

# COMUNE DI SALA BOLOGNESE

PROVINCIA DI BOLOGNA

**PROGETTO PER LA COSTRUZIONE DI UN  
FABBRICATO IN CAP AD USO UFFICIO IN  
VIA DELLA PACE 2/E**

## **RELAZIONE TECNICA ESPLICATIVA:**

**(ai sensi dell'Allegato A del DGR 1373/2011)**

*Committente:*

**Sala Immobiliare S.r.l.**  
Via S. Antonio, 3  
40010 Sala Bolognese (BO)  
p.iva 02125530376

*Progettista delle strutture:*



**Ing. Claudio CONTINI**

Via Bartolomeo Ramenghi, 16 – 40133 Bologna (BO)  
Tel. 051/6152345 – Fax. 051/431824 – Cell. 349/8537434  
e-mail: [info@studioingcontini.it](mailto:info@studioingcontini.it) – P.IVA 02090951209



*Data*    **12/07/2022**

## **SOMMARIO**

<b>1</b>	<b><i>PREMESSA</i></b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b><i>NORME, DECRETI E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO</i></b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b><i>ELENCO DEI MATERIALI IMPIEGATI</i></b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b><i>DATI GENERALI RELATIVI ALL'ANALISI DINAMICA</i></b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b><i>CARICO NEVE</i></b>	<b>17</b>
<b>6</b>	<b><i>ANALISI DEI CARICHI</i></b>	<b>18</b>

# 1 PREMESSA

---

La presente relazione si rende necessaria, ai sensi dell'allegato "A" del D.G.R. 1373/2011, per la costruzione di un fabbricato in CAP ad uso ufficio in via della Pace 2/e, nel Comune di Sala Bolognese, loc. Padulle (coordinate geografiche: Latitudine 44.63588 – Longitudine 11.2824084 – h s.l.m. = 21 m). Oltre al suddetto fabbricato si prevede la costruzione di un tunnel di collegamento tra il nuovo fabbricato e quello esistente.

Per quanto riguarda l'aspetto strutturale, le caratteristiche dell'edificio sono le seguenti:

## Fondazioni:

Vengono previsti dei Plinti "a bicchiere", con uno spessore della ciabatta di spessore 60 cm che verrà posata su uno strato di "magrone" di spessore 10 cm. Verrà eseguito un cordolo tra i plinti, quest'ultimo avrà una doppia funzione, di collegamento e di scarico dei tamponamenti.

## Elevazione:

Gli elementi portanti verticali sono tutti pilastri in CAP con una sezione 40x40 cm.

## Orizzontamenti:

Gli orizzontamenti del fabbricato in oggetto sono previsti con la posa di pannelli in CAP di spessore, in base alla posizione di 20 cm e 40 cm.

## Tamponamenti:

Il fabbricato in oggetto perimetralmente presenta dei tamponamenti prefabbricati.

\* \* \* \* \*

Normativamente, il presente edificio verrà calcolato secondo quanto disposto dal **D.M. del 17 Gennaio 2018**, riguardante l' **"Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni"**.

Secondo quanto illustrato dalle suddette norme, la verifica verrà effettuata attraverso un'analisi statica allo S.L.U. ed un'analisi dinamica da eseguirsi sia allo S.L.U. sia allo S.L.E. utilizzando dei ben precisi spettri di risposta. In particolare, tali spettri di risposta verranno identificati in base ad una serie di parametri definiti di seguito:

1. SITO DI EDIFICAZIONE: **Sala Bolognese (BO) – Via della Pace 2/E n.32**

**Longitudine = 44.63588 – Longitudine 11.2824084 – h s.l.m.=21**

2. CATEGORIA DI SOTTOSUOLO: "D" : Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, 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 m/s e 180 m/s.
3. CONDIZIONI TOPOGRAFICHE: categoria "T1" : superficie pianeggiante e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ; Coefficiente di amplificazione topografica: 1.0
4. VITA NOMINALE DELL'OPERA:  $\geq 50$  anni : opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale
5. CLASSE D'USO: classe II : costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali; Coefficiente CU: 1.0
6. DUTTILITÀ STRUTTURALE **bassa**
7. FATTORE DI STRUTTURA MASSIMO  $q_0$  PER SISMA ORIZZONTALE **2.50** (CONSIDERANDO UNA TIPOLOGIA DI STRUTTURA IN C.A.P)
8. FATTORE DI DUTTILITÀ  $\alpha_u/\alpha_1$  PER SISMA ORIZZONTALE **1.10** (MEDIA TRA VALORI 1 E 1.2 CHE CORRISPONDE A STRUTTURA A PIÙ PIANI ED UNA CAMPATA)
9. FATTORE RIDUTTIVO REGOLARITÀ IN ALTEZZA **0.80** (STRUTTURA IRREGOLARE IN ALTEZZA)
10. FATTORE DI STRUTTURA  $q$  PER SISMA ORIZZONTALE **2.50**
11. FATTORE DI STRUTTURA  $q$  PER SISMA VERTICALE **1.50**
12. SMORZAMENTO VISCOSO ( 0.05 = 5% ) **0.05**



## 2 NORME, DECRETI E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

---

La normativa italiana cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- Legge n. 1086 del 5 Novembre 1971. *"Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica"*.
- Legge n. 64 del 2 Febbraio 1974. *"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"*.
- D.M. del 3 Marzo 1975. *"Approvazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche"*.
- D.M. del 3 Marzo 1975. *"Disposizioni concernenti l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche"*.
- D.M. del 3 Ottobre 1978. *"Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi"*.
- D.M. del 14 Febbraio 1992. *"Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in C.A. normale e precompresso e per le strutture metalliche"*.
- *Istruzioni per la valutazione delle: Azioni sulle Costruzioni. (C.N.R. 10012/85)*
- D.M. del 9 Gennaio 1996. *"Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche"*.
- D.M. del 16 Gennaio 1996. *"Norme tecniche relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi»"*.
- D.M. del 16 Gennaio 1996. *"Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche"*
- Ordinanza n. 3274 del 20 Marzo 2003. *"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"*
- Ordinanza n. 3316. *"Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003"*
- Ordinanza n. 3431. *"Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003"*
- D.M. del 14 Settembre 2005. *"Norme tecniche per le costruzioni"*.
- D.M. del 17 Gennaio 2018. *"Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni"*.

### 3 ELENCO DEI MATERIALI IMPIEGATI

---

Tutti i materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- *identificati* univocamente a cura del produttore, secondo le procedure applicabili;
- *qualificati* sotto la responsabilità del produttore, secondo le procedure applicabili;
- *accettati* dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.

Si precisano di seguito le caratteristiche meccaniche richieste ai materiali di previsto impiego:

#### **Calcestruzzo per Opere NON armate** (calcestruzzo non strutturale):

Classe di Resistenza del cls C12/15 :  $R_{ck} \geq 15 \text{ N/mm}^2$  (ovvero:  $f_{ck}=0.83 \cdot R_{ck}=12.45 \text{ N/mm}^2$ )

Classe di Esposizione del cls C12/15 : “X0” – assenza di rischio di corrosione o attacco

Classe di Consistenza del cls C12/15 : “S4” – fluida con “slump” da 160mm a 210mm

#### **Calcestruzzo per Fondazioni:**

Classe di Resistenza del cls C25/30 :  $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$  (ovvero:  $f_{ck}=0.83 \cdot R_{ck}=24.90 \text{ N/mm}^2$ )

Classe di Esposizione del cls C25/30 : “XC1” – corrosione indotta da carbonatazione ;  $(a/c)_{max} = 0.6$

Classe di Consistenza del cls C25/30 : “S4” – fluida con “slump” da 160mm a 210mm

Diametro massimo degli aggregati del cls C25/30:  $D_{max} = 30 \text{ mm}$

(“<1.3\*c” come da UNI 9858 punto 5.4 e UNI EN 206-1 punto 5.2.3)

#### **Calcestruzzo per Elevazione:**

Classe di Resistenza del cls C50/60 :  $R_{ck} \geq 60 \text{ N/mm}^2$  (ovvero:  $f_{ck}=0.83 \cdot R_{ck}=49.80 \text{ N/mm}^2$ )

Classe di Esposizione del cls C50/60 : “XC3” – corrosione indotta da carbonatazione ;  $(a/c)_{max} = 0.6$

Classe di Consistenza del cls C50/60 : “S4” – fluida con “slump” da 160mm a 210mm

Diametro massimo degli aggregati del cls C25/30:  $D_{max} = 30 \text{ mm}$

(“<1.3\*c” come da UNI 9858 punto 5.4 e UNI EN 206-1 punto 5.2.3)

#### **Calcestruzzo per Pannelli:**

Classe di Resistenza del cls C30/37 :  $R_{ck} \geq 37 \text{ N/mm}^2$  (ovvero:  $f_{ck}=0.83 \cdot R_{ck}=30.71 \text{ N/mm}^2$ )

Classe di Esposizione del cls C30/37 : “XC4” – corrosione indotta da carbonatazione o “XF1”-  
attacchi di “gelo-disgelo” con o senza disgelanti;  $(a/c)_{max} = 0.5$

Classe di Consistenza del cls C30/37 : “S4” – fluida con “slump” da 160mm a 210mm

Diametro massimo degli aggregati del cls C25/30:  $D_{max} = 30 \text{ mm}$

(“<1.3\*c” come da UNI 9858 punto 5.4 e UNI EN 206-1 punto 5.2.3)

Il calcestruzzo va prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto. Il controllo si deve articolare nelle seguenti fasi:

### Valutazione preliminare della resistenza

Il costruttore, prima dell'inizio della costruzione dell'opera, deve effettuare idonee prove preliminari di studio ed acquisire idonea documentazione relativa ai componenti, per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo da utilizzare, al fine di ottenere le prestazioni richieste dal progetto.

Nel caso di forniture provenienti da impianto di produzione industrializzata con certificato di controllo della produzione in fabbrica previsto al § 11.2.8, tale documentazione è costituita da quella di identificazione, qualificazione e controllo dei prodotti da fornire.

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di acquisire, prima dell'inizio della costruzione, la documentazione relativa alla valutazione preliminare delle prestazioni e di accettare le tipologie di calcestruzzo da fornire, con facoltà di far eseguire ulteriori prove preliminari. Il Direttore dei Lavori ha comunque l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la corrispondenza delle caratteristiche del calcestruzzo fornito rispetto a quelle stabilite dal progetto.

### Controllo di produzione

Consiste nel prelevare dagli impasti, al momento della posa in opera ed alla presenza del Direttore dei Lavori o di persona di sua fiducia, il calcestruzzo necessario per la confezione di un gruppo di due provini.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la "Resistenza di prelievo" che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del calcestruzzo. Il prelievo non viene accettato se la differenza fra i valori di resistenza dei due provini supera il 20% del valore inferiore; in tal caso si applicano le procedure di cui al §11.2.5.3.

È obbligo del Direttore dei Lavori prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo, di cui ai successivi paragrafi, tutte le volte che variazioni di qualità e/o provenienza dei costituenti dell'impasto possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo stesso, tale da non poter più essere considerato omogeneo.

Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-1:2012 e UNI EN 12390-2:2009.

Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-3:2009 e UNI EN 12390-4:2002.

Circa il procedimento da seguire per la determinazione della massa volumica vale quanto indicato nella norma UNI EN 12390-7:2009.

### Controllo di accettazione

Il controllo di accettazione è eseguito dal Direttore dei Lavori su ciascuna miscela omogenea e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione, nel:

- controllo di tipo A di cui al § 11.2.5.1;
- controllo di tipo B di cui al § 11.2.5.2.

Il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le disuguaglianze di cui alla seguente tabella:

Tab. 11.2.I

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_{c,min} \geq R_{ck} - 3,5$	
$R_{cm28} \geq R_{ck} + 3,5$ (N° prelievi: 3)	$R_{cm28} \geq R_{ck} + 1,48 s$ (N° prelievi $\geq 15$ )

Ove:  $R_{cm28}$  = resistenza media dei prelievi (N/mm<sup>2</sup>);  $R_{c,min}$  = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm<sup>2</sup>);  
s = scarto quadratico medio

### Prove complementari

Sono prove che eventualmente si eseguono al fine di stimare la resistenza del calcestruzzo in corrispondenza di particolari fasi di costruzione (precompressione, messa in opera) o in condizioni particolari di utilizzo (temperature eccezionali, ecc.).

Il procedimento di controllo è uguale a quello dei controlli di accettazione.

Tali prove non possono essere sostitutive dei controlli di accettazione che vanno riferiti a provini confezionati e maturati secondo le prescrizioni del punto 11.2.4.

I risultati di tali prove potranno servire al Direttore dei Lavori od al collaudatore per formulare un giudizio sul calcestruzzo in opera.

-----  
**Acciaio per armature:** Acciaio B450C :  $f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$  (snervamento) ;  $f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$  (rottura)

**Acciaio per reti elettrosaldate:** B450A  $f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$  (snervamento) ;  $f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$  (rottura)

**Acciaio da precompressione:**  $f_{ptk} \geq 1860 \text{ N/mm}^2$

Secondo le NTC 2018, gli acciai utilizzati devono essere sottoposti alle seguenti tre forme di controllo obbligatorie:

- controllo in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- controllo nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;
- controllo di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

A tale riguardo il Lotto di produzione si riferisce a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 tonnellate.

L'inizio della procedura di qualificazione comunicato al Servizio Tecnico Centrale allegando una relazione ove siano riportati:

- 1) elenco e caratteristiche dei prodotti che si intende qualificare (tipo, dimensioni, caratteristiche meccaniche e chimiche, ecc.);
- 2) indicazione dello stabilimento e descrizione degli impianti e dei processi di produzione;
- 3) descrizione dell'organizzazione del controllo interno di qualità con indicazione delle responsabilità aziendali;
- 4) copia della certificazione del sistema di gestione della qualità;
- 5) indicazione dei responsabili aziendali incaricati della firma dei certificati;
- 6) descrizione particolareggiata delle apparecchiature e degli strumenti del laboratorio interno di stabilimento per il controllo continuo di qualità;
- 7) dichiarazione con la quale si attesti che il servizio di controllo interno della qualità sovrintende ai controlli di produzione ed è indipendente dai servizi di produzione;
- 8) modalità di marchiatura che si intende adottare per l'identificazione del prodotto finito;
- 9) descrizione delle condizioni generali di fabbricazione del prodotto nonché dell'approvvigionamento delle materie prime e/o del prodotto intermedio (billette, rotoli, vergella, lamiere, laminati, ecc.);
- 10) copia del manuale di qualità aziendale, coerente alla norma UNI EN ISO 9001.
- 11) nel caso in cui il fabbricante non sia stabilito sul territorio dell'Unione Europea, copia della nomina, mediante mandato scritto, del mandatario.

La procedura di qualificazione del Prodotto prosegue attraverso le seguenti ulteriori fasi:

- esecuzione delle prove di qualificazione a cura di un laboratorio di cui all'articolo 59 del DPR n. 380/2001 incaricato dal Servizio Tecnico Centrale su proposta del fabbricante secondo le procedure di cui al § 11.3.1.4;
- invio dei risultati delle prove di qualificazione da sottoporre a giudizio di conformità al Servizio Tecnico Centrale da parte del laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 incaricato;
- in caso di giudizio positivo il Servizio Tecnico Centrale provvede al rilascio dell'Attestato di Qualificazione al fabbricante e inserisce quest'ultimo nel Catalogo ufficiale dei prodotti qualificati che viene reso pubblicamente disponibile;
- in caso di giudizio negativo, il fabbricante può individuare le cause delle non conformità, apportare le opportune azioni correttive, dandone comunicazione sia al Servizio Tecnico Centrale che al laboratorio incaricato e successivamente ripetere le prove di qualificazione.

Il Direttore dei Lavori deve verificare la qualità dell'acciaio ed a rifiutare eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità dei centri di trasformazione. Della documentazione dell'acciaio utilizzato si deve informare il collaudatore, che riporterà, nel certificato di collaudo statico delle opere, gli estremi dei centri di trasformazione che hanno fornito l'eventuale materiale lavorato.

## 4 DATI GENERALI RELATIVI ALL'ANALISI DINAMICA

**FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO**

Ricerca per coordinate
 

LONGITUDINE

LATITUDINE

Ricerca per comune
 

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

**Elaborazioni grafiche**

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

---

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri

**Reticolo di riferimento**

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione

**Nodi del reticolo intorno al sito**

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

**FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE**

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_U$   info

**Valori di progetto**

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE	{	SLO - $P_{VR} = 81\%$	30
		SLD - $P_{VR} = 63\%$	50
Stati limite ultimi - SLU	{	SLV - $P_{VR} = 10\%$	475
		SLC - $P_{VR} = 5\%$	975

**Elaborazioni**

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

**Strategia di progettazione**

**LEGENDA GRAFICO**

--- Strategia per costruzioni ordinarie

--- Strategia scelta

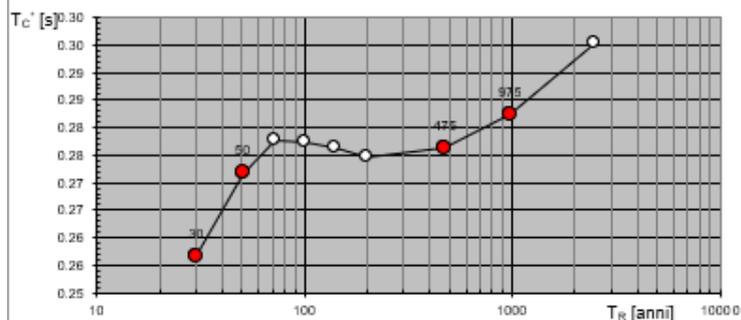
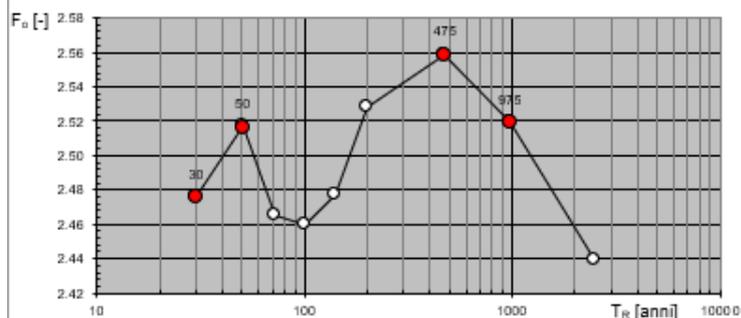
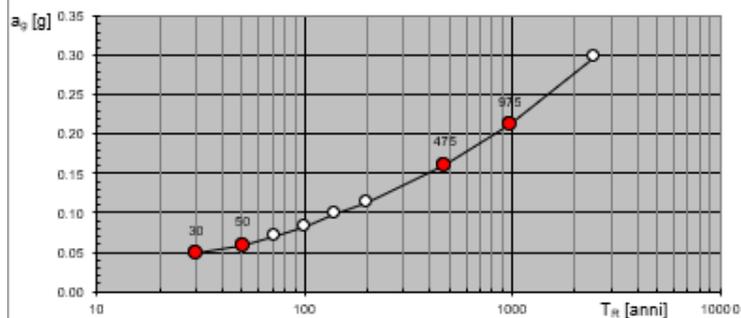
INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

### Valori dei parametri $a_g$ , $F_o$ , $T_C^*$ per i periodi di ritorno $T_R$ associati a ciascuno

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_C^*$ [s]
SLO	30	0.048	2.476	0.257
SLD	50	0.059	2.516	0.272
SLV	475	0.161	2.559	0.276
SLC	975	0.212	2.519	0.282

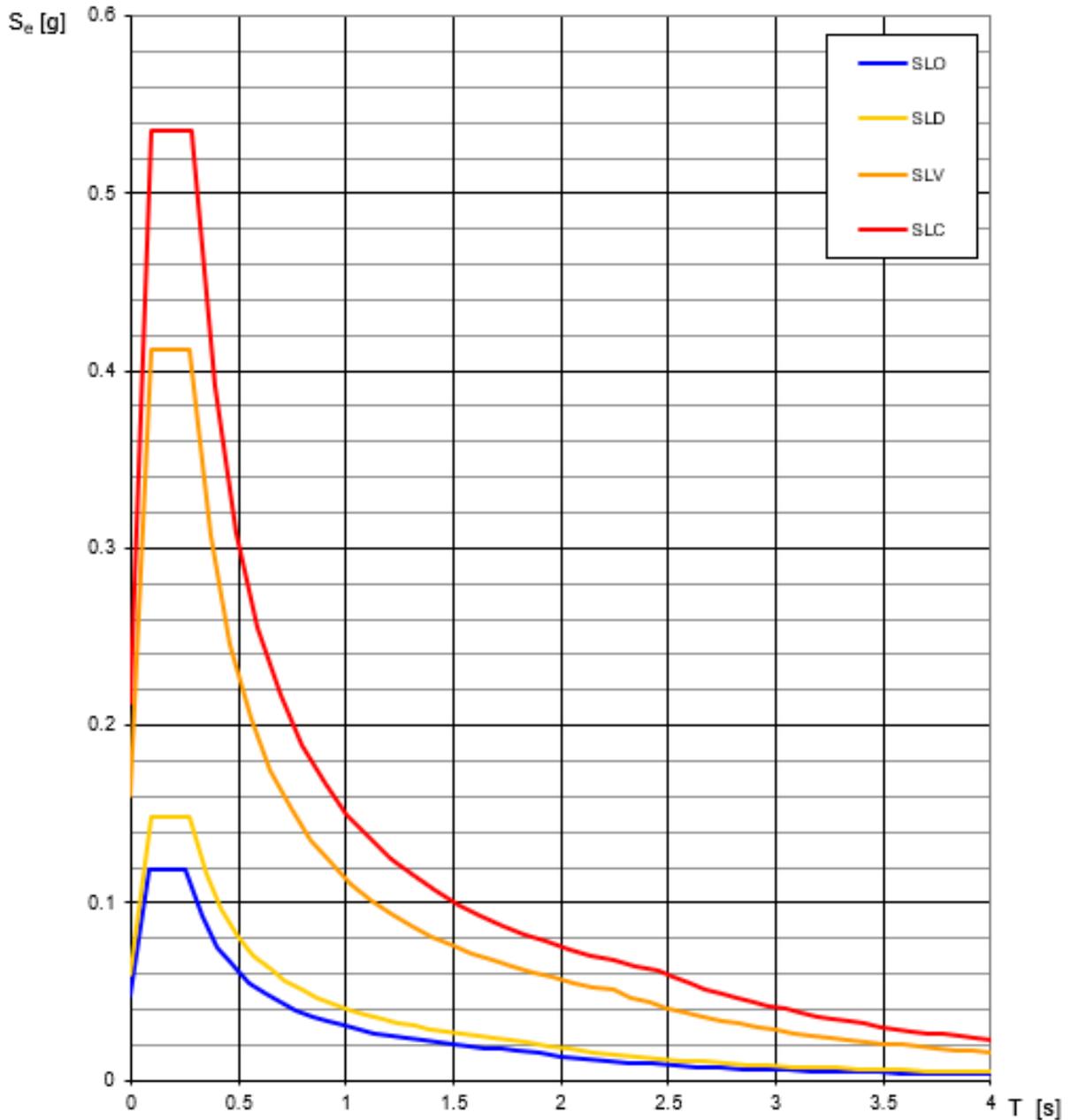
La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

### Valori di progetto dei parametri $a_g$ , $F_o$ , $T_C^*$ in funzione del periodo di ritorno



La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

## Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

## Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato lir8LO

### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
$a_x$	0.048 q
$F_x$	2.476
$T_c$	0.257 s
$S_y$	1.800
$C_c$	2.468
$S_T$	1.000
q	2.000

### Parametri dipendenti

S	1.800
$\eta$	0.500
$T_B$	0.211 s
$T_C$	0.633 s
$T_D$	1.792 s

### Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_y \cdot S_x \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10 \cdot (5 + \xi)} \geq 0.55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; § 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4.0 \cdot a_x / g + 1.6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

### Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_d(T) = a_x \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_d(T) = a_x \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_d(T) = a_x \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

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

La spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è attenuata dalle espressioni della spettro elastica  $S_e(T)$  sostituendo  $a_x$  con  $1/q$ , dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

### Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.036
$T_B \leftarrow$	0.211	0.107
$T_C \leftarrow$	0.633	0.107
	0.638	0.098
	0.743	0.091
	0.799	0.085
	0.854	0.079
	0.909	0.074
	0.964	0.070
	1.019	0.066
	1.074	0.063
	1.130	0.060
	1.185	0.057
	1.240	0.054
	1.295	0.052
	1.350	0.050
	1.405	0.048
	1.461	0.046
	1.516	0.045
	1.571	0.043
	1.626	0.042
	1.681	0.040
	1.736	0.039
$T_D \leftarrow$	1.792	0.038
	1.897	0.034
	2.002	0.030
	2.107	0.027
	2.212	0.025
	2.317	0.023
	2.423	0.021
	2.528	0.019
	2.633	0.017
	2.738	0.016
	2.843	0.015
	2.948	0.014
	3.054	0.013
	3.159	0.012
	3.264	0.011
	3.369	0.011
	3.474	0.010
	3.579	0.009
	3.685	0.009
	3.790	0.008
	3.895	0.008
	4.000	0.008

La verifica dell' idoneità del programma, l' utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell' utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall' utilizzo dell

## Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato lir&LD

### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
$a_x$	0.059 q
$F_x$	2.516
$T_c$	0.272 s
$S_x$	1.800
$C_c$	2.398
$S_T$	1.000
q	2.000

### Parametri dipendenti

S	1.800
$\eta$	0.500
$T_B$	0.217 s
$T_C$	0.652 s
$T_D$	1.836 s

### Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_x \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10(S+2)} \geq 0.55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; § 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c/3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4.0 \cdot a_x / g + 1.6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

### Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_d(T) = a_x \cdot S \cdot \eta \cdot F_b \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_b} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_d(T) = a_x \cdot S \cdot \eta \cdot F_b$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_d(T) = a_x \cdot S \cdot \eta \cdot F_b \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_d(T) = a_x \cdot S \cdot \eta \cdot F_b \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  moltiplicando con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

### Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.106
$T_B \leftarrow$	0.217	0.134
$T_C \leftarrow$	0.652	0.134
	0.708	0.123
	0.765	0.114
	0.821	0.106
	0.877	0.099
	0.934	0.093
	0.990	0.088
	1.047	0.083
	1.103	0.079
	1.159	0.075
	1.216	0.072
	1.272	0.068
	1.329	0.066
	1.385	0.063
	1.441	0.060
	1.498	0.058
	1.554	0.056
	1.611	0.054
	1.667	0.052
	1.723	0.051
	1.780	0.049
$T_D \leftarrow$	1.836	0.047
	1.939	0.043
	2.042	0.038
	2.145	0.035
	2.248	0.032
	2.351	0.029
	2.454	0.027
	2.557	0.024
	2.660	0.023
	2.764	0.021
	2.867	0.019
	2.970	0.018
	3.073	0.017
	3.176	0.016
	3.279	0.015
	3.382	0.014
	3.485	0.013
	3.588	0.012
	3.691	0.012
	3.794	0.011
	3.897	0.011
	4.000	0.010

La verifica dell' idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

## Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato lir8LV

### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_x$	0.161 q
$F_x$	2.559
$T_c$	0.276 s
$S_x$	1.782
$C_c$	2.378
$S_T$	1.000
q	2.000

### Parametri dipendenti

S	1.782
$\eta$	0.500
$T_B$	0.219 s
$T_C$	0.657 s
$T_D$	2.244 s

### Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_x \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10(S+2)} \geq 0.55 \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; § 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4.0 \cdot a_x / g + 1.6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

### Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_d(T) = a_x \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_d(T) = a_x \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_d(T) = a_x \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

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

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  moltiplicando con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

### Punti dello spettro di risposta

	T [s]	$S_e$ [g]
	0.000	0.287
$T_B$ ←	0.219	0.367
$T_C$ ←	0.657	0.367
	0.733	0.329
	0.808	0.298
	0.884	0.273
	0.959	0.251
	1.035	0.233
	1.110	0.217
	1.186	0.203
	1.262	0.191
	1.337	0.180
	1.413	0.171
	1.488	0.162
	1.564	0.154
	1.639	0.147
	1.715	0.141
	1.791	0.135
	1.866	0.129
	1.942	0.124
	2.017	0.120
	2.093	0.115
	2.168	0.111
$T_D$ ←	2.244	0.107
	2.328	0.100
	2.411	0.093
	2.495	0.087
	2.578	0.081
	2.662	0.076
	2.746	0.072
	2.829	0.068
	2.913	0.064
	2.997	0.060
	3.080	0.057
	3.164	0.054
	3.247	0.051
	3.331	0.049
	3.415	0.046
	3.498	0.044
	3.582	0.042
	3.666	0.040
	3.749	0.038
	3.833	0.037
	3.916	0.035
	4.000	0.034

La verifica dell' idoneità del programma, l' utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell' utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall' utilizzo dell'

## Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato lir8LC

### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLC
$a_s$	0.212 q
$F_s$	2.519
$T_c$	0.282 r
$S_s$	1.597
$C_c$	2.352
$S_T$	1.000
q	2.000

### Parametri dipendenti

S	1.597
$\eta$	0.500
$T_b$	0.221 r
$T_c$	0.664 r
$T_d$	2.450 r

### Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(S+5)} \geq 0.55 \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; § 3.2.3.5})$$

$$T_b = T_c/3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_c = C_c \cdot T_c^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_d = 4.0 \cdot a_s / g + 1.6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

### Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_b \quad S_d(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_b \cdot \left[ \frac{T}{T_b} + \frac{1}{\eta \cdot F_b} \left( 1 - \frac{T}{T_b} \right) \right]$$

$$T_b \leq T < T_c \quad S_d(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_b$$

$$T_c \leq T < T_d \quad S_d(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_b \cdot \left( \frac{T_c}{T} \right)$$

$$T_d \leq T \quad S_d(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_b \cdot \left( \frac{T_c \cdot T_d}{T^2} \right)$$

La pectra di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è attonuta dalle espressioni della pectra elastica  $S_e(T)$  rartituondan con  $1/q$ , dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

### Punti dello spettro di risposta

	T [s]	$S_e$ [g]
	0.000	0.339
$T_b$ ←	0.221	0.427
$T_c$ ←	0.664	0.427
	0.749	0.379
	0.834	0.340
	0.919	0.309
	1.004	0.283
	1.089	0.261
	1.174	0.242
	1.259	0.225
	1.344	0.211
	1.429	0.199
	1.514	0.187
	1.599	0.177
	1.684	0.169
	1.769	0.160
	1.854	0.153
	1.939	0.146
	2.025	0.140
	2.110	0.135
	2.195	0.129
	2.280	0.125
	2.365	0.120
$T_d$ ←	2.450	0.116
	2.523	0.109
	2.597	0.103
	2.671	0.097
	2.745	0.092
	2.819	0.088
	2.893	0.083
	2.966	0.079
	3.040	0.075
	3.114	0.072
	3.188	0.068
	3.262	0.065
	3.336	0.062
	3.409	0.060
	3.483	0.057
	3.557	0.055
	3.631	0.053
	3.705	0.051
	3.779	0.049
	3.852	0.047
	3.926	0.045
	4.000	0.043

La verifica dell'ideoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

## 5 CARICO NEVE

○	<b>Zona I - Alpina</b> Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbano-Cusio-Ossola, Vercelli, Vicenza.	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 1,39 [1+(a_s/728)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
●	<b>Zona I - Mediterranea</b> Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forlì-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Monza Brianza, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese.	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 1,35 [1+(a_s/602)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
○	<b>Zona II</b> Arezzo, Ascoli Piceno, Avellino, Bari, Barletta-Andria-Trani, Benevento, Campobasso, Chieti, Fermo, Ferrara, Firenze, Foggia, Frosinone, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, L'Aquila, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rieti, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona.	$q_{sk} = 1,00 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 0,85 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
○	<b>Zona III</b> Agrigento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, Grosseto, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Ogliastra, Olbia Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo.	$q_{sk} = 0,60 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 0,51 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$

$q_s$  (carico neve sulla copertura [N/mq]) =  $q_{sk} \cdot \mu_i \cdot C_E \cdot C_t$   
 $q_{sk}$  (valore caratteristico della neve al suolo [kN/mq])  
 $\mu_i$  (coefficiente di forma)  
 $C_E$  (coefficiente di esposizione)  
 $C_t$  (coefficiente termico)

### Valore caratteristico della neve al suolo

$a_s$ (altitudine sul livello del mare [m])	25
$q_{sk}$ (val. caratt. della neve al suolo [kN/mq])	1.50

### Coefficiente termico

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

### Coefficiente di esposizione

Topografia	Descrizione	$C_E$
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

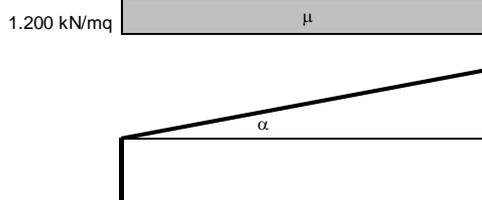
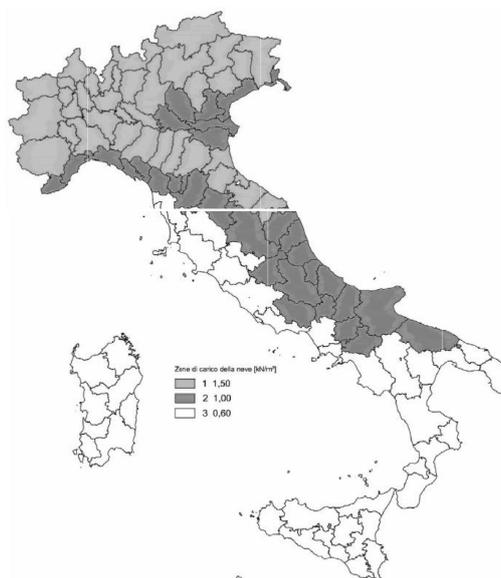
### Valore del carico della neve al suolo

$q_s$ (carico della neve al suolo [kN/mq])	1.50
--	------

### Coefficiente di forma (copertura ad una falda)

$\alpha$ (inclinazione falda [°])	0
-----------------------------------	---

$\mu$	0.8
-------	-----



## 6 ANALISI DEI CARICHI

### SOLAIO PRIMO PIANO - TIPO 1 - UFFICI

Solaio con Pannelli Alveolari: H=20cm

<u>Carichi Permanenti "DEFINITI" :</u>		$G_1 = 2.80 \text{ KN/m}^2$	<b>1</b>
massetto porta impianti	8 x 0.20 =	1.60	
massetto alleggerito	16 x 0.05 =	0.80	
pavimento (s=1cm)	20 x 0.010 =	0.20	
controsoffitto		0.20	
<u>Carichi Permanenti "PORTATI" :</u>		$G_2 = 2.80 \text{ KN/m}^2$	<b>2</b>
<u>Carichi Variabili (Cat. B1):</u>		$Q_{k1} = 2.00 \text{ KN/m}^2$	<b>3</b>

### SOLAIO PRIMO PIANO - TIPO 1\* - SCALE E LUOGHI COMUNI

Solaio con Pannelli Alveolari: H=20cm

<u>Carichi Permanenti "DEFINITI" :</u>		$G_1 = 2.80 \text{ KN/m}^2$	<b>1</b>
massetto porta impianti	8 x 0.20 =	1.60	
massetto alleggerito	16 x 0.05 =	0.80	
pavimento (s=1cm)	20 x 0.010 =	0.20	
controsoffitto		0.20	
<u>Carichi Permanenti "PORTATI" :</u>		$G_2 = 2.80 \text{ KN/m}^2$	<b>2</b>
<u>Carichi Variabili (Cat. C):</u>		$Q_{k1} = 4.00 \text{ KN/m}^2$	<b>3</b>

### SOLAIO PRIMO PIANO - TIPO 2 - UFFICI

Solaio con Pannelli Alveolari: H=40cm

<u>Carichi Permanenti "DEFINITI" :</u>		$G_1 = 4.70 \text{ KN/m}^2$	<b>1</b>
massetto porta impianti	8 x 0.20 =	1.60	
massetto alleggerito	16 x 0.05 =	0.80	
pavimento (s=1cm)	20 x 0.010 =	0.20	
massetto	16 x 0.05 =		
pavimento (s=1cm)			
<u>Carichi Permanenti "PORTATI" :</u>		$G_2 = 2.80 \text{ KN/m}^2$	<b>2</b>
<u>Carichi Variabili (Cat. B1):</u>		$Q_{k1} = 2.00 \text{ KN/m}^2$	<b>3</b>

### SOLAIO COPERTURA - TIPO 1

Solaio con Pannelli Alveolari: H=32cm

<u>Carichi Permanenti "DEFINITI" :</u>		$G_1 = 4.05 \text{ KN/m}^2$	<b>1</b>
assetto alleggerito per pendenze	16 x 0.10 =	1.60	
guaina impermeabil.		0.05	
pannelli fotovoltaici		0.20	
<u>Carichi Permanenti "PORTATI" :</u>		$G_2 = 2.05 \text{ KN/m}^2$	<b>2</b>
<u>Carico neve:</u>	$Q_{neve} =$	$1.20 \text{ KN/m}^2$	<b>3</b>
<u>Carichi Variabili (Cat. H):</u>	$Q_{k1} =$	$0.50 \text{ KN/m}^2$	<b>4</b>

### COPERTURA TUNNEL DI COLLEGAMENTO

Travetti in acciaio - Tubolari quadrati 100x100x5 mm

<u>Carichi Permanenti "DEFINITI":</u>	$G_1 =$	0.07 KN/m <sup>2</sup>	1
pannello sandwich		0.10	
<u>Carichi Permanenti "PORTATI":</u>	$G_2 =$	0.10 KN/m <sup>2</sup>	2
<u>Carichi Variabili (Neve):</u>	$Q_{k1} =$	1.20 KN/m <sup>2</sup>	3
<u>Carichi Variabili (Cat. H):</u>	$Q_{k2} =$	0.50 KN/m <sup>2</sup>	4
<u>Carichi Variabili (VENTO):</u>	$Q_{k3} =$	0.40 KN/m <sup>2</sup>	5

Il progettista delle strutture

**Ing. Claudio CONTINI**

