



# COMUNE DI LENI (PROVINCIA DI MESSINA)

## OPERE DI ATTUAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE DI RINELLA 1° STRALCIO FUNZIONALE PROGETTO DEFINITIVO



### PROGETTAZIONE:



### RILIEVI E INDAGINI:



Dott. A. Analfino  
Dott. biol. G. Catalano

ARCHEOLOGO:  
*Daniela Raia*

RESPONSABILE INTEGRAZIONI DELLE  
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Antonino SUTERA

PROGETTISTI:

Ing. Umberto RICCI  
Ing. Antonino SUTERA  
Ing. Giuseppe BERNARDO  
Ing. Massimo TONDELLO  
Ing. Andrea PEDRONCINI  
Ing. Roberta Chiara DE CLARIO

GEOLOGIA:

Geol. Marco SANDRUCCI

GRUPPO DI LAVORO:

Ing. Giuseppe CUTRUPI  
Ing. Stefania FERLAZZO  
Ing. Simone FIUMARA  
Arch. Francesca GANGEMI  
Arch. Erica PIPITO'  
Ing. Silvia BERIOTTO  
Ing. Nicola SGUOTTI  
Ing. Silvia TORRETTA  
Ing. Fabio VINCI

COORD. SICUREZZA PROGETTAZIONE:

Ing. Giuseppe BERNARDO



## D.06

## RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

Questo elaborato è di proprietà della Proger S.p.A. pertanto non può essere riprodotto né integralmente, né in parte senza l'autorizzazione scritta della stessa. Da non utilizzare per scopi diversi da quelli per cui è stato fornito.

Nome File	Scala	Commessa	Codice Elaborato					
DNC135_PD_D.06_2020-10-28_R0_Relazione di calcolo blocco servizi_FRZ.docx		P20070	D	00	00	G	RL	05

REVISIONI	REV. n°	DATA	MOTIVAZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
00	30/10/2020			Ing. Stefania FERLAZZO	Ing. Giuseppe BERNARDO	Ing. Antonino SUTERA

R.U.P.:

Arch. Domenico ARCORACI

VISTI/APPROVAZIONI:



## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>QUADRO NORMATIVO</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>CRITERI GENERALI DI PROGETTO E VERIFICA</b>	<b>6</b>
3.1	SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE	6
3.2	AZIONI SULLE COSTRUZIONI	6
3.2.1	Classificazione e determinazione delle azioni	6
3.2.2	Combinazione delle azioni	7
3.3	AZIONI SISMICHE	8
3.3.1	Stati limite e relative probabilità di superamento	9
3.3.2	Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche	10
3.3.3	Valutazione dell'azione sismica	11
3.3.4	Vita nominale di progetto	14
3.3.5	Classi d'uso	14
3.3.6	Periodo di riferimento per l'azione sismica	15
3.3.7	Valori caratteristici dell'azione sismica per il sito d'interesse	15
<b>4</b>	<b>ORIGINE E CARATTERISTICHE DEL CODICE DI CALCOLO</b>	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>CARICHI ADOTTATI NELLA MODELLAZIONE DI CALCOLO</b>	<b>19</b>
5.1	CARICHI PERMANENTI	19
5.2	SOVRACCARICHI	19
5.3	AZIONI DELLA NEVE	20
5.4	AZIONI DEL VENTO	21
5.5	AZIONI DELLA TEMPERATURA	24
<b>6</b>	<b>CALCOLO BLOCCO SERVIZI</b>	<b>25</b>
6.1	RIEPILOGO CARICHI ADOTTATI NELLA MODELLAZIONE DI CALCOLO	25
6.2	DATI GENERALI RELATIVI ALL'ANALISI DINAMICA	25
<b>7</b>	<b>CALCOLO PLATEA DI FONDAZIONE CISTERNA</b>	<b>32</b>
<b>8</b>	<b>VERIFICA GIUNTO TECNICO</b>	<b>35</b>

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

---

<b>9</b>	<b>VERIFICHE E COMPUTO QUANTITA'</b>	<b>36</b>
9.1	VERIFICHE TRAVI	36
9.2	VERIFICHE PILASTRI	45
9.3	VERIFICHE NODI	58
9.4	COMPUTO MATERIALI	59
9.4.1	Travate in C.A.	59
9.4.2	Pilastri in C.A.	59
9.4.3	Nodi in C.A.	59

# 1 PREMESSA

La presente Relazione di Calcolo del Blocco servizi si rende nell'ambito del Progetto Definitivo riguardante la realizzazione delle "Opere di attuazione del Piano Regolatore Portuale di Rinella. 1° Stralcio Funzionale" (CUP D21C18000280002 – CIG 8075254668).

In essa, dopo aver riportato i riferimenti normativi con i relativi criteri di progetto e verifica, sono stati sviluppati i calcoli di verifica del blocco servizi. I locali saranno dotati di tutte le predisposizioni impiantistiche necessarie per il corretto funzionamento e potranno essere immediatamente utilizzabili nelle successive fasi di completamento dell'infrastruttura portuale quando sarà possibile provvedere agli allacci al sistema di fognatura a servizio del Porto previsto nel PRP. Per ulteriori approfondimenti si rimanda agli elaborati A.01 RELAZIONE GENERALE e E.08 Pianta di Dettaglio, Prospetti e Sezioni Tipologiche Caves-A-BATEAUX E BLOCCO SERVIZI.

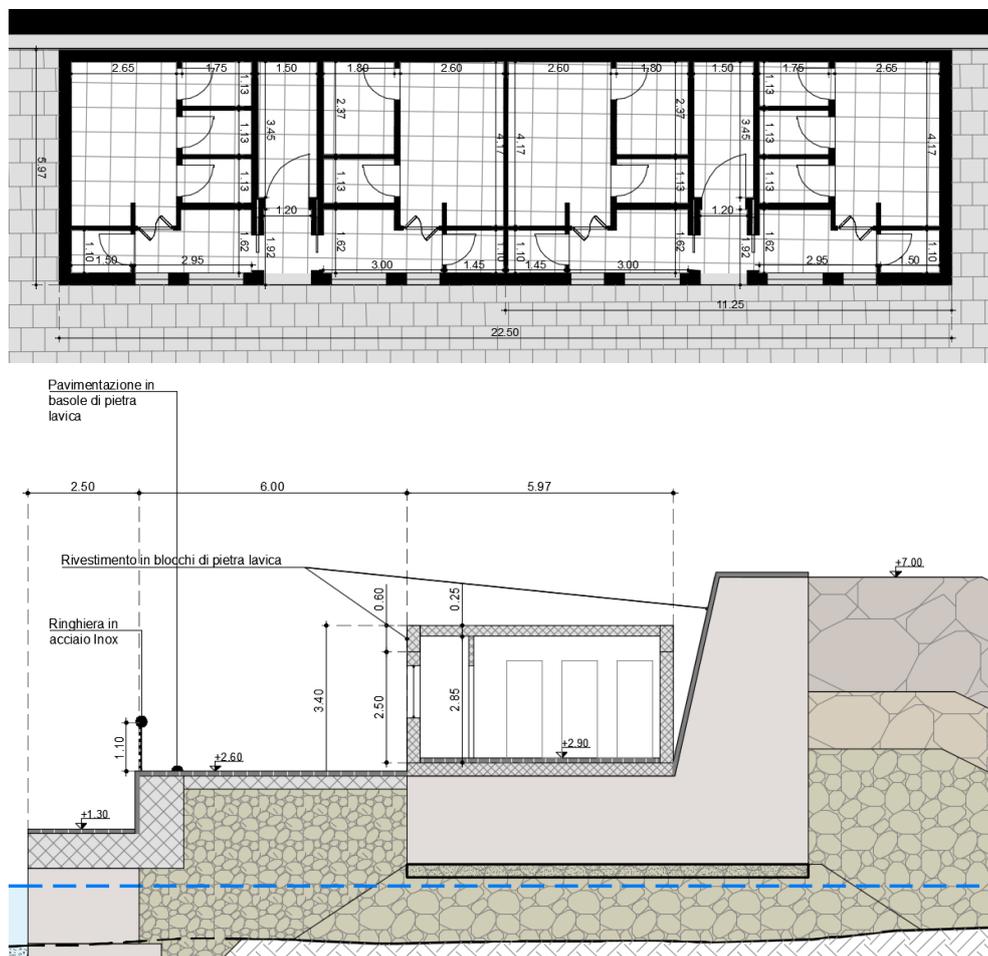


Figura 1-1 Planimetria e sezione Blocco servizi

La struttura portante dei nuovi locali sarà del tipo intelaiato in calcestruzzo armato con fondazione costituita da platea continua anch'essa in c.a. e copertura piana in laterocemento.

## 2 QUADRO NORMATIVO

- D.M. Ministero Infrastrutture del 17/01/2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni".
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.: Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018.
- Linee Guida Calcestruzzo Strutturale del Servizio Tecnico centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.
- Eurocodice 2 - Progettazione strutture in calcestruzzo.
- Eurocodice 8 - Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture.

## 3 CRITERI GENERALI DI PROGETTO E VERIFICA

### 3.1 Sicurezza e prestazioni attese

Le opere e le componenti strutturali devono essere progettate, eseguite, collaudate e soggette a manutenzione in modo tale da consentirne la prevista utilizzazione, in forma economicamente sostenibile e con il livello di sicurezza previsto dal D.M. 17/01/2018. La sicurezza e le prestazioni di un'opera o di una parte di essa devono essere valutate in relazione agli stati limite che si possono verificare durante la vita nominale di progetto. Si definisce stato limite una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per le quali era stata progettata.

In particolare, le opere devono possedere i seguenti requisiti:

- sicurezza nei confronti di **stati limite ultimi** (SLU): capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone oppure comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera;
- sicurezza nei confronti di **stati limite di esercizio** (SLE): capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio;
- sicurezza **antincendio**: capacità di garantire le prestazioni strutturali previste in caso d'incendio, per un periodo richiesto;
- **durabilità**: capacità della costruzione di mantenere, nell'arco della vita nominale di progetto, i livelli prestazionali per i quali è stata progettata, tenuto conto delle caratteristiche ambientali in cui si trova e del livello previsto di manutenzione;
- **robustezza**: capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità di possibili cause innescanti eccezionali quali esplosioni e urti.

Il superamento di uno stato limite ultimo ha carattere irreversibile. Il superamento di uno stato limite di esercizio può avere carattere reversibile o irreversibile.

### 3.2 Azioni sulle costruzioni

Si definisce azione ogni causa o insieme di cause capace di indurre stati limite in una struttura.

#### 3.2.1 Classificazione e determinazione delle azioni

Le azioni agenti sulle strutture possono essere classificate:

- **in base al modo di esplicarsi:**
  - dirette (forze concentrate, carichi distribuiti, fissi o mobili);
  - indirette (spostamenti impressi, variazioni di temperatura e di umidità, ritiro, precompressione, cedimenti di vincoli, ecc.);
  - degrado.
- **secondo la risposta strutturale:**
  - statiche;
  - pseudo statiche;
  - dinamiche;
- **secondo la variazione della loro intensità nel tempo:**

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

- permanenti (azioni che agiscono durante tutta la vita nominale di progetto della costruzione, la cui variazione di intensità nel tempo è molto lenta e di modesta entità);
- variabili (azioni che agiscono con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel corso della vita nominale della struttura);
- eccezionali (azioni che si verificano solo eccezionalmente nel corso della vita nominale della struttura);
- sismiche (azioni derivanti dai terremoti).

I carichi variabili comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; i modelli di tali azioni possono essere costituiti da:

- carichi verticali uniformemente distribuiti  $q_k$  [kN/m<sup>2</sup>]
- carichi verticali concentrati  $Q_k$  [kN]
- carichi orizzontali lineari  $H_k$  [kN/m]

I valori nominali e/o caratteristici  $q_k$ ,  $Q_k$  ed  $H_k$  di riferimento sono riportati nella Tab. 3.1.II. delle NTC 2018. Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

**3.2.2 Combinazione delle azioni**

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

- **Combinazione fondamentale**, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU)

$$\gamma_{G1}G_1 + \gamma_{G2}G_2 + \gamma_P P + \gamma_{Q1}Q_{k1} + \gamma_{Q2} \Psi_{Q2}Q_{k2} + \gamma_{Q3} \Psi_{Q3}Q_{k3} + \dots$$

- **Combinazione caratteristica (rara)**, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \Psi_{02}Q_{k2} + \Psi_{03}Q_{k3} + \dots$$

- **Combinazione frequente**, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \Psi_{11}Q_{k1} + \Psi_{22}Q_{k2} + \dots$$

- **Combinazione quasi permanente (SLE)**, generalmente impiegata per gli effetti lungo termine

$$G_1 + G_2 + P + \Psi_{21}Q_{k1} + \Psi_{22}Q_{k2} + \dots$$

- **Combinazione sismica**, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \Psi_{21}Q_{k1} + \Psi_{22}Q_{k2} + \dots$$

- **Combinazione eccezionale**, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \Psi_{21}Q_{k1} + \Psi_{22}Q_{k2} + \dots$$

Le azioni si combinano applicando i coefficienti  $\Psi_{0j}$ ,  $\Psi_{1j}$  e  $\Psi_{2j}$  j definiti nella Tabella 2.5.I del D.M. 17/01/2018 e i valori dei coefficienti parziali  $\gamma_{Gi}$  e  $\gamma_{Qi}$  dati nella Tabella 2.6.I del D.M. 17/01/2018).

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

**Tabella 3-1- Valori dei coefficienti di combinazione - Rif. Tab. 2.5.I D.M. 17/01/2018**

Categoria/Azione variabile	$\Psi_{0j}$	$\Psi_{1j}$	$\Psi_{2j}$
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E - Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I - Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K - Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)	caso		
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

**Tabella 3-2 Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU – Rif. Tab. 2.6.I D.M. 17/01/2018**

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		$\gamma_F$			
Carichi permanenti $G_1$	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	$\gamma_{Q1}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

### 3.3 Azioni sismiche

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A come definita al § 3.2.2), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  come definite nel § 3.2.1, nel periodo di riferimento  $V_R$ , come definito nel § 2.4. In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica locale dell'area della costruzione.

Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

- $T^*_c$  valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

**3.3.1 Stati limite e relative probabilità di superamento**

Nei confronti delle azioni sismiche, sia gli **Stati limite di esercizio (SLE)** che gli **Stati limite ultimi (SLU)** sono individuati riferendosi alle prestazioni del manufatto nel suo complesso.

Gli **Stati limite di esercizio (SLE)** comprendono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti in relazione alla sua funzione, non deve subire danni e interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali e orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli **Stati limite ultimi (SLU)** comprendono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali e impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali e impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali e un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella Tab. 3.2.I (D.M. 17/01/2018).

**Tabella 3-3 Probabilità di superamento PVR in funzione dello stato limite considerato - Rif. Tab. 3.2.I D.M. 17/01/2018**

Stati Limite	$P_{VR}$ : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Qualora la protezione nei confronti degli stati limite di esercizio sia di prioritaria importanza, i valori di  $P_{VR}$  forniti in tabella devono essere ridotti in funzione del grado di protezione che si vuole raggiungere. Per ciascuno stato limite e relativa probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$  si ricava il periodo di ritorno  $T_R$  del sisma utilizzando la relazione:

$$T_R = - V_R / \ln (1- P_{VR}) = - C_U V_N / \ln (1- P_{VR})$$

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

**3.3.2 Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche**

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II del D.M. 17/01/2018, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_s$ .

I valori di  $V_s$  sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche e ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{s,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

con:

- $h_i$  spessore dell'i-esimo strato;
- $V_{s,i}$  velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II (D.M. 17/01/2018).

**Tabella 3-4- Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato**

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

## RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

Per queste cinque categorie di sottosuolo, le azioni sismiche sono definibili come descritto al § 3.2.3 delle norme (D.M. 17/01/2018). Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.III D.M. 17/01/2018):

**Tabella 3-5-Categorie topografiche - Rif. Tab. 3.2.III D.M. 17/01/2018**

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le susposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

### 3.3.3 Valutazione dell'azione sismica

L'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X e Y e una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra di loro indipendenti. Per le opere e i sistemi geotecnici, la componente verticale verrà considerata ove espressamente specificato e purché il sito nel quale sorge la costruzione sia caratterizzato da un'accelerazione al suolo pari ad  $a_g \geq 0,15g$ .

Le componenti possono essere descritte, in funzione del tipo di analisi adottata, mediante una delle seguenti rappresentazioni:

- accelerazione massima in superficie;
- accelerazione massima e relativo spettro di risposta in superficie;
- storia temporale del moto del terreno.

Sulla base di apposite analisi di risposta sismica locale si può poi passare dai valori in superficie ai valori sui piani di riferimento definiti nel § 3.2.2 (D.M. 17/01/2018); in assenza di tali analisi l'azione in superficie può essere assunta come agente su tali piani.

Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta o dalle due componenti accelerometriche orizzontali del moto sismico.

La componente che descrive il moto verticale è caratterizzata dal suo spettro di risposta o dalla componente accelerometrica verticale.

In mancanza di documentata informazione specifica, in via semplificata l'accelerazione massima e lo spettro di risposta della componente verticale attesa in superficie possono essere determinati sulla base dell'accelerazione massima e dello spettro di risposta delle due componenti orizzontali. La componente accelerometrica verticale può essere correlata alle componenti accelerometriche orizzontali del moto sismico.

Quale che sia la probabilità di superamento  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$ , la definizione degli spettri di risposta elastici, degli spettri di risposta di progetto e delle storie temporali del moto del terreno è fornita ai paragrafi successivi.

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita a uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore della accelerazione orizzontale massima  $a_g$  su sito di riferimento rigido orizzontale. Sia la forma spettrale che il valore di  $a_g$  variano al variare della probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ .

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

Gli spettri così definiti possono essere utilizzati per strutture con periodo fondamentale minore o uguale a 4,0 s. Per strutture con periodi fondamentali superiori lo spettro deve essere definito da apposite analisi oppure l'azione sismica deve essere descritta mediante storie temporali del moto del terreno.

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente orizzontale del moto sismico,  $S_e$ , è definito dalle espressioni seguenti:

$$0 \leq T \leq T_B \quad S_e(T) = a_g S \eta F_0 \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C \quad S_e(T) = a_g S \eta F_0$$

$$T_C \leq T \leq T_D \quad S_e(T) = a_g S \eta F_0 \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g S \eta F_0 \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

nelle quali:

- T è il periodo proprio di vibrazione;
- S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente  $S = S_S \cdot S_T$  essendo  $S_S$  il coefficiente di amplificazione stratigrafica (vedi Tab. 3.2.IV D.M. 17/01/2018) e  $S_T$  il coefficiente di amplificazione topografica (vedi Tab. 3.2.V D.M. 17/01/2018);
- $\eta$  è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali  $\xi$  diversi dal 5%, mediante la relazione

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55$$

dove  $\xi$  (espresso in percentuale) è valutato sulla base dei materiali, della tipologia strutturale e del terreno di fondazione;

- $F_0$  è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2;
- $T_C$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato dalla relazione

$$T_C = C_C T_C^*$$

dove:  $T_C^*$  è definito al § 3.2 e  $C_C$  è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo (vedi Tab. 3.2.IV D.M. 17/01/2018);

- $T_B$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante, dato dalla relazione

$$T_B = T_C / 3$$

- $T_D$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione:

$$T_D = 4,0 \frac{a_g}{g} + 1,6$$

Per categorie speciali di sottosuolo, per determinati sistemi geotecnici o se si intenda aumentare il grado di accuratezza nella previsione dei fenomeni di amplificazione, le azioni sismiche da considerare nella progettazione possono essere determinate mediante più rigorose analisi di risposta sismica locale. Queste analisi presuppongono un'adeguata conoscenza delle proprietà geotecniche dei terreni e, in particolare, delle relazioni sforzi-deformazioni in campo ciclico, da determinare mediante specifiche indagini e prove.

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

**Tabella 3-6-Espressioni di SS e di CC - Rif. Tab. 3.2.IV D.M. 17/01/2018**

Categoria sottosuolo	S <sub>s</sub>	C <sub>c</sub>
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S<sub>T</sub> riportati nella Tab. 3.2.V (D.M. 17/01/2018), in funzione delle categorie topografiche definite nel § 3.2.2 (D.M. 17/01/2018) e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

**Tabella 3-7-Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica ST - Rif. Tab. 3.2.V D.M. 17/01/2018**

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S <sub>T</sub>
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o del rilievo, dalla sommità o dalla cresta, dove S<sub>T</sub> assume il valore massimo riportato nella Tab. 3.2.V (D.M. 17/01/2018), fino alla base, dove S<sub>T</sub> assume valore unitario.

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale del moto sismico, S<sub>ve</sub>, è definito dalle espressioni:

$$0 \leq T \leq T_B \quad S_{ve}(T) = a_g S \eta F_v \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C \quad S_{ve}(T) = a_g S \eta F_v$$

$$T_C \leq T \leq T_D \quad S_{ve}(T) = a_g S \eta F_v \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_{ve}(T) = a_g S \eta F_v \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

nelle quali:

- T è il periodo proprio di vibrazione (in direzione verticale);
- F<sub>v</sub> è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno a<sub>g</sub> su sito di riferimento rigido orizzontale, mediante la relazione:

$$F_v = 1,35 F_0 \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0,5}$$

I valori di a<sub>g</sub>, F<sub>0</sub>, S, η sono definiti nel § 3.2.3.2.1 del D.M. 17/01/2018 per le componenti orizzontali del moto sismico; i valori di S<sub>s</sub>, T<sub>B</sub>, T<sub>C</sub> e T<sub>D</sub>, salvo più accurate determinazioni, sono riportati nella Tab. 3.2.VI (D.M. 17/01/2018).

## RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

**Tabella 3-8-Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale - Rif. Tab. 3.2.VI D.M. 17/01/2018**

Categoria di sottosuolo	$S_S$	$T_B$	$T_C$	$T_D$
A, B, C, D, E	1,0	0,05 s	0,15 s	1,0 s

Per tener conto delle condizioni topografiche, in assenza di specifiche analisi si utilizzano i valori del coefficiente topografico  $S_T$  riportati in Tab. 3.2.V (D.M. 17/01/2018).

**3.3.4 Vita nominale di progetto**

La vita nominale di progetto  $V_N$  di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

I valori minimi di  $V_N$  da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.4.I (D.M. 17/01/2018). Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

**Tabella 3-9-Valori minimi della Vita nominale  $V_N$  di progetto - Rif. Tab. 2.4.I D.M. 17/01/2018**

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di $V_N$ (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Non sono da considerarsi temporanee le costruzioni o parti di esse che possono essere smantellate con l'intento di essere riutilizzate.

Per un'opera di nuova realizzazione la cui fase di costruzione sia prevista in sede di progetto di durata pari a  $P_N$ , la vita nominale relativa a tale fase di costruzione, ai fini della valutazione delle azioni sismiche, dovrà essere assunta non inferiore a  $P_N$  e comunque non inferiore a 5 anni.

Le verifiche sismiche di opere di tipo 1 o in fase di costruzione possono omettersi quando il progetto preveda che tale condizione permanga per meno di 2 anni.

**3.3.5 Classi d'uso**

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

- **Classe I:** Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- **Classe II:** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
- **Classe III:** Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
- **Classe IV:** Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e"

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

3.3.6 Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale di progetto  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ :

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso  $C_U$  è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab. 2.4.II (D.M. 17/01/2018).

Tabella 3-10-Valori del coefficiente d'uso  $C_U$  - Rif. Tab. 2.4.II D.M. 17/01/2018

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0,7	1,0	1,5	2,0

3.3.7 Valori caratteristici dell'azione sismica per il sito d'interesse

Al fine della valutazione della sicurezza e delle prestazioni attese delle opere in progetto, per il le opere marittime, come riportato nell'elaborato D.03 RELAZIONE SIMICA, si assume:

Localizzazione sito:

Regione Sicilia - Provincia di Messina - Comune di Leni - Loc.tà Rinella

Coordinate geografiche:

- Longitudine 14,8260
- Latitudine 38,5560

Dati di input per il progetto:

- Vita nominale  $V_N$  50 anni
- Classe d'uso II
- Coefficiente d'uso 1,0
- Periodo di riferimento per l'azione sismica  $V_R = V_N \times C_U = 50$
- Parametri  $T_r, a_g, F_0, T_c^*$ :

Parametri sismici	$T_R$ [anni]	$a_g$ [m/s <sup>2</sup> ]	$F_0$ [...]	$T_C^*$ [s]
<input checked="" type="radio"/> SLO	30	0,607	2,450	0,287
<input type="radio"/> SLD	50	0,804	2,480	0,290
<input type="radio"/> SLV	475	2,157	2,580	0,306
<input type="radio"/> SLC	975	2,768	2,650	0,316

Figura 3-1-Parametri simici

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

---

- Categoria sottosuolo: **B** "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.";
- Categoria topografica: **T1** "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $\leq 15^\circ$ ;
- Coefficiente stratigrafico  $S_s = 1,173$  (SLV);
- Coefficiente amplificazione topografica  $S_T = 1,00$ .

## 4 ORIGINE E CARATTERISTICHE DEL CODICE DI CALCOLO

Il calcolo è stato effettuato con l'ausilio del software le cui specifiche tecniche sono di seguito descritte.

En.Ex.Sys. WinStrand - Structural Analysis & Design - Licenza n. serie 0323BRNRDG

### Ditta produttrice:

- En.Ex.Sys. s.r.l. - Via Tizzano 46/2 - Casalecchio di Reno (Bologna)

### Sigla:

- WinStrand

### Piattaforma software:

- Microsoft Windows XP Home, Microsoft Windows XP Home Professional

### Documentazione in uso:

- Manuale teorico - Manuale d'uso

### Campo di applicazione:

- Analisi statica e dinamica di strutture in campo elastico lineare

### Elementi finiti implementati

- Truss.
- Beam (Modellazione di Travi e Pilastrini).
- Travi su suolo elastico alla Winckler.
- Plinti su suolo elastico alla Winckler.
- Elementi Shear Wall per la modellazione di pareti di taglio.
- Elementi shell (lastra/piastra) equivalenti.
- Elementi Isoparametrici a 8 Nodi Shell (lastra/piastra).

### Schemi di Carico

- Carichi nodali concentrati.
- Carichi applicati direttamente agli elementi.
- Carichi Superficiali.

### Tipo di Risoluzione

- Analisi statica e/o dinamica in campo lineare con il metodo dell'equilibrio.
- Fattorizzazione LDLT.
- Analisi Statica:
  - modellazione generale 6 gradi di libertà per nodo.
  - ipotesi di solai infinitamente rigidi nel proprio piano (3 gradi di libertà per nodo + 3 per impalcato).
- Analisi dinamica:
  - Via statica equivalente.
  - Modale con il metodo dello spettro di risposta.

### Convenzioni adottate

Nella presente versione del programma *WinStrand* l'analisi in campo dinamico della struttura può essere condotta per via *statica equivalente* ovvero per via *modale* facendo uso, per il calcolo della risposta, dello spettro di pseudo accelerazioni fornito dal regolamento italiano.

## RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

Nel caso di analisi dinamica condotta per via statica equivalente le azioni di piano vengono calcolate facendo riferimento al punto C.6.1.1. delle Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica del 2008.

Nel caso di analisi dinamica condotta per via modale il programma provvede al calcolo dei modi di vibrare della struttura facendo uso dell'algoritmo noto in letteratura tecnica come Subspace Iteration.

**Affidabilità del Codice di calcolo WinStrand**

Il cap. 10 del Decreto del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 17 Gennaio 2018 fornisce le istruzioni relative alla "Redazione dei progetti strutturali esecutivi e delle relazioni di calcolo", cui il progettista delle strutture deve attenersi nella redazione degli elaborati progettuali. Il punto 10.2 "Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo" specifica: "Qualora l'analisi strutturale e le relative verifiche siano condotte con l'ausilio di codici di calcolo automatico, il progettista dovrà controllare l'affidabilità dei codici utilizzati e verificare l'attendibilità dei risultati ottenuti, curando nel contempo che la presentazione dei risultati stessi sia tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità".

Nella fase di stesura della relazione di calcolo, utilizzando i tabulati provenienti da codici di calcolo, è demandato al progettista il compito di analisi preliminare della documentazione: "Il progettista dovrà quindi esaminare preliminarmente la documentazione a corredo del software per valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. In tal senso la documentazione, che sarà fornita dal produttore o dal distributore del software, dovrà contenere una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, per i quali dovranno essere forniti i file di input necessari a riprodurre l'elaborazione".

Il controllo della affidabilità delle analisi numeriche è stato condotto su una serie di esempi di letteratura la cui soluzione sia esprimibile in forma chiusa, allo scopo di verificare l'affidabilità del software. Tali esempi costituiscono documento di validazione dei software prodotti dalla *En.Ex.sys srl* ed hanno riguardato:

- Frequenze naturali di vibrazione di una trave appoggiata;
- Frequenze naturali di vibrazione di una trave a mensola;
- Frequenza naturale di vibrazione di un oscillatore semplice;
- Trave piana con estremi incastrati;
- Sistema piano di aste sospese;
- Stato tensionale di una trave inflessa;
- Stato tensionale di una trave inflessa;
- Sistema piano di aste sospese;
- Trave a mensola soggetta a momento torcente concentrato;
- Telaio piano;
- Trave reticolare piana;
- Controllo dell'analisi condotta considerando il comportamento monolatero degli elementi biella - trave;
- Aste piane e carico termico;
- Flessione in una piastra circolare.

## 5 CARICHI ADOTTATI NELLA MODELLAZIONE DI CALCOLO

### 5.1 Carichi permanenti

Le azioni permanenti gravitazionali associate ai pesi propri dei materiali strutturali sono derivate dalle dimensioni geometriche e dal peso dell'unità di volume dei materiali con cui sono realizzate le parti strutturali della costruzione. Per i materiali più comuni possono essere assunti i valori dei pesi dell'unità di volume riportati nella Tab. 3.1.I.

Sono considerati carichi permanenti non strutturali i carichi presenti sulla costruzione durante il suo normale esercizio, quali quelli relativi a tamponature esterne, divisori interni, massetti, isolamenti, pavimenti e rivestimenti del piano di calpestio, intonaci, controsoffitti, impianti ed altro, ancorché in qualche caso sia necessario considerare situazioni transitorie in cui essi non siano presenti.

Nel caso in esame, il peso proprio degli elementi strutturali è ricavato direttamente dal programma utilizzato per il calcolo.

Per i carichi permanenti non strutturali, invece, si è assunto:

- Solaio di copertura in latero-cemento gettato in opera, con:
  - Luce massima= 5,00 m
  - $h_{\text{strutturale}}= 20+5$  cm, oltre finitura,
  - carico complessivo  $\rightarrow 445 \text{ kg/m}^2$
- Tamponature in laterizio,
  - spessore= 30 cm
  - carico  $\rightarrow 340 \text{ kg/m}^2$
- Incidenza tramezzi

Il peso proprio di elementi divisori interni potrà essere ragguagliato ad un carico permanente uniformemente distribuito  $g_2$ , purché vengano adottate le misure costruttive atte ad assicurare una adeguata ripartizione del carico. Il carico uniformemente distribuito  $g_2$  potrà essere correlato al peso proprio per unità di lunghezza, così come indicato nel § 3.1.3 delle NTC 2018.

Per cui si avrà:

- spessore= 10 cm
- carico=  $120 \text{ kg/m}^2$

### 5.2 Sovraccarichi

Ai sensi della Tab.3.1.II sono stati assunti i seguenti carichi:

- Copertura:
  - Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione  $\rightarrow 50 \text{ kg/m}^2$
- Fondazione:
  - Cat. C Ambienti suscettibili di affollamento  $\rightarrow 500 \text{ kg/m}^2$

### 5.3 Azioni della neve

Il carico dovuto alla presenza della neve sulla copertura è stato valutato, in accordo a quanto riportato al capitolo 3.4 del D.M. 17/01/2018, mediante la seguente espressione:

$$q_s = q_{sk} \cdot \mu_i \cdot C_E \cdot C_t$$

dove:

- $q_s$  è il carico neve sulla copertura;
- $q_{sk}$  è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [kN/m<sup>2</sup>] per un periodo di ritorno di 50 anni;
- $\mu_i$  è il coefficiente di forma della copertura;
- $C_E$  è il coefficiente di esposizione;
- $C_t$  è il coefficiente termico.

Il carico neve al suolo dipende dalle condizioni locali di clima e di esposizione, considerata la variabilità delle precipitazioni nevose da zona a zona.

In mancanza di adeguate indagini statistiche e specifici studi locali, che tengano conto sia dell'altezza del manto nevoso che della sua densità, il carico di riferimento neve al suolo, per località poste a quota inferiore a 1500 m sul livello del mare, non dovrà essere assunto inferiore ad un valore minimo opportunamente calcolato riferendosi a valori associati ad un periodo di ritorno pari a 50 anni.

Va richiamato il fatto che tale zonazione non può tenere conto di aspetti specifici e locali che, se necessario, dovranno essere definiti singolarmente.

L'altitudine di riferimento  $a_s$  è la quota del suolo sul livello del mare nel sito di realizzazione dell'edificio.

Per altitudini superiori a 1500 m sul livello del mare si dovrà fare riferimento alle condizioni locali di clima e di esposizione utilizzando comunque valori di carico neve non inferiori a quelli previsti per 1500 m.

I valori caratteristici minimi del carico della neve al suolo relativi alla zona di interesse (Zona III) sono quelli riportati nel seguito:

- $q_{sk} = 0,60 \text{ kN/m}^2$   $a_s \leq 200 \text{ m}$
- $q_{sk} = 0,51 [1 + (a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2$   $a_s > 200 \text{ m}$

Il coefficiente di esposizione  $C_E$  può essere utilizzato per modificare il valore del carico neve in copertura in funzione delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera. Valori consigliati del coefficiente di esposizione per diverse classi di topografia sono forniti nella seguente tabella:

**Tabella 5-1-Valori di  $C_E$  per diverse classi di topografia - Rif. Tab. 3.4.I D.M. 17/01/2018**

Topografia	Descrizione	$C_E$
Battuta dai venti	Aree pianeggianti non ostruite esposte su tutti i lati, senza costruzioni o alberi più alti.	0,9
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1,0
Riparata	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti	1,1

Se non diversamente indicato, si assumerà  $C_E = 1$ .

Il coefficiente termico può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato  $C_t = 1$ .

Il coefficiente di forma per le coperture è funzione dell'angolo  $\alpha$ , espresso in gradi sessagesimali, formato

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

dalla falda con l'orizzontale.

Nel caso in esame avendo:

- $a_s = 0$  m
- $q_{sk} = 0,60$  kN/m<sup>2</sup>
- $\mu_i = 0,8$
- $C_E = 1$
- $C_t = 1$

Da cui si ottiene  $q_s = 0.48$  kN/m<sup>2</sup>

### 5.4 Azioni del vento

L'azione del vento si determina in accordo a quanto riportato nel capitolo 3.3 del D.M. 17/01/2018.

Il vento, la cui direzione si considera generalmente orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando, in generale, effetti dinamici.

Per le costruzioni usuali tali azioni sono convenzionalmente ricondotte ad azioni statiche equivalenti.

La velocità base di riferimento  $v_b$  è il valore caratteristico della velocità del vento a 10 m dal suolo su un terreno di categoria di esposizione II, mediata su 10 minuti e riferita ad un periodo di ritorno di 50 anni.

In mancanza di specifiche ed adeguate indagini statistiche  $v_b$  è data dall'espressione:

- $V_b = V_{b,0} \times C_a$
- $C_a = 1$  per  $a_s \leq a_0$
- $C_a = 1 + k_s (a_s/a_0 - 1)$  per  $a_0 < a_s \leq 1500$  m

dove:

- $v_{b,0}$ ,  $a_0$ ,  $k_s$  sono parametri forniti nella Tab. 3.3.I in funzione della zona in cui sorge la costruzione in esame;
- $a_s$  è l'altitudine sul livello del mare (in m) del sito ove sorge la costruzione.

**Tabella 5-2- Valori dei parametri  $v_{b,0}$ ,  $a_0$ ,  $k_s$  - Rif.Tab. 3.3.I D.M. 17/01/2018**

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_s$
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32

Le azioni statiche del vento sono costituite da pressioni e depressioni agenti normalmente alle superfici, sia esterne che interne, degli elementi che compongono la costruzione.

L'azione del vento sui singoli elementi che compongono la costruzione va determinata considerando la combinazione più gravosa delle pressioni agenti sulle due facce di ogni elemento

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

La pressione del vento è data dall'espressione:

$$p = q_b C_e C_p C_d$$

dove

- $q_b$  è la pressione cinetica di riferimento;
- $C_e$  è il coefficiente di esposizione;
- $C_p$  è il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento;
- $C_d$  è il coefficiente dinamico con cui si tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali.

La pressione cinetica di riferimento  $q_b$  (in N/m<sup>2</sup>) è data dall'espressione:

$$q_b = \frac{1}{2} \rho \cdot v_r^2$$

dove

- $v_r$  è la velocità di riferimento del vento (in m/s);
- $\rho$  è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1,25 kg/m<sup>3</sup>.

Il coefficiente di esposizione  $C_e$  dipende dall'altezza  $z$  sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno, e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione. In assenza di analisi specifiche che tengano in conto la direzione di provenienza del vento e l'effettiva scabrezza e topografia del terreno che circonda la costruzione, per altezze sul suolo non maggiori di  $z = 200$  m, esso è dato dalla formula:

- $C_e(z) = k_r^2 C_t \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \left[ 7 + C_t \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \right]$  per  $z \geq z_{min}$
- $C_e(z) = C_e(z_{min})$  per  $z < z_{min}$

dove

- $k_r$ ,  $z_0$ ,  $z_{min}$  sono assegnati in Tab. 3.3.II in funzione della categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione;
- $C_t$  è il coefficiente di topografia.

**Tabella 5-3- Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione - Rif.Tab. 3.3.II - D.M. 17/01/2018**

Categoria di esposizione del sito	$k_r$	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

In mancanza di analisi specifiche, la categoria di esposizione è assegnata in funzione della posizione geografica del sito ove sorge la costruzione e della classe di rugosità del terreno definita in Tab. 3.3.III. Nelle fasce entro i 40 km dalla costa delle zone 1, 2, 3, 4, 5 e 6, la categoria di esposizione è indipendente dall'altitudine del sito.

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

Il coefficiente di topografia  $c_t$  è posto generalmente pari a 1, sia per le zone pianeggianti sia per quelle ondulate, collinose e montane.

**Tabella 5-4- Classi di rugosità del terreno - Rif.Tab. 3.3.II - D.M. 17/01/2018**

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15 m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	a) Mare e relativa fascia costiera (entro 2 km dalla costa); b) Lago (con larghezza massima pari ad almeno 1 km) e relativa fascia costiera (entro 1 km dalla costa) c) Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, ...)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Si può assumere che il sito appartenga alla Classe A o B, purché la costruzione si trovi nell'area relativa per non meno di 1 km e comunque per non meno di 20 volte l'altezza della costruzione, per tutti i settori di provenienza del vento ampi almeno 30°. Si deve assumere che il sito appartenga alla Classe D, qualora la costruzione sorga nelle aree indicate con le lettere a) o b), oppure entro un raggio di 1 km da essa vi sia un settore ampio 30°, dove il 90% del terreno sia del tipo indicato con la lettera c). Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, si deve assegnare la classe più sfavorevole (l'azione del vento è in genere minima in Classe A e massima in Classe D).

Il coefficiente dinamico tiene in conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alla risposta dinamica della struttura.

Esso può essere assunto cautelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

Nel caso in esame si ha:

- $a_s = 0 \text{ m}$
- Zona 9 - Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto
- $v_{b,0} = 31 \text{ m/s}$
- $a_0 = 500 \text{ m}$
- $k_s = 0,32 \text{ 1/s}$
- $v_r = 31 \text{ m/s}$
- $q_r = 601,51 \text{ N/m}^2$
- Classe di rugosità del terreno C
- Categoria di esposizione del sito I
- $k_r = 0,17$
- $z_0 = 0,01 \text{ m}$
- $z_{min} = 2 \text{ m}$
- $C_t = 1$
- $C_d = 1$
- $C_e(z) = 1,88$  per  $z \leq z_{min} (= 2 \text{ m})$
- $C_e(z) = 2,11$  per  $z > z_{min}$

Per cui si avrà:

sopravento  $P = 120 \text{ kg/mq}$

sottovento  $P = 70 \text{ kg/mq}$

## 5.5 Azioni della temperatura

L'azione del vento si determina in accordo a quanto riportato nel capitolo 3.5 del D.M. 17/01/2018.

Variazioni giornaliere e stagionali della temperatura esterna, irraggiamento solare e convezione comportano variazioni della distribuzione di temperatura nei singoli elementi strutturali.

La severità delle azioni termiche è in generale influenzata da più fattori, quali le condizioni climatiche del sito, l'esposizione, la massa complessiva della struttura e la eventuale presenza di elementi non strutturali isolanti.

Nel caso in cui la temperatura non costituisca azione fondamentale per la sicurezza o per la efficienza funzionale della struttura è consentito tener conto, per gli edifici, della sola componente  $\Delta T_u$ , ricavandola direttamente dalla Tab. 3.5.II.

**Tabella 5-5- Valori di  $\Delta T_u$  per gli edifici - Rif.Tab. 3.5.II D.M. 17/01/2018**

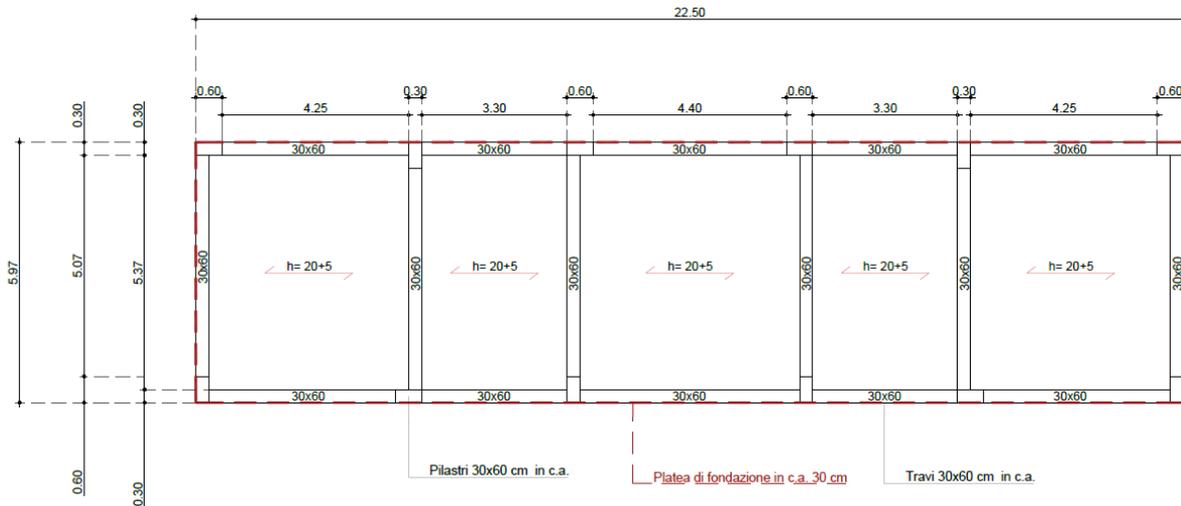
Tipo di struttura	$\Delta T_u$
Strutture in c.a. e c.a.p. esposte	$\pm 15$ °C
Strutture in c.a. e c.a.p. protette	$\pm 10$ °C
Strutture in acciaio esposte	$\pm 25$ °C
Strutture in acciaio protette	$\pm 15$ °C

Nel caso in esame, considerando che la struttura in c.a. è esposta, si è assunto:

- $\Delta T^+ = + 15$  °C
- $\Delta T^- = - 15$  °C

## 6 CALCOLO BLOCCO SERVIZI

Il blocco servizi, di forma rettangolare, di dimensioni in pianta di m 22,50 x 5,97 e altezza pari a m 3,10, sarà realizzato con una struttura intelaiata costituita da travi e pilastri in c.a., di sezione 30x60 cm, e copertura piana in latero-cemento. La fondazione sarà costituita da una piastra, anch'essa in c.a., di spessore pari a 30 cm. Tale piastra sarà impostata sul basamento del muro paraonde.



### 6.1 Riepilogo carichi adottati nella modellazione di calcolo

PESO PROPRIO ( $G_1$ )		<u>DEFINITO DAL PROGRAMMA</u>
CARICO PERMANENTE NON STRUTTURALE ( $G_2$ )	445 kg/m <sup>2</sup>	<u>SOLAIO DI COPERTURA</u>
	340 kg/m <sup>2</sup>	<u>TAMPONATURE</u>
	120 kg/m <sup>2</sup>	<u>TRAMEZZI</u>
CARICO VARIABILE ( $Q$ ) (CAT. H)	50 kg/m <sup>2</sup>	<u>CARICO SOLAIO DI COPERTURA</u>
CARICO VARIABILE ( $Q$ ) (CAT. C)	500 kg/m <sup>2</sup>	
CARICO NEVE ( $Q$ )	48 kg/m <sup>2</sup>	
CARICO VENTO ( $Q$ )	120 kg/m <sup>2</sup>	<u>SOPRAVENTO</u>
	70 kg/m <sup>2</sup>	<u>SOTTOVENTO</u>
AZIONI DELLA TEMPERATURA ( $Q$ ) (STRUTTURE IN C.A. PROTETTE)	± 15 °C	

### 6.2 Dati generali relativi all'analisi dinamica

Spettro in accordo con TU 2018

- Comune di Leni - Loc.tà Rinella Longitudine 14.8260 Latitudine 38.5560
- Tipo di Terreno B
- Coefficiente di amplificazione topografica ( $S_T$ ) 1.0000
- Vita nominale della costruzione ( $V_N$ ) 50 anni

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

- Classe d'uso II coefficiente  $C_U$  1.0
- Classe di duttilità impostata Bassa
- Fattore di duttilità  $\alpha_u/\alpha_1$  per sisma orizzontale 1.10
- Fattore riduttivo regolarità in altezza  $K_R$  1.00
- Fattore riduttivo per la presenza di setti  $K_W$  1.00

STATO LIMITE	C ( $q_0 = C \alpha_u / \alpha_1$ )	$q_H$	$q_V$
SLV	3.00	3.30	1.50
SLD	1.36	1.50	1.50
SLC	2.00	2.20	1.50
SLO	1.00	1.00	1.50

- Smorzamento Viscoso (  $\delta = 5\%$  ) 05

**TU 2018 SLV H**

- Probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) 10 e periodo di ritorno ( $T_R$ ) 475 (anni)
- $S_s$  1.173
- $T_B$  0.14 [sec]
- $T_C$  0.43 [sec]
- $T_D$  2.48 [sec]
- $a_g/g$  0.2200
- $F_o$  2.5800
- $T_C^*$  0.3060

**TU 2018 SLD H**

- Probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) 63.0 e periodo di ritorno ( $T_R$ ) 50 (anni)
- $S_s$  1.200
- $T_B$  0.14 [sec]
- $T_C$  0.41 [sec]
- $T_D$  1.93 [sec]
- $a_g/g$  0.820
- $F_o$  2.4800
- $T_C^*$  0.2900

**Fattori di partecipazione per il calcolo delle masse**

- Cond. Carico 1 proprio 1.0000
- Cond. Carico 2 portato 1.0000
- Cond. Carico 3 accidentale cat. H 000
- Cond. Carico 4 neve 000
- Cond. Carico 5 vento x+ 000
- Cond. Carico 6 vento x- 000
- Cond. Carico 7 vento y+ 000
- Cond. Carico 8 vento y- 000
- Cond. Carico 9 dt+ 000
- Cond. Carico 10 dt- 000
- Cond. Carico 11 accidentale cat. C 0.6000

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

---

**Angoli d'ingresso del Sisma**

- SLV Direzione 1 Angolo in pianta 0 [°]
- SLV Direzione 2 Angolo in pianta 0 [°]
- SLV Direzione 3 Angolo in pianta 90 [°]
- SLV Direzione 4 Angolo in pianta 90 [°]
- SLV Direzione 5 Angolo in pianta 180 [°]
- SLV Direzione 6 Angolo in pianta 180 [°]
- SLV Direzione 7 Angolo in pianta 270 [°]
- SLV Direzione 8 Angolo in pianta 270 [°]
- SLD Direzione 9 Angolo in pianta 0 [°]
- SLD Direzione 10 Angolo in pianta 0 [°]
- SLD Direzione 11 Angolo in pianta 90 [°]
- SLD Direzione 12 Angolo in pianta 90 [°]
- SLD Direzione 13 Angolo in pianta 180 [°]
- SLD Direzione 14 Angolo in pianta 180 [°]
- SLD Direzione 15 Angolo in pianta 270 [°]
- SLD Direzione 16 Angolo in pianta 270 [°]

**Condizioni di carico definite**

1. proprio
2. portato
3. accidentale cat.H
4. neve
5. vento x+
6. vento x-
7. vento y+
8. vento y-
9. dt+
10. dt-
11. accidentale cat. C
12. sisma 0+SLU
13. sisma 0-SLU
14. sisma 90+SLU
15. sisma 90-SLU
16. sisma 180+SLU
17. sisma 180-SLU
18. sisma 270+SLU
19. sisma 270-SLU
20. sisma 0+SLD
21. sisma 0-SLD
22. sisma 90+SLD
23. sisma 90-SLD
24. sisma 180+SLD
25. sisma 180-SLD
26. sisma 270+SLD
27. sisma 270-SLD

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

Nel caso in esame, in accordo alle NTC, le verifiche della struttura nel suo complesso sono state effettuate prendendo in considerazione le seguenti combinazioni agli stati limite:

**COMBINAZIONI AGLI STATI LIMITE ULTIMI**

Combinazione di carico numero	
1	accidentale cat. H
2	neve
3	vento x+
4	vento x-
5	vento y+
6	vento y-
7	dt+
8	dt-
9	accidentale cat. C

Comb.\Cond	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1.3	1.5	1.5	0.75	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.05
2	1.3	1.5		1.5	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.05
3	1.3	1.5		0.75	1.5	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.05
4	1.3	1.5		0.75	0.9	1.5	0.9	0.9	0.9	0.9	1.05
5	1.3	1.5		0.75	0.9	0.9	1.5	0.9	0.9	0.9	1.05
6	1.3	1.5		0.75	0.9	0.9	0.9	1.5	0.9	0.9	1.05
7	1.3	1.5		0.75	0.9	0.9	0.9	0.9	1.5	0.9	1.05
8	1.3	1.5		0.75	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.5	1.05
9	1.3	1.5		0.75	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.5

**COMBINAZIONI AGLI STATI LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA**

Combinazione di carico numero	
10	Sisma 0+ / 90+
11	Sisma 0+ / 270+
12	Sisma 0- / 90-
13	Sisma 0- / 270-
14	Sisma 90+ / 0+
15	Sisma 90+ / 180+
16	Sisma 90- / 0-
17	Sisma 90- / 180-
18	Sisma 180+ / 90+
19	Sisma 180+ / 270+
20	Sisma 180- / 90-
21	Sisma 180- / 270-
22	Sisma 270+ / 0+
23	Sisma 270+ / 180+
24	Sisma 270- / 0-
25	Sisma 270- / 180-

**COMUNE DI LENI (ME)**

PROGETTO DEFINITIVO: "OPERE DI ATTUAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE DI RINELLA. 1° STRALCIO FUNZIONALE"

**RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI**

Comb.\Cond	1	2	11	12	13	14	15	16	17	18	19
10	1	1	0.6	1		0.3					
11	1	1	0.6	1						0.3	
12	1	1	0.6		1		0.3				
13	1	1	0.6		1						0.3
14	1	1	0.6	0.3		1					
15	1	1	0.6			1		0.3			
16	1	1	0.6		0.3		1				
17	1	1	0.6				1		0.3		
18	1	1	0.6			0.3		1			
19	1	1	0.6					1		0.3	
20	1	1	0.6				0.3		1		
21	1	1	0.6						1		0.3
22	1	1	0.6	0.3						1	
23	1	1	0.6					0.3		1	
24	1	1	0.6		0.3						1
25	1	1	0.6						0.3		1

**COMBINAZIONI RARE STATI LIMITE DI ESERCIZIO**

Combinazione di carico numero	
26	accidentale cat. H
27	neve
28	vento x+
29	vento x-
30	vento y+
31	vento y-
32	dt+
33	dt-
34	accidentale cat. C

Comb.\Cond	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
26	1	1	1	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7
27	1	1		1	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7
28	1	1		0.5	1	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7
29	1	1		0.5	0.6	1	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7
30	1	1		0.5	0.6	0.6	1	0.6	0.6	0.6	0.7
31	1	1		0.5	0.6	0.6	0.6	1	0.6	0.6	0.7
32	1	1		0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	1	0.6	0.7
33	1	1		0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	1	0.7
34	1	1		0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	1

**COMBINAZIONI FREQUENTI STATI LIMITE DI ESERCIZIO**

Combinazione di carico numero	
35	accidentale cat. H

**COMUNE DI LENI (ME)**

PROGETTO DEFINITIVO: "OPERE DI ATTUAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE DI RINELLA. 1° STRALCIO FUNZIONALE"

**RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI**

Combinazione di carico numero	
36	neve
37	vento x+
38	vento x-
39	vento y+
40	vento y-
41	dt+
42	dt-
43	accidentale cat. C

Comb.\Cond	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11
35	1	1								0.6
36	1	1	0.2							0.6
37	1	1		0.2						0.6
38	1	1			0.2					0.6
39	1	1				0.2				0.6
40	1	1					0.2			0.6
41	1	1						0.5		0.6
42	1	1							0.5	0.6
43	1	1								0.7

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI STATI LIMITE DI ESERCIZIO**

Combinazione di carico numero	
44	Quasi Permanenti

Comb.\Cond	1	2	11
44	1	1	0.6

**COMBINAZIONI AGLI STATI LIMITE DI DANNO**

Combinazione di carico numero	
45	Sisma 0+ / 90+
46	Sisma 0+ / 270+
47	Sisma 0- / 90-
48	Sisma 0- / 270-
49	Sisma 90+ / 0+
50	Sisma 90+ / 180+
51	Sisma 90- / 0-
52	Sisma 90- / 180-
53	Sisma 180+ / 90+
54	Sisma 180+ / 270+
55	Sisma 180- / 90-
56	Sisma 180- / 270-
57	Sisma 270+ / 0+
58	Sisma 270+ / 180+
59	Sisma 270- / 0-

COMUNE DI LENI (ME)

PROGETTO DEFINITIVO: "OPERE DI ATTUAZIONE DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE DI RINELLA. 1° STRALCIO FUNZIONALE"

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

Combinazione di carico numero	
60	Sisma 270- / 180-

Comb.\Cond	1	2	11	20	21	22	23	24	25	26	27
45	1	1	0.6	1		0.3					
46	1	1	0.6	1						0.3	
47	1	1	0.6		1		0.3				
48	1	1	0.6		1						0.3
49	1	1	0.6	0.3		1					
50	1	1	0.6			1		0.3			
51	1	1	0.6		0.3		1				
52	1	1	0.6				1		0.3		
53	1	1	0.6			0.3		1			
54	1	1	0.6					1		0.3	
55	1	1	0.6				0.3		1		
56	1	1	0.6						1		0.3
57	1	1	0.6	0.3						1	
58	1	1	0.6					0.3		1	
59	1	1	0.6		0.3						1
60	1	1	0.6						0.3		1

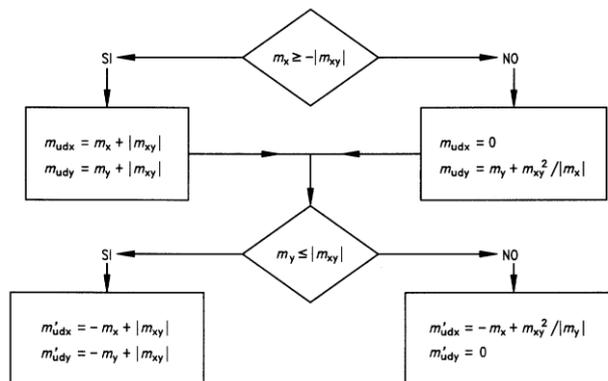
## 7 CALCOLO PLATEA DI FONDAZIONE CISTERNA

Il calcolo della piastra di fondazione in c.a. è stato effettuato facendo ricorso alla formulazione riportata nell'Appendice A 2.8 - "Armatura delle piastre" dell'Eurocodice 2 «Progettazione delle strutture di calcestruzzo», secondo la quale l'armatura di una piastra soggetta a un qualsiasi campo di momento può essere definita mediante la procedura descritta a seguire.

Si sceglie un sistema di assi ortogonali e si calcolano i momenti per unità di lunghezza nelle direzioni corrispondenti  $m_x$ ,  $m_y$  e  $m_{xy}$  con  $m_y \geq m_x$ . L'armatura è disposta nelle direzioni x ed y in modo da assorbire i momenti di calcolo ultimi  $m_{udx}$  e  $m'_{udx}$  (momenti che generano trazione nella parte inferiore della piastra),  $m_{udy}$  e  $m'_{udy}$  (momenti che generano trazione nella parte superiore della piastra).

In particolare, i momenti per unità di lunghezza sono quelli ricavati dai tabulati di calcolo della struttura, relativamente agli elementi a 4 nodi utilizzati per schematizzare le piastre.

Per determinare i valori dei momenti di calcolo ultimi a partire dai valori di  $m_x$ ,  $m_y$  e  $m_{xy}$  viene utilizzato il seguente diagramma di flusso:



La capacità di una sezione di sopportare una data combinazione di momenti è adeguata se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

$$(m_{udx} - m_x) (m_{udy} - m_y) + m_{xy}^2 \leq 0$$

$$(m'_{udx} + m_x) (m'_{udy} + m_y) + m_{xy}^2 \leq 0$$

$$m_x \leq m_{udx}$$

$$m_y \leq m_{udy}$$

$$m_x \geq -m'_{udx}$$

$$m_y \geq -m'_{udy}$$

Noti i momenti di calcolo  $m_{udx}$ ,  $m_{udy}$ ,  $m'_{udx}$  e  $m'_{udy}$ , considerando una sezione rettangolare di larghezza pari ad 1,00 ml ed altezza uguale allo spessore della piastra, a semplice armatura, soggetta a flessione semplice, si determinano le armature necessarie ad assorbire tali sollecitazioni:

$A_{sx}$  area di armatura inferiore in direzione x;

$A'_{sx}$  area di armatura superiore in direzione x;

$A_{sy}$  area di armatura inferiore in direzione y;

$A'_{sy}$  area di armatura superiore in direzione y.

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

Per esse si deve verificare che, ai sensi del punto 4.1.6.1.1 "Armatura delle travi", l'area dell'armatura longitudinale in zona tesa risulti inferiore a:

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d$$

e comunque non minore di  $0,0013 \cdot b_t \cdot d$

dove:

$b_t$  rappresenta la larghezza media della zona tesa;

$d$  è l'altezza utile della sezione;

$f_{ctm}$  è il valore medio della resistenza a trazione assiale;

$f_{yk}$  è il valore caratteristico della resistenza a trazione dell'armatura ordinaria.

Infine, secondo quanto riportato nel D.M. 14/01/2008 al punto 4.1.2.1.3.1 "Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio", che consente l'impiego di solai, piastre e membrane a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio, si accerta che sia soddisfatta la verifica di resistenza (SLU):

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

con  $V_{Ed}$  valore di calcolo dello sforzo di taglio agente, al fine di

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza al taglio si valuta con la formula seguente:

$$V_{Rd} = \left[ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

con

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

e dove

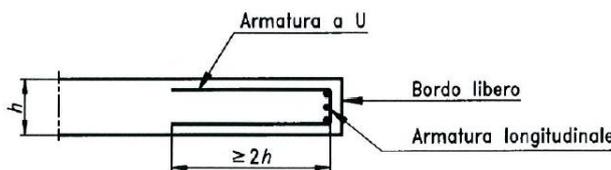
$d$  è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_l = A_{sl} / (b_w \cdot d)$  è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ( $\leq 0,02$ );

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$  è la tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0,2 f_{cd}$ );

$b_w$  è la larghezza minima della sezione (in mm).

In aggiunta alle armature disposte, sia superiormente che inferiormente, in direzione x ed y, in corrispondenza dei bordi liberi, in accordo al punto 5.4.3.2.4 dell'EC2, che recita testualmente: "lungo un bordo libero (non appoggiato), una piastra deve di regola contenere armature longitudinali e trasversali poste in opera come illustrato in figura",



si inseriranno, per una lunghezza pari a due volte lo spessore delle piastre, ferri ad U e ferri longitudinali.

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

---

Materiali

Calcestruzzo Classe C35/45;

Acciaio in barre ad aderenza migliorata B450C.

Caratteristiche geometriche della sezione

Larghezza media della zona tesa  $b = 100$  cm

Altezza sezione  $h = 30$  cm

Copriferro  $c = 3$  cm

Altezza utile  $d = 27$  cm

Armatura minima

$A_{s,min1} \quad 4,8419 \quad \text{cm}^2$

$A_{s,min2} \quad 3,2500 \quad \text{cm}^2$

**MAX ( $A_{s,min1}; A_{s,min2}$ )**  $4,8419 \quad \text{cm}^2$

Armatura scelta

4 $\phi$ 16 superiori in direzione x  $A_s = 8,04 \text{ cm}^2 > 4,84 \text{ cm}^2$

4 $\phi$ 16 superiori in direzione y  $A_s = 8,04 \text{ cm}^2 > 4,84 \text{ cm}^2$

4 $\phi$ 16 inferiori in direzione x  $A_s = 8,04 \text{ cm}^2 > 4,84 \text{ cm}^2$

4 $\phi$ 16 inferiori in direzione y  $A_s = 8,04 \text{ cm}^2 > 4,84 \text{ cm}^2$

Armatura bordi liberi

Ferro ad U di diametro  $\phi 16$  per una lunghezza minima pari a  $2 \times 30 \text{ cm} = \text{min } 60 \text{ cm}$

## 8 VERIFICA GIUNTO TECNICO

Il D.M. 17/01/2018, al § 7.2.1 CARATTERISTICHE GENERALI DELLE COSTRUZIONI - Distanza tra costruzioni contigue, recita: "La distanza tra costruzioni contigue deve essere tale da evitare fenomeni di martellamento e comunque non può essere inferiore alla somma degli spostamenti massimi determinati per lo SLV, calcolati per ciascuna costruzione secondo il § 7.3.3 (analisi lineare) o il § 7.3.4 (analisi non lineare) e tenendo conto, laddove significativo, dello spostamento relativo delle fondazioni delle due costruzioni contigue. La distanza tra due punti di costruzioni che si fronteggiano non potrà in ogni caso essere inferiore a 1/100 della quota dei punti considerati, misurata dallo spiccatto della fondazione o dalla sommità della struttura scatolare rigida di cui al § 7.2.1, moltiplicata per  $2agS/g \leq 1$ . Qualora non si possano eseguire calcoli specifici, lo spostamento massimo di una costruzione non isolata alla base può essere stimato in 1/100 della sua altezza, misurata come sopra, moltiplicata per  $agS/g$ ; in questo caso, la distanza tra costruzioni contigue non potrà essere inferiore alla somma degli spostamenti massimi di ciascuna di esse"

### Calcolo giunto blocco servizi-muro paraonde

Dai tabulati di calcolo si evince che, per il blocco servizi, gli spostamenti massimi che si ottengono per lo SLV risultano pari a 0,13 cm.

Tuttavia, risultando tale valore (0,13 cm) minore di  $\frac{1}{100} \cdot h \cdot \frac{a_g \cdot S}{0,5 \cdot g} = 1,60$  cm, con:

$$a_g/g = 0,22 \text{ (SLV)}$$

$$S = S_s \cdot S_T = 1,36 \cdot 1,00 = 1,36$$

$$h = 3,10 \text{ m}$$

A favore di sicurezza, si prevede che la dimensione del giunto tecnico di progetto sia non inferiore a **3,00 cm**.

## 9 VERIFICHE E COMPUTO QUANTITA'

A seguire si riportano le verifiche di travi, pilastri e nodi e il computo delle quantità di calcestruzzo e acciaio previste.

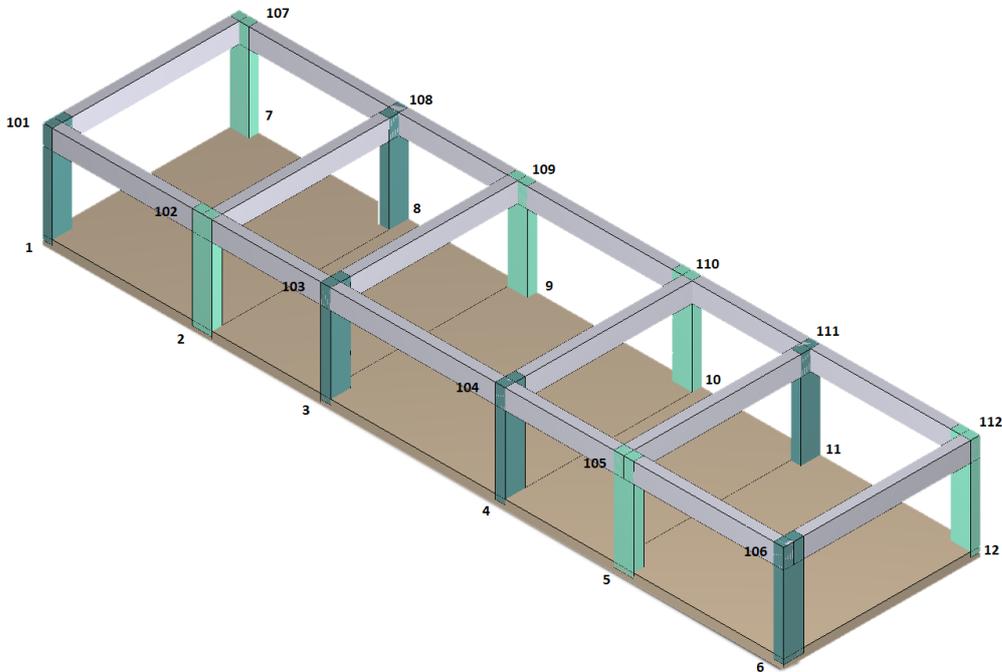


Figura 9-1 Schema di calcolo

### 9.1 Verifiche travi

#### Modalità di verifica

Le travi vengono progettate-verificate a flessione retta e taglio nel piano longitudinale della trave sulla base dell'involuppo delle sollecitazioni, in conformità al *Decreto Legge del 26 Marzo 1980* e successivi aggiornamenti.

Viene comunque sempre predisposta l'armatura minima mentre gli sforzi di taglio vengono integralmente assorbiti dalle staffe. Le operazioni di progetto-verifica vengono condotte, per ogni asta, in tre diverse sezioni e precisamente in corrispondenza dei fili esterni dei pilastri e della sezione in campata nella quale viene riscontrato il massimo momento positivo (negativo).

I momenti si intendono positivi se tendono le fibre di intradosso (inferiori).

Per quanto concerne il progetto e la verifica delle travi a taglio esse vengono condotte nel modo seguente:

- Si controlla se la trave necessita o meno di armatura aggiuntiva a taglio:
  1. Se non occorre armatura aggiuntiva a taglio si procede a disporre la staffatura minima di regolamento e la progettazione ha termine.
  2. Se occorre armatura aggiuntiva a taglio la staffatura viene progettata andando a suddividere la trave, a seconda del caso, in uno, tre o cinque conci:
    - due tronchi in prossimità degli appoggi di lunghezza pari all'altezza della sezione;
    - due altri (eventuali) tronchi dall'ascissa precedente a quella in cui il taglio può essere assorbito con la sola staffatura minima da regolamento
    - un restante (eventuale) concio di chiusura centrale.
- In ogni caso l'armatura a taglio si intende simmetrica rispetto alla mezzeria della trave e viene progettata considerando, rispetto alla mezzeria, la zona della trave più sollecitata.

Per quanto concerne le verifiche a taglio esse vengono condotte suddividendo la trave in cinque conci: due tronchi in prossimità degli appoggi di lunghezza pari all'altezza della sezione; due altri (eventuali) tronchi dall'ascissa precedente a quella in cui il taglio può essere assorbito con la sola staffatura minima da regolamento; il restante (eventuale) concio di chiusura centrale.

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

L'armatura a taglio si intende simmetrica rispetto alla mezzeria della trave e viene progettata considerando, rispetto alla mezzeria, la zona della trave più sollecitata.

Simbologia utilizzata:

- Af Es.** Area di ferro all'estradosso

---

- Af In.** Area di ferro all'intradosso

---

- Sigb.Es.** Tensione del calcestruzzo estradosso

---

- Sigb. In.** Tensione del calcestruzzo intradosso

---

- Sigf. Es.** Tensione dell'acciaio estradosso

---

- Sigf. In.** Tensione dell'acciaio intradosso

Sezioni Impiegate

SEZIONE T1 - dimensioni → b= 30 cm h= 60 cm									
Dimensioni	Criterio	Calcestruzzo	γ <sub>M</sub>	F.C.	f <sub>ck</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	f <sub>cd</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>RARE</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>FREQ</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>QP</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]
B 30 H 60 [cm]	Vertrav	C35/45	1.50	1.00	350	198.3	210	350	157.5

Dimensioni	Criterio	Acciaio	γ <sub>M</sub>	F.C.	f <sub>yk</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	f <sub>yd</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>yRARE</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>yFREQ</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>yQP</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	Cop. Es [cm]	Cop. In [cm]	cotg θ <sub>i</sub>	cotg θ
B 30 H 60 [cm]	Vertrav	B 450 C	1.15	1.00	4500	3913.0	3600	4500	4500	5.00	5.00	1.00	1.00

- Verifica a fessurazione indiretta
- Fattore di sovraresistenza Travi  $\gamma_{R,d}(\text{Nuovo}) = 1.10 \gamma_{R,d}(\text{Esistente}) = 0$
- Fattore di sovraresistenza delle azioni sulle Fondazioni  $\gamma_{R,d}(\text{Nuovo}) = 1.10 \gamma_{R,d}(\text{Esistente}) = 0$
- Impostazioni di verifica delle sezioni delle travi → Minimi Cap 7 NTC 2018

Travata: Travata 101 Nodi 101 102 103 104 105 106																
Nodo	x [m]	A <sub>fe</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>fi</sub> [cm <sup>2</sup> ]	q <sub>T</sub> [kg/m]	M <sub>rif</sub> [kgm]	M <sub>de</sub> [kgm]	M <sub>re</sub> [kgm]	x/d	M <sub>di</sub> [kgm]	M <sub>ri</sub> [kgm]	x/d	σ <sub>be</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>bi</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>fe</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>fi</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	w mm
<b>Trave Sez. 1 Rett. 30x60 [cm] T1_30x60</b>																
101	0.30	3.92	5.39			1607.4	8293.3	0.10	-1353.3	-11008.7	0.10					
					SLE Rare	151.5			0			0	1.5	51.2	8.6	
					SLE Freq.	151.0			0			0	1.5	51.0	8.5	OK
					SLE Q.P.	150.9			0			0	1.5	51.0	8.5	OK
Camp.	2.42	6.03	6.03	585.0	969.7	0	12226.8	0.11	-1112.3	-12226.8	0.11					
					SLE Rare	0			-855.9			6.9	0	54.4	293.2	
					SLE Freq.	0			-856.0			6.9	0	54.4	293.2	OK
					SLE Q.P.	0			-856.0			6.9	0	54.4	293.2	OK
102	4.55	6.03	6.03			2588.8	12226.8	0.11	-1066.7	-12226.8	0.11					

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

					SLE Rare	819.8			0			0	6.6	280.8	52.1	
					SLE Freq.	819.7			0			0	6.6	280.8	52.1	OK
					SLE Q.P.	819.7			0			0	6.6	280.8	52.1	OK
<b>Trave Sez. 1 Rett. 30x60 [cm] T1_30x60</b>																
102	0	6.03	6.03			2897.0	12226.8	0.11	-1622.4	-12226.8	0.11					
					SLE Rare	641.7			0			0	5.2	219.8	40.8	
					SLE Freq.	637.9			0			0	5.1	218.5	40.6	OK
					SLE Q.P.	637.3			0			0	5.1	218.3	40.5	OK
Camp.	1.65	6.71	7.31	585.0	398.2	846.2	13486.7	0.12	-647.0	-14595.2	0.12					
					SLE Rare	95.4			-306.3			2.3	0.7	29.5	87.1	
					SLE Freq.	95.3			-306.3			2.3	0.7	29.4	87.1	OK
					SLE Q.P.	95.3			-306.3			2.3	0.7	29.4	87.1	OK
103	3.30	6.03	6.03			2079.6	12226.8	0.11	-522.8	-12226.8	0.11					
					SLE Rare	777.0			0			0	6.3	266.2	49.4	
					SLE Freq.	778.4			0			0	6.3	266.6	49.5	OK
					SLE Q.P.	778.4			0			0	6.3	266.6	49.5	OK
<b>Trave Sez. 1 Rett. 30x60 [cm] T1_30x60</b>																
103	0.30	6.03	6.03			1176.4	12226.8	0.11	-2.0	-12226.8	0.11					
					SLE Rare	725.1			0			0	5.8	248.4	46.1	
					SLE Freq.	725.6			0			0	5.8	248.6	46.1	OK
					SLE Q.P.	725.6			0			0	5.8	248.6	46.1	OK
Camp.	2.80	6.03	6.03	585.0	1146.6	0	12226.8	0.11	-1166.8	-12226.8	0.11					
					SLE Rare	0			-895.9			7.2	0	57.0	306.9	
					SLE Freq.	0			-894.7			7.2	0	56.9	306.5	OK
					SLE Q.P.	0			-894.5			7.2	0	56.9	306.4	OK
104	5.30	6.03	6.03			1176.4	12226.8	0.11	-2.1	-12226.8	0.11					
					SLE Rare	725.1			0			0	5.8	248.4	46.1	
					SLE Freq.	725.6			0			0	5.8	248.6	46.1	OK
					SLE Q.P.	725.6			0			0	5.8	248.6	46.1	OK
<b>Trave Sez. 1 Rett. 30x60 [cm] T1_30x60</b>																
104	0	6.03	6.03			2079.5	12226.8	0.11	-522.8	-12226.8	0.11					
					SLE Rare	777.0			0			0	6.3	266.2	49.4	
					SLE Freq.	778.4			0			0	6.3	266.6	49.5	OK
					SLE Q.P.	778.4			0			0	6.3	266.6	49.5	OK
Camp.	1.65	6.03	6.03	585.0	398.2	846.3	12226.8	0.11	-647.1	-12226.8	0.11					
					SLE Rare	95.4			-306.3			2.5	0.8	32.7	104.9	
					SLE Freq.	95.3			-306.3			2.5	0.8	32.6	104.9	OK
					SLE Q.P.	95.3			-306.3			2.5	0.8	32.6	104.9	OK
105	3.30	6.03	6.03			2897.1	12226.8	0.11	-1622.5	-12226.8	0.11					
					SLE Rare	641.7			0			0	5.2	219.8	40.8	
					SLE Freq.	637.9			0			0	5.1	218.5	40.6	OK
					SLE Q.P.	637.3			0			0	5.1	218.3	40.5	OK
<b>Trave Sez. 1 Rett. 30x60 [cm] T1_30x60</b>																
105	0.60	6.03	6.03			2588.6	12226.8	0.11	-1066.5	-12226.8	0.11					
					SLE Rare	819.8			0			0	6.6	280.8	52.1	

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

				SLE Freq.	819.7				0			0	6.6	280.8	52.1	OK
				SLE Q.P.	819.7				0			0	6.6	280.8	52.1	OK
Camp.	2.73	6.03	6.03	585.0	969.7	0	12226.8	0.11	-1112.3	-12226.8	0.11					
				SLE Rare	0				-855.9			6.9	0	54.4	293.2	
				SLE Freq.	0				-856.0			6.9	0	54.4	293.2	OK
				SLE Q.P.	0				-856.0			6.9	0	54.4	293.2	OK
106	4.85	3.92	5.39			1607.6	8293.3	0.10	-1353.4	-11008.7	0.10					
				SLE Rare	151.5				0			0	1.5	51.2	8.6	
				SLE Freq.	151.0				0			0	1.5	51.0	8.5	OK
				SLE Q.P.	150.9				0			0	1.5	51.0	8.5	OK

Da [m]	A [m]	Dx [m]	cotg(θ)	V <sub>Ed</sub> [kg]	V <sub>Rd,c</sub> [kg]	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	T <sub>Ed</sub> [kgm]	T <sub>Rcd</sub> [kgm]	T <sub>Rsd</sub> [kgm]	Staffe
<b>Trave 101 102 Sez. 1 Rett. 30x60 [cm] T1_30x60</b>											
0.39	0.95	0.56	1.00	6379.8	7061.1	71744.9	15181.2	451.5	8573.8	3147.0	ø 8 2br. 12.5'
0.95	3.63	2.68	1.00	6768.3	7332.7	71744.9	12651.0	451.5	8573.8	2622.5	ø 8 2br. 15.0'
3.63	4.19	0.56	1.00	7082.6	7332.7	71744.9	15181.2	451.5	8573.8	3147.0	ø 8 2br. 12.5'
<b>Trave 102 103 Sez. 1 Rett. 30x60 [cm] T1_30x60</b>											
0	0.63	0.63	1.00	6611.8	7332.7	71744.9	15181.2	395.6	8573.8	3147.0	ø 8 2br. 12.5'
0.63	2.67	2.05	1.00	6612.7	7332.7	71744.9	12651.0	395.6	8573.8	2622.5	ø 8 2br. 15.0'
2.67	3.30	0.63	1.00	6894.0	7332.7	71744.9	15181.2	395.6	8573.8	3147.0	ø 8 2br. 12.5'
<b>Trave 103 104 Sez. 1 Rett. 30x60 [cm] T1_30x60</b>											
0.40	1.00	0.60	1.00	6549.8	7332.7	71744.9	18976.5	68.2	8573.8	3933.8	ø 8 2br. 10'
1.00	4.60	3.61	1.00	6257.3	7332.7	71744.9	15181.2	68.2	8573.8	3147.0	ø 8 2br. 12.5'
4.60	5.20	0.60	1.00	6549.8	7332.7	71744.9	18976.5	68.2	8573.8	3933.8	ø 8 2br. 10'
<b>Trave 104 105 Sez. 1 Rett. 30x60 [cm] T1_30x60</b>											
0	0.63	0.63	1.00	6894.0	7332.7	71744.9	18976.5	395.6	8573.8	3933.8	ø 8 2br. 10'
0.63	2.68	2.05	1.00	6612.7	7332.7	71744.9	15181.2	395.6	8573.8	3147.0	ø 8 2br. 12.5'
2.68	3.30	0.63	1.00	6611.8	7332.7	71744.9	18976.5	395.6	8573.8	3933.8	ø 8 2br. 10'
<b>Trave 105 106 Sez. 1 Rett. 30x60 [cm] T1_30x60</b>											
0.96	1.52	0.56	1.00	7082.6	7332.7	71744.9	15181.2	451.5	8573.8	3147.0	ø 8 2br. 12.5'
1.52	4.20	2.68	1.00	6768.3	7332.7	71744.9	12651.0	451.5	8573.8	2622.5	ø 8 2br. 15.0'
4.20	4.76	0.56	1.00	6379.8	7061.1	71744.9	15181.2	451.5	8573.8	3147.0	ø 8 2br. 12.5'

<b>Travata: Travata 102 Nodi 107 108 109 110 111 112</b>																
Nodo	x [m]	A <sub>fe</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>fi</sub> [cm <sup>2</sup> ]	q <sub>T</sub> [kg/m]	M <sub>rif</sub> [kgm]	M <sub>de</sub> [kgm]	M <sub>re</sub> [kgm]	x/d	M <sub>di</sub> [kgm]	M <sub>ri</sub> [kgm]	x/d	σ <sub>be</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>bi</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>fe</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>fi</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	w mm
<b>Trave Sez. 1 Rett. 30x60 [cm] T1_30x60</b>																
107	0.60	6.03	6.03			2745.8	12226.8	0.11	-1809.1	-12226.8	0.11					
						SLE Rare	516.1		0			0	4.2	176.8	32.8	
						SLE Freq.	510.5		0			0	4.1	174.9	32.5	OK
						SLE Q.P.	509.6		0			0	4.1	174.6	32.4	OK
Camp.	2.72	6.03	6.03	585.0	969.7	120.4	12226.8	0.11	-1538.4	-12226.8	0.11					
						SLE Rare	0		-796.7			6.4	0	50.7	272.9	
						SLE Freq.	0		-796.4			6.4	0	50.6	272.8	OK

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

					SLE Q.P.	0				-796.4			6.4	0	50.6	272.8	OK
108	4.85	6.03	6.03			1498.2	12226.8	0.11		-402.7	-12226.8	0.11					
					SLE Rare	591.1				0			0	4.8	202.5	37.6	
					SLE Freq.	593.5				0			0	4.8	203.3	37.7	OK
					SLE Q.P.	593.5				0			0	4.8	203.3	37.7	OK
<b>Trave Sez. 1 Rett. 30x60 [cm] T1_30x60</b>																	
108	0	6.03	6.03			1675.7	12226.8	0.11		-316.0	-12226.8	0.11					
					SLE Rare	677.4				0			0	5.5	232.0	43.1	
					SLE Freq.	679.8				0			0	5.5	232.9	43.2	OK
					SLE Q.P.	679.8				0			0	5.5	232.9	43.2	OK
Camp.	1.65	6.71	7.31	585.0	398.2	949.4	13486.7	0.12		-813.8	-14595.2	0.12					
					SLE Rare	54.3				-306.3			2.3	0.4	19.0	87.1	
					SLE Freq.	54.7				-306.3			2.3	0.4	19.0	87.1	OK
					SLE Q.P.	54.7				-306.3			2.3	0.4	19.0	87.1	OK
109	3.30	6.03	6.03			2923.2	12226.8	0.11		-1613.7	-12226.8	0.11					
					SLE Rare	659.8				0			0	5.3	226.0	41.9	
					SLE Freq.	655.4				0			0	5.3	224.5	41.7	OK
					SLE Q.P.	654.8				0			0	5.3	224.3	41.6	OK
<b>Trave Sez. 1 Rett. 30x60 [cm] T1_30x60</b>																	
109	0.60	6.03	6.03			2647.5	12226.8	0.11		-1151.0	-12226.8	0.11					
					SLE Rare	798.9				0			0	6.4	273.7	50.8	
					SLE Freq.	798.2				0			0	6.4	273.4	50.7	OK
					SLE Q.P.	798.0				0			0	6.4	273.4	50.7	OK
Camp.	2.80	6.03	6.03	585.0	1146.6	0	12226.8	0.11		-1146.6	-12226.8	0.11					
					SLE Rare	0				-882.0			7.1	0	56.1	302.1	
					SLE Freq.	0				-882.0			7.1	0	56.1	302.1	OK
					SLE Q.P.	0				-882.0			7.1	0	56.1	302.1	OK
110	5.00	6.03	6.03			2647.5	12226.8	0.11		-1151.0	-12226.8	0.11					
					SLE Rare	798.9				0			0	6.4	273.7	50.8	
					SLE Freq.	798.2				0			0	6.4	273.4	50.7	OK
					SLE Q.P.	798.0				0			0	6.4	273.4	50.7	OK
<b>Trave Sez. 1 Rett. 30x60 [cm] T1_30x60</b>																	
110	0	6.03	6.03			2923.3	12226.8	0.11		-1613.8	-12226.8	0.11					
					SLE Rare	659.8				0			0	5.3	226.0	41.9	
					SLE Freq.	655.4				0			0	5.3	224.5	41.7	OK
					SLE Q.P.	654.8				0			0	5.3	224.3	41.6	OK
Camp.	1.65	6.03	6.03	585.0	398.2	949.6	12226.8	0.11		-814.0	-12226.8	0.11					
					SLE Rare	54.3				-306.3			2.5	0.4	19.5	104.9	
					SLE Freq.	54.7				-306.3			2.5	0.4	19.5	104.9	OK
					SLE Q.P.	54.7				-306.3			2.5	0.4	19.5	104.9	OK
111	3.30	6.03	6.03			1675.6	12226.8	0.11		-315.9	-12226.8	0.11					
					SLE Rare	677.4				0			0	5.5	232.0	43.1	
					SLE Freq.	679.8				0			0	5.5	232.9	43.2	OK
					SLE Q.P.	679.8				0			0	5.5	232.9	43.2	OK
<b>Trave Sez. 1 Rett. 30x60 [cm] T1_30x60</b>																	



RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

		SLE Rare	0			-5022.3			40.5	0	319.3	1720.5	
		SLE Freq.	0			-4554.6			36.7	0	289.5	1560.3	OK
		SLE Q.P.	0			-4484.9			36.1	0	285.1	1536.4	OK
107	5.67	4.22	5.80			4158.0	8865.2	0.10	-2483.8	-11792.7	0.11		
		SLE Rare	1308.8			0			0	12.2	443.4	79.2	
		SLE Freq.	1188.6			0			0	11.1	402.6	72.0	OK
		SLE Q.P.	1170.6			0			0	10.9	396.6	70.9	OK

Da [m]	A [m]	Dx [m]	cotg(θ)	V <sub>Ed</sub> [kg]	V <sub>Rd,c</sub> [kg]	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	T <sub>Ed</sub> [kgm]	T <sub>Rcd</sub> [kgm]	T <sub>Rsd</sub> [kgm]	Staffe
<b>Trave 101 107 Sez. 1 Rett. 30x60 [cm] T1_30x60</b>											
0.96	1.53	0.57	1.00	9655.8	7332.7	71744.9	15181.2	132.4	8573.8	3147.0	ø 8 2br. 12.5'
1.53	5.01	3.48	1.00	8560	7332.7	71744.9	12651.0	132.4	8573.8	2622.5	ø 8 2br. 15.0'
5.01	5.58	0.57	1.00	9020.7	7239.6	71744.9	15181.2	132.4	8573.8	3147.0	ø 8 2br. 12.5'

<b>Travata: Travata 104 Nodi 102 108</b>																
Nodo	x [m]	A <sub>fe</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>fi</sub> [cm <sup>2</sup> ]	q <sub>T</sub> [kg/m]	M <sub>rif</sub> [kgm]	M <sub>de</sub> [kgm]	M <sub>re</sub> [kgm]	x/d	M <sub>di</sub> [kgm]	M <sub>ri</sub> [kgm]	x/d	σ <sub>be</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>bi</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>fe</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>fi</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	w [mm]
<b>Trave Sez. 1 Rett. 30x60 [cm] T1_30x60</b>																
102	0.30	4.22	5.80			4196.5	8865.2	0.10	-2015.0	-11792.7	0.11					
						SLE Rare	1889.6		0			0	17.6	640.1	114.4	
						SLE Freq.	1693.0		0			0	15.8	573.5	102.5	OK
						SLE Q.P.	1663.7		0			0	15.5	563.6	100.7	OK
Camp.	2.83	6.03	6.03	3874.2	8629.9	0	12226.8	0.11	-10580.6	-12226.8	0.11					
						SLE Rare	0		-7218.2			58.2	0	458.9	2472.7	
						SLE Freq.	0		-6475.5			52.2	0	411.7	2218.3	OK
						SLE Q.P.	0		-6364.8			51.3	0	404.6	2180.4	OK
108	5.37	6.03	6.03			7813.7	12226.8	0.11	-38.0	-12226.8	0.11					
						SLE Rare	5222.2		0			0	42.1	1789.0	332.0	
						SLE Freq.	4685.4		0			0	37.7	1605.1	297.9	OK
						SLE Q.P.	4605.4		0			0	37.1	1577.7	292.8	OK

Da [m]	A [m]	Dx [m]	cotg(θ)	V <sub>Ed</sub> [kg]	V <sub>Rd,c</sub> [kg]	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	T <sub>Ed</sub> [kgm]	T <sub>Rcd</sub> [kgm]	T <sub>Rsd</sub> [kgm]	Staffe
<b>Trave 102 108 Sez. 1 Rett. 30x60 [cm] T1_30x60</b>											
0.39	0.96	0.57	1.00	11065.6	7239.6	71744.9	15181.2	107.8	8573.8	3147.0	ø 8 2br. 12.5'
0.96	4.44	3.48	1.00	10100.8	7332.7	71744.9	12651.0	107.8	8573.8	2622.5	ø 8 2br. 15.0'
4.44	5.01	0.57	1.00	11700.7	7332.7	71744.9	15181.2	107.8	8573.8	3147.0	ø 8 2br. 12.5'

<b>Travata: Travata 105 Nodi 103 109</b>																
Nodo	x [m]	A <sub>fe</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>fi</sub> [cm <sup>2</sup> ]	q <sub>T</sub> [kg/m]	M <sub>rif</sub> [kgm]	M <sub>de</sub> [kgm]	M <sub>re</sub> [kgm]	x/d	M <sub>di</sub> [kgm]	M <sub>ri</sub> [kgm]	x/d	σ <sub>be</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>bi</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>fe</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>fi</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	w [mm]
<b>Trave Sez. 1 Rett. 30x60 [cm] T1_30x60</b>																
103	0.60	6.03	6.03			7483.0	12226.8	0.11	-19.3	-12226.8	0.11					
						SLE Rare	5097.4		0			0	41.1	1746.2	324.1	
						SLE Freq.	4566.1		0			0	36.8	1564.2	290.3	OK

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

				SLE Q.P.	4487.0				0			0	36.1	1537.1	285.2	OK
Camp.	3.13	6.03	8.04	4049.3	9020.1	0	12235.0	0.11	-11170.2	-15951.8	0.12					
				SLE Rare	0				-7612.8			55.1	0	479.5	1975.9	
				SLE Freq.	0				-6822.7			49.3	0	429.8	1770.8	OK
				SLE Q.P.	0				-6704.9			48.5	0	422.3	1740.2	OK
109	5.67	4.22	5.80			3982.2	8865.2	0.10	-1442.2	-11792.7	0.11					
				SLE Rare	2160.3				0			0	20.2	731.8	130.8	
				SLE Freq.	1936.8				0			0	18.1	656.1	117.3	OK
				SLE Q.P.	1903.5				0			0	17.8	644.8	115.2	OK

Da [m]	A [m]	Dx [m]	cotg(θ)	V <sub>Ed</sub> [kg]	V <sub>Rd,c</sub> [kg]	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	T <sub>Ed</sub> [kgm]	T <sub>Rcd</sub> [kgm]	T <sub>Rsd</sub> [kgm]	Staffe
<b>Trave 103 109 Sez. 1 Rett. 30x60 [cm] T1_30x60</b>											
0.96	1.53	0.57	1.00	12056.0	7332.7	71744.9	15181.2	92.3	8573.8	3147.0	ø 8 2br. 12.5'
1.53	5.01	3.48	1.00	10310.9	7462.5	71744.9	12651.0	92.3	8573.8	2622.5	ø 8 2br. 15.0'
5.01	5.58	0.57	1.00	11344.4	7239.6	71744.9	15181.2	92.3	8573.8	3147.0	ø 8 2br. 12.5'

<b>Travata: Travata 106 Nodi 104 110</b>																
Nodo	x [m]	A <sub>fe</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>fi</sub> [cm <sup>2</sup> ]	q <sub>T</sub> [kg/m]	M <sub>rif</sub> [kgm]	M <sub>de</sub> [kgm]	M <sub>re</sub> [kgm]	x/d	M <sub>di</sub> [kgm]	M <sub>ri</sub> [kgm]	x/d	σ <sub>be</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>bi</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>fe</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>fi</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	w [mm]
<b>Trave Sez. 1 Rett. 30x60 [cm] T1_30x60</b>																
104	0.60	6.03	6.03			7483.0	12226.8	0.11	-19.3	-12226.8	0.11					
						SLE Rare	5097.4			0		0	41.1	1746.2	324.1	
						SLE Freq.	4566.1			0		0	36.8	1564.2	290.3	OK
						SLE Q.P.	4487.0			0		0	36.1	1537.1	285.2	OK
Camp.	3.13	6.03	8.04	4049.3	9020.1	0	12235.0	0.11	-11170.2	-15951.8	0.12					
						SLE Rare	0			-7612.8		55.1	0	479.5	1975.9	
						SLE Freq.	0			-6822.7		49.3	0	429.8	1770.8	OK
						SLE Q.P.	0			-6704.9		48.5	0	422.3	1740.2	OK
110	5.67	4.22	5.80			3982.2	8865.2	0.10	-1442.3	-11792.7	0.11					
						SLE Rare	2160.3			0		0	20.2	731.8	130.8	
						SLE Freq.	1936.8			0		0	18.1	656.1	117.3	OK
						SLE Q.P.	1903.5			0		0	17.8	644.8	115.2	OK

Da [m]	A [m]	Dx [m]	cotg(θ)	V <sub>Ed</sub> [kg]	V <sub>Rd,c</sub> [kg]	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	T <sub>Ed</sub> [kgm]	T <sub>Rcd</sub> [kgm]	T <sub>Rsd</sub> [kgm]	Staffe
<b>Trave 104 110 Sez. 1 Rett. 30x60 [cm] T1_30x60</b>											
0.96	1.53	0.57	1.00	12056.0	7332.7	71744.9	15181.2	92.3	8573.8	3147.0	ø 8 2br. 12.5'
1.53	5.01	3.48	1.00	10310.9	7332.7	71744.9	12651.0	92.3	8573.8	2622.5	ø 8 2br. 15.0'
5.01	5.58	0.57	1.00	11344.4	7239.6	71744.9	15181.2	92.3	8573.8	3147.0	ø 8 2br. 12.5'

<b>Travata: Travata 107 Nodi 105 111</b>																
Nodo	x [m]	A <sub>fe</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>fi</sub> [cm <sup>2</sup> ]	q <sub>T</sub> [kg/m]	M <sub>rif</sub> [kgm]	M <sub>de</sub> [kgm]	M <sub>re</sub> [kgm]	x/d	M <sub>di</sub> [kgm]	M <sub>ri</sub> [kgm]	x/d	σ <sub>be</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>bi</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>fe</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>fi</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	w [mm]
<b>Trave Sez. 1 Rett. 30x60 [cm] T1_30x60</b>																
105	0.30	4.22	5.80			4196.5	8865.2	0.10	-2015.0	-11792.7	0.11					

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

					SLE Rare	1889.6			0			0	17.6	640.1	114.4		
					SLE Freq.	1693.0			0			0	15.8	573.5	102.5	OK	
					SLE Q.P.	1663.7			0			0	15.5	563.6	100.7	OK	
Camp.	2.83	6.03	8.04		3874.2	8629.9		0	12235.0	0.11	-10580.6	-15951.8	0.12				
					SLE Rare	0			-7218.2				52.2	0	454.7	1873.4	
					SLE Freq.	0			-6475.5				46.8	0	407.9	1680.7	OK
					SLE Q.P.	0			-6364.8				46.0	0	400.9	1651.9	OK
111	5.37	6.03	6.03			7813.7	12226.8	0.11	-38.0	-12226.8	0.11						
					SLE Rare	5222.2			0				0	42.1	1789.0	332.0	
					SLE Freq.	4685.4			0				0	37.7	1605.1	297.9	OK
					SLE Q.P.	4605.4			0				0	37.1	1577.7	292.8	OK

Da [m]	A [m]	Dx [m]	cotg(θ)	V <sub>Ed</sub> [kg]	V <sub>Rd,c</sub> [kg]	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	T <sub>Ed</sub> [kgm]	T <sub>Rcd</sub> [kgm]	T <sub>Rsd</sub> [kgm]	Staffe
<b>Trave 105 111 Sez. 1 Rett. 30x60 [cm] T1_30x60</b>											
0.39	0.96	0.57	1.00	11065.6	7239.6	71744.9	15181.2	107.8	8573.8	3147.0	ø 8 2br. 12.5'
0.96	4.44	3.48	1.00	10100.8	7332.7	71744.9	12651.0	107.8	8573.8	2622.5	ø 8 2br. 15.0'
4.44	5.01	0.57	1.00	11700.7	7332.7	71744.9	15181.2	107.8	8573.8	3147.0	ø 8 2br. 12.5'

<b>Travata: Travata 108 Nodi 112 106</b>																
Nodo	x [m]	A <sub>fe</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>fi</sub> [cm <sup>2</sup> ]	q <sub>T</sub> [kg/m]	M <sub>rif</sub> [kgm]	M <sub>de</sub> [kgm]	M <sub>re</sub> [kgm]	x/d	M <sub>di</sub> [kgm]	M <sub>ri</sub> [kgm]	x/d	σ <sub>be</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>bi</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>fe</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	σ <sub>fi</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ]	W mm
<b>Trave Sez. 1 Rett. 30x60 [cm] T1_30x60</b>																
112	0.30	4.22	5.80			4158.0	8865.2	0.10	-2483.8	-11792.7	0.11					
						SLE Rare	1308.8					0	12.2	443.4	79.2	
						SLE Freq.	1188.6					0	11.1	402.6	72.0	OK
						SLE Q.P.	1170.6					0	10.9	396.6	70.9	OK
Camp.	2.83	6.03	6.03	2589.6	5768.6		0	12226.8	0.11	-7282.8	-12226.8	0.11				
						SLE Rare	0			-5022.3		40.5	0	319.3	1720.5	
						SLE Freq.	0			-4554.6		36.7	0	289.5	1560.3	OK
						SLE Q.P.	0			-4484.9		36.1	0	285.1	1536.4	OK
106	5.37	6.03	6.03			6780.3	12226.8	0.11	-1908.7	-12226.8	0.11					
						SLE Rare	3180.6					0	25.6	1089.6	202.2	
						SLE Freq.	2887.4					0	23.3	989.1	183.6	OK
						SLE Q.P.	2843.7					0	22.9	974.2	180.8	OK

Da [m]	A [m]	Dx [m]	cotg(θ)	V <sub>Ed</sub> [kg]	V <sub>Rd,c</sub> [kg]	V <sub>Rcd</sub> [kg]	V <sub>Rd</sub> [kg]	T <sub>Ed</sub> [kgm]	T <sub>Rcd</sub> [kgm]	T <sub>Rsd</sub> [kgm]	Staffe
<b>Trave 112 106 Sez. 1 Rett. 30x60 [cm] T1_30x60</b>											
0.39	0.96	0.57	1.00	9020.7	7239.6	71744.9	15181.2	132.4	8573.8	3147.0	ø 8 2br. 12.5'
0.96	4.44	3.48	1.00	8560	7332.7	71744.9	12651.0	132.4	8573.8	2622.5	ø 8 2br. 15.0'
4.44	5.01	0.57	1.00	9655.8	7332.7	71744.9	15181.2	132.4	8573.8	3147.0	ø 8 2br. 12.5'

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

## 9.2 Verifiche pilastri

### Modalità di verifica

I pilastri vengono verificati (a discrezione dell'operatore) secondo le seguenti modalità:

- Presso-tenso flessione deviata.
- Presso-tenso flessione retta. In tale caso viene svolta prima la verifica a presso-tenso flessione considerando come azioni agenti lo sforzo normale ed il momento  $M_x$  agente sulla sezione poi, disgiuntamente, considerando come azioni agenti lo sforzo normale e l'altro momento  $M_y$ . A discrezione dell'operatore tali momenti (a favore della sicurezza) possono essere incrementati di un fattore di amplificazione anch'esso a discrezione dell'utente.

Per ogni pilastro le verifiche vengono svolte sia nella sezione di sommità che in quella di base in tutte le combinazioni di carico.

Nelle stampe vengono quindi riportate per le due sezioni di verifica succitate:

La combinazione di carico, le sollecitazioni (sforzo normale e momenti) che inducono le massime tensioni nel calcestruzzo, nel ferro teso e nel ferro compresso.

Il programma, per ogni sezione, una volta posizionati i ferri d'angolo sulla sezione, introduce lungo i bordi eventuali ferri di completamento così da rispettare l'interasse massimo fra i ferri imposto dall'operatore.

La verifica procede considerando (quanto a diametri) fissi i ferri di bordo, eventualmente introdotti, ed incrementando negli angoli il numero di ferri presenti ovvero il diametro degli stessi.

Tutti gli angoli della sezione vengono armati nella stesso modo sia quanto a diametro dei ferri presenti che quanto a numero di ferri. Si noti che in ottemperanza a quanto prescritto nel punto 3.1.3 del D.M. 14 febbraio 1992, il programma, qualora la tensione media dell'intera sezione superi la tensione ammissibile per compressione semplice, considera tale situazione non verificata benchè possa risultare soddisfatta la verifica a presso-flessione utilizzando la sigma massima del calcestruzzo impiegato.

### Sezioni Impiegate:

SEZIONE 1 P1 – dimensioni → b= 30 cm h= 60 cm								
Criterio	Calcestruzzo	$\gamma_M$	F.C.	$f_{ck}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{RARE}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{FREQ}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{QP}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
Verpil	C35/45	1.50	1.00	350	198.3	210	350	157.5

Criterio	Acciaio	$\gamma_M$	F.C.	$f_{yk}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{yRARE}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{yFREQ}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{yQP}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	Copr. [cm]	Verifica	cotg $\theta$
Verpil	B 450 C	1.15	1.00	4500	3913.0	3600	4500	4500	5.00	Deviate	1.00

SEZIONE 2 P2 – dimensioni → b= 60 cm h= 30 cm								
Criterio	Calcestruzzo	$\gamma_M$	F.C.	$f_{ck}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$f_{cd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{RARE}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{FREQ}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{QP}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
Verpil	C35/45	1.50	1.00	350	198.3	210	350	157.5

Criterio	Acciaio	$\gamma_M$	F.C.	$f_{yk}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$f_{yd}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{yRARE}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{yFREQ}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{yQP}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	Copr. [cm]	Verifica	cotg $\theta$
Verpil	B 450 C	1.15	1.00	4500	3913.0	3600	4500	4500	5.00	Deviate	1.00

- L'area complessiva dei bracci di staffa A<sub>St</sub> è l'area totale delle staffe in entrambe le direzioni.
- Le staffe disposte rispettano il rapporto meccanico volumetrico della staffatura di confinamento all'interno della zone critiche. La quantità di staffe per unità di lunghezza per duttilità viene disposta nelle sole zone critiche.
- L'azione tagliante plastica è calcolata in accordo con EC8 5.4.2.3. Formula 5.9 Ai fini della valutazione dei momenti resistenti del pilastro nei due piani si assume lo sforzo assiale N pari al valore medio dello sforzo assiale nelle combinazioni di carico sismiche. I momenti resistenti sono valutati indipendentemente nei due piani.
- Fattore di sovrarresistenza  $\gamma_{R,d}$  (Nuovi) = 1.10  $\gamma_{R,d}$  (Esistenti) = 0
- Impostazioni di verifica delle sezioni delle pareti → Minimi Cap 7 NTC 2018

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

**Pilastro: 1/101 / L 2.50[m] / Sezione 1 B 30 H 60 [cm]**

**Af:**  $8 \varnothing 18 = 20.36 \text{ [cm}^2\text{]} < 1\varnothing 18 \times 4 V + 0\varnothing 18 \times 2 B + 2\varnothing 18 \times 2 H >$

**Staffe:**  $\varnothing 8 \text{ 3br.x5br./12.5} \times 60 - \varnothing 8 \text{ 3br.x5br./15.0} \times 130 - \varnothing 8 \text{ 3br.x5br./12.5} \times 60$

Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N	M <sub>12</sub>	M <sub>13</sub>	α <sub>12</sub>	α <sub>13</sub>	Sd/Sr
1	22	-8283.9	8449.5	-812.6	1.44	1.00	0.36
101	22	-6888.9	-8449.5	500.1	1.00	1.00	0.36

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	cotg(θ) <sub>12</sub>	V <sub>d12</sub> [kg]	V <sub>Rd12</sub> [kg]	S/R <sub>12</sub> [kg]	cotg(θ) <sub>13</sub>	V <sub>d13</sub> [kg]	V <sub>Rd13</sub> [kg]	S/R <sub>13</sub> [kg]	Staffe	ω <sub>wd</sub>
0	0.60	1.00	15235.1	22771.8	0.67	1.00	3997.9	16710.7	0.24	∅ 8 3br.x5br./12.5	0.205
0.60	1.90	1.00	15235.1	18976.5	0.80	1.00	3997.9	13925.6	0.29	∅ 8 3br.x5br./15.0	0.171
1.90	2.50	1.00	15235.1	22771.8	0.67	1.00	3997.9	16710.7	0.24	∅ 8 3br.x5br./12.5	0.205

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [kg]	M <sub>12</sub> [kgm]	M <sub>13</sub> [kgm]	σ [kg/cm <sup>2</sup> ]
<b>Combinazioni Rare</b>					
1	Ft. 28	-7673.1	333.1	127.6	-26.1
	σ <sub>s,c</sub> 26	-8081.6	359.4	127.7	-87.6
	σ <sub>cls,Max</sub> 26	-8081.6	359.4	127.7	-6.8
	σ <sub>cls,Med</sub> 26	-8081.6	359.4	127.7	-3.8
101	Ft. 26	-6686.6	-4570.2	-323.6	999.4
	σ <sub>s,c</sub> 26	-6686.6	-4570.2	-323.6	-456.3
	σ <sub>cls,Max</sub> 26	-6686.6	-4570.2	-323.6	-46.5
	σ <sub>cls,Med</sub> 26	-6686.6	-4570.2	-323.6	-19.8
<b>Combinazioni Frequenti</b>					
1	Ft. 35	-7477.0	320.4	127.5	-25.4
	σ <sub>s,c</sub> 36	-7555.4	325.5	127.6	-82.0
	σ <sub>cls,Max</sub> 36	-7555.4	325.5	127.6	-6.4
	σ <sub>cls,Med</sub> 36	-7555.4	325.5	127.6	-3.6
101	Ft. 36	-6160.4	-4142.4	-323.0	906.6
	σ <sub>s,c</sub> 36	-6160.4	-4142.4	-323.0	-419.2
	σ <sub>cls,Max</sub> 36	-6160.4	-4142.4	-323.0	-42.7
	σ <sub>cls,Med</sub> 36	-6160.4	-4142.4	-323.0	-18.0
<b>Combinazioni Quasi Permanenti</b>					
1	Ft. 44	-7477.0	320.4	127.5	-25.4
	σ <sub>s,c</sub> 44	-7477.0	320.4	127.5	-81.2
	σ <sub>cls,Max</sub> 44	-7477.0	320.4	127.5	-6.3
	σ <sub>cls,Med</sub> 44	-7477.0	320.4	127.5	-3.6
101	Ft. 44	-6082.0	-4078.6	-322.9	892.8
	σ <sub>s,c</sub> 44	-6082.0	-4078.6	-322.9	-413.7
	σ <sub>cls,Max</sub> 44	-6082.0	-4078.6	-322.9	-42.2
	σ <sub>cls,Med</sub> 44	-6082.0	-4078.6	-322.9	-17.7

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

**Pilastro: 2/102 / L 2.50[m] / Sezione 2 B 60 H 30 [cm]**

**Af:**  $8 \phi 18 = 20.36 \text{ [cm}^2\text{]} < 1\phi 18 \times 4 V + 2\phi 18 \times 2 B + 0\phi 18 \times 2 H >$

**Staffe:**  $\phi 8 \text{ 5br.x3br./12.5} \times 60 - \phi 8 \text{ 5br.x3br./20} \times 130 - \phi 8 \text{ 5br.x3br./12.5} \times 60$

Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N	M <sub>12</sub>	M <sub>13</sub>	α <sub>12</sub>	α <sub>13</sub>	Sd/Sr
2	22	-10601.4	4796.0	-2960.5	1.27	1.00	0.45
102	22	-9206.4	-4796.0	2704.1	1.00	1.00	0.46

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	cotg(θ) <sub>12</sub>	V <sub>d12</sub> [kg]	V <sub>Rd12</sub> [kg]	S/R <sub>12</sub> [kg]	cotg(θ) <sub>13</sub>	V <sub>d13</sub> [kg]	V <sub>Rd13</sub> [kg]	S/R <sub>13</sub> [kg]	Staffe	ω <sub>wd</sub>
0	0.60	1.00	9136.1	16710.7	0.55	1.00	10763.9	22771.8	0.47	ø 8 5br.x3br./12.5	0.205
0.60	1.90	1.00	9136.1	10444.2	0.87	1.00	10763.9	14232.4	0.76	ø 8 5br.x3br./20	0.128
1.90	2.50	1.00	9136.1	16710.7	0.55	1.00	10763.9	22771.8	0.47	ø 8 5br.x3br./12.5	0.205

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [kg]	M <sub>12</sub> [kgm]	M <sub>13</sub> [kgm]	σ [kg/cm <sup>2</sup> ]
<b>Combinazioni Rare</b>					
2	Ft. 26	-10687.2	721.7	-123.0	-3.3
	σ <sub>s,c</sub> 26	-10687.2	721.7	-123.0	-143.1
	σ <sub>cls,Max</sub> 26	-10687.2	721.7	-123.0	-13.0
	σ <sub>cls,Med</sub> 26	-10687.2	721.7	-123.0	-6.2
102	Ft. 26	-9292.2	-2705.1	431.1	912.8
	σ <sub>s,c</sub> 26	-9292.2	-2705.1	431.1	-318.9
	σ <sub>cls,Max</sub> 26	-9292.2	-2705.1	431.1	-52.6
	σ <sub>cls,Med</sub> 26	-9292.2	-2705.1	431.1	-24.1
<b>Combinazioni Frequenti</b>					
2	Ft. 36	-9933.9	646.6	-123.5	-6.3
	σ <sub>s,c</sub> 36	-9933.9	646.6	-123.5	-131.2
	σ <sub>cls,Max</sub> 36	-9933.9	646.6	-123.5	-11.8
	σ <sub>cls,Med</sub> 36	-9933.9	646.6	-123.5	-5.6
102	Ft. 36	-8538.9	-2426.4	434.8	815.1
	σ <sub>s,c</sub> 36	-8538.9	-2426.4	434.8	-294.1
	σ <sub>cls,Max</sub> 36	-8538.9	-2426.4	434.8	-47.6
	σ <sub>cls,Med</sub> 36	-8538.9	-2426.4	434.8	-21.6
<b>Combinazioni Quasi Permanenti</b>					
2	Ft. 44	-9821.6	635.4	-123.6	-6.7
	σ <sub>s,c</sub> 44	-9821.6	635.4	-123.6	-129.4
	σ <sub>cls,Max</sub> 44	-9821.6	635.4	-123.6	-11.7
	σ <sub>cls,Med</sub> 44	-9821.6	635.4	-123.6	-5.5
102	Ft. 44	-8426.6	-2384.9	435.4	800.6
	σ <sub>s,c</sub> 44	-8426.6	-2384.9	435.4	-290.4
	σ <sub>cls,Max</sub> 44	-8426.6	-2384.9	435.4	-46.9
	σ <sub>cls,Med</sub> 44	-8426.6	-2384.9	435.4	-21.2

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

**Pilastro: 3/103 / L 2.50[m] / Sezione 1 B 30 H 60 [cm]**

**Af:**  $8 \varnothing 18 = 20.36 \text{ [cm}^2\text{]} < 1\varnothing 18 \times 4 V + 0\varnothing 18 \times 2 B + 2\varnothing 18 \times 2 H >$

**Staffe:**  $\varnothing 8 \text{ 3br.x5br./12.5} \times 60 - \varnothing 8 \text{ 3br.x5br./15.0} \times 130 - \varnothing 8 \text{ 3br.x5br./12.5} \times 60$

Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N	M <sub>12</sub>	M <sub>13</sub>	α <sub>12</sub>	α <sub>13</sub>	Sd/Sr
3	22	-12446.6	9354.9	-878.6	1.72	1.00	0.37
103	1	-15513.6	-10335.0	-236.6	1.00	1.00	0.38

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	cotg(θ) <sub>12</sub>	V <sub>d12</sub> [kg]	V <sub>Rd12</sub> [kg]	S/R <sub>12</sub> [kg]	cotg(θ) <sub>13</sub>	V <sub>d13</sub> [kg]	V <sub>Rd13</sub> [kg]	S/R <sub>13</sub> [kg]	Staffe	ω <sub>wd</sub>
0	0.60	1.00	15740.9	22771.8	0.69	1.00	4039.2	16710.7	0.24	∅ 8 3br.x5br./12.5	0.205
0.60	1.90	1.00	15740.9	18976.5	0.83	1.00	4039.2	13925.6	0.29	∅ 8 3br.x5br./15.0	0.171
1.90	2.50	1.00	15740.9	22771.8	0.69	1.00	4039.2	16710.7	0.24	∅ 8 3br.x5br./12.5	0.205

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [kg]	M <sub>12</sub> [kgm]	M <sub>13</sub> [kgm]	σ [kg/cm <sup>2</sup> ]
<b>Combinazioni Rare</b>					
3	Ft. 26	-12202.2	1120.8	75.9	-18.9
	σ <sub>s,c</sub> 26	-12202.2	1120.8	75.9	-155.0
	σ <sub>cls,Max</sub> 26	-12202.2	1120.8	75.9	-11.8
	σ <sub>cls,Med</sub> 26	-12202.2	1120.8	75.9	-5.8
103	Ft. 26	-10807.2	-7041.9	-179.6	1448.7
	σ <sub>s,c</sub> 26	-10807.2	-7041.9	-179.6	-649.1
	σ <sub>cls,Max</sub> 26	-10807.2	-7041.9	-179.6	-64.5
	σ <sub>cls,Med</sub> 26	-10807.2	-7041.9	-179.6	-30.3
<b>Combinazioni Frequenti</b>					
3	Ft. 36	-11293.8	1001.9	73.9	-19.2
	σ <sub>s,c</sub> 36	-11293.8	1001.9	73.9	-141.8
	σ <sub>cls,Max</sub> 36	-11293.8	1001.9	73.9	-10.8
	σ <sub>cls,Med</sub> 36	-11293.8	1001.9	73.9	-5.4
103	Ft. 36	-9898.8	-6309.5	-177.7	1289.6
	σ <sub>s,c</sub> 36	-9898.8	-6309.5	-177.7	-585.7
	σ <sub>cls,Max</sub> 36	-9898.8	-6309.5	-177.7	-58.1
	σ <sub>cls,Med</sub> 36	-9898.8	-6309.5	-177.7	-27.2
<b>Combinazioni Quasi Permanenti</b>					
3	Ft. 44	-11158.4	984.2	73.6	-19.2
	σ <sub>s,c</sub> 44	-11158.4	984.2	73.6	-139.8
	σ <sub>cls,Max</sub> 44	-11158.4	984.2	73.6	-10.7
	σ <sub>cls,Med</sub> 44	-11158.4	984.2	73.6	-5.3
103	Ft. 44	-9763.4	-6200.3	-177.4	1265.9
	σ <sub>s,c</sub> 44	-9763.4	-6200.3	-177.4	-576.2
	σ <sub>cls,Max</sub> 44	-9763.4	-6200.3	-177.4	-57.2
	σ <sub>cls,Med</sub> 44	-9763.4	-6200.3	-177.4	-26.7

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

**Pilastro: 4/104 / L 2.50[m] / Sezione 1 B 30 H 60 [cm]**

**Af:**  $8 \phi 18 = 20.36 \text{ [cm}^2\text{]} < 1\phi 18 \times 4 V + 0\phi 18 \times 2 B + 2\phi 18 \times 2 H >$

**Staffe:**  $\phi 8 \text{ 3br.} \times 5\text{br.} / 12.5 \times 60 - \phi 8 \text{ 3br.} \times 5\text{br.} / 15.0 \times 130 - \phi 8 \text{ 3br.} \times 5\text{br.} / 12.5 \times 60$

Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N	M <sub>12</sub>	M <sub>13</sub>	α <sub>12</sub>	α <sub>13</sub>	Sd/Sr
4	25	-12446.6	9354.9	878.6	1.72	1.00	0.37
104	1	-15513.6	-10335.0	236.6	1.00	1.00	0.38

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	cotg(θ) <sub>12</sub>	V <sub>d12</sub> [kg]	V <sub>Rd12</sub> [kg]	S/R <sub>12</sub> [kg]	cotg(θ) <sub>13</sub>	V <sub>d13</sub> [kg]	V <sub>Rd13</sub> [kg]	S/R <sub>13</sub> [kg]	Staffe	ω <sub>wd</sub>
0	0.60	1.00	15740.9	22771.8	0.69	1.00	4039.2	16710.7	0.24	ø 8 3br.x5br./12.5	0.205
0.60	1.90	1.00	15740.9	18976.5	0.83	1.00	4039.2	13925.6	0.29	ø 8 3br.x5br./15.0	0.171
1.90	2.50	1.00	15740.9	22771.8	0.69	1.00	4039.2	16710.7	0.24	ø 8 3br.x5br./12.5	0.205

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [kg]	M <sub>12</sub> [kgm]	M <sub>13</sub> [kgm]	σ [kg/cm <sup>2</sup> ]
<b>Combinazioni Rare</b>					
4	Ft. 26	-12202.2	1120.8	-75.9	-18.9
	σ <sub>s,c</sub> 26	-12202.2	1120.8	-75.9	-155.0
	σ <sub>cls,Max</sub> 26	-12202.2	1120.8	-75.9	-11.8
	σ <sub>cls,Med</sub> 26	-12202.2	1120.8	-75.9	-5.8
104	Ft. 26	-10807.2	-7041.9	179.6	1448.7
	σ <sub>s,c</sub> 26	-10807.2	-7041.9	179.6	-649.1
	σ <sub>cls,Max</sub> 26	-10807.2	-7041.9	179.6	-64.5
	σ <sub>cls,Med</sub> 26	-10807.2	-7041.9	179.6	-30.3
<b>Combinazioni Frequenti</b>					
4	Ft. 36	-11293.8	1001.9	-73.9	-19.2
	σ <sub>s,c</sub> 36	-11293.8	1001.9	-73.9	-141.8
	σ <sub>cls,Max</sub> 36	-11293.8	1001.9	-73.9	-10.8
	σ <sub>cls,Med</sub> 36	-11293.8	1001.9	-73.9	-5.4
104	Ft. 36	-9898.8	-6309.5	177.6	1289.6
	σ <sub>s,c</sub> 36	-9898.8	-6309.5	177.6	-585.7
	σ <sub>cls,Max</sub> 36	-9898.8	-6309.5	177.6	-58.1
	σ <sub>cls,Med</sub> 36	-9898.8	-6309.5	177.6	-27.2
<b>Combinazioni Quasi Permanenti</b>					
4	Ft. 44	-11158.4	984.2	-73.6	-19.2
	σ <sub>s,c</sub> 44	-11158.4	984.2	-73.6	-139.8
	σ <sub>cls,Max</sub> 44	-11158.4	984.2	-73.6	-10.7
	σ <sub>cls,Med</sub> 44	-11158.4	984.2	-73.6	-5.3
104	Ft. 44	-9763.4	-6200.3	177.4	1265.9
	σ <sub>s,c</sub> 44	-9763.4	-6200.3	177.4	-576.2
	σ <sub>cls,Max</sub> 44	-9763.4	-6200.3	177.4	-57.2
	σ <sub>cls,Med</sub> 44	-9763.4	-6200.3	177.4	-26.7

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

**Pilastro: 105/5 / L 2.50[m] / Sezione 2 B 60 H 30 [cm]**

**Af:**  $8 \phi 18 = 20.36 [cm^2] < 1\phi 18 \times 4 V + 2\phi 18 \times 2 B + 0\phi 18 \times 2 H >$

**Staffe:**  $\phi 8 \text{ 5br.x3br./12.5} \times 60 - \phi 8 \text{ 5br.x3br./20} \times 130 - \phi 8 \text{ 5br.x3br./12.5} \times 60$

Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N	M <sub>12</sub>	M <sub>13</sub>	α <sub>12</sub>	α <sub>13</sub>	Sd/Sr
105	25	-9206.4	-4796.0	2704.1	1.00	1.00	0.46
5	25	-10601.4	4796.0	-2960.5	1.27	1.00	0.45

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	cotg(θ) <sub>12</sub>	V <sub>d12</sub> [kg]	V <sub>Rd12</sub> [kg]	S/R <sub>12</sub> [kg]	cotg(θ) <sub>13</sub>	V <sub>d13</sub> [kg]	V <sub>Rd13</sub> [kg]	S/R <sub>13</sub> [kg]	Staffe	ω <sub>wd</sub>
0.60	1.20	1.00	9136.1	16710.7	0.55	1.00	10763.9	22771.8	0.47	ø 8 5br.x3br./12.5	0.205
1.20	2.50	1.00	9136.1	10444.2	0.87	1.00	10763.9	14232.4	0.76	ø 8 5br.x3br./20	0.128
2.50	3.10	1.00	9136.1	16710.7	0.55	1.00	10763.9	22771.8	0.47	ø 8 5br.x3br./12.5	0.205

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [kg]	M <sub>12</sub> [kgm]	M <sub>13</sub> [kgm]	σ [kg/cm <sup>2</sup> ]
<b>Combinazioni Rare</b>					
105	Ft. 26	-9292.2	-2705.1	431.1	912.8
	σ <sub>s,c</sub> 26	-9292.2	-2705.1	431.1	-318.9
	σ <sub>cls,Max</sub> 26	-9292.2	-2705.1	431.1	-52.6
	σ <sub>cls,Med</sub> 26	-9292.2	-2705.1	431.1	-24.1
5	Ft. 26	-10687.2	721.7	-123.0	-3.3
	σ <sub>s,c</sub> 26	-10687.2	721.7	-123.0	-143.1
	σ <sub>cls,Max</sub> 26	-10687.2	721.7	-123.0	-13.0
	σ <sub>cls,Med</sub> 26	-10687.2	721.7	-123.0	-6.2
<b>Combinazioni Frequenti</b>					
105	Ft. 36	-8538.9	-2426.4	434.8	815.1
	σ <sub>s,c</sub> 36	-8538.9	-2426.4	434.8	-294.1
	σ <sub>cls,Max</sub> 36	-8538.9	-2426.4	434.8	-47.6
	σ <sub>cls,Med</sub> 36	-8538.9	-2426.4	434.8	-21.6
5	Ft. 36	-9933.9	646.6	-123.5	-6.3
	σ <sub>s,c</sub> 36	-9933.9	646.6	-123.5	-131.2
	σ <sub>cls,Max</sub> 36	-9933.9	646.6	-123.5	-11.8
	σ <sub>cls,Med</sub> 36	-9933.9	646.6	-123.5	-5.6
<b>Combinazioni Quasi Permanenti</b>					
105	Ft. 44	-8426.6	-2384.9	435.4	800.6
	σ <sub>s,c</sub> 44	-8426.6	-2384.9	435.4	-290.4
	σ <sub>cls,Max</sub> 44	-8426.6	-2384.9	435.4	-46.9
	σ <sub>cls,Med</sub> 44	-8426.6	-2384.9	435.4	-21.2
5	Ft. 44	-9821.6	635.4	-123.6	-6.7
	σ <sub>s,c</sub> 44	-9821.6	635.4	-123.6	-129.4
	σ <sub>cls,Max</sub> 44	-9821.6	635.4	-123.6	-11.7
	σ <sub>cls,Med</sub> 44	-9821.6	635.4	-123.6	-5.5

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

**Pilastro: 6/106 / L 2.50[m] / Sezione 1 B 30 H 60 [cm]**

**Af:**  $8 \varnothing 18 = 20.36 \text{ [cm}^2\text{]} < 1\varnothing 18 \times 4 V + 0\varnothing 18 \times 2 B + 2\varnothing 18 \times 2 H >$

**Staffe:**  $\varnothing 8 \text{ 3br.x5br./12.5} \times 60 - \varnothing 8 \text{ 3br.x5br./15.0} \times 130 - \varnothing 8 \text{ 3br.x5br./12.5} \times 60$

Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N	M <sub>12</sub>	M <sub>13</sub>	α <sub>12</sub>	α <sub>13</sub>	Sd/Sr
6	25	-8283.9	8449.5	812.6	1.44	1.00	0.36
106	25	-6888.9	-8449.5	-500.1	1.00	1.00	0.36

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	cotg(θ) <sub>12</sub>	V <sub>d12</sub> [kg]	V <sub>Rd12</sub> [kg]	S/R <sub>12</sub> [kg]	cotg(θ) <sub>13</sub>	V <sub>d13</sub> [kg]	V <sub>Rd13</sub> [kg]	S/R <sub>13</sub> [kg]	Staffe	ω <sub>wd</sub>
0	0.60	1.00	15235.1	22771.8	0.67	1.00	3997.9	16710.7	0.24	∅ 8 3br.x5br./12.5	0.205
0.60	1.90	1.00	15235.1	18976.5	0.80	1.00	3997.9	13925.6	0.29	∅ 8 3br.x5br./15.0	0.171
1.90	2.50	1.00	15235.1	22771.8	0.67	1.00	3997.9	16710.7	0.24	∅ 8 3br.x5br./12.5	0.205

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [kg]	M <sub>12</sub> [kgm]	M <sub>13</sub> [kgm]	σ [kg/cm <sup>2</sup> ]
<b>Combinazioni Rare</b>					
6	Ft. 28	-7673.1	333.1	-127.6	-26.1
	σ <sub>s,c</sub> 26	-8081.6	359.4	-127.7	-87.6
	σ <sub>cls,Max</sub> 26	-8081.6	359.4	-127.7	-6.8
	σ <sub>cls,Med</sub> 26	-8081.6	359.4	-127.7	-3.8
106	Ft. 26	-6686.6	-4570.2	323.6	999.4
	σ <sub>s,c</sub> 26	-6686.6	-4570.2	323.6	-456.3
	σ <sub>cls,Max</sub> 26	-6686.6	-4570.2	323.6	-46.5
	σ <sub>cls,Med</sub> 26	-6686.6	-4570.2	323.6	-19.8
<b>Combinazioni Frequenti</b>					
6	Ft. 35	-7477.0	320.4	-127.5	-25.4
	σ <sub>s,c</sub> 36	-7555.4	325.5	-127.6	-82.0
	σ <sub>cls,Max</sub> 36	-7555.4	325.5	-127.6	-6.4
	σ <sub>cls,Med</sub> 36	-7555.4	325.5	-127.6	-3.6
106	Ft. 36	-6160.4	-4142.4	323.0	906.6
	σ <sub>s,c</sub> 36	-6160.4	-4142.4	323.0	-419.2
	σ <sub>cls,Max</sub> 36	-6160.4	-4142.4	323.0	-42.7
	σ <sub>cls,Med</sub> 36	-6160.4	-4142.4	323.0	-18.0
<b>Combinazioni Quasi Permanenti</b>					
6	Ft. 44	-7477.0	320.4	-127.5	-25.4
	σ <sub>s,c</sub> 44	-7477.0	320.4	-127.5	-81.2
	σ <sub>cls,Max</sub> 44	-7477.0	320.4	-127.5	-6.3
	σ <sub>cls,Med</sub> 44	-7477.0	320.4	-127.5	-3.6
106	Ft. 44	-6082.0	-4078.6	322.9	892.8
	σ <sub>s,c</sub> 44	-6082.0	-4078.6	322.9	-413.7
	σ <sub>cls,Max</sub> 44	-6082.0	-4078.6	322.9	-42.2
	σ <sub>cls,Med</sub> 44	-6082.0	-4078.6	322.9	-17.7

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

**Pilastro: 107/7 / L 2.50[m] / Sezione 2 B 60 H 30 [cm]**

**Af:**  $8 \phi 18 = 20.36 \text{ [cm}^2\text{]} < 1\phi 18 \times 4 \text{ V} + 2\phi 18 \times 2 \text{ B} + 0\phi 18 \times 2 \text{ H} >$

**Staffe:**  $\phi 8 \text{ 5br.x3br./12.5} \times 60 - \phi 8 \text{ 5br.x3br./15.0} \times 130 - \phi 8 \text{ 5br.x3br./12.5} \times 60$

**Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.**

Nodo	Comb	N	M <sub>12</sub>	M <sub>13</sub>	α <sub>12</sub>	α <sub>13</sub>	Sd/Sr
107	17	-6858.1	5113.7	903.7	1.00	1.00	0.50
7	17	-8253.1	-5113.7	-903.7	1.06	1.82	0.49

**Verifiche a Taglio**

Da [m]	A [m]	cotg(θ) <sub>12</sub>	V <sub>d12</sub> [kg]	V <sub>Rd12</sub> [kg]	S/R <sub>12</sub> [kg]	cotg(θ) <sub>13</sub>	V <sub>d13</sub> [kg]	V <sub>Rd13</sub> [kg]	S/R <sub>13</sub> [kg]	Staffe	ω <sub>wd</sub>
0.60	1.20	1.00	10557.6	16710.7	0.63	1.00	8162.9	22771.8	0.36	ø 8 5br.x3br./12.5	0.205
1.20	2.50	1.00	10557.6	13925.6	0.76	1.00	8162.9	18976.5	0.43	ø 8 5br.x3br./15.0	0.171
2.50	3.10	1.00	10557.6	16710.7	0.63	1.00	8162.9	22771.8	0.36	ø 8 5br.x3br./12.5	0.205

**Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.**

Nodo	Combinazione	N [kg]	M <sub>12</sub> [kgm]	M <sub>13</sub> [kgm]	σ [kg/cm <sup>2</sup> ]
<b>Combinazioni Rare</b>					
107	Ft. 26	-6140.4	2219.7	755.3	876.5
	σ <sub>s,c</sub> 26	-6140.4	2219.7	755.3	-294.0
	σ <sub>cls,Max</sub> 26	-6140.4	2219.7	755.3	-47.7
	σ <sub>cls,Med</sub> 26	-6140.4	2219.7	755.3	-20
7	Ft. 26	-7535.4	-833.2	-252.0	102.6
	σ <sub>s,c</sub> 26	-7535.4	-833.2	-252.0	-148.0
	σ <sub>cls,Max</sub> 26	-7535.4	-833.2	-252.0	-15.8
	σ <sub>cls,Med</sub> 26	-7535.4	-833.2	-252.0	-7.0
<b>Combinazioni Frequenti</b>					
107	Ft. 36	-5673.9	2011.3	749.3	797.7
	σ <sub>s,c</sub> 36	-5673.9	2011.3	749.3	-275.4
	σ <sub>cls,Max</sub> 36	-5673.9	2011.3	749.3	-43.9
	σ <sub>cls,Med</sub> 36	-5673.9	2011.3	749.3	-18.2
7	Ft. 36	-7068.9	-754.2	-245.8	87.0
	σ <sub>s,c</sub> 36	-7068.9	-754.2	-245.8	-136.8
	σ <sub>cls,Max</sub> 36	-7068.9	-754.2	-245.8	-14.4
	σ <sub>cls,Med</sub> 36	-7068.9	-754.2	-245.8	-6.3
<b>Combinazioni Quasi Permanenti</b>					
107	Ft. 44	-5604.4	1980.2	748.4	786.0
	σ <sub>s,c</sub> 44	-5604.4	1980.2	748.4	-272.6
	σ <sub>cls,Max</sub> 44	-5604.4	1980.2	748.4	-43.3
	σ <sub>cls,Med</sub> 44	-5604.4	1980.2	748.4	-17.9
7	Ft. 44	-6999.4	-742.4	-244.8	84.7
	σ <sub>s,c</sub> 44	-6999.4	-742.4	-244.8	-135.1
	σ <sub>cls,Max</sub> 44	-6999.4	-742.4	-244.8	-14.2
	σ <sub>cls,Med</sub> 44	-6999.4	-742.4	-244.8	-6.2

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

**Pilastro: 8/108 / L 2.50[m] / Sezione 1 B 30 H 60 [cm]**

**Af:**  $8 \varnothing 18 = 20.36 \text{ [cm}^2\text{]} < 1\varnothing 18 \times 4 V + 0\varnothing 18 \times 2 B + 2\varnothing 18 \times 2 H >$

**Staffe:**  $\varnothing 8 \text{ 3br.} \times 5\text{br.} / 12.5 \times 60 - \varnothing 8 \text{ 3br.} \times 5\text{br.} / 15.0 \times 130 - \varnothing 8 \text{ 3br.} \times 5\text{br.} / 12.5 \times 60$

Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N	M <sub>12</sub>	M <sub>13</sub>	α <sub>12</sub>	α <sub>13</sub>	Sd/Sr
8	16	-11632.9	-9857.9	-1020.3	1.64	1.08	0.40
108	16	-10237.9	9857.9	1020.3	1.00	1.00	0.41

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	cotg(θ) <sub>12</sub>	V <sub>d12</sub> [kg]	V <sub>Rd12</sub> [kg]	S/R <sub>12</sub> [kg]	cotg(θ) <sub>13</sub>	V <sub>d13</sub> [kg]	V <sub>Rd13</sub> [kg]	S/R <sub>13</sub> [kg]	Staffe	ω <sub>wd</sub>
0	0.60	1.00	17629.2	22771.8	0.77	1.00	4357.5	16710.7	0.26	∅ 8 3br.x5br./12.5	0.205
0.60	1.90	1.00	17629.2	18976.5	0.93	1.00	4357.5	13925.6	0.31	∅ 8 3br.x5br./15.0	0.171
1.90	2.50	1.00	17629.2	22771.8	0.77	1.00	4357.5	16710.7	0.26	∅ 8 3br.x5br./12.5	0.205

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [kg]	M <sub>12</sub> [kgm]	M <sub>13</sub> [kgm]	σ [kg/cm <sup>2</sup> ]
<b>Combinazioni Rare</b>					
8	Ft. 26	-11801.8	-1709.8	-45.0	29.4
	σ <sub>s,c</sub> 26	-11801.8	-1709.8	-45.0	-187.9
	σ <sub>cls,Max</sub> 26	-11801.8	-1709.8	-45.0	-14.8
	σ <sub>cls,Med</sub> 26	-11801.8	-1709.8	-45.0	-7.1
108	Ft. 26	-10406.8	7269.1	134.6	1526.1
	σ <sub>s,c</sub> 26	-10406.8	7269.1	134.6	-656.7
	σ <sub>cls,Max</sub> 26	-10406.8	7269.1	134.6	-65.6
	σ <sub>cls,Med</sub> 26	-10406.8	7269.1	134.6	-31.3
<b>Combinazioni Frequenti</b>					
8	Ft. 36	-10934.4	-1537.6	-44.7	22.3
	σ <sub>s,c</sub> 36	-10934.4	-1537.6	-44.7	-170.9
	σ <sub>cls,Max</sub> 36	-10934.4	-1537.6	-44.7	-13.4
	σ <sub>cls,Med</sub> 36	-10934.4	-1537.6	-44.7	-6.4
108	Ft. 36	-9539.4	6524.9	134.8	1361.9
	σ <sub>s,c</sub> 36	-9539.4	6524.9	134.8	-593.1
	σ <sub>cls,Max</sub> 36	-9539.4	6524.9	134.8	-59.1
	σ <sub>cls,Med</sub> 36	-9539.4	6524.9	134.8	-28.1
<b>Combinazioni Quasi Permanenti</b>					
8	Ft. 44	-10805.1	-1511.9	-44.7	21.3
	σ <sub>s,c</sub> 44	-10805.1	-1511.9	-44.7	-168.4
	σ <sub>cls,Max</sub> 44	-10805.1	-1511.9	-44.7	-13.2
	σ <sub>cls,Med</sub> 44	-10805.1	-1511.9	-44.7	-6.3
108	Ft. 44	-9410.1	6413.9	134.8	1337.4
	σ <sub>s,c</sub> 44	-9410.1	6413.9	134.8	-583.7
	σ <sub>cls,Max</sub> 44	-9410.1	6413.9	134.8	-58.2
	σ <sub>cls,Med</sub> 44	-9410.1	6413.9	134.8	-27.6

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

**Pilastro: 9/109 / L 2.50[m] / Sezione 2 B 60 H 30 [cm]**

**Af:**  $8 \phi 18 = 20.36 \text{ [cm}^2\text{]} < 1\phi 18 \times 4 V + 2\phi 18 \times 2 B + 0\phi 18 \times 2 H >$

**Staffe:**  $\phi 8 \text{ 5br.x3br./12.5} \times 60 - \phi 8 \text{ 5br.x3br./20} \times 130 - \phi 8 \text{ 5br.x3br./12.5} \times 60$

Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N	M <sub>12</sub>	M <sub>13</sub>	α <sub>12</sub>	α <sub>13</sub>	Sd/Sr
9	16	-11122.2	-4840.8	-2461.0	1.35	1.00	0.44
109	17	-9571.5	4911.4	-698.8	1.00	1.00	0.45

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	cotg(θ) <sub>12</sub>	V <sub>d12</sub> [kg]	V <sub>Rd12</sub> [kg]	S/R <sub>12</sub> [kg]	cotg(θ) <sub>13</sub>	V <sub>d13</sub> [kg]	V <sub>Rd13</sub> [kg]	S/R <sub>13</sub> [kg]	Staffe	ω <sub>wd</sub>
0	0.60	1.00	9151.9	16710.7	0.55	1.00	10984.1	22771.8	0.48	ø 8 5br.x3br./12.5	0.205
0.60	1.90	1.00	9151.9	10444.2	0.88	1.00	10984.1	14232.4	0.77	ø 8 5br.x3br./20	0.128
1.90	2.50	1.00	9151.9	16710.7	0.55	1.00	10984.1	22771.8	0.48	ø 8 5br.x3br./12.5	0.205

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [kg]	M <sub>12</sub> [kgm]	M <sub>13</sub> [kgm]	σ [kg/cm <sup>2</sup> ]
<b>Combinazioni Rare</b>					
9	Ft. 26	-11103.7	-1241.3	63.5	126.5
	σ <sub>s,c</sub> 26	-11103.7	-1241.3	63.5	-192.4
	σ <sub>cls,Max</sub> 26	-11103.7	-1241.3	63.5	-21.2
	σ <sub>cls,Med</sub> 26	-11103.7	-1241.3	63.5	-10.4
109	Ft. 26	-9708.7	3246.0	-390.4	1148.9
	σ <sub>s,c</sub> 26	-9708.7	3246.0	-390.4	-350.6
	σ <sub>cls,Max</sub> 26	-9708.7	3246.0	-390.4	-62.0
	σ <sub>cls,Med</sub> 26	-9708.7	3246.0	-390.4	-28.9
<b>Combinazioni Frequenti</b>					
9	Ft. 36	-10300.2	-1114.0	66.6	104.5
	σ <sub>s,c</sub> 36	-10300.2	-1114.0	66.6	-175.7
	σ <sub>cls,Max</sub> 36	-10300.2	-1114.0	66.6	-19.1
	σ <sub>cls,Med</sub> 36	-10300.2	-1114.0	66.6	-9.3
109	Ft. 36	-8905.2	2910.4	-393.7	1026.0
	σ <sub>s,c</sub> 36	-8905.2	2910.4	-393.7	-322.1
	σ <sub>cls,Max</sub> 36	-8905.2	2910.4	-393.7	-56.0
	σ <sub>cls,Med</sub> 36	-8905.2	2910.4	-393.7	-25.9
<b>Combinazioni Quasi Permanenti</b>					
9	Ft. 44	-10180.4	-1095.0	67.1	101.3
	σ <sub>s,c</sub> 44	-10180.4	-1095.0	67.1	-173.2
	σ <sub>cls,Max</sub> 44	-10180.4	-1095.0	67.1	-18.7
	σ <sub>cls,Med</sub> 44	-10180.4	-1095.0	67.1	-9.1
109	Ft. 44	-8785.4	2860.4	-394.3	1007.7
	σ <sub>s,c</sub> 44	-8785.4	2860.4	-394.3	-317.8
	σ <sub>cls,Max</sub> 44	-8785.4	2860.4	-394.3	-55.1
	σ <sub>cls,Med</sub> 44	-8785.4	2860.4	-394.3	-25.5

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

**Pilastro: 10/110 / L 2.50[m] / Sezione 2 B 60 H 30 [cm]**

**Af:**  $8 \phi 18 = 20.36 \text{ [cm}^2\text{]} < 1\phi 18 \times 4 V + 2\phi 18 \times 2 B + 0\phi 18 \times 2 H >$

**Staffe:**  $\phi 8 \text{ 5br.x3br./12.5} \times 60 - \phi 8 \text{ 5br.x3br./20} \times 130 - \phi 8 \text{ 5br.x3br./12.5} \times 60$

Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N	M12	M13	$\alpha_{12}$	$\alpha_{13}$	Sd/Sr
10	15	-11122.2	-4840.8	2461.0	1.35	1.00	0.44
110	14	-9571.5	4911.4	698.8	1.00	1.00	0.45

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	$\cotg(\theta)_{12}$	$V_{d12}$ [kg]	$V_{Rd12}$ [kg]	$S/R_{12}$ [kg]	$\cotg(\theta)_{13}$	$V_{d13}$ [kg]	$V_{Rd13}$ [kg]	$S/R_{13}$ [kg]	Staffe	$\omega_{wd}$
0	0.60	1.00	9151.9	16710.7	0.55	1.00	10984.1	22771.8	0.48	$\phi 8 \text{ 5br.x3br./12.5}$	0.205
0.60	1.90	1.00	9151.9	10444.2	0.88	1.00	10984.1	14232.4	0.77	$\phi 8 \text{ 5br.x3br./20}$	0.128
1.90	2.50	1.00	9151.9	16710.7	0.55	1.00	10984.1	22771.8	0.48	$\phi 8 \text{ 5br.x3br./12.5}$	0.205

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [kg]	M <sub>12</sub> [kgm]	M <sub>13</sub> [kgm]	$\sigma$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
<b>Combinazioni Rare</b>					
10	Ft. 26	-11103.7	-1241.3	-63.5	126.5
	$\sigma_{s,c}26$	-11103.7	-1241.3	-63.5	-192.4
	$\sigma_{cls,Max}26$	-11103.7	-1241.3	-63.5	-21.2
	$\sigma_{cls,Med}26$	-11103.7	-1241.3	-63.5	-10.4
110	Ft. 26	-9708.7	3246.0	390.4	1148.9
	$\sigma_{s,c}26$	-9708.7	3246.0	390.4	-350.6
	$\sigma_{cls,Max}26$	-9708.7	3246.0	390.4	-62.0
	$\sigma_{cls,Med}26$	-9708.7	3246.0	390.4	-28.9
<b>Combinazioni Frequenti</b>					
10	Ft. 36	-10300.2	-1114.0	-66.6	104.5
	$\sigma_{s,c}36$	-10300.2	-1114.0	-66.6	-175.7
	$\sigma_{cls,Max}36$	-10300.2	-1114.0	-66.6	-19.1
	$\sigma_{cls,Med}36$	-10300.2	-1114.0	-66.6	-9.3
110	Ft. 36	-8905.2	2910.4	393.7	1026.0
	$\sigma_{s,c}36$	-8905.2	2910.4	393.7	-322.1
	$\sigma_{cls,Max}36$	-8905.2	2910.4	393.7	-56.0
	$\sigma_{cls,Med}36$	-8905.2	2910.4	393.7	-25.9
<b>Combinazioni Quasi Permanenti</b>					
10	Ft. 44	-10180.4	-1095.0	-67.1	101.3
	$\sigma_{s,c}44$	-10180.4	-1095.0	-67.1	-173.2
	$\sigma_{cls,Max}44$	-10180.4	-1095.0	-67.1	-18.7
	$\sigma_{cls,Med}44$	-10180.4	-1095.0	-67.1	-9.1
110	Ft. 44	-8785.4	2860.4	394.3	1007.7
	$\sigma_{s,c}44$	-8785.4	2860.4	394.3	-317.8
	$\sigma_{cls,Max}44$	-8785.4	2860.4	394.3	-55.1
	$\sigma_{cls,Med}44$	-8785.4	2860.4	394.3	-25.5

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

**Pilastro: 11/111 / L 2.50[m] / Sezione 1 B 30 H 60 [cm]**

**Af:**  $8 \varnothing 18 = 20.36 \text{ [cm}^2\text{]} < 1\varnothing 18 \times 4 \text{ V} + 0\varnothing 18 \times 2 \text{ B} + 2\varnothing 18 \times 2 \text{ H} >$

**Staffe:**  $\varnothing 8 \text{ 3br.} \times 5\text{br.} / 12.5 \times 60 - \varnothing 8 \text{ 3br.} \times 5\text{br.} / 15.0 \times 130 - \varnothing 8 \text{ 3br.} \times 5\text{br.} / 12.5 \times 60$

**Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.**

Nodo	Comb	N	M <sub>12</sub>	M <sub>13</sub>	α <sub>12</sub>	α <sub>13</sub>	Sd/Sr
11	15	-11632.9	-9857.9	1020.3	1.64	1.08	0.40
111	15	-10237.9	9857.9	-1020.3	1.00	1.00	0.41

**Verifiche a Taglio**

Da [m]	A [m]	cotg(θ) <sub>12</sub>	V <sub>d12</sub> [kg]	V <sub>Rd12</sub> [kg]	S/R <sub>12</sub> [kg]	cotg(θ) <sub>13</sub>	V <sub>d13</sub> [kg]	V <sub>Rd13</sub> [kg]	S/R <sub>13</sub> [kg]	Staffe	ω <sub>wd</sub>
0	0.60	1.00	17629.2	22771.8	0.77	1.00	4357.5	16710.7	0.26	∅ 8 3br.x5br./12.5	0.205
0.60	1.90	1.00	17629.2	18976.5	0.93	1.00	4357.5	13925.6	0.31	∅ 8 3br.x5br./15.0	0.171
1.90	2.50	1.00	17629.2	22771.8	0.77	1.00	4357.5	16710.7	0.26	∅ 8 3br.x5br./12.5	0.205

**Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.**

Nodo	Combinazione	N [kg]	M <sub>12</sub> [kgm]	M <sub>13</sub> [kgm]	σ [kg/cm <sup>2</sup> ]
<b>Combinazioni Rare</b>					
11	Ft. 26	-11801.8	-1709.8	45.0	29.4
	σ <sub>s,c</sub> 26	-11801.8	-1709.8	45.0	-187.9
	σ <sub>cls,Max</sub> 26	-11801.8	-1709.8	45.0	-14.8
	σ <sub>cls,Med</sub> 26	-11801.8	-1709.8	45.0	-7.1
111	Ft. 26	-10406.8	7269.1	-134.6	1526.1
	σ <sub>s,c</sub> 26	-10406.8	7269.1	-134.6	-656.7
	σ <sub>cls,Max</sub> 26	-10406.8	7269.1	-134.6	-65.6
	σ <sub>cls,Med</sub> 26	-10406.8	7269.1	-134.6	-31.3
<b>Combinazioni Frequenti</b>					
11	Ft. 36	-10934.4	-1537.6	44.7	22.3
	σ <sub>s,c</sub> 36	-10934.4	-1537.6	44.7	-170.9
	σ <sub>cls,Max</sub> 36	-10934.4	-1537.6	44.7	-13.4
	σ <sub>cls,Med</sub> 36	-10934.4	-1537.6	44.7	-6.4
111	Ft. 36	-9539.4	6524.9	-134.8	1361.9
	σ <sub>s,c</sub> 36	-9539.4	6524.9	-134.8	-593.1
	σ <sub>cls,Max</sub> 36	-9539.4	6524.9	-134.8	-59.1
	σ <sub>cls,Med</sub> 36	-9539.4	6524.9	-134.8	-28.1
<b>Combinazioni Quasi Permanenti</b>					
11	Ft. 44	-10805.1	-1511.9	44.7	21.3
	σ <sub>s,c</sub> 44	-10805.1	-1511.9	44.7	-168.4
	σ <sub>cls,Max</sub> 44	-10805.1	-1511.9	44.7	-13.2
	σ <sub>cls,Med</sub> 44	-10805.1	-1511.9	44.7	-6.3
111	Ft. 44	-9410.1	6413.9	-134.8	1337.4
	σ <sub>s,c</sub> 44	-9410.1	6413.9	-134.8	-583.7
	σ <sub>cls,Max</sub> 44	-9410.1	6413.9	-134.8	-58.2
	σ <sub>cls,Med</sub> 44	-9410.1	6413.9	-134.8	-27.6

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

**Pilastro: 112/12 / L 2.50[m] / Sezione 2 B 60 H 30 [cm]**

**Af:**  $8 \phi 18 = 20.36 \text{ [cm}^2\text{]} < 1\phi 18 \times 4 V + 2\phi 18 \times 2 B + 0\phi 18 \times 2 H >$

**Staffe:**  $\phi 8 \text{ 5br.x3br./12.5 x 60} - \phi 8 \text{ 5br.x3br./15.0 x 130} - \phi 8 \text{ 5br.x3br./12.5 x 60}$

**Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.**

Nodo	Comb	N	M <sub>12</sub>	M <sub>13</sub>	α <sub>12</sub>	α <sub>13</sub>	Sd/Sr
112	14	-6858.1	5113.7	-903.7	1.00	1.00	0.50
12	14	-8253.1	-5113.7	903.7	1.06	1.82	0.49

**Verifiche a Taglio**

Da [m]	A [m]	cotg(θ) <sub>12</sub>	V <sub>d12</sub> [kg]	V <sub>Rd12</sub> [kg]	S/R <sub>12</sub> [kg]	cotg(θ) <sub>13</sub>	V <sub>d13</sub> [kg]	V <sub>Rd13</sub> [kg]	S/R <sub>13</sub> [kg]	Staffe	ω <sub>wd</sub>
0.60	1.20	1.00	10557.6	16710.7	0.63	1.00	8162.9	22771.8	0.36	ø 8 5br.x3br./12.5	0.205
1.20	2.50	1.00	10557.6	13925.6	0.76	1.00	8162.9	18976.5	0.43	ø 8 5br.x3br./15.0	0.171
2.50	3.10	1.00	10557.6	16710.7	0.63	1.00	8162.9	22771.8	0.36	ø 8 5br.x3br./12.5	0.205

**Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.**

Nodo	Combinazione	N [kg]	M <sub>12</sub> [kgm]	M <sub>13</sub> [kgm]	σ [kg/cm <sup>2</sup> ]
<b>Combinazioni Rare</b>					
112	Ft. 26	-6140.4	2219.7	-755.3	876.5
	σ <sub>s,c</sub> 26	-6140.4	2219.7	-755.3	-294.0
	σ <sub>cls,Max</sub> 26	-6140.4	2219.7	-755.3	-47.7
	σ <sub>cls,Med</sub> 26	-6140.4	2219.7	-755.3	-20
12	Ft. 26	-7535.4	-833.2	252.0	102.6
	σ <sub>s,c</sub> 26	-7535.4	-833.2	252.0	-148.0
	σ <sub>cls,Max</sub> 26	-7535.4	-833.2	252.0	-15.8
	σ <sub>cls,Med</sub> 26	-7535.4	-833.2	252.0	-7.0
<b>Combinazioni Frequenti</b>					
112	Ft. 36	-5673.9	2011.3	-749.3	797.7
	σ <sub>s,c</sub> 36	-5673.9	2011.3	-749.3	-275.4
	σ <sub>cls,Max</sub> 36	-5673.9	2011.3	-749.3	-43.9
	σ <sub>cls,Med</sub> 36	-5673.9	2011.3	-749.3	-18.2
12	Ft. 36	-7068.9	-754.2	245.8	87.0
	σ <sub>s,c</sub> 36	-7068.9	-754.2	245.8	-136.8
	σ <sub>cls,Max</sub> 36	-7068.9	-754.2	245.8	-14.4
	σ <sub>cls,Med</sub> 36	-7068.9	-754.2	245.8	-6.3
<b>Combinazioni Quasi Permanenti</b>					
112	Ft. 44	-5604.4	1980.2	-748.4	786.0
	σ <sub>s,c</sub> 44	-5604.4	1980.2	-748.4	-272.6
	σ <sub>cls,Max</sub> 44	-5604.4	1980.2	-748.4	-43.3
	σ <sub>cls,Med</sub> 44	-5604.4	1980.2	-748.4	-17.9
12	Ft. 44	-6999.4	-742.4	244.8	84.7
	σ <sub>s,c</sub> 44	-6999.4	-742.4	244.8	-135.1
	σ <sub>cls,Max</sub> 44	-6999.4	-742.4	244.8	-14.2
	σ <sub>cls,Med</sub> 44	-6999.4	-742.4	244.8	-6.2

RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

9.3 Verifiche nodi

Modalità di verifica

- Per le verifiche di fessurazione diagonale usa le formule 7.4.11-7.4.12 TU 2018
- Considera i nodi interni
- Considera i nodi esterni

Ingombro nodo (IN)

- Nodo 1 → cm 30 x 60
- Nodo 2 → cm 60 x 30

Materiali

- Calcestruzzo → C35/45
- Acciaio → B450C
- Staffe ø 8

Verifiche resistenza dei nodi a compressione diagonale																						
Nodo	Pilastro rif.	IN	Verifica compressione diagonale x										Verifica compressione diagonale y									
			Comb.	v <sub>d,x</sub>	α <sub>j,x</sub>	η <sub>x</sub>	n. staffe	n. braccia	b <sub>j,x</sub> [cm]	h <sub>j,x</sub> [cm]	V <sub>jbd,Edx</sub> [kg]	V <sub>jbd,Rdx</sub> [kg]	Comb.	v <sub>d,y</sub>	α <sub>j,y</sub>	η <sub>y</sub>	n. staffe	n. braccia	b <sub>j,y</sub> [cm]	h <sub>j,y</sub> [cm]	V <sub>jbd,Edy</sub> [kg]	V <sub>jbd,Rdy</sub> [kg]
101	1 101	1	1	00	0.48	0.413	5	5	45	17	16864.5	61148.1	1	0	0.48	0.413	5	3	30	47	25962.9	114437.8
102	2 102	2	1	00	0.60	0.516	9	3	30	47	51925.9	143047.3	1	0	0.48	0.413	9	5	45	17	18175.9	61148.1
103	3 103	1	1	00	0.48	0.413	5	5	45	17	25962.9	61148.1	1	0	0.48	0.413	5	3	30	47	25962.9	114437.8
104	4 104	1	1	00	0.48	0.413	5	5	45	17	25962.9	61148.1	1	0	0.48	0.413	5	3	30	47	25962.9	114437.8
105	105 5	2	1	00	0.60	0.516	9	3	30	47	51925.9	143047.3	1	0	0.48	0.413	9	5	45	17	18175.9	61148.1
106	6 106	1	1	00	0.48	0.413	5	5	45	17	16864.4	61148.1	1	0	0.48	0.413	5	3	30	47	25962.9	114437.8
107	107 7	2	1	00	0.48	0.413	5	3	30	47	25962.9	114437.8	1	0	0.48	0.413	5	5	45	17	18175.9	61148.1
108	8 108	1	1	00	0.48	0.413	5	5	45	17	25962.9	61148.1	1	0	0.48	0.413	5	3	30	47	25962.9	114437.8
109	9 109	2	1	00	0.60	0.516	9	3	30	47	51925.9	143047.3	1	0	0.48	0.413	9	5	45	17	18175.9	61148.1
110	10 110	2	1	00	0.60	0.516	9	3	30	47	51925.9	143047.3	1	0	0.48	0.413	9	5	45	17	18175.9	61148.1
111	11 111	1	1	00	0.48	0.413	5	5	45	17	25962.9	61148.1	1	0	0.48	0.413	5	3	30	47	25962.9	114437.8
112	112 12	2	1	00	0.48	0.413	5	3	30	47	25962.9	114437.8	1	0	0.48	0.413	5	5	45	17	18175.9	61148.1

Verifiche resistenza dei nodi a fessurazione diagonale																							
Nodo	Pilastro rif.	IN	Verifica fessurazione diagonale x										Verifica fessurazione diagonale y										
			n. staffe	n. braccia	b <sub>x</sub> [cm]	h <sub>x</sub> [cm]	As <sub>1,x</sub> [cm <sup>2</sup> ]	As <sub>2,x</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Comb.	v	V <sub>jbd,Edx</sub> [kg]	V <sub>jbd,Rdx</sub> [kg]	n. staffe	n. braccia	b <sub>y</sub> [cm]	h <sub>y</sub> [cm]	As <sub>1,y</sub> [cm <sup>2</sup> ]	As <sub>2,y</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Comb.	v	V <sub>jbd,Edy</sub> [kg]	V <sub>jbd,Rdy</sub> [kg]	
101	1 101	1	5	5	45	47	3.92	5.39	16	0.01	22928	49172	5	3	30	47	6.03	6.03	16	0	1377	25677	29503
102	2 102	2	9	3	30	47	6.03	6.03	1	0.00	51925	53106	9	5	45	47	4.22	5.80	16	0	2086	24569	88510
103	3 103	1	5	5	45	47	6.03	6.03	17	0.02	25469	49172	5	3	30	47	6.03	6.03	17	0	2374	25469	29503
104	4 104	1	5	5	45	47	6.03	6.03	14	0.02	25469	49172	5	3	30	47	6.03	6.03	14	0	2374	25469	29503
105	105 5	2	9	3	30	47	6.03	6.03	1	0.00	51925	53106	9	5	45	47	4.22	5.80	15	0	2086	24569	88510
106	6 106	1	5	5	45	47	3.92	5.39	15	0.01	22928	49172	5	3	30	47	6.03	6.03	15	0	1377	25677	29503
107	107 7	2	5	3	30	47	6.03	6.03	22	0.01	25709	29503	5	5	45	47	4.22	5.80	22	0	1219	24742	49172
108	8 108	1	5	5	45	47	6.03	6.03	22	0.02	25476	49172	5	3	30	47	6.03	6.03	22	0	2343	25476	29503
109	9 109	2	9	3	30	47	6.03	6.03	1	0.00	51925	53106	9	5	45	47	4.22	5.80	23	0	2197	24547	88510
110	10 110	2	9	3	30	47	6.03	6.03	1	0.00	51925	53106	9	5	45	47	4.22	5.80	24	0	2197	24547	88510
111	11 111	1	5	5	45	47	6.03	6.03	25	0.02	25476	49172	5	3	30	47	6.03	6.03	25	0	2343	25476	29503
112	112 12	2	5	3	30	47	6.03	6.03	25	0.01	25709	29503	5	5	45	47	4.22	5.80	25	0	1219	24742	49172

## RELAZIONE DI CALCOLO BLOCCO SERVIZI

**9.4 Computo materiali****9.4.1 Travate in C.A.**

Volume totale calcestruzzo	12.6	[m <sup>3</sup> ]
Peso totale armature	1208.2	[kg]
Incidenza	95.9	[kg/m <sup>3</sup> ]
Peso totale barre longitudinali	892.0	[kg]
Peso totale staffe	316.2	[kg]
Lunghezza totale travi	70.02	[m]

Volume calcestruzzo

Sezione	Area [cm <sup>2</sup> ]	Perimetro [cm]	Sviluppo totale [m]	Volume cls [m <sup>3</sup> ]	Cassero [m <sup>2</sup> ]
1 Rett. T1_30x60 30x60 [cm]	1800	150	70.02	12.6	105.0
Totale			70.02	12.6	105.0

**9.4.2 Pilastri in C.A.**

Volume totale calcestruzzo	5.4	[m <sup>3</sup> ]
Peso totale armature	1092.1	[kg]
Incidenza	202.2	[kg/m <sup>3</sup> ]
Peso totale staffe	294.4	[kg]
Peso totale barre longitudinali	797.8	[kg]

**9.4.3 Nodi in C.A.**

Sezione	Area [cm <sup>2</sup> ]	Volume [m <sup>3</sup> ]	Peso staffe [kg]	Peso staffe/Volume [kg/m <sup>3</sup> ]
1 Rett. P1_30x60 30x60 [cm]	1800	0.5	43.7	86.4
2 Rett. P2_60x30 60x30 [cm]	1800	0.5	67.0	132.6
Totale		1.0	110.7	109.5