acciaio, muratura e legno di opere civili.

Il programma utilizza come analizzatore e solutore del modello strutturale un proprio solutore agli elementi finiti tridimensionale fornito col pacchetto. Il programma è sostanzialmente diviso in tre moduli:

- un pre processore che consente l'introduzione della geometria e dei carichi e crea il file dati di input al solutore;
- il solutore agli elementi finiti;
- un post processore che a soluzione avvenuta elabora i risultati eseguendo il progetto e la verifica delle membrature e producendo i grafici ed i tabulati di output.

Specifiche tecniche

Denominazione del software: Sismicad 13

Produttore del software: Concrete

Concrete srl, via della Pieve, 19, 35121 PADOVA - Italy

<http://www.concrete.it>

Rivenditore: CONCRETE SRL - Via della Pieve 19 - 35121 Padova - tel.049-8754720

Versione: 13.0

Identificatore licenza: SW-9233819

Intestatario della licenza: Cantadori Ing. Marco - Via Fratelli Bandiera, 5 - Parma

Versione regolarmente licenziata

Schematizzazione strutturale e criteri di calcolo delle sollecitazioni

Il programma schematizza la struttura attraverso l'introduzione nell'ordine di fondazioni, poste anche a quote diverse, platee, platee nervate, plinti e travi di fondazione poggianti tutte su suolo elastico alla Winkler, di elementi verticali, pilastri e pareti in c.a. anche con fori, di orizzontamenti costituiti da solai orizzontali e inclinati (falde), e relative travi di piano e di falda; è ammessa anche l'introduzione di elementi prismatici in c.a. di interpiano con possibilità di collegamento in inclinato a solai posti a quote diverse.

I nodi strutturali possono essere connessi solo a travi, pilastri e pareti, simulando così impalcati infinitamente deformabili nel piano, oppure a elementi lastra di spessore dichiarato dall'utente simulando in tal modo impalcati a rigidezza finita. I nodi appartenenti agli impalcati orizzontali possono essere connessi rigidamente ad uno o più nodi principali giacenti nel piano dell'impalcato; generalmente un nodo principale coincide con il baricentro delle masse. Tale opzione, oltre a ridurre significativamente i tempi di elaborazione, elimina le approssimazioni numeriche connesse all'utilizzo di elementi lastra quando si richiede l'analisi a impalcati infinitamente rigidi.

Per quanto concerne i carichi, in fase di immissione dati, vengono definite, in numero a scelta dell'utente, condizioni di carico elementari le quali, in aggiunta alle azioni sismiche e variazioni termiche, vengono combinate attraverso coefficienti moltiplicativi per fornire le combinazioni richieste per le verifiche successive. L'effetto di disassamento delle forze orizzontali, indotto ad esempio dai torcenti di piano per costruzioni in zona sismica, viene simulato attraverso l'introduzione di eccentricità planari aggiuntive le quali costituiscono ulteriori condizioni elementari di carico da cumulare e combinare secondo i criteri del paragrafo precedente.

Tipologicamente sono ammessi sulle travi e sulle pareti carichi uniformemente distribuiti e carichi trapezoidali; lungo le aste e nei nodi di incrocio delle membrature sono anche definibili componenti di forze e coppie concentrate comunque dirette nello spazio. Sono previste distribuzioni di temperatura, di intensità a scelta dell'utente, agenti anche su singole porzioni di struttura.

Il calcolo delle sollecitazioni si basa sulle seguenti ipotesi e modalità:

- travi e pilastri deformabili a sforzo normale, flessione deviata, taglio deviato e momento torcente. Sono previsti coefficienti riduttivi dei momenti di inerzia a scelta dell'utente per considerare la riduzione della rigidezza flessionale e torsionale per effetto della fessurazione del conglomerato cementizio. E' previsto un moltiplicatore della rigidezza assiale dei pilastri per considerare, se pure in modo approssimato, l'accorciamento dei pilastri per sforzo normale durante la costruzione;
- le travi di fondazione su suolo alla Winkler sono risolte in forma chiusa tramite uno specifico elemento finito;
- le pareti in c.a. sono analizzate schematizzandole come elementi lastra-piastra discretizzati con passo massimo assegnato

in fase di immissione dati;

- le pareti in muratura possono essere schematizzate con elementi lastra-piastra con spessore flessionale ridotto rispetto allo spessore membranale;
- i plinti su suolo alla Winkler sono modellati con la introduzione di molle verticali elastoplastiche. La traslazione orizzontale a scelta dell'utente è bloccata o gestita da molle orizzontali di modulo di reazione proporzionale al verticale;
- i pali sono modellati suddividendo l'asta in più aste immerse in terreni di stratigrafia definita dall'utente. Nei nodi di divisione tra le aste vengono inserite molle assialsimmetriche elastoplastiche precaricate dalla spinta a riposo che hanno come pressione limite minima la spinta attiva e come pressione limite massima la spinta passiva modificabile attraverso opportuni coefficienti;
- i plinti su pali sono modellati attraverso aste di di rigidità elevata che collegano un punto della struttura in elevazione con le aste che simulano la presenza dei pali;
- le piastre sono discretizzate in un numero finito di elementi lastra-piastra con passo massimo assegnato in fase di immissione dati; nel caso di platee di fondazione i nodi sono collegati al suolo da molle aventi rigidità alla traslazione verticale ed richiesta anche orizzontale;
- la deformabilità nel proprio piano di piani dichiarati non infinitamente rigidi e di falde (piani inclinati) può essere controllata attraverso la introduzione di elementi membranali nelle zone di solaio;
- i disassamenti tra elementi asta sono gestiti automaticamente dal programma attraverso la introduzione di collegamenti rigidi locali;
- alle estremità di elementi asta è possibile inserire svincolamenti tradizionali così come cerniere parziali (che trasmettono una quota di ciò che trasmetterebbero in condizioni di collegamento rigido) o cerniere plastiche;
- alle estremità di elementi bidimensionali è possibile inserire svincolamenti con cerniere parziali del momento flettente avente come asse il bordo dell'elemento;
- il calcolo degli effetti del sisma è condotto, a scelta dell'utente, con analisi statica lineare, con analisi dinamica modale o con analisi statica non lineare, in accordo alle varie normative adottate. Le masse, nel caso di impalcati dichiarati rigidi sono concentrate nei nodi principali di piano altrimenti vengono considerate diffuse nei nodi giacenti sull'impalcato stesso. Nel caso di analisi sismica vengono anche controllati gli spostamenti di interpiano.

Verifiche delle membrature in cemento armato

Nel caso più generale le verifiche degli elementi in c.a. possono essere condotte col metodo delle tensioni ammissibili (D.M. 14-1-92) o agli stati limite in accordo al D.M. 09-01-96, al D.M. 14-01-08, al D.M. 17-01-18 o secondo Eurocodice 2.

Le travi sono progettate e verificate a flessione retta e taglio; a richiesta è possibile la verifica per le sei componenti della sollecitazione.

I pilastri ed i pali sono verificati per le sei componenti della sollecitazione.

Per gli elementi bidimensionali giacenti in un medesimo piano è disponibile la modalità di verifica che consente di analizzare lo stato di verifica nei singoli nodi degli elementi. Nelle verifiche (a presso flessione e punzonamento) è ammessa la introduzione dei momenti di calcolo modificati in base alle direttive dell'EC2, Appendice A.2.8.

I plinti superficiali sono verificati assumendo lo schema statico di mensola con incastri posti a filo o in asse pilastro.

Gli ancoraggi delle armature delle membrature in c.a. sono calcolati sulla base della effettiva tensione normale che ogni barra assume nella sezione di verifica distinguendo le zone di ancoraggio in zone di buona o cattiva aderenza. In particolare il programma valuta la tensione normale che ciascuna barra può assumere in una sezione sviluppando l'aderenza sulla superficie cilindrica posta a sinistra o a destra della sezione considerata; se in una sezione una barra assume per effetto dell'aderenza una tensione normale minore di quella ammissibile, il suo contributo all'area complessiva viene ridotto dal programma nel rapporto tra la tensione normale che la barra può assumere per effetto dell'aderenza e quella ammissibile. Le verifiche sono effettuate a partire dalle aree di acciaio equivalenti così calcolate che vengono evidenziate in relazione.

A seguito di analisi inelastiche eseguite in accordo a OPCM 3431 o D.M. 14-01-08, al D.M. 17-01-18 vengono condotte verifiche di resistenza per i meccanismi fragili (nodi e taglio) e verifiche di deformabilità per i meccanismi duttili.

Verifiche delle membrature in legno

Le verifiche delle aste in legno possono essere condotte con il metodo alle tensioni ammissibili nello spirito delle DIN 1052 o con il metodo agli stati limiti secondo D.M. 14-01-08, al D.M. 17-01-18 o Eurocodice 5.

15 Verifica risposta strutturale sismica

Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [daN] ove non espressamente specificato.

Contesto: contesto di verifica.

Rapporto V (%): rapporto tra il modulo del taglio della struttura con fondazioni e quello della struttura incastrata con suolo A.

Rapporto N (%): rapporto tra lo sforzo normale della struttura con fondazioni e quello della struttura incastrata con suolo A.

Verifica: stato di verifica.

Struttura con fondazioni: forza risultante trasmessa all'estradosso della fondazione.

F_x: componente della forza lungo l'asse X globale. [daN]

F_y: componente della forza lungo l'asse Y globale. [daN]

F_z: componente della forza lungo l'asse Z globale. [daN]

Struttura incastrata con suolo A: forza risultante trasmessa all'estradosso della fondazione.

Verifica risposta strutturale sismica

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Verifiche § 7.2.6 b)

Contesto	Struttura con fondazioni			Struttura incastrata con suolo A			Rapporto V (%)	Rapporto N (%)	Verifica
	F _x	F _y	F _z	F _x	F _y	F _z			
SLD 1	-4287	-1136	-35187	-2542	-625	-35265	169.4	99.8	Si
SLD 2	-4287	-1136	-35187	-2542	-625	-35265	169.4	99.8	Si
SLD 3	-4172	1031	-35199	-2543	632	-35262	164	99.8	Si
SLD 4	-4172	1031	-35199	-2543	632	-35262	164	99.8	Si
SLD 5	-1461	-3627	-35224	-761	-2094	-35271	175.5	99.9	Si
SLD 6	-1461	-3627	-35224	-761	-2094	-35271	175.5	99.9	Si
SLD 7	-1077	3596	-35265	-765	2096	-35260	168.2	100	Si
SLD 8	-1077	3596	-35265	-765	2096	-35260	168.2	100	Si
SLD 9	1077	-3596	-35268	765	-2096	-35272	168.2	100	Si
SLD 10	1077	-3596	-35268	765	-2096	-35272	168.2	100	Si
SLD 11	1461	3627	-35309	761	2094	-35262	175.5	100.1	Si
SLD 12	1461	3627	-35309	761	2094	-35262	175.5	100.1	Si
SLD 13	4172	-1031	-35333	2543	-632	-35271	164	100.2	Si
SLD 14	4172	-1031	-35333	2543	-632	-35271	164	100.2	Si
SLD 15	4287	1136	-35346	2542	625	-35268	169.4	100.2	Si
SLD 16	4287	1136	-35346	2542	625	-35268	169.4	100.2	Si
SLV 1	-9987	-2772	-35078	-6241	-1670	-35263	160.4	99.5	Si
SLV 2	-9987	-2772	-35078	-6241	-1670	-35263	160.4	99.5	Si
SLV 3	-9659	2314	-35108	-6119	1336	-35255	158.6	99.6	Si
SLV 4	-9659	2314	-35108	-6119	1336	-35255	158.6	99.6	Si
SLV 5	-3493	-8544	-35164	-2057	-5061	-35277	169	99.7	Si
SLV 6	-3493	-8544	-35164	-2057	-5061	-35277	169	99.7	Si
SLV 7	-2401	8407	-35265	-1651	4961	-35251	167.2	100	Si
SLV 8	-2401	8407	-35265	-1651	4961	-35251	167.2	100	Si
SLV 9	2401	-8407	-35268	1651	-4961	-35281	167.2	100	Si
SLV 10	2401	-8407	-35268	1651	-4961	-35281	167.2	100	Si
SLV 11	3493	8544	-35369	2057	5061	-35256	169	100.3	Si
SLV 12	3493	8544	-35369	2057	5061	-35256	169	100.3	Si
SLV 13	9659	-2314	-35425	6119	-1336	-35278	158.6	100.4	Si
SLV 14	9659	-2314	-35425	6119	-1336	-35278	158.6	100.4	Si
SLV 15	9987	2772	-35455	6241	1670	-35270	160.4	100.5	Si
SLV 16	9987	2772	-35455	6241	1670	-35270	160.4	100.5	Si

16 Verifica sismica globale

Desc.: descrizione elemento di verifica.

Stato limite: tipologia di verifica analizzata.

c.s.: coefficiente di sicurezza minimo.

Molt.: moltiplicatore minimo della azione sismica che produce lo stato limite.

Comb.: combinazione che determina l'indicatore minimo.

PGA: accelerazione al suolo.

iPGA (ζE): indicatore di rischio sismico in termini di PGA ovvero rapporto tra l'azione sismica massima sopportabile dall'elemento e l'azione sismica massima che si utilizzerebbe nel progetto nuovo (§C8.3).

TR: tempo di ritorno.

(TR/TR_{ref})^{1.41}: indicatore di rischio sismico in termini di periodo di ritorno.

fa: fattore di accelerazione.

S. L.: stato limite di riferimento.

TR,C: periodo di ritorno di capacità.

PGA,C: accelerazione di aggancio di capacità.

TR,Rif: periodo di ritorno di riferimento.

PGA,Rif: accelerazione di aggancio di riferimento.

Tipo rottura: tipo di rottura che fornisce il valore minimo degli elementi considerati.

PAM: perdita media annua attesa.

Classe PAM: classe di rischio PAM.

IS-V: indice di sicurezza.

Classe IS-V: classe di rischio IS-V.

λ_{SLR} : frequenza media annua di superamento in Stato Limite di Ricostruzione.

λ_{SLC} : frequenza media annua di superamento in Stato Limite di Collasso.

λ_{SLV} : frequenza media annua di superamento in Stato Limite di salvaguardia della Vita.

λ_{SLD} : frequenza media annua di superamento in Stato Limite di Danno.

λ_{SLO} : frequenza media annua di superamento in Stato Limite di Operatività.

λ_{SLID} : frequenza media annua di superamento in Stato Limite di Inizio Danno.

Verifica di elementi dotati di indicatori di rischio sismico mediante analisi con fattore q

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Accelerazioni e tempi di ritorno

Accelerazione di aggancio SLO ($ag/g_{SLO} \cdot S^*ST$) $PGA_{SLOrif} = 0.062$

Accelerazione di aggancio SLD ($ag/g_{SLD} \cdot S^*ST$) $PGA_{SLDrif} = 0.079$

Accelerazione di aggancio SLV ($ag/g_{SLV} \cdot S^*ST$) $PGA_{SLVrif} = 0.189$

$Tr_{SLOrif} = 30$ anni

$Tr_{SLDrif} = 50$ anni

$Tr_{SLVrif} = 475$ anni

Moltiplicatori minimi delle condizioni sismiche

(Il valore di ζE corrisponde al valore di I.R. PGA secondo quanto riportato nella Circolare 7 21-01-19 §C8.3)

Rottura a taglio

Moltiplicatore: 2.894

Parete in legno da Fondazione a Falda 1 53-58

Combinazione SLV 14

Tempo di ritorno 1859 anni

Indicatore $iTr = (Tr/Tr_{SLVrif})^{.41} = 1.75$

PGA 0.297

Indicatore $iPGA = PGA/PGA_{SLVrif} = 1.57$

Fattore di accelerazione $fa = 1.5701$

Rottura a flessione

Moltiplicatore: 6.117

Asta 63: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 47

Combinazione SLV 11

Tempo di ritorno 1859 anni

Indicatore $iTr = (Tr/Tr_{SLVrif})^{.41} = 1.75$

PGA 0.297

Indicatore $iPGA = PGA/PGA_{SLVrif} = 1.57$

Fattore di accelerazione $fa = 1.5701$

Rottura a torsione

Moltiplicatore: 5.816

Asta 78: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 53

Combinazione SLV 15

Tempo di ritorno 1859 anni

Indicatore $iTr = (Tr/Tr_{SLVrif})^{.41} = 1.75$

PGA 0.297

Indicatore $iPGA = PGA/PGA_{SLVrif} = 1.57$

Fattore di accelerazione $fa = 1.5701$

Rottura a instabilità

Moltiplicatore: 5.842

Asta 78: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 53

Combinazione SLV 1

Tempo di ritorno 1859 anni

Indicatore $iTr = (Tr/Tr_{SLVrif})^{.41} = 1.75$

PGA 0.297

Indicatore $iPGA = PGA/PGA_{SLVrif} = 1.57$

Fattore di accelerazione $fa = 1.5701$

Raggiungimento spostamento di interpiano Stato limite di danno

Moltiplicatore: 3.873

Combinazione SLD 5

Elemento Spostamento di interpiano 47 tra "Fondazione" e "Falda 1"

Tempo di ritorno 1859 anni

Indicatore $iTr = (Tr/Tr_{SLDrif})^{.41} = 4.404$

PGA 0.297

Indicatore $iPGA = PGA/PGA_{SLDrif} = 3.778$

Fattore di accelerazione $fa = 3.7776$

Raggiungimento portanza delle platee

Moltiplicatore: 23.071

Combinazione SLV 1

Elemento Platea a "Fondazione"

Tempo di ritorno 1859 anni

Indicatore $iTr = (Tr/Tr_{SLVrif})^{.41} = 1.75$

PGA 0.297

Indicatore $iPGA = PGA/PGA_{SLVrif} = 1.57$

Fattore di accelerazione $fa = 1.5701$

Raggiungimento scorrimento delle platee

Moltiplicatore: 8.817

Combinazione SLV 13

Elemento Platea a "Fondazione"

Tempo di ritorno 1859 anni

Indicatore $iTr = (Tr/Tr_{SLVrif})^{.41} = 1.75$

PGA 0.297

Indicatore $iPGA = PGA/PGA_{SLVrif} = 1.57$

Fattore di accelerazione $fa = 1.5701$

Coefficienti ed indicatori minimi riferiti ad aste e pareti in legno

Desc.	Stato limite	c.s.	Molt.	Comb.	PGA	iPGA (ZE)	TR	$(TR/TRrif)^{.41}$	fa
Asta 124: Trave in legno a falda Falda 1 filii 45-48	Aste legno: Verifica per compressione parallela alla fibratura 4.4.8.1.3	108.77	30.376	SLV 13	0.2973	1.5703	1859	1.7497	1.5701
Asta 79: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 53	Aste legno: Flessione 4.4.8.1.6		9.16	SLV 5	0.2973	1.5703	1859	1.7497	1.5701
Asta 78: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 53	Aste legno: Verifica di colonna soggetta a pressoflessione 4.4.8.2.2	5.459	5.842	SLV 1	0.2973	1.5703	1859	1.7497	1.5701
Asta 63: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 47	Aste legno: Pressoflessione 4.4.8.1.8	5.994	6.117	SLV 11	0.2973	1.5703	1859	1.7497	1.5701
Asta 78: Colonna in legno tronco Fondazione - Falda 1 filo 53	Aste legno: Taglio 4.4.8.1.9	19.463	18.519	SLV 5	0.2973	1.5703	1859	1.7497	1.5701
	Aste legno: Taglio+Torsione 4.4.8.1.11		100	SLV 1	0.2973	1.5703	1859	1.7497	1.5701
	Aste legno: TensoFlessione 4.4.8.1.7	6.272	17.771	SLV 5	0.2973	1.5703	1859	1.7497	1.5701
Asta 129: Trave in legno a falda Falda 1 filii 63-64	Aste legno: Torsione 4.4.8.1.10	85.22	100	SLV 13	0.2973	1.5703	1859	1.7497	1.5701

Desc.	Stato limite	c.s.	Molt.	Comb.	PGA	IPGA (ζE)	TR	$(TR/TR_{rif})^{\wedge.41}$	fa
Asta 124: Trave in legno a falda Falda 1 filii 45-48	Aste legno: Trazione parallela alla fibratura 4.4.8.1.1	25.34	24.969	SLV 3	0.2973	1.5703	1859	1.7497	1.5701
Parete in legno da Fondazione a Falda 1 53-58	Parete XLAM: Verifica a flessione	36.248	36.921	SLV 16	0.2973	1.5703	1859	1.7497	1.5701
Parete in legno da Fondazione a Falda 1 58-61	Parete XLAM: Verifica a pressoflessione	36.015	35.42	SLV 14	0.2973	1.5703	1859	1.7497	1.5701
Parete in legno da Fondazione a Falda 1 53-58	Parete XLAM: Verifica a taglio	2.833	2.894	SLV 14	0.2973	1.5703	1859	1.7497	1.5701
Parete in legno da Fondazione a Falda 1 58-61	Parete XLAM: Verifica a instabilità	9.291	16	SLV 14	0.2973	1.5703	1859	1.7497	1.5701

Periodi di ritorno e accelerazioni di aggancio per gli Stati Limite

S. L.	TR,C	PGA,C	TR,Rif	PGA,Rif	Tipo rottura
Stato limite di danno	1859	0.297	50	0.079	Verifica di spostamento di interpiano
Stato limite di salvaguardia della vita	1859	0.297	475	0.189	portanza platee

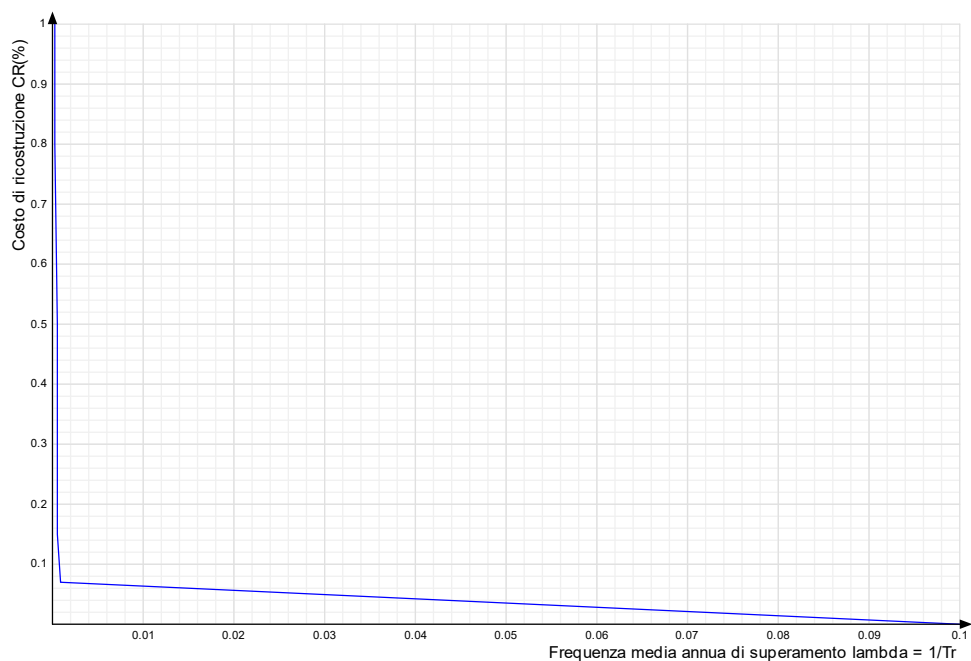
Coefficienti relativi alle Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni secondo il D.M. 24 09/01/2020

TR,C	TR,Rif	PAM	Classe PAM	IS-V	Classe IS-V	Tipo rottura
1859	475	0.395	A+	157.028	A+	portanza platee

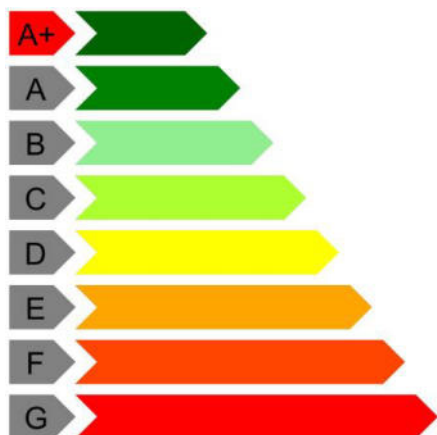
Coefficienti λ relativi alle Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni secondo il D.M. 24 09/01/2020

λ_{SLR}	λ_{SLC}	λ_{SLV}	λ_{SLD}	λ_{SLO}	λ_{SLID}
0.000264	0.000264	0.000538	0.000538	0.000898	0.1

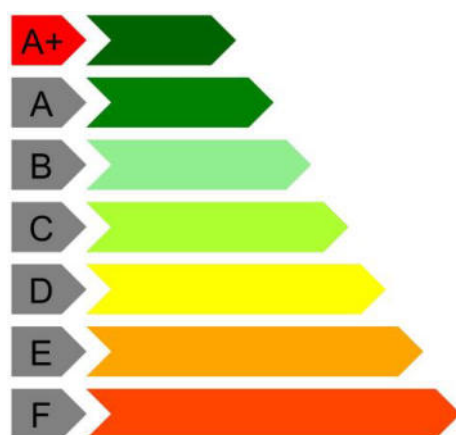
Andamento della curva che individua il PAM (Perdita Annuale Media Attesa)



Curva PAM



Classe PAM



Classe IS-V

Il Progettista

Marco Cantadori

Documento informatico firmato digitalmente ai sensi del D.Lgs
82/2005 s.m.i. e norme collegate, il quale sostituisce il
documento cartaceo e la firma autografa