

## COMUNE DI RAGUSA



# FUTURA



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero dell'Istruzione  
e del Merito

# LA SCUOLA PER L'ITALIA DI DOMANI



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

**Progetto Definitivo per l'intervento di "Costruzione di una scuola dell'infanzia a Marina di Ragusa a 9 sezioni " - Importo € 6.380.000,00\***

**CUP : F21B22000990006**

**MISURA: PNRR - M4C1 Investimento 1.1**

\*Derivante dall'applicazione del prezzario unico Regionale per i lavori pubblici della Regione Siciliana, adottato con Decreto Ass. Reg. LL.PP. n°17 del 29/06/2022

UBICAZIONE: Via Josè Maria Escrivà - Marina di Ragusa (RG)

TAVOLA:

## ST RL 01

DATA:

RIF. PROG. :

AGGIORNAMENTI:

VISTI:

ELABORATO:

**RELAZIONE GENERALE  
RELAZIONE SUI MATERIALI E DI CALCOLO  
CALCOLO NEVE E VENTO  
ANALISI DEI CARICHI E VERIFICHE LOCALI**

IL TECNICO: Arch. Daniele Migliorisi

TIMBRO E FIRMA:



**Oggetto:** Progettazione Definitiva per l'intervento di "Costruzione di una scuola dell'infanzia a Marina di Ragusa a 9 sezioni".

CUP: F21B2200099006

MISURA: M4C1 Investimento 1.1

**RELAZIONE GENERALE , SUI MATERIALI E DI CALCOLO STRUTTURALE, CALCOLO VENTO E NEVE, ANALISI DEI CARICHI E VERIFICHE LOCALI**

**Premessa**

L'area totale individuata per la realizzazione del nuovo edificio scolastico da destinare a scuola dell'infanzia, di mq. 21.785,00, si trova in Via San Josè Marìa Escrivà, all'interno di una zona di espansione a nord di Marina di Ragusa ed adiacente ad un'area altamente edificata nell'ultimo decennio, con destinazione d'uso da piano regolare P.E.E.P. (piano edilizia economica popolare).

Il terreno ha una forma pressoché trapezoidale allungata di circa mq 21.785,00, secondo l'orientamento nord-sud; su tre lati confina con la via S. Josè Marìa Escrivà, sul quarto con proprietà private; su una parte di esso, per una superficie di circa mq 12.163,00 verrà realizzata la scuola materna oggetto dell'intervento.

**Progetto**

L'impianto planimetrico generale rappresentato dai corpi di fabbrica che costituiscono la scuola materna, seguono un andamento pressoché circolare, creando nella parte centrale, un'area scoperta, luogo di raccolta per attività ludiche, didattiche e di socializzazione.

Il progetto delle strutture è stato redatto scomponendo il progetto architettonico in più corpi di fabbrica giunti tra di loro, nello specifico sono stati denominati nel modo seguente (Rif Tav ST 00):

- Corpi di fabbrica A-B-C-D-E- relativi alla passerella "corpo Aule"
- Corpi di fabbrica A1-B1-C1-D1-E1- relativi alle porzioni di aule che fuoriescono dalla predetta passerella.
- Corpi di fabbrica A2-B2-C2-D2-E2- relativi alle porzioni di aule interne alla predetta passerella. Si precisa che tali corpi sono delle semplici tramezzature in cartongesso e che la struttura portante "madre" è data dai predetti corpi di fabbrica A-B-C-D-E
- Corpo di fabbrica F con tetto riportato relativo al corpo locale tecnico e servizi igienici
- Corpo di fabbrica G con parziale copertura a falde inclinate relativo al corpo palestre
- Corpo di fabbrica H- passerella piccola di collegamento

-Corpo di fabbrica I a due piani relativo all'area docenti-mensa-e servizi direzionali

### **Strutture**

Le strutture portanti previsti in progetto, sono del tipo intelaiate in acciaio ed ogni singolo elemento strutturale e collegato tramite staffe e bulloni; i materiali usati in elevazione sono del tipo IPE/HEA, piastre e bulloni; suddetti materiali dovranno essere marchiati in modo da poter individuare l'azienda produttrice, lo stabilimento, il tipo di acciaio e la saldabilità.

### **Materiali utilizzati per le strutture in C.A.**

-TELAI IN C.A.O.

-Pilastri, plinti, travi in fondazione ed elevazione e solai:

- INERTI:

Sarà impiegata sabbia di duna locale mista a pietrisco di pezzatura fra mm 15 e 30 ottenuto per frantumazione di calcare duro.

-ACQUA:

Sarà adoperata per il confezionamento dei calcestruzzi esclusivamente acqua potabile.

- CALCESTRUZZO PER STRUTTURE IN C.A: (classe C25/30 – XC1)

Verrà impiegato per il getto di tutte le strutture in elevazione: cordoi, solai, ecc. e verrà costipato mediante vibratura.

La composizione sarà la seguente:

a) sabbia di frantoio 0-15 mm	33%
b) pietrischetto di frantoio 5-12 mm	37%
c) pietrisco di frantoio 12-25 mm.	30%
d) cemento tipo 425	300 Kg/mc
e) acqua	160 l/mc

tali composizioni permettono una discreta chiusura della miscela con una curva granulometrica rientrante nel fuso delle curve limiti sperimentali.

- ACCIAIO: (tipo Fe b 32K):

Il ferro impiegato nelle strutture in elevazione e solai, sarà del tipo acciaioso ad aderenza migliorata Fe b 32K, controllato in stabilimento.

- SOLAI IN C.A : (spessore H = 16+5cm. )

I solai saranno del tipo latero - cemento con travetti di spessore pari a 8 cm, e nervature a distanza di 33 cm.

## Materiali utilizzati per le strutture in Acciaio in elevazione

Profilati d'Acciaio per IPE/HEA

S275

Resistenza a rottura

$f_t = 410 \text{ N/mm}^2$

Resistenza di snervamento

$f_y = 275 \text{ N/mm}^2$

Bulloni

Classe 8.8

Resistenza a rottura bullone

$f_t = 8.000 \text{ kg/cm}^2$

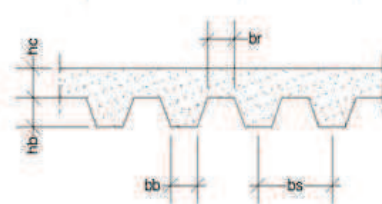
Resistenza di snervamento bullone

$f_y = 6.400 \text{ kg/cm}^2$

### - SOLAI IN LAMIERA GRECATA CON SOLETTA COLLABORANTE ACCESSIBILI :

-i solai in lamiera grecata con soletta collaborante accessibili utilizzati in progetto avranno le seguenti caratteristiche:

Caratteristiche dei materiali			
Classe CLS	C25/30	$f_{ck} = 25 \text{ Mpa}$	$f_{cd} = 14 \text{ Mpa}$
Acciaio	S 235	$f_{yp,d} = 224 \text{ MPa}$	
Acciaio rete	B450C	$f_{yd} = 391 \text{ MPa}$	
Caratteristiche geometriche			
L	300	cm	
$b_b$	5	cm	
$b_r$	5	cm	
$b_s$	20	cm	
$s_p$	0,8	mm	
$b_r/b_s =$	0,25	(EC4 §9.1.1 (2)P)	$x_L = 10,50 \text{ cm}$
$A_{pe} =$	218	mmq	
$A_c =$	21000	mmq	$\lambda = 21,43$ Snellezza del solaio

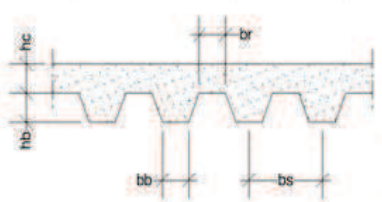


Rete elettrosaldata f 10mm passo cm 15\*cm 15

### - SOLAI IN LAMIERA GRECATA CON SOLETTA COLLABORANTE SOLO MANUTENZIONE ORDINARIA :

-i solai in lamiera grecata con soletta collaborante per solo manutenzione ordinaria utilizzati in progetto avranno le seguenti caratteristiche:

Caratteristiche dei materiali			
Classe CLS	C25/30	$f_{ck} = 25 \text{ Mpa}$	$f_{cd} = 14 \text{ Mpa}$
Acciaio	S 235	$f_{yp,d} = 224 \text{ MPa}$	
Acciaio rete	B450C	$f_{yd} = 391 \text{ MPa}$	
Caratteristiche geometriche			
L	300	cm	
$b_b$	5	cm	
$b_r$	5	cm	
$b_s$	20	cm	
$s_p$	0,8	mm	
$b_r/b_s =$	0,25	(EC4 §9.1.1 (2)P)	$x_L = 10,50 \text{ cm}$
$A_{pe} =$	218	mmq	
$A_c =$	21000	mmq	$\lambda = 21,43$ Snellezza del solaio



Rete elettrosaldata f 10mm passo cm 15\*cm 15

#### **-COPERTURE IN PANNELLI SANDWICH**

Tutte le coperture a falda relativi ai corpi di fabbrica G e F e gli sbalzi laterali dei corpi di fabbrica A-B-C-D-E saranno realizzate con pannello sandwich tipo Stiferite GT 120x60cm in schiuma polyiso espansa rigida (PIR) di spessore 120mm, con rivestimenti GT power insulation facer su entrambe le facce

Le forniture devono essere correlate da copia dei certificati Ufficiali.

Tutti i materiali di tipo strutturale dovranno essere provvisti dei certificati previsti dal Cap. 11 del D.M. 17/01/2018.

Si rimanda per una esposizione più esplicativa agli elaborati tecnici di calcolo strutturale, allegati alla presente.

#### **TAMPONAMENTI ESTERNI ED INTERNI**

I tamponamenti esterni ed interni, sono previsti con montaggio a secco che di seguito si andranno a descrivere nel dettaglio:

##### **TAMPONAMENTI ESTERNI**

SISTEMA/PARETE DI TAMPONAMENTO ESTERNO TIPO Gyproc GX1 SAD4/213/100-75 L GXHF costituita dalla seguente stratigrafia partendo dall'esterno:

- 1- LASTRA IN GESSO FIBRORINFORZATO tipo Gyproc Glasroc X (tipo GM-FH1I secondo UNI EN 15283-1) da 12,5 mm di spessore nel numero di 1 lastra, posta dal lato esterno della parete. Lastra di tipo speciale a base di gesso, con un'incrementata coesione del nucleo e rinforzata con rete in fibra di vetro, con ridotto assorbimento d'acqua e resistente allo sviluppo di muffe, ed in Euroclasse A1 di reazione al fuoco.
- 2 – Telo idrorepellente traspirante
- 3 - Isolante in lana minerale tipo Isover Arena 34 dello spessore di 95mm posto in intercapedine tecnica tra i montanti della struttura metallica esterna –
- 4 - LASTRE DI GESSO RIVESTITO FIBRATO Tipo Gyproc Habito Forte 13 (tipo D F I R secondo UNI EN 520, peso 12,3 kg/m<sup>2</sup>) da 12,5 mm di spessore nel numero di 2 lastre. Lastra di tipo speciale, rivestita con carta dalla colorazione particolarmente bianca per agevolare le operazioni di finitura, con incrementata densità del nucleo, il cui gesso è inoltre additivato con fibre di vetro; tali caratteristiche conferiscono al prodotto un elevato grado di durezza superficiale, di resistenza meccanica e di portata ai carichi (anche con semplici viti da legno truciolare) in Euroclasse A2-s1, d0. La coppia di lastre posizione 4 saranno poste come lastra intermedia a seguire primo strato di isolante e come lastra di completamento rivolta verso l'ambiente interno.
- 5 – Secondo strato di isolante con proprietà acustiche in lana di vetro tipo Isover PAR 4+ dello spessore di 70 mm, da inserire nell'intercapedine tecnica tra i montanti della struttura metallica interna.

6 - LASTRA DI GESSO RIVESTITO tipo Gyproc Vapor 13 (tipo A secondo UNI EN 520) da 12,5 mm di spessore nel numero di 1 lastra, posta non a vista dal lato interno della parete con superficie non a vista con una lamina d'alluminio, che conferisce alla lastra un elevato grado alla resistenza alla diffusione del vapore acqueo, in Euroclasse A2-s1,d0. Le strutture portanti della parete saranno due rispettivamente posizionate una come supporto del pacchetto rivolto all'esterno e la seconda a supporto del pacchetto interno. Le stesse strutture non dovranno essere solidarizzate tra loro per evitare il trasferimento di tensioni a carico della struttura esterna rispetto a quella interna. Le strutture saranno così composte:

STRUTTURA METALLICA INTERNA tipo Gyproc Gyprofile con rivestimento organico privo di cromo, ecologico, anticorrosivo, dielettrico, antifingerprint, composta da profili metallici in lamiera d'acciaio zincato Z100 da 0,6 mm di spessore:

- guide orizzontali ad U tipo Gyprofile da 75 mm solidarizzate meccanicamente a pavimento e a soffitto mediante accessori di fissaggio posti ad interasse massimo di 500 mm;
- montanti verticali a C tipo Gyprofile da 75 mm, posti ad interasse massimo di 600 mm; sfalsati tra le due strutture metalliche di 300 mm;
- nastro monoadesivo o biadesivo tipo Gyproc in polietilene espanso a cellule chiuse su tutto il perimetro della struttura metallica al fine di eliminare la possibile presenza di ponti acustici dovuti alle trasmissioni attraverso le strutture dell'edificio.

STRUTTURA METALLICA ESTERNA composta da profili metallici tipo Gyproc External Profile Zn-Mg con rivestimento protettivo in lega zinco-magnesio, da 0,8 mm di spessore:

- guide orizzontali ad U da 100 mm solidarizzate meccanicamente a pavimento e a soffitto mediante accessori di fissaggio posti ad interasse massimo di 500 mm;
- montanti verticali a C da 100 mm, posti ad interasse massimo di 600 mm, sfalsati tra le due strutture metalliche di 300 mm;
- nastro mono adesivo o biadesivo tipo Gyproc in polietilene espanso a cellule chiuse su tutto il perimetro della struttura metallica al fine di eliminare la possibile presenza di ponti acustici dovuti alle trasmissioni attraverso le strutture dell'edificio. L'applicazione complessiva del sistema comprenderà la finitura dei pannelli e rispettivamente dovrà realizzarsi: per le pareti interne: stuccatura con nastri di rinforzo con materiale a base di gesso tipo Evoplus per tutti i giunti, angoli e teste delle viti in modo da ottenere una superficie pronta per la finitura della parete. Per la faccia esterna sarà previsto il completamento mediante rasatura dei giunti con armatura composta da rete in fibra di vetro e rasante cementizio tipo webertherm AP60 TOP F da applicarsi anche per angoli e teste delle viti e successivo strato a camicia di rasante armato con interposta rete in fibra di vetro da 160gr applicazione a due mani. Si avrà cura di applicare il primo strato di rasante con spatola dentata da 4mm in modo da annegare correttamente sui cordoli la rete per poi applicare il secondo strato di rasante a finitura della parete.

### **TAMPONAMENTI INTERNI**

I tramezzi interni avranno la certificazione REI >60, abbattimento acustico > 50 db e caratterizzazione della superficie con prodotto ad elevata resistenza meccanica; suddette pareti sono composte da una

stratigrafia che costituisce un sistema parete certificato in accordo alla norma UNI EN 1364-1 – Applicazione estesa EX AP UNI EN 15524-3/2019 che garantisce un grado di protezione al fuoco fino a EI90 fino a 5,00 m di altezza e un abbattimento acustico pari a  $R_w=58$  db. La parete sarà composta da:

- 1 lastra tipo DURAGYP 13 (tipo DEFH1IR, peso 12,3 kg/m<sup>2</sup>), sp. 12,5 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0
- 1 lastra tipo WALLBOARD 13 (tipo A, peso 9,2 kg/m<sup>2</sup>), sp. 12,5 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0
- Guide da 75 mm, vincolate con tasselli metallici int. max 500 mm
- Montanti da 75 mm, int. max 600 mm
- Isolante in lana di vetro tipo ISOVER ACUSTIPAR 4+, sp. 70 mm, reaz. al fuoco A1
- 1 lastra tipo WALLBOARD 13 (tipo A, peso 9,2 kg/m<sup>2</sup>), sp. 12,5 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0
- 1 lastra tipo DURAGYP 13 (tipo DEFH1IR, peso 12,3 kg/m<sup>2</sup>), sp. 12,5 mm, reaz. al fuoco A2-s1,d0. A montaggio completato è prevista la stuccatura con nastri di rinforzo con materiale a base di gesso tipo Evoplus per tutti i giunti, angoli e teste delle viti in modo da ottenere una superficie con livello di qualità Q3 pronta per la finitura della parete.

#### PARAMETRI SISMICI UTILIZZATI IN FASE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

Vita Nominale	50
Classe d'Uso	3
Categoria del Suolo	B
Categoria Topografica	1
Latitudine del sito oggetto di edificazione	36.78851
Longitudine del sito oggetto di edificazione	14.54663

#### **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- D.M. 17/01/2018 - Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni;  
Circ. Ministero Infrastrutture e Trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018;

#### **REFERENZE TECNICHE (Cap. 12 D.M. 17.01.2018)**

- UNI ENV 1992-1-1 - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.  
UNI EN 206-1/2001 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità.

UNI EN 1993-1-1 - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

UNI EN 1995-1 – Costruzioni in legno

UNI EN 1998-1 – Azioni sismiche e regole sulle costruzioni

UNI EN 1998-5 – Fondazioni ed opere di sostegno

## **MISURA DELLA SICUREZZA**

Il metodo di verifica della sicurezza adottato è quello degli Stati Limite (SL) che prevede due insiemi di verifiche rispettivamente per gli stati limite ultimi S.L.U. e gli stati limite di esercizio S.L.E..

La sicurezza viene quindi garantita progettando i vari elementi resistenti in modo da assicurare che la loro resistenza di calcolo sia sempre maggiore delle corrispondente domanda in termini di azioni di calcolo.

Le norme precisano che la sicurezza e le prestazioni di una struttura o di una parte di essa devono essere valutate in relazione all'insieme degli stati limite che verosimilmente si possono verificare durante la vita normale.

Prescrivono inoltre che debba essere assicurata una robustezza nei confronti di azioni eccezionali.

Le prestazioni della struttura e la vita nominale sono riportati nei successivi tabulati di calcolo della struttura.

La sicurezza e le prestazioni saranno garantite verificando gli opportuni stati limite definiti di concerto al Committente in funzione dell'utilizzo della struttura, della sua vita nominale e di quanto stabilito dalle norme di cui al D.M. 17/01/2018 e successive modifiche ed integrazioni.

In particolare si è verificata:

- la sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (S.L.U.) che possono provocare eccessive deformazioni permanenti, crolli parziali o globali, dissesti, che possono compromettere l'incolumità delle persone e/o la perdita di beni, provocare danni ambientali e sociali, mettere fuori servizio l'opera. Per le verifiche sono stati utilizzati i coefficienti parziali relativi alle azioni ed alle resistenze dei materiali in accordo a quanto previsto dal D.M. 17/01/2018 per i vari tipi di materiale. I valori utilizzati sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate;

la sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio (S.L.E.) che possono limitare nell'uso e nella durata l'utilizzo della struttura per le azioni di esercizio. In particolare di concerto con il committente e coerentemente alle norme tecniche si sono definiti i limiti riportati nell'allegato fascicolo delle calcolazioni;

la sicurezza nei riguardi dello stato limite del danno (S.L.D.) causato da azioni sismiche con opportuni periodi di ritorno definiti di concerto al committente ed alle norme vigenti per le costruzioni in zona sismica;

robustezza nei confronti di opportune azioni accidentali in modo da evitare danni sproporzionati in caso di incendi, urti, esplosioni, errori umani;

Per quando riguarda le fasi costruttive intermedie la struttura non risulta cimentata in maniera più gravosa della fase finale.

## **MODELLI DI CALCOLO**

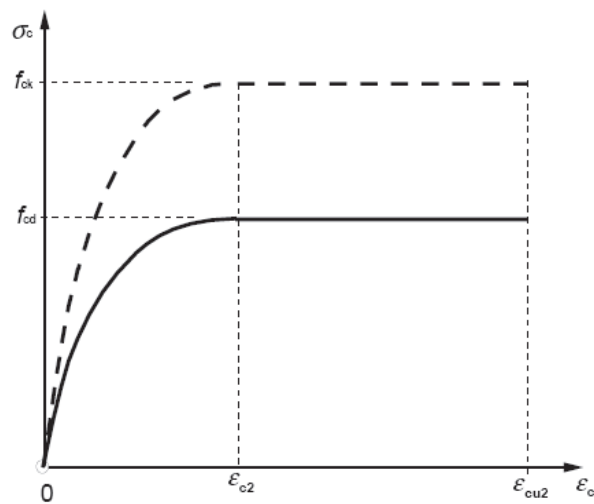
Si sono utilizzati come modelli di calcolo quelli esplicitamente richiamati nel D.M. 17/01/2018.

**Per quanto riguarda le azioni sismiche ed in particolare per la determinazione del fattore di struttura, dei dettagli costruttivi e le prestazioni sia agli S.L.U. che allo S.L.D. si fa riferimento al D.M. 17/01/18 e alla circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 gennaio 2019, n. 7 la quale è stata utilizzata come norma di dettaglio.**



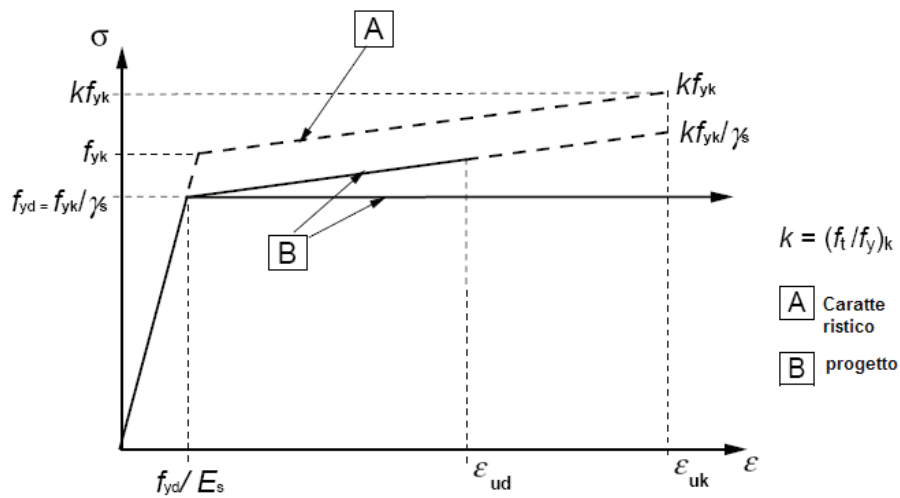
La definizione quantitativa delle prestazioni e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

Per le verifiche sezionali i legami utilizzati sono:



**Legame costitutivo di progetto parabola-rettangolo per il calcestruzzo.**

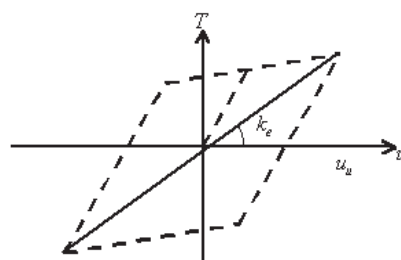
Il valore  $\epsilon_{cu2}$  nel caso di analisi non lineari sarà valutato in funzione dell'effettivo grado di confinamento esercitato dalle staffe sul nucleo di calcestruzzo.



### Legame costitutivo di progetto elastico perfettamente plastico o incrudente a duttilità limitata per l'acciaio.

- legame rigido plastico per le sezioni in acciaio di classe 1 e 2 e elastico lineare per quelle di classe 3 e 4;  
legame elastico lineare per le sezioni in legno;

legame elasto-viscoso per gli isolatori.



### Legame costitutivo per gli isolatori.

Il modello di calcolo utilizzato risulta rappresentativo della realtà fisica per la configurazione finale anche in funzione delle modalità e sequenze costruttive.

- **AZIONI SULLA COSTRUZIONE**

**AZIONI AMBIENTALI E NATURALI**

Si è concordato con il committente che le prestazioni attese nei confronti delle azioni sismiche siano verificate agli stati limite, sia di esercizio che ultimi individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

- Stato Limite di Operatività (S.L.O.)
- Stato Limite di Danno (S.L.D.)

Gli stati limite ultimi sono:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (S.L.V.)
- Stato Limite di prevenzione del Collasso (S.L.C.)

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 successiva tabella:

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%

Per la definizione delle forme spettrali (spettri elastici e spettri di progetto), in conformità ai dettami del D.M. 17/01/2018 § 3.2.3. sono stati definiti i seguenti termini:

- Vita Nominale del fabbricato;
- Classe d'Uso del fabbricato;
- Categoria del Suolo;
- Coefficiente Topografico;
- Latitudine e Longitudine del sito oggetto di edificazione.

Si è inoltre concordato che le verifiche delle prestazioni saranno effettuate per le azioni derivanti dalla neve, dal vento e dalla temperatura secondo quanto previsto dal cap. 3 del D.M. 17/01/18 e dlla Circolare del

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 gennaio 2019 n. 7 per un periodo di ritorno coerente alla classe della struttura ed alla sua vita utile.

**DESTINAZIONE D'USO E SOVRACCARICHI PER LE AZIONI ANTROPICHE**

Per la determinazione dell'entità e della distribuzione spaziale e temporale dei sovraccarichi variabili si farà riferimento alla tabella del D.M. 17/01/2018 in funzione della destinazione d'uso.

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]

**Tabella 3.1.II – Valori dei carichi d'esercizio per le diverse categorie di edifici**

Categ.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
A	<b>Ambienti ad uso residenziale</b> Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali	2,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
B	<b>Uffici</b> Cat. B1 – Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2 – Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
C	<b>Ambienti suscettibili di affollamento</b> Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, adatri di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4. Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici	5,00	5,00	3,00

	Cat. C5. Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni		
		≥4,00	≥4,00	≥2,00
D	<b>Ambienti ad uso commerciale</b> Cat. D1 Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini	5,00	5,00	2,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	Secondo categoria d'uso servita		
E	<b>Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale</b>			
	Cat. E1 Aree per accumulo di merci e relative aree d'accesso, quali biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	≥ 6,00	7,00	1,00*
	Cat. E2 Ambienti ad uso industriale	da valutarsi caso per caso		
F – G	<b>Rimesse e aree per traffico di veicoli (esclusi i ponti)</b>			
	Cat. F Rimesse, aree per traffico, parcheggio e sosta di veicoli leggeri (peso a pieno carico fino a 30 kN)	2,50	2 x 10,00	1,00**
	Cat. G Aree per traffico e parcheggio di veicoli medi (peso a pieno carico compreso fra 30 kN e 160 kN), quali rampe d'accesso, zone di carico e scarico merci	da valutarsi caso per caso e comunque non minori di		
		5,00	2 x 50,00	1,00**
H-I-K	<b>Coperture</b> Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	0,50	1,20	1,00
	Cat. I Coperture praticabili di ambienti di categoria d'uso compresa fra A e D	secondo categoria di appartenenza		
	Cat. K Coperture per usi speciali, quali impianti, eliporti	da valutarsi caso per caso		

\* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati.

\*\* per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso

I valori nominali e/o caratteristici  $q_k$ ,  $Q_k$  ed  $H_k$  di riferimento sono riportati nella Tab. 3.1.II. delle N.T.C. 2018. In presenza di carichi verticali concentrati  $Q_k$  essi sono stati applicati su impronte di carico appropriate all'utilizzo ed alla forma dello orizzontamento.

In particolare si considera una forma dell'impronta di carico quadrata pari a 50 x 50 mm, salvo che per le rimesse ed i parcheggi, per i quali i carichi si sono applicano su due impronte di 200 x 200 mm, distanti assialmente di 1,80 m.

### AZIONE SISMICA

Ai fini delle N.T.C. 2018 l'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X ed Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra di loro indipendenti.

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

- accelerazione massima attesa in superficie;
- accelerazione massima e relativo spettro di risposta attesi in superficie;
- accelerogramma.

l'azione in superficie è stata assunta come agente su tali piani.

Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta. L'accelerazione massima e lo spettro di risposta della componente verticale attesa in superficie sono determinati sulla base dell'accelerazione massima e dello spettro di risposta delle due componenti orizzontali.

In allegato alle N.T.C. 2018, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori dei precedenti parametri di pericolosità sismica necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

### **Azione del vento (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 alle azioni statiche equivalenti. Peraltro, per le costruzioni di forma o tipologia inusuale, oppure di grande altezza o lunghezza, o di rilevante snellezza e leggerezza, o di notevole flessibilità e ridotte capacità dissipative, il vento può dare luogo ad effetti la cui valutazione richiede l'uso di metodologie di calcolo e sperimentali adeguate allo stato dell'arte e che tengano conto della dinamica del sistema.



Figura 3.3.1 – Mappa delle zone in cui è suddiviso il territorio italiano

## VELOCITA' BASE DI RIFERIMENTO

La velocità base di riferimento  $v_b$  è il valore medio su 10 minuti, a 10 m di altezza sul suolo su un terreno pianeggiante e omogeneo di categoria di esposizione II, riferito ad un periodo di ritorno  $T_R = 50$  anni.

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

$$V_b = V_{b,0} * C_a$$

dove:

$V_{b,0}$  è la velocità base di riferimento al livello del mare in funzione della zona in cui sorge la costruzione;

$C_a$  è il coefficiente di altitudine fornito dalla relazione:

$$c_a = 1 \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$c_a = 1 + k_s \left( \frac{a_s}{a_0} - 1 \right) \quad \text{per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$$

dove:

- $a_0$ ,  $k_s$  sono parametri forniti nella tabella sottostante e legati alla regione in cui sorge la costruzione in esame, in funzione delle zone definite;
- $a_s$  è l'altitudine sul livello del mare (in m) del sito ove sorge la costruzione.

Tale zonizzazione non tiene conto di aspetti specifici e locali che, se necessario, dovranno essere definiti singolarmente.

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

## VELOCITÀ DI RIFERIMENTO

La velocità di riferimento  $v_r$  è il valore medio su 10 minuti, a 10 m di altezza dal suolo su un terreno pianeggiante e omogeneo di categoria di esposizione II, riferito al periodo di ritorno di progetto  $T_R$ . Tale velocità è definita dalla relazione:

$$V_r = V_b * C_r$$

dove :

$v_b$  è la velocità base di riferimento

$c_r$  è il coefficiente di ritorno, funzione del periodo di ritorno di progetto  $T_R$ .

In mancanza di specifiche e adeguate indagini statistiche, il coefficiente di ritorno è fornito dalla relazione:

$$c_r = 0.75 \sqrt{1 - 0.2 \times \ln \left[ -\ln \left( 1 - \frac{1}{T_R} \right) \right]}$$

dove  $T_R$  è il periodo di ritorno espresso in anni.

Ove non specificato diversamente, si assumerà  $T_R = 50$  anni, cui corrisponde  $c_r = 1$ .

## AZIONI STATICHE EQUIVALENTI

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 sul singolo elemento viene determinata considerando la combinazione più gravosa della pressione agente sulla superficie esterna e della pressione agente sulla superficie interna dell'elemento.

Nel caso di costruzioni o elementi di grande estensione, si deve inoltre tenere conto delle azioni tangenti esercitate dal vento.

L'azione d'insieme esercitata dal vento su una costruzione è data dalla risultante delle azioni sui singoli elementi, considerando come direzione del vento, quella corrispondente ad uno degli assi principali della pianta della costruzione; in casi particolari, come ad esempio per le torri a base quadrata o rettangolare, si deve considerare anche l'ipotesi di vento spirante secondo la direzione di

una delle diagonali.

## **PRESSIONE DEL VENTO**

La pressione del vento è data dalla seguente formula :

$$p = q_r * c_e * c_p * c_d$$

dove:

$q_r$  = è la pressione cinetica di riferimento;

$c_e$  = è il coefficiente di esposizione;

$c_p$  = è il coefficiente di pressione;

$c_d$  = è il coefficiente dinamico;

## **PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO**

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

$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2$$

Dove :

$v_b$  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>.

## **COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE**

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:

$$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

dove

$k_r$ ,  $z_0$ ,  $z_{\min}$  sono assegnati nella sottostante Tabella in funzione della categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione;

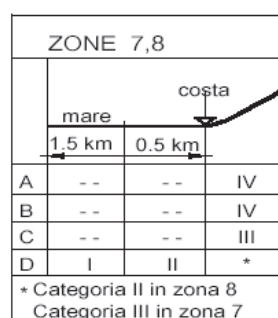
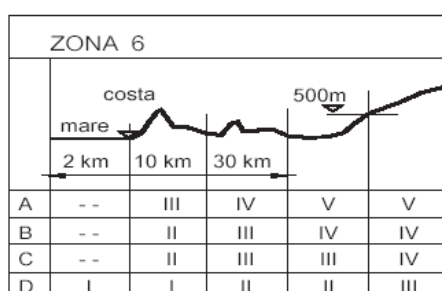
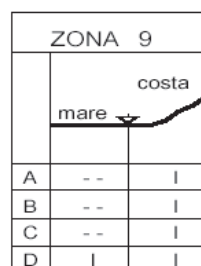
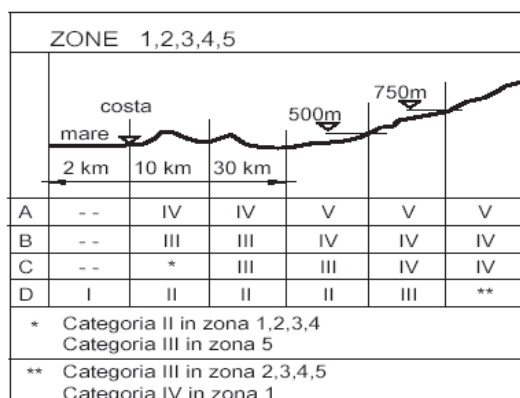
$c_t$  è il coefficiente di topografia.

Per il calcolo del coefficiente  $K_r$  si fa riferimento alla seguente tabella :

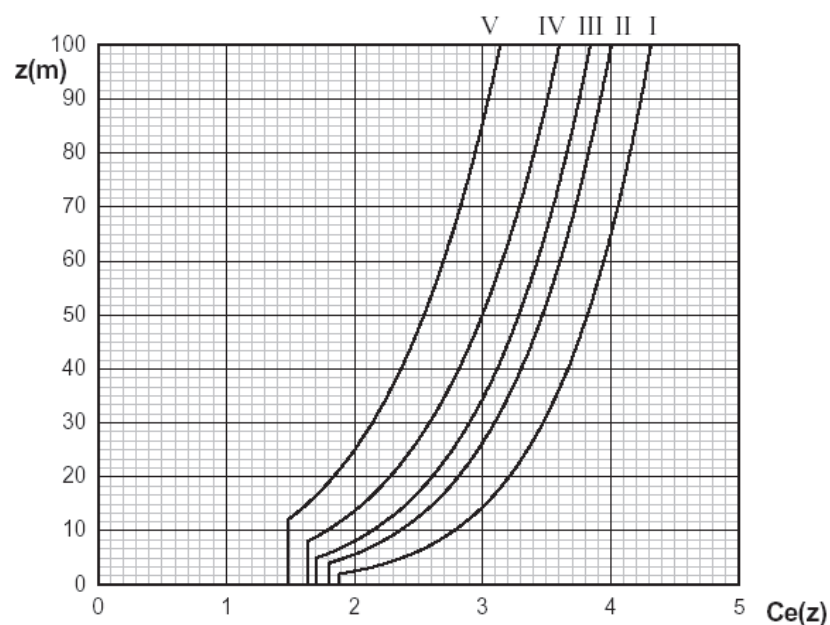
Categoria di esposizione del sito	$k_r$	$z_0$ [m]	$z_{\min}$ [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

In mancanza di analisi specifiche che tengano conto sia della direzione di provenienza del vento sia delle variazioni di rugosità e topografia del terreno, 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 nella tabella che segue. 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.

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).	



*Definizione delle categorie di esposizione*



*Andamento del coefficiente di esposizione  $C_e$  con la quota (per  $C_t = 1$ )*

## COEFFICIENTE DI FORMA

In assenza di valutazioni più precise, suffragate da opportuna documentazione o prove sperimentali in galleria del vento, per il coefficiente di forma si assumono i valori riportati ai punti seguenti, con l'avvertenza che si intendono positive le pressioni dirette verso l'interno delle costruzioni.

### Pressione Esterna

Edifici a Pianta rettangolare, con coperture piane, a falde inclinare, curve :

Per elementi sopravento (cioè direttamente investiti dal vento) con inclinazione sull'orizzontale:

$$\alpha \geq 60^\circ \quad C_{pe} = +0,8$$

$$20^\circ < \alpha < 60^\circ \quad c_{pe} = + 0,03 * \alpha - 1$$

*elementi sottovento e*  $0^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ \quad C_{pe} = -0,4$

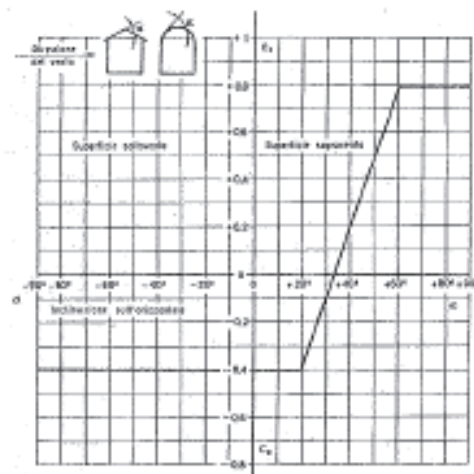


Figura C1.1.1 Valori assunti da  $c_{pe}$  al variare di  $\alpha$

### Pressione Interna

- Per costruzioni che hanno o possono avere una parete con aperture di superficie minore di 1/3 di quella totale (Costruzioni Stagne)  $c_{pi} = \pm 0,20$
- Per costruzioni che hanno o possono avere una parete con aperture di superficie non minore di 1/3 di quella totale (Costruzioni Non stagne) :

Parete sopravvento  $C_{pi} = + 0,80$

Parete sottovento  $C_{pi} = - 0,50$

- Per costruzioni che presentano su pareti opposte, normali alla direzione del vento, aperture di superficie non minore di 1/3 di quella totale:

Elementi normali alla direzione del vento  $C_{pe} + C_{pi} = \pm 1,20$

Altri elementi  $C_{pi} = \pm 0,20$

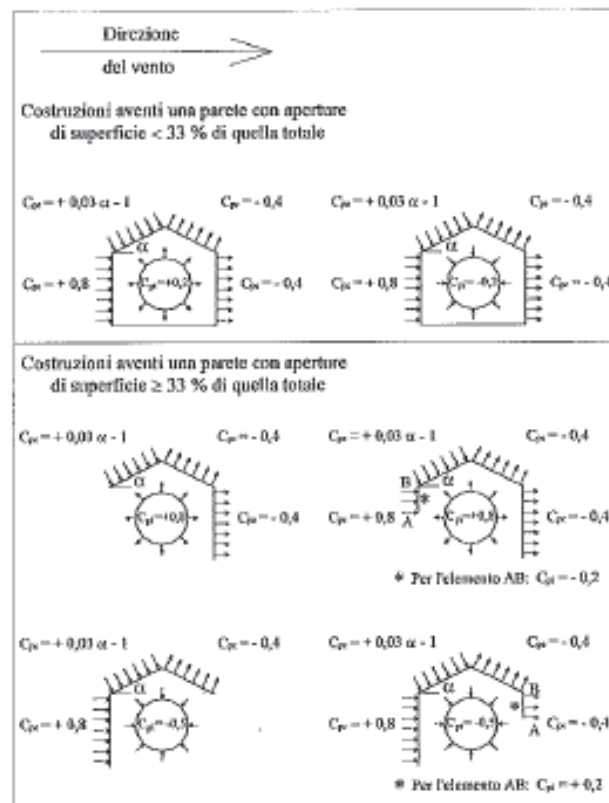


Figura C3.3.3 Coefficienti di forma per gli edifici.

## COEFFICIENTE DINAMICO

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.

## COEFFICIENTE DI TOPOGRAFIA

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

DATI GENERALI		
Zona	4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria
Distanza dalla costa	Km	1
Quota altimetrica	mt.	255
Altezza edificio	mt.	4.20
Quota di riferimento	$a_0$	500
$K_s$	[°]	0,36
Velocità base di riferimento $V_{b,0}$	1/s	28
Tempo di ritorno	$T_R$	50
Tipo di costruzione		Costruzioni completamente stagne

RISULTATI		
Coefficiente di ritorno	$c_r$	1,00
Velocità di riferimento $V_r = V_{b,0} * c_r$	m/s	28,02
Categoria esposizione		I
Classe di rugosità		D
$K_r$ (tabella D.M. 17-01-2018)		0,17
$Z_0$ (tabella D.M. 17-01-2018)	mt.	0,01
$Z_{min}$ (tabella D.M. 17-01-2018)	mt.	2
Pressione cinetica di riferimento $q_r = 1/2 * \rho * v^2$	N/m <sup>2</sup>	,491

Coefficiente di esposizione		2,28
Coefficiente dinamico		0.96
Coefficiente di Topografia		1.00
Coeff. di Pressione sopravento Pareti		0.80
Coeff. Pressione sopravento copertura		-0.40
Coeff. Pressione sottovento copertura		-0.40
Coeff. di Pressione sottovento Pareti		-0.40
Pressione sulle pareti sopravento	kN/m <sup>2</sup>	,858
Pressione copertura sopravento	kN/m <sup>2</sup>	-,429
Pressione copertura sottovento	kN/m <sup>2</sup>	-,429
Pressione Pareti sottovento	kN/m <sup>2</sup>	-,429

### **AZIONI DOVUTE ALLA TEMPERATURA**

E' stato tenuto conto delle variazioni giornaliere e stagionali della temperatura esterna, irraggiamento solare e convezione comportano variazioni della distribuzione di temperatura nei singoli elementi strutturali, con un delta di temperatura di 25° C.

Nel calcolo delle azioni termiche, si è tenuto conto di più fattori, quali le condizioni climatiche del sito, l'esposizione, la massa complessiva della struttura, la eventuale presenza di elementi non strutturali isolanti, le temperature dell'aria esterne (Cfr. § 3.5.2), dell'aria interna (Cfr. § 3.5.3) e la distribuzione della temperatura negli elementi strutturali (Cfr § 3.5.4) viene assunta in conformità ai dettami delle N.T.C. 2018.

### **CALCOLO DEL CARICO DELLA NEVE (D.M. 17/01/2018)**

Il carico della neve viene calcolato mediante la seguente formula :

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

dove :

$q_{sk}$  è il valore del carico della neve al suolo

$\mu_i$  è il coefficiente di forma

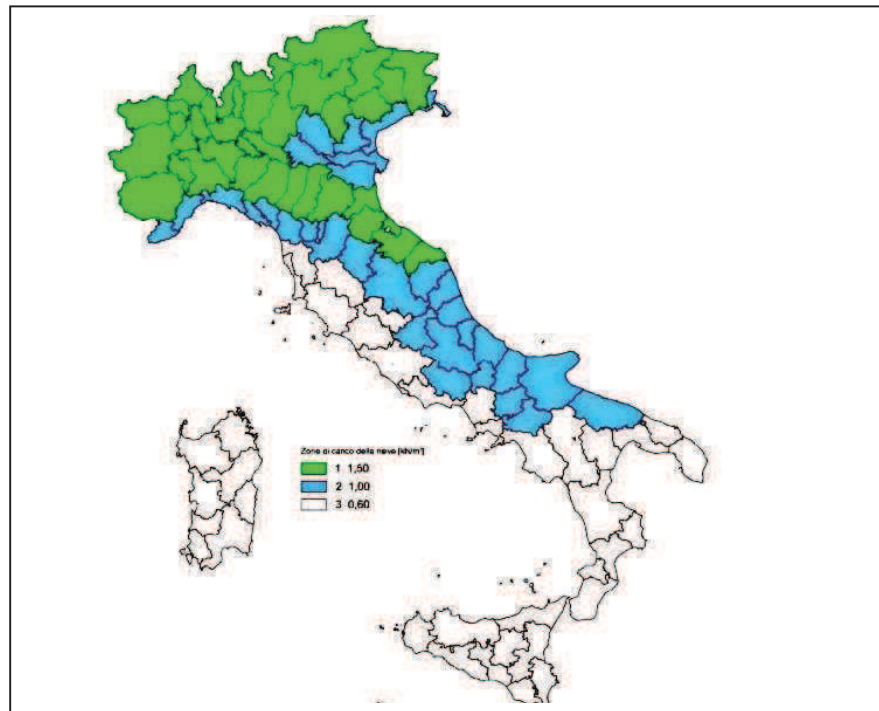
$C_E$  è il coefficiente di esposizione

$C_t$  è il coefficiente termico

## Carico Neve al suolo ( $q_{sk}$ )

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

Il territorio Italiano è stato diviso in quattro zone secondo lo schema seguente :



### Zona I - Alpina

Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbania, Vercelli, Vicenza:

$$\begin{aligned} q_{sk} &= 1.50 \text{ kN/m}^2 & a_s &\leq 200 \text{ m} \\ q_{sk} &= 1.39 [1 + (a_s/728)^2] \text{ kN/m}^2 & a_s &> 200 \text{ m} \end{aligned}$$

### **Zona I – Mediterranea**

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:

$$\begin{aligned} q_{sk} &= 1.50 \text{ kN/m}^2 & a_s &\leq 200 \text{ m} \\ q_{sk} &= 1.35 [1 + (a_s/602)^2] \text{ kN/m}^2 & a_s &> 200 \text{ m} \end{aligned}$$

### **Zona II**

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:

$$q_{sk} = 1.00 \text{ kN/m}^2 \quad a_s \leq 200 \text{ m}$$



$$q_{sk} = 0.85 [1 + (a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2 \quad a_s > 200 \text{ m}$$

#### Zona III

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:

$$\begin{aligned} q_{sk} &= 0.60 \text{ kN/m}^2 & a_s &\leq 200 \text{ m} \\ q_{sk} &= 0.51 [1 + (a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2 & a_s &> 200 \text{ m} \end{aligned}$$

### COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE (MICROZONAZIONE)

Il coefficiente di esposizione  $C_E$  viene fornito nella seguente tabella :

**Tabella 3.4.I – Valori di  $C_E$  per diverse classi di topografia**

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

### COEFFICIENTE TERMICO (INTERAZIONE)

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  $C_t = 1$ .

#### Coefficiente di forma

I valori da utilizzare per il coefficiente di forma per il carico neve sono quelli riportati nelle tabelle di cui appresso ove viene riportato l'angolo  $\alpha$  espresso in gradi sessagesimali.

**Tabella 3.4.II – Valori del coefficiente di forma**

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_1$	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$	0,0

### **DATI GENERALI**

Zona		III
Quota altimetrica s.l.m.	Mt.	255
Falde della copertura	n.	1
Angolo falda n. 1	$\alpha_1$ (°)	19
Angolo falda n. 2	$\alpha_2$ (°)	0

<b><u>COEFFICIENTI</u></b>		
Carico neve al suolo	$q_{sk}$	0,653
Coefficiente di forma	$\mu_i$	0,8
Coefficiente di esposizione	$C_e$	1
Coefficiente termico	$C_t$	1

### **CARICO DELLA NEVE**

$$q_s = \mu_i * q_{sk} * C_e * C_t = \text{kN/mq} \text{ ,52}$$

### **AZIONI ANTROPICHE E PESI PROPRI**

Nel caso delle spinte del terrapieno sulle pareti di cantinato (ove questo fosse presente), in sede di valutazione di tali carichi, (a condizione che non ci sia grossa variabilità dei parametri geotecnici dei vari strati così come individuati nella relazione geologica), è stata adottata una sola tipologia di terreno ai soli fini della definizione dei lati di spinta e/o di eventuali sovraccarichi.

### **COMBINAZIONI DI CALCOLO**

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal D.M. 17/01/2018 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive.

In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni per cui si rimanda al § 2.5.3 delle N.T.C. 2018. Queste sono:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (S.L.U.) (2.5.1);

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7 (2.5.2);
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) reversibili (2.5.3);
- Combinazione quasi permanente (S.L.E.), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine (2.5.4);
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2 form. 2.5.5);
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto Ad (v. § 3.6 form. 2.5.6).

Nelle combinazioni per S.L.E., si intende che vengono omessi i carichi  $Q_{kj}$  che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi  $G_2$ .

Altre combinazioni sono da considerare in funzione di specifici aspetti (p. es. fatica, ecc.). Nelle formule sopra riportate il simbolo + vuol dire "combinato con".

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_{Gi}$  e  $\gamma_{Qj}$  sono dati in § 2.6.1, Tab. 2.6.I.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali le verifiche agli stati limite ultimi o di esercizio devono essere effettuate per la combinazione dell'azione sismica con le altre azioni già fornita in § 2.5.3 form. 3.2.16 delle N.T.C. 2018.

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai carichi gravitazionali (form. 3.2.17).

I valori dei coefficienti  $\psi_{2j}$  sono riportati nella Tabella 2.5.I..

La struttura deve essere progettata così che il degrado nel corso della sua vita nominale, purché si adotti la normale manutenzione ordinaria, non pregiudichi le sue prestazioni in termini di resistenza, stabilità e funzionalità, portandole al di sotto del livello richiesto dalle presenti norme.

Le misure di protezione contro l'eccessivo degrado devono essere stabilite con riferimento alle previste condizioni ambientali.

La protezione contro l'eccessivo degrado deve essere ottenuta attraverso un'opportuna scelta dei dettagli, dei materiali e delle dimensioni strutturali, con l'eventuale applicazione di sostanze o ricoprimenti protettivi, nonché con l'adozione di altre misure di protezione attiva o passiva.

La definizione quantitativa delle prestazioni e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

### COMBINAZIONI DELLE AZIONI SULLA COSTRUZIONE

Le azioni definite come al § 2.5.1 delle N.T.C. 2018 sono state combinate in accordo a quanto definito al § 2.5.3. applicando i coefficienti di combinazione come di seguito definiti:

<b>Categoria/Azione variabile</b>	<b><math>\psi_{0j}</math></b>	<b><math>\psi_{1j}</math></b>	<b><math>\psi_{2i}</math></b>
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
<b>Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento</b>	<b>0,7</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
<b>Categoria H Coperture</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>Vento</b>	<b>0,6</b>	<b>0,2</b>	<b>0,0</b>
<b>Neve (a quota <math>\leq 1000</math> m s.l.m.)</b>	<b>0,5</b>	<b>0,2</b>	<b>0,0</b>
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
<b>Variazioni termiche 25°</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>0,0</b>

*Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione*

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_{Gi}$  e  $\gamma_{Qj}$  utilizzati nelle calcolazioni sono dati nelle N.T.C. 2018 in § 2.6.1, Tab. 2.6.I.

#### • TOLLERANZE

Nelle calcolazioni si è fatto riferimento ai valori nominali delle grandezze geometriche ipotizzando che le tolleranze ammesse in fase di realizzazione siano conformi alle euronorme EN 1992-1991- EN206 - EN 1992-2005:

- Copriferro  $-5$  mm (EC2 4.4.1.3)

Per dimensioni  $\leq 150$  mm  $\pm 5$  mm

Per dimensioni  $\leq 400$  mm  $\pm 15$  mm

Per dimensioni  $\geq 2500$  mm  $\pm 30$  mm

Per i valori intermedi interpolare linearmente.

- **ANALISI DEI CARICHI E VERIFICHE LOCALI**

## **SOLAI IN LATERO CEMENTO**

La presente relazione è relativa alla verifica agli stati limite, conformemente al D.M. 17-01-2018, di un solaio in latero-cemento gettato in opera costituito da n. 3 travetti per metro lineare armati con barre di acciaio ad aderenza migliorata ed armatura superiore di ripartizione disposta trasversalmente alla direzione dei travetti.

### **Determinazione dei carichi di calcolo**

Per la determinazione dei carichi agenti sul solaio bisogna incrementare i carichi elementari di progetto utilizzando i fattori  $\gamma_g$ ,  $\gamma_q$ ,  $\Psi$  desumibili dalle tabelle 2.5.1 e 2.6.1 del 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, ...)			
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 2.5.1 – Valori dei coefficienti di combinazione

		Coefficiente $\gamma_i$	EQU	A1	A2
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	$\gamma_Q$	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.

Tabella 2.6.1 – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

Nella Tab. 2.6.1 il significato dei simboli è il seguente:

$\gamma_{G1}$  coefficiente parziale del peso proprio della struttura, nonché del peso proprio del terreno e dell'acqua, quando pertinenti;

$\gamma_{G2}$  coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;

$\gamma_{Qi}$  coefficiente parziale delle azioni variabili.

Il carico totale sarà calcolato con la seguente espressione :

$$Q_{\text{tot}} = (Q_{\text{perm}} * \gamma_g) + (Q_{\text{acc}} * \gamma_q) + (Q_{ki} * \gamma_{q2} * \psi_{02})$$

#### Calcolo delle sollecitazioni

Il calcolo del momento flettente viene effettuato mediante l'utilizzo delle note formule della Scienza delle costruzioni :

$$M_x = q * l^2 / 16 * \sin(\alpha)$$

$$M_y = q * l^2 / 16 * \cos(\alpha)$$

$$M_{\text{max}} = M_x + M_y$$

dove :

$Q$  = Carico distribuito a metro lineare

$l$  = luce di calcolo

$\alpha$  = angolo di inclinazione espresso in gradi sessagesimali

## • VERIFICA AGLI STATI LIMITE

Per effettuare la verifica agli stati limite occorre esprimere la risultante delle tensioni di compressione  $N_c$  nel calcestruzzo ed  $N'_s$  nell'armatura compressa e la forza di trazione  $N_s$  in funzione della posizione dell'asse neutro ed imporre le condizioni di equilibrio alla traslazione ed alla rotazione. Come è noto dalla scienza delle costruzioni la condizione di equilibrio alla traslazione viene data dalla seguente espressione :

$$\bullet \quad N_c + N'_s + N_s = 0$$

Dove:

$$N_c/x = -\alpha_{fcd} * b * \beta$$

$$N'_s = -f_{yd} * A'_s$$

$$N_s = f_{yd} * A_s$$

Per risolvere le equazioni di equilibrio sopra riportate, bisogna individuare preliminarmente il diagramma delle deformazioni cui fare riferimento, in particolare si calcola la percentuale meccanica di armatura con la seguente espressione :

$$\bullet \quad \omega = A_a / (b * h) * f_{yd} / \alpha_{fcd}$$

quindi si confronta la percentuale meccanica di armatura di progetto con quella ottenuta dalle seguenti espressioni riferiti ai vari diagrammi di deformazione :

$$\omega_1 = \xi_1 * \beta / (s - s' * u)$$

$$\omega_2 = \xi_2 * \beta / (s - s' * u)$$

$$\omega_3 = \xi_3 * \beta / (s - s' * u)$$

dove:

$s = \sigma_s / f_{yd}$  con  $\sigma_s$  tensione max di trazione

$s' = -\sigma'_s / f_{yd}$  con  $\sigma'_s$  tensione max (bordo compresso)

in base ai superiori risultati, operato il dovuto confronto, si stabilisce l'appropriato diagramma delle deformazioni, se :

$\omega < \omega_1$	Campo 2a
$\omega_1 < \omega < \omega_2$	Campo 2b
$\omega_2 < \omega < \omega_3$	Campo 3
$\omega > \omega_3$	Campo 4

Una volta individuato il diagramma delle deformazioni da utilizzare ai fini della verifica, si assume che la deformazione del calcestruzzo raggiunge il valore limite  $\epsilon_{cu}$  a cui corrisponde il coefficiente di riempimento  $\beta$  per il quale la forza  $N_c$  sarebbe proporzionale ad  $x$ , per cui

$$N_c/x = -\alpha_{fcd} \cdot b \cdot \beta$$

In questo caso si potrebbe ricavare immediatamente la posizione dell'asse neutro che garantisce l'equilibrio alla traslazione :

$$x = N'_s + N_s / (-N_c/x)$$

Partendo da questa ipotesi, in cui  $x$  rappresenta la distanza dell'asse neutro dal bordo superiore, si esegue il primo tentativo di equilibrio attorno all'asse neutro.

Il corrispondente diagramma limite di deformazioni deve annullarsi in corrispondenza dell'asse neutro e raggiungere il valore limite  $\epsilon_{cu}$  al bordo superiore oppure in corrispondenza dell'armatura inferiore  $\epsilon_{su}$ .

Analizzando tali risultati e considerando solamente i valori accettabili si calcola il coefficiente di riempimento  $\beta$  funzione di  $\epsilon_{cmax}$ .

Imponendo l'equilibrio attorno all'asse  $\omega(1-s^*u) - \xi \beta$  per successivi tentativi si ricava il valore dell'asse neutro che azzerava la superiore equazione, quindi si passa al calcolo del braccio della coppia resistente  $\zeta$  che moltiplicata per  $N_s$  fornisce il momento resistente della sezione.

Ai fini della verifica deve risultare

$$\underline{M_{ult}} > \underline{M_{max}}$$

## VERIFICA A TAGLIO

Per la verifica a taglio si è utilizzato il metodo del traliccio ad inclinazione variabile, si è calcolata la resistenza a Taglio  $V_{rd1}$  in assenza di armatura e la si è confrontata con il valore del Taglio massimo risultante dal calcolo.



$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w d$$

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);

$\rho_1 = A_{s1} / (b_w \cdot d)$  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).

## VERIFICA A PUNZONAMENTO

Occorre altresì effettuare la verifica a Punzonamento della lastra allo stato limite ultimo. In mancanza di un'armatura trasversale opportunamente dimensionata, la forza resistente al punzonamento è assunta pari a:

$$F = 0,50 \cdot u \cdot h \cdot f_{ctd}$$

Dove :

h è lo spessore della lastra

u è il perimetro del contorno della porzione caricata

$f_{ctd}$  è il valore di calcolo della resistenza a trazione pari a  $f_{ctk} / \gamma_c$  con  $\gamma_c = 1.5$

### CALCOLO SOLAIO IN LATERO-CEMENTO CORPO I

#### DATI GEOMETRICI

Spessore soletta	<b>cm</b>	21
Luce del solaio	<b>mt</b>	2,8
Angolo inclinazione	<b>(°)</b>	0

#### • DATI DI CARICO

Categoria di verifica C1

Descrizione categoria : Ambienti suscettibili di affollamento - Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento

• **ANALISI DEI CARICHI**

Peso proprio	daN/mq	525
Malta	daN/mq	18
Pavimento/tegole	daN/mq	60
Intonaco	daN/mq	40
Totale carico permanente	daN/mq	643
Coeff. Parzializzazione	$\gamma_g$	1.3
Carico accidentale	daN/mq	300
Coeff. Parzializzazione	$\gamma_q$	1.5
Altro Carico Variabile	$Q_{ki}$	daN/mq
Coeff. Di utilizzo	$\Phi_{02}$	0,7

$$Q_{tot} = Q_p * \gamma_g + Q_a * \gamma_q + Q_{ki} * \gamma_{q2} * \Phi_{02}$$

Carico complessivo per mq di solaio	daN/mq	1286
Carico di calcolo su singolo travetto	daN/ml	424

• **CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

Acciaio tipo	B450C	
Classe calcestruzzo	C25/30	
Copriferro	cm	2

**RISULTATI DELLA VERIFICA**

Reazioni vincolari

$R_a = Q * L / 2 =$	daN	594,09
$R_b = Q * L / 2 =$	daN	594,0858
Momento Dir. X-X = $q * l^2 / 16 * \sin(\alpha) =$	daNm	,
Momento Dir. Y-Y = $q * l^2 / 16 * \cos(\alpha) =$	daNm	207,93
<b>Momento massimo = <math>M_x + M_y =</math></b>	<b>daNm</b>	<b>207,93</b>
Armatura tesa	cmq.	4,62
Armatura compressa	cmq.	1,54

## COEFFICIENTI DI CALCOLO

Rapporto Armatura Compressa/Armatura Tesa  $u=A_a'/A_a= ,25$

% meccanica armatura  $\omega =A_a/(b \cdot h) \cdot f_{yd}/\alpha_{fcd}= ,744$

$\omega_1 = \xi_1 \cdot \beta/(s-s' \cdot u) = ,124$

$\omega_2 = \xi_2 \cdot \beta/(s-s' \cdot u) = ,28$

$\omega_3 = \xi_3 \cdot \beta/(s-s' \cdot u) = ,744$

## CASISTICA

$\omega < \omega_1$	Campo 2a
$\omega_1 < \omega < \omega_2$	Campo 2b
$\omega_2 < \omega < \omega_3$	Campo 3
$\omega > \omega_3$	Campo 4

$\xi$	$\varepsilon_c$	$\eta_0$	$\beta$	$s'$	$\omega(1-s' \cdot u) - \xi \beta$	$k$
,6886	,0034	1,7	,81	1,	,0001	,416

Posizione asse neutro  $x = \text{cm.}$  13,0836

Braccio coppia interna  $\zeta = \text{cm.}$  ,7588

$M_{rd} = A_a \cdot \zeta \cdot d \cdot f_{yd} / 1000 = \text{daNm}$  17,55

## VERIFICA A TAGLIO

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

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);

$\rho_1 = A_{s1} / (b_w \cdot d)$  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).

## RISULTATI

$$T_{\max} = \text{daN } 594,$$

$$(v_{\min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = \text{daN } 1930,49$$

$$V_{rd} = \{0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp}\} \cdot b_w \cdot d = \text{daN } 2691, \geq (v_{\min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

**Tmax < Vrd1 SEZIONE VERIFICATA**

### VERIFICA A PUNZONAMENTO

La verifica a punzonamento, come previsto dalla normativa, viene effettuata ipotizzando una forza concentrata pari a Kg. 300 agente su una impronta di cm. 5x5 avente perimetro pari a cm. 20.

La verifica a punzonamento ai sensi del D.M. 17/01/2018 risulta

$$F = 0,5 \cdot u \cdot h \cdot f_{ctd}$$

dove:

$h$  è lo spessore della lastra;

$u$  è il perimetro del contorno ottenuto dal contorno effettivo della porzione caricata con una diffusione a 45° sull'intero spessore della lastra;

$f_{ctd}$  è il valore di calcolo della resistenza a trazione.

quindi nel caso in esame la forza reagente risulta pari a :

$$f_{ctk} = 1,2 \cdot 0,70 \cdot 0,27 \cdot (R_{ck})^{2/3} = \text{daN/cm}^2 \quad 10,16$$

$$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 10,16 / 1,5 = \text{daN/cm}^2 \quad 6,35$$

$$\gamma_c = 1,5$$

$$P_{ult} = 0,5 \cdot (4 \times 5) \cdot S_p \cdot f_{ctd}$$

### **VERIFICA A PUNZONAMENTO**

(D.M. 17.01.2018)

Carico concentrato di verifica	$P_{\max} =$	daN	300,00
Spessore caldana		cm.	5
Superficie reagente		cmq.	100
Forza ultima della sezione	$P_{ult} =$	daN	<hr/> 317,62

### **RISULTATO DELLA VERIFICA**

**Tultimo > Tmax - SEZIONE VERIFICATA**

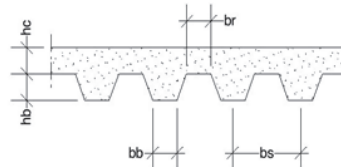
# SOLAI IN LAMIERA GRECATA CON SOLETTA COLLABORANTE

SOLAIO PRATICABILE PASSERELLA

Oggetto: CORPO A-B-C-D-E

## Caratteristiche dei materiali

Classe CLS C25/30  $f_{ck} = 25 \text{ Mpa}$   $f_{cd} = 14 \text{ Mpa}$   
 Acciaio S 235  $f_{yp,d} = 224 \text{ MPa}$   
 Acciaio rete B450C  $f_{yd} = 391 \text{ MPa}$



## Caratteristiche geometriche

L 200 cm

$b_b$  5 cm

$b_r$  5 cm

$b_s$  20 cm

$s_p$  0,8 mm

s o  $h_c$  5 cm (EC4 §9.2.1 (1)P)

$h_b$  6 cm

$h =$  11 cm (EC4 §9.2.1 (1)P)

$b_r/b_s =$  0,25 (EC4 §9.1.1 (2)P)

$A_{pe} =$  205 mmq

$A_c =$  16000 mmq

$x_L =$  8,00 cm

$\lambda =$  18,18 Snellezza del solaio

## Analisi dei carichi

Peso Proprio 208,04 kg/mq

Permanente 100,00 kg/mq

Accidentale 300,00 kg/mq

Totale SLE

R 608,04 kg/mq

## Verifica a flessione in campata ( $M_{max} = q l^2 / \alpha$ , arm. resistente: lamiera)

$\alpha$  8

$x_{pl} =$  1,62 cm

	$M_{Ed}$ (kg m)	$z$ (mm)	$N_{c,f}$ (N)	$N_p$ (N)	$M_{pl,Rd}$ (kg m)	FS
SLU	87,05	71,90	45873	45873	330	<b>3,79</b>

## Verifica a flessione in appoggio ( $M_{max} = q l^2 / \alpha$ , arm. resistente: rete)

$\alpha$  16

$x =$  5,42 cm

	$M_{Ed}$ (kg m)	$z$ (mm)	$N_{c,f}$ (N)	$N_p$ (N)	$M_{Rd}$ (kg m)	FS
SLU	43,52	38,31	30733	30733	118	<b>2,70</b>

## Verifica a taglio ( $T_{max} = q l / \beta$ )

$\beta$  2

$f_{ctd}$  (Mpa) = 1,20

	$V_{Ed}$ (N)	$k$	$V_{Rd}$ (N)	FS
	1741	2	4863	<b>2,79</b>

## Verifica a flessione e punzonamento della soletta per carico concentrato

P = 200 kg

$b_p$  5 cm

$h_f$  0 cm

	$\phi$ (mm)	passo (cm)	$A_{s,r}$ (cmq)	$b_m$ (cm)	$M_{max}$ (kg m)
Rete	<u>10</u>	<u>15</u>	<u>0,7854</u>	<u>15</u>	<u>7,61</u>

$x =$	1,35	cm	$\sigma_c =$	3,68	N/mm <sup>2</sup>
$J =$	28	cm <sup>4</sup>	$\sigma_f =$	47,25	N/mm <sup>2</sup>
$v_{Ed,0}$ (MPa)			$v_{Rd,0}$ (MPa)		
$=$	0,60		$=$	3,54	
$v_{Ed,1}$ (MPa)			$v_{Rd,1}$ (MPa)		
$=$	0,23		$=$	0,71	

#### Verifica di deformabilità

$K =$	1	$\lambda_{lim} =$	156,61	$\lambda = L/H =$	18,18
-------	---	-------------------	--------	-------------------	-------

**Note:** Utilizzabile come diaframma rigido

Lunghezza minima di appoggio della lamiera su acciaio o calcestruzzo 50 mm

Lunghezza minima di appoggio della lamiera su altro materiale 75 mm

Lunghezza minima di appoggio della soletta su acciaio o calcestruzzo 70 mm

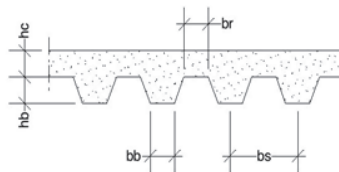
Lunghezza minima di appoggio della soletta su altro materiale 100 mm

SOLAIO  
PRATICABILE

Oggetto: CORPO G

#### Caratteristiche dei materiali

Classe CLS	C25/30	$f_{ck} = 25$ Mpa	$f_{cd} = 14$ Mpa
Acciaio	S 235	$f_{yp,d} = 224$ MPa	
Acciaio rete	B450C	$f_{yd} = 391$ MPa	



#### Caratteristiche geometriche

$L$	300	cm
-----	-----	----

$b_b$	5	cm
-------	---	----

$b_r$	5	cm
-------	---	----

$b_s$	20	cm
-------	----	----

$s_p$	0,8	mm
-------	-----	----

$s$ o $h_c$	7	cm	(EC4 §9.2.1 (1)P)
-------------	---	----	-------------------

$h_b$	7	cm
-------	---	----

$h$	14	cm	(EC4 §9.2.1 (1)P)
-----	----	----	-------------------

$b_r/b_s$	0,25	(EC4 §9.1.1 (2)P)
-----------	------	-------------------

$A_{pe}$	218	mm <sup>2</sup>
----------	-----	-----------------

$A_c$	21000	mm <sup>2</sup>
-------	-------	-----------------

$x_L$	10,50	cm
-------	-------	----

$\lambda$	21,43	Snellezza del solaio
-----------	-------	----------------------

#### Analisi dei carichi

Peso Proprio	271,04	kg/mq
--------------	--------	-------

Permanente	200,00	kg/mq
------------	--------	-------

Accidentale	300,00	kg/mq
-------------	--------	-------

Totale SLE

R	771,04	kg/mq
---	--------	-------

#### Verifica a flessione in campata ( $M_{max} = q l^2 / \alpha$ , arm. resistente: lamiera)

$\alpha$	8	$x_{pl} =$	1,72	cm
----------	---	------------	------	----

	$M_{Ed}$ (kg m)	$z$ (mm)	$N_{c,f}$ (N)	$N_p$ (N)	$M_{pl,Rd}$ (kg m)	FS
SLU	248,03	96,40	48709	48709	470	1,89

#### Verifica a flessione in appoggio ( $M_{max} = q l^2 / \alpha$ , arm. resistente: rete)

$\alpha$	16	$x =$	6,87	cm
----------	----	-------	------	----

SLU	$M_{Ed}$ (kg m)	$z$ (mm)	$N_{c,f}$ (N)	$N_p$ (N)	$M_{Rd}$ (kg m)	FS
	124,01	42,52	38928	38928	166	<b>1,33</b>

#### Verifica a taglio ( $T_{max} = q l / \beta$ )

$$\beta = \frac{2}{2} \quad f_{ctd} \text{ (Mpa)} = 1,20$$

$V_{Ed}$ (N)	$k$	$V_{Rd}$ (N)	FS
3307	2	6189	<b>1,87</b>

#### Verifica a flessione e punzonamento della soletta per carico concentrato

$$P = \frac{200}{1} \text{ kg} \quad b_p = \frac{5}{1} \text{ cm} \quad h_f = \frac{0}{1} \text{ cm}$$

Rete	$\phi$ (mm)	passo (cm)	$A_{s,r}$ (cmq)	$b_m$ (cm)	$M_{max}$ (kg m)
	10	15	0,9948	19	7,74

$$x = \frac{1,69}{1} \text{ cm} \quad \sigma_c = \frac{1,64}{1} \text{ N/mmq}$$

$$J = \frac{79}{1} \text{ cm}^4 \quad \sigma_f = \frac{26,48}{1} \text{ N/mmq}$$

$$v_{Ed,0} \text{ (MPa)} = 0,43 \quad v_{Rd,0} \text{ (MPa)} = 3,54$$

$$v_{Ed,1} \text{ (MPa)} = 0,13 \quad v_{Rd,1} \text{ (MPa)} = 0,64$$

#### Verifica di deformabilità

$$K = \frac{1}{1} \quad \lambda_{lim} = 78,25 \quad \lambda = L/H = 21,43$$

**Note:** Utilizzabile come diaframma rigido

Lunghezza minima di appoggio della lamiera su acciaio o calcestruzzo 50 mm

Lunghezza minima di appoggio della lamiera su altro materiale 75 mm

Lunghezza minima di appoggio della soletta su acciaio o calcestruzzo 70 mm

Lunghezza minima di appoggio della soletta su altro materiale 100 mm

SOLAIO  
PRATICABILE

Oggetto: CORPO F

#### Caratteristiche dei materiali

Classe CLS	C25/30	$f_{ck} = 25 \text{ Mpa}$	$f_{cd} = 14 \text{ Mpa}$
Acciaio	S 235	$f_{yp,d} = 224 \text{ MPa}$	
Acciaio rete	B450C	$f_{yd} = 391 \text{ MPa}$	

#### Caratteristiche geometriche

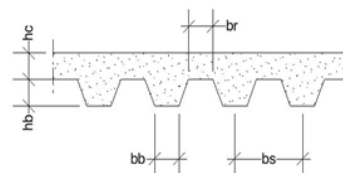
$$L = \frac{310}{1} \text{ cm}$$

$$b_b = \frac{5}{1} \text{ cm}$$

$$b_r = \frac{5}{1} \text{ cm}$$

$$b_s = \frac{20}{1} \text{ cm}$$

$$s_p = \frac{0,8}{1} \text{ mm}$$



$$s \text{ o } h_c = \frac{5}{1} \text{ cm} \quad (\text{EC4 §9.2.1 (1)P})$$

$$h_b = \frac{7}{1} \text{ cm} \quad (\text{EC4 §9.2.1 (1)P})$$

$$h = \frac{12}{1} \text{ cm}$$

$$b_r/b_s = \frac{0,25}{1} \quad (\text{EC4 §9.1.1 (2)P})$$

$$A_{pe} = \frac{218}{1} \text{ mmq}$$

$$A_c = \frac{17000}{1} \text{ mmq}$$

$$x_L = \frac{8,50}{1} \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{25,83}{1} \quad \text{Snellezza del solaio}$$

#### Analisi dei carichi

Peso Proprio 221,04 kg/mq

Permanente	250,00	kg/mq
Accidentale	50,00	kg/mq
Totale SLE		
R	521,04	kg/mq

#### Verifica a flessione in campata ( $M_{max} = q l^2 / \alpha$ , arm. resistente: lamiera)

$$\alpha = 8 \quad x_{pl} = 1,72 \text{ cm}$$

	$M_{Ed}$ (kg m)	$z$ (mm)	$N_{c,f}$ (N)	$N_p$ (N)	$M_{pl,Rd}$ (kg m)	FS
SLU	177,15	76,40	48709	48709	372	<b>2,10</b>

#### Verifica a flessione in appoggio ( $M_{max} = q l^2 / \alpha$ , arm. resistente: rete)

$$\alpha = 16 \quad x = 5,42 \text{ cm}$$

	$M_{Ed}$ (kg m)	$z$ (mm)	$N_{c,f}$ (N)	$N_p$ (N)	$M_{Rd}$ (kg m)	FS
SLU	88,57	48,31	30733	30733	148	<b>1,68</b>

#### Verifica a taglio ( $T_{max} = q l / \beta$ )

$$\beta = 2 \quad f_{ctd} \text{ (Mpa)} = 1,20$$

	$V_{Ed}$ (N)	$k$	$V_{Rd}$ (N)	FS
	2286	2	5305	<b>2,32</b>

#### Verifica a flessione e punzonamento della soletta per carico concentrato

$$P = 200 \text{ kg} \quad b_p = 5 \text{ cm} \quad h_f = 0 \text{ cm}$$

	$\phi$ (mm)	passo (cm)	$A_{s,r}$ (cmq)	$b_m$ (cm)	$M_{max}$ (kg m)
Rete	10	15	0,7854	15	7,69
$x =$	1,35	cm	$\sigma_c =$	3,71	N/mm <sup>2</sup>
$J =$	28	cm <sup>4</sup>	$\sigma_f =$	47,72	N/mm <sup>2</sup>
$v_{Ed,0}$ (MPa) =	0,60	$v_{Rd,0}$ (MPa) =	3,54		
$v_{Ed,1}$ (MPa) =	0,23	$v_{Rd,1}$ (MPa) =	0,71		

#### Verifica di deformabilità

$$K = 1 \quad \lambda_{lim} = 86,83 \quad \lambda = L/H = 25,83$$

**Note:** Utilizzabile come diaframma rigido

Lunghezza minima di appoggio della lamiera su acciaio o calcestruzzo 50 mm

Lunghezza minima di appoggio della lamiera su altro materiale 75 mm

Lunghezza minima di appoggio della soletta su acciaio o calcestruzzo 70 mm

Lunghezza minima di appoggio della soletta su altro materiale 100 mm

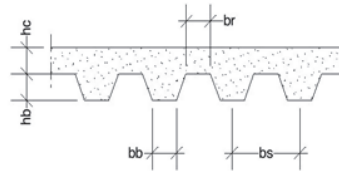


SOLAIO  
PRATICABILE  
PASSERELLA  
PICCOLA

Oggetto: CORPO H

### Caratteristiche dei materiali

Classe CLS C25/30  $f_{ck} = 25 \text{ Mpa}$   $f_{cd} = 14 \text{ Mpa}$   
 Acciaio S 235  $f_{yp,d} = 224 \text{ MPa}$   
 Acciaio rete B450C  $f_{yd} = 391 \text{ MPa}$



### Caratteristiche geometriche

L 320 cm

$b_b$  5 cm

$b_r$  5 cm

$b_s$  20 cm

$s_p$  0,8 mm

$s$  o  $h_c$  7 cm (EC4 §9.2.1 (1)P)

$h_b$  7 cm

$h = 14$  cm (EC4 §9.2.1 (1)P)

$b_r/b_s = 0,25$  (EC4 §9.1.1 (2)P)

$A_{pe} = 218$  mmq

$A_c = 21000$  mmq

$x_L = 10,50$  cm

$\lambda = 22,86$  Snellezza del solaio

### Analisi dei carichi

Peso Proprio 271,04 kg/mq

Permanente 200,00 kg/mq

Accidentale 300,00 kg/mq

Totale SLE

R 771,04 kg/mq

### Verifica a flessione in campata ( $M_{max} = q l^2 / \alpha$ , arm. resistente: lamiera)

$\alpha$  8

$x_{pl} = 1,72$  cm

	$M_{Ed}$ (kg m)	$z$ (mm)	$N_{c,f}$ (N)	$N_p$ (N)	$M_{pl,Rd}$ (kg m)	FS
SLU	282,20	96,40	48709	48709	470	<b>1,66</b>

### Verifica a flessione in appoggio ( $M_{max} = q l^2 / \alpha$ , arm. resistente: rete)

$\alpha$  16

$x = 6,87$  cm

	$M_{Ed}$ (kg m)	$z$ (mm)	$N_{c,f}$ (N)	$N_p$ (N)	$M_{Rd}$ (kg m)	FS
SLU	141,10	42,52	38928	38928	166	<b>1,17</b>

### Verifica a taglio ( $T_{max} = q l / \beta$ )

$\beta$  2

$f_{ctd}$  (Mpa) = 1,20

	$V_{Ed}$ (N)	$k$	$V_{Rd}$ (N)	FS
	3528	2	6189	<b>1,75</b>

### Verifica a flessione e punzonamento della soletta per carico concentrato

P = 200 kg

$b_p$  5 cm

$h_f$  0 cm

	$\phi$ (mm)	passo (cm)	$A_{s,r}$ (cmq)	$b_m$ (cm)	$M_{max}$ (kg m)
Rete	<u>10</u>	<u>15</u>	<u>0,9948</u>	<u>19</u>	<u>7,74</u>

$x = 1,69$  cm

$\sigma_c = 1,64$  N/mmq

$$J = 79 \text{ cm}^4 \quad \sigma_f = 26,48 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{Ed,0} \text{ (MPa)} = 0,43 \quad V_{Rd,0} \text{ (MPa)} = 3,54$$

$$V_{Ed,1} \text{ (MPa)} = 0,13 \quad V_{Rd,1} \text{ (MPa)} = 0,64$$

### Verifica di deformabilità

$$K = 1 \quad \lambda_{lim} = 68,77 \quad \lambda = L/H = 22,86$$

**Note:** Utilizzabile come diaframma rigido

Lunghezza minima di appoggio della lamiera su acciaio o calcestruzzo 50 mm

Lunghezza minima di appoggio della lamiera su altro materiale 75 mm

Lunghezza minima di appoggio della soletta su acciaio o calcestruzzo 70 mm

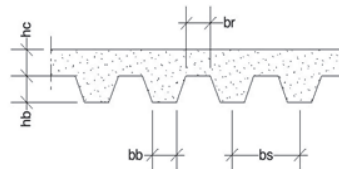
Lunghezza minima di appoggio della soletta su altro materiale 100 mm

SOLAIO  
PRATICABILE

Oggetto: CORPO I

### Caratteristiche dei materiali

Classe CLS C25/30  $f_{ck} = 25 \text{ Mpa}$   $f_{cd} = 14 \text{ Mpa}$   
 Acciaio S 235  $f_{yp,d} = 224 \text{ MPa}$   
 Acciaio rete B450C  $f_{yd} = 391 \text{ MPa}$



### Caratteristiche geometriche

$L = 320 \text{ cm}$   
 $b_b = 5 \text{ cm}$

$b_r = 5 \text{ cm}$   
 $b_s = 20 \text{ cm}$

$s_p = 0,8 \text{ mm}$

$s \text{ o } h_c = 7 \text{ cm}$  (EC4 §9.2.1 (1)P)  
 $h_b = 7 \text{ cm}$   
 $h = 14 \text{ cm}$  (EC4 §9.2.1 (1)P)

$b_r/b_s = 0,25$  (EC4 §9.1.1 (2)P)  
 $A_{pe} = 218 \text{ mm}^2$   
 $A_c = 21000 \text{ mm}^2$

$x_L = 10,50 \text{ cm}$

$\lambda = 22,86$  Snellezza del solaio

### Analisi dei carichi

Peso Proprio 271,04 kg/mq  
 Permanente 200,00 kg/mq  
 Accidentale 300,00 kg/mq  
 Totale SLE  
 R 771,04 kg/mq

### Verifica a flessione in campata ( $M_{max} = q l^2 / \alpha$ , arm. resistente: lamiera)

$\alpha = 8$   $x_{pl} = 1,72 \text{ cm}$

	$M_{Ed} \text{ (kg m)}$	$z \text{ (mm)}$	$N_{c,f} \text{ (N)}$	$N_p \text{ (N)}$	$M_{pl,Rd} \text{ (kg m)}$	FS
SLU	282,20	96,40	48709	48709	470	<b>1,66</b>

### Verifica a flessione in appoggio ( $M_{max} = q l^2 / \alpha$ , arm. resistente: rete)

$\alpha = 16$   $x = 6,87 \text{ cm}$

	$M_{Ed} \text{ (kg m)}$	$z \text{ (mm)}$	$N_{c,f} \text{ (N)}$	$N_p \text{ (N)}$	$M_{Rd} \text{ (kg m)}$	FS
SLU	141,10	42,52	38928	38928	166	<b>1,17</b>

### Verifica a taglio ( $T_{max} = q l / \beta$ )

$\beta = 2$   $f_{ctd} \text{ (Mpa)} = 1,20$

$V_{Ed}$ (N)	k	$V_{Rd}$ (N)	FS
3528	2	6189	<b>1,75</b>

### Verifica a flessione e punzonamento della soletta per carico concentrato

$P =$ <u>200</u> kg	$b_p$ <u>5</u> cm
	$h_f$ <u>0</u> cm

	$\varnothing$ (mm)	passo (cm)	$A_{s,r}$ (cmq)	$b_m$ (cm)	$M_{max}$ (kg m)
Rete	<u>10</u>	<u>15</u>	0,9948	19	7,74

$x =$	1,69	cm	$\sigma_c =$	1,64	N/mm <sup>2</sup>
$J =$	79	cm <sup>4</sup>	$\sigma_f =$	26,48	N/mm <sup>2</sup>

$v_{Ed,0}$ (MPa) =	0,43	$v_{Rd,0}$ (MPa) =	3,54
$v_{Ed,1}$ (MPa) =	0,13	$v_{Rd,1}$ (MPa) =	0,64

### Verifica di deformabilità

$K =$ <u>1</u>	$\lambda_{lim} =$ 68,77	$\lambda = L/H =$ 22,86
----------------	-------------------------	-------------------------

**Note:** Utilizzabile come diaframma rigido

Lunghezza minima di appoggio della lamiera su acciaio o calcestruzzo 50 mm

Lunghezza minima di appoggio della lamiera su altro materiale 75 mm

Lunghezza minima di appoggio della soletta su acciaio o calcestruzzo 70 mm

Lunghezza minima di appoggio della soletta su altro materiale 100 mm

# **SCALA IN C.A. E SOLAIO COPERTURA VANO ASCENSORE IN LATERO-CEMENTO - CORPO I**

Si rimanda all'elaborato di calcolo Tav. ST RL20.

## **• DURABILITÀ**

Per garantire la durabilità della struttura sono state prese in considerazioni opportuni stati limite di esercizio (S.L.E.) in funzione dell'uso e dell'ambiente in cui la struttura dovrà vivere limitando sia gli stati tensionali che nel caso delle opere in calcestruzzo anche l'ampiezza delle fessure. La definizione quantitativa delle prestazioni, la classe di esposizione e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

Inoltre per garantire la durabilità, così come tutte le prestazioni attese, è necessario che si ponga adeguata cura sia nell'esecuzione che nella manutenzione e gestione della struttura e si utilizzino tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture. La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono coerenti con tali obiettivi.

Durante le fasi di costruzione il direttore dei lavori implementerà severe procedure di controllo sulla qualità dei materiali, sulle metodologie di lavorazione e sulla conformità delle opere eseguite al progetto esecutivo nonché alle prescrizioni contenute nelle "Norme Tecniche per le Costruzioni" D.M. 17/01/2018 e relative Istruzioni.

## **• PRESTAZIONI ATTESE AL COLLAUDO**

La struttura a collaudo dovrà essere conforme alle tolleranze dimensionali prescritte nella presente relazione, inoltre relativamente alle prestazioni attese esse dovranno essere quelle di cui al § 9 del D.M. 17/01/2018.

Ai fini della verifica delle prestazioni il collaudatore farà riferimento ai valori di tensioni, deformazioni e spostamenti desumibili dall'allegato fascicolo dei calcoli statici per il valore delle azioni pari a quelle di esercizio.

## **IL TECNICO**

Arch. Daniele Migliorisi