

provincia di
PRATO

Codice Fiscale: 92035800488

Progetto :

**Messa in sicurezza solai antisfondellamento presso l'Istituto Tecnico
T.Buzzi, viale della Repubblica 9 - Prato**

Titolo:

STATO DI PROGETTO

Fase:

DEFINITIVO / ESECUTIVO

Direttore Assetto e Gestione del Territorio
della Provincia di Prato

Dott.ssa Rossella Bonciolini

Responsabile Unico del Procedimento

Arch. Paolo Ciampolini

Progettista

Progetto e DDL:

Ing. Matteo Papini
C.F. PPNMTT74B21G999H
ingmatteo03@gmail.com
tel. 3284155701

Cord. sicurezza
in fase di prog. ed esec.:

Ing. Matteo Papini

Elaborato 02-03-04-05: PLANIMETRIA GENERALE/RELAZIONE E VERIFICHE

Spazio riservato agli uffici:

data: **gennaio 2022**



Provincia di Prato

Progetto Definitivo/Esecutivo

RELAZIONE TECNICA

Oggetto

Messa in sicurezza solai anti-sfondellamento presso Istituto "Tullio Buzzi" – Viale della Repubblica, 9, Prato.

Progetto e D.L.L.

Ing. Matteo Papini

Relazione: indicare la necessità prima dei lavori di presentazione di pratica edilizia (eventuale titolo abilitativo) o meno all'ente Comune di Prato, oltre che a notifica preliminare.

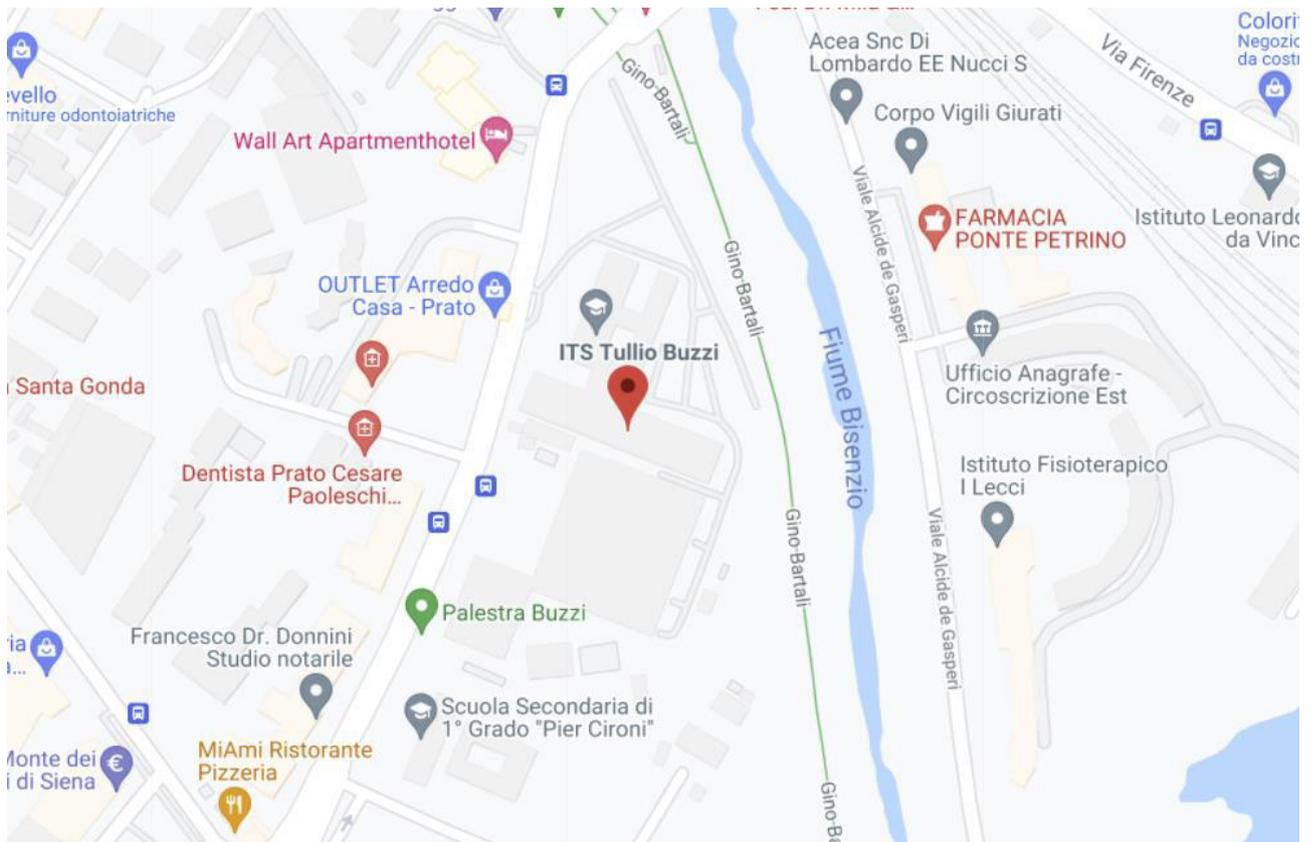
Data

Gennaio 2022

Indice

Planimetria ubicativa	2
Relazione tecnica generale	3
Illustrazione delle opere	3
Modalità di analisi, verifica e progettazione	4
Progetto e verifica	4
Combinazioni delle azioni	4
Definizione degli stati limite	5
Normativa di riferimento	5
Relazione materiali impiegati	6
Materiali utilizzati	6
Acciaio per carpenteria metallica	6
Tasselli meccanici	6
Processo di conoscenza	6
Materiali esistenti	6
Relazione di calcolo	8
Normativa di riferimento	8
Carichi	8
Carichi permanenti non strutturali	8
Condizioni di carico elementari e combinazioni di carico	9
Verifiche di sicurezza	10

Planimetria ubicativa



La zona ove è prevista la realizzazione delle opere è identificata dai parametri seguenti:

Comune	Indirizzo	Latitudine [°]	Longitudine [°]
Prato (PO)	Viale della Repubblica, 9	43,870194	11,115826

Relazione tecnica generale

Illustrazione delle opere

Le opere in progetto sono da realizzarsi presso l'*Istituto Tecnico Statale "Tullio Buzzi"*, sito in Viale della Repubblica, 9, Prato.

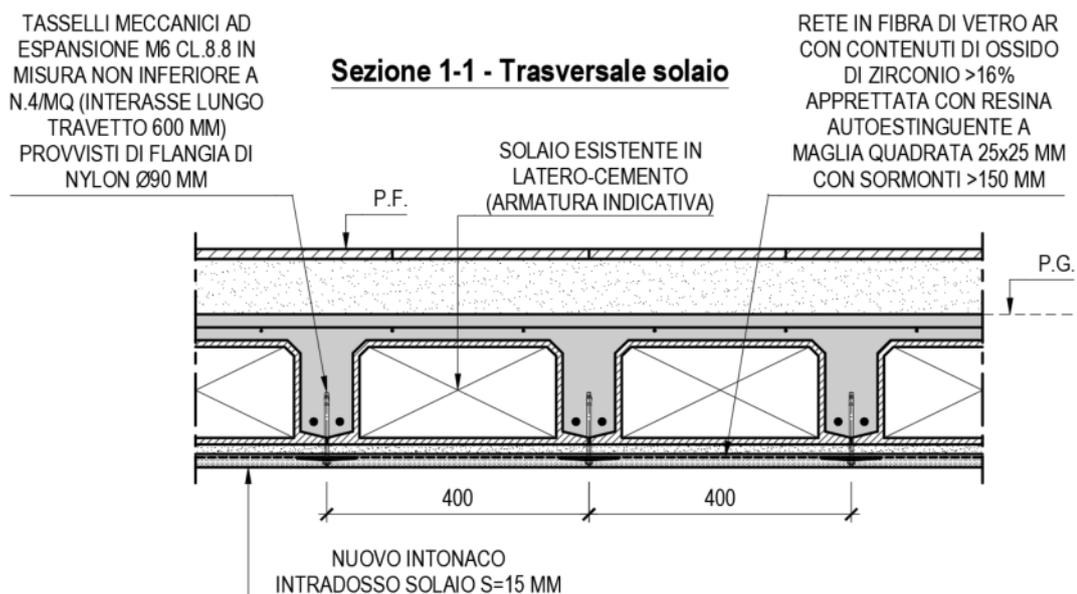
Trattasi di lavori per la messa in sicurezza dei solai nei confronti dello sfondellamento degli stessi mediante la realizzazione di sistemi di rinforzo posti all'intradosso dei solai interessati dal problema (vedi *Tavola N.1* con indicazione delle zone soggette ad intervento ed *Analisi diagnostica preventiva*).

I solai interessati dal fenomeno dello sfondellamento sono quelli appartenenti alla tipologia in latero-cemento individuati all'interno del complesso scolastico; l'analisi diagnostica ha messo in evidenza varie zone interessate dalla problematica suddetta, ciascuna delle quali identificata da un diverso livello di degrado e di conseguenza un diverso livello di rischio associato.

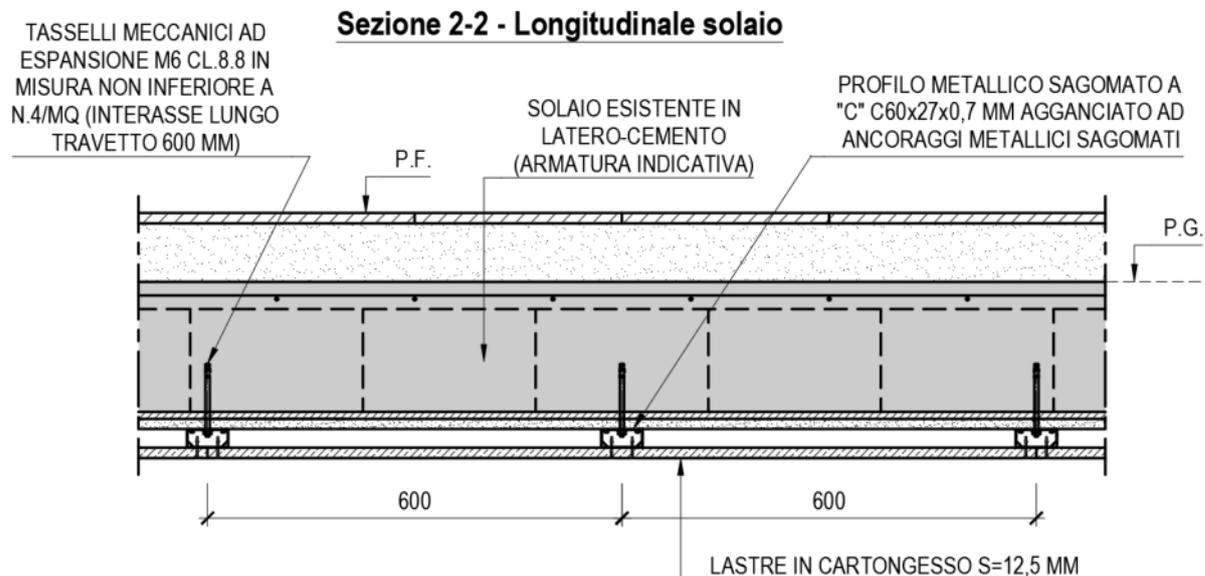
I lavori in progetto riguarderanno inizialmente le zone soggette a rischio maggiore per poi passare via via a quelle di minore rischio; è altresì prevista la posa in opera di due distinti sistemi di rinforzo la cui scelta è stata basata su criteri di rapidità realizzativa e di praticità di posa in opera.

Nella presente relazione sono fornite le indicazioni costruttive, le prescrizioni sui materiali e le verifiche di sicurezza effettuate ai fini del dimensionamento di N.2 sistemi di rinforzo:

- Rinforzo mediante rete in fibra di vetro AR con contenuti di ossido di zirconio >16% apprettata con resina autoestinguente a maglia quadrata 25x25 mm – (*Particolare A – Tavola N.2*) ancorata con tasselli meccanici ad espansione inseriti nelle nervature in c.a. dei solai. Questo tipo di intervento è proposto per gli intradossi dei solai con elevato numero di impianti (ad es. corridoi o simili);



- Rinforzo mediante profili metallici e lastre in cartongesso – (*Particolare B – Tavola N.2*) ancorati con tasselli meccanici ad espansione inseriti nelle nervature in c.a. dei solai. Questo tipo di intervento è proposto per gli intradossi dei solai pressoché liberi da impianti (ad es. aule o simili);



Per maggiori dettagli ed informazioni circa il progetto si rimanda agli elaborati allegati.

Stante quanto sopra descritto, si ritiene che le opere in progetto siano di natura “*non strutturale*” e quindi riconducibili ad interventi “*privi di rilevanza*” nei riguardi della pubblica incolumità (art. 94 bis c. 1 lett. c) *Paragrafo 3.4* delle *Linee Guida* approvate con la deliberazione della Giunta Regionale Toscana.

Alla luce di quanto sopra descritto non sussiste la necessità di presentazione pratica edilizia all'ente Comune di Prato, mentre verrà inoltrata notifica preliminare agli enti competenti.

Modalità di analisi, verifica e progettazione

Progetto e verifica

La sicurezza strutturale degli elementi oggetto di verifica è valutata applicando il metodo “*semiprobabilistico agli stati limite*”. Ai fini delle verifiche di sicurezza, gli effetti (E_d) sulla struttura, sono confrontati rispettivamente con i valori di progetto delle resistenze (R_d). Il soddisfacimento delle condizioni di sicurezza è espresso dalla relazione seguente:

$$E_d \leq R_d$$

Combinazioni delle azioni

Ai fini delle verifiche degli stati limite ultimi (SLU) si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

- Combinazione fondamentale
$$F_d = \gamma_{G1}G_1 + \gamma_{G2}G_2 + \gamma_{Q1}Q_1 + \sum_{i=2}^n \gamma_{Qi}\psi_{0i}Q_i$$

I coefficienti parziali per le azioni (γ_F) sono ricavati in funzione dello SLU analizzato, mentre i coefficienti di combinazione ($\psi_{0i}, \psi_{1i}, \psi_{2i}$) sono correlati alla natura delle azioni variabili. Per la classificazione delle azioni ed i valori assunti dai vari coefficienti si rimanda a quanto riportato nei §2.5, §2.6 del *D.M. Infrastrutture e Trasporti del 17/01/2018*.

Definizione degli stati limite

La sicurezza e le prestazioni delle opere in progetto sono valutate in relazione ai seguenti stati limite (SL):

Stati limite ultimi - SLU

N.	Definizione dello SLU	Sigla SL	Combinazione	Tipo di verifica
1	Resistenza	STR	SLU	Verifica di resistenza degli elementi strutturali

Normativa di riferimento

- *D.M. Infrastrutture e Trasporti del 17/01/2018* – Aggiornamento delle N.T.C.
- *Circolare 21/01/2019, n.7 C.S.LL.PP.*
- *UNI EN 1990* – Criteri generali di progettazione strutturale
- *UNI EN 1991* – Azioni sulle strutture
- *UNI EN 1992* – Progettazione delle strutture in calcestruzzo
- *UNI EN 1993* – Progettazione delle strutture in acciaio

Relazione materiali impiegati

Materiali utilizzati

Acciaio per carpenteria metallica

È prescritto l'impiego di acciai conformi alle norme della serie *UNI EN 10025* (per i laminati), *UNI EN 10210* (per tubi senza saldatura), *UNI EN 10219-1* (per tubi saldati) e *UNI EN 10147* (formati a freddo).

Tipi di acciaio

N.	Impiego	Tipo	Cl _{corr}	S _{Zn} [μm]	Requisiti aggiuntivi
1	Elementi <u>interni</u>	DX 51 D+Z-M/N-A-C	C2	100	f _{yk} =300 MPa - Zincatura <i>EN ISO 1461</i>

Classe di corrosività (Cl_{corr}) - Spessore del rivestimento di zinco (S_{Zn}).

Tasselli meccanici

Bulloni e barre filettate, conformi per caratteristiche dimensionali alle norme *UNI EN ISO 4016:2002* e *UNI 5592:1968*, appartenenti alle classi di resistenza specificate dalla norma *UNI EN ISO 898-1:2001*, e riportate nella *Tab. 11.3.XIII.b NTC 2018*. Per le unioni a taglio utilizzare elementi (viti, dadi, rondelle, ecc.) secondo *UNI EN 15048-1*; per le unioni ad attrito utilizzare elementi (viti, dadi, rosette, piastrine, ecc.) secondo *UNI EN 14399-1*. Viti, dadi e rondelle, in acciaio, devono essere associate come in *Tab. 11.3.XIII.a NTC 2018*.

Tipi di tasselli

N.	Impiego	Tipo	Cl _{corr}	S _{Zn} [μm]	Requisiti aggiuntivi
1	Tasselli meccanici <u>interni</u>	8.8	C2	100	Zincatura <i>EN ISO 1461</i>

Classe di corrosività (Cl_{corr}) - Spessore del rivestimento di zinco (S_{Zn}).

Processo di conoscenza

Preventivamente alla stesura degli elaborati progettuali sono stati effettuati sopralluoghi per verificare la consistenza e la coerenza delle opere esistenti con quanto previsto in progetto. Poiché sono stati eseguiti solo controlli a vista delle pre-esistenze, volti unicamente a stabilire geometrie, natura dei materiali e tipologie costruttive, secondo quanto riportato nel §8.5.4 delle *NTC 2018* e §C8.5.4 della *Circolare 21/01/2019, n.7 C.S.LL.PP.*, il livello di conoscenza conseguito è ritenuto di tipo limitato (LC1).

Materiali esistenti

Dovendo verificare gli ancoraggi puntuali in corrispondenza delle nervature dei solai esistenti è stato necessario stimare la resistenza dei materiali esistenti. Partendo da una resistenza minima compatibile con l'epoca di costruzione dell'opera, è stato applicato alle resistenze nominali dei materiali un fattore di confidenza corrispondente al livello di conoscenza conseguito.

$$f_{ck,eff} = \frac{f_{ck,nom}}{FC} = \frac{16}{1,35} = 11,85 \text{ MPa}$$

Tipi di calcestruzzo esistente

N.	Impiego	C(x/y)	LC	FC	f _{ck,eff} [MPa]
1	Strutture in c.a. esistenti	16/20	1	1,35	11,85

Relazione di calcolo

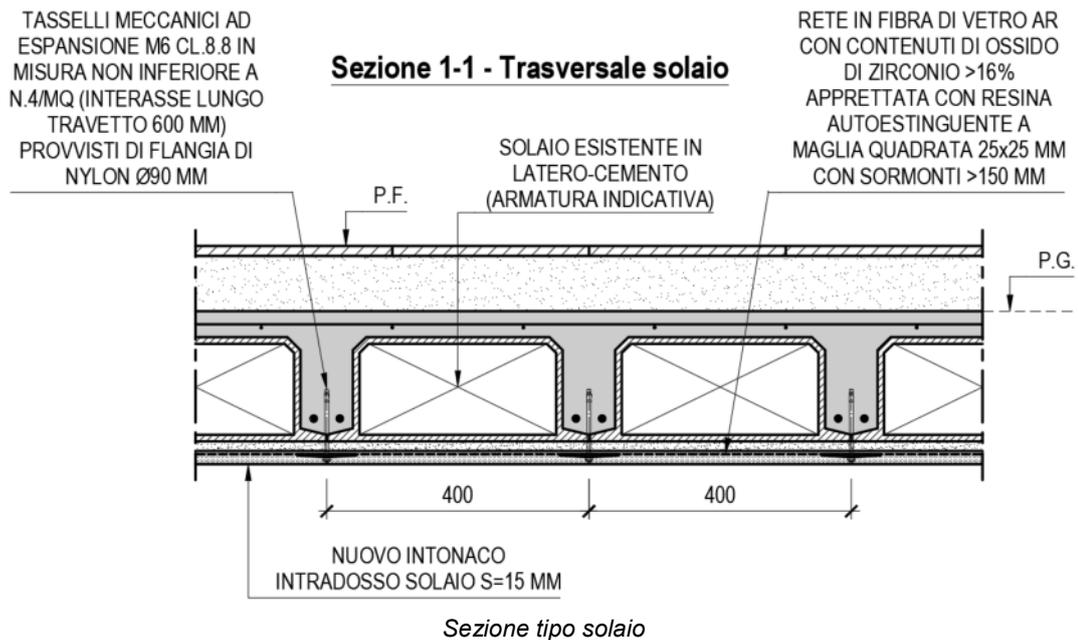
Normativa di riferimento

- *D.M. Infrastrutture e Trasporti del 17/01/2018* – Aggiornamento delle N.T.C.
- *Circolare 21/01/2019, n.7 C.S.LL.PP.*
- *UNI EN 1990* – Criteri generali di progettazione strutturale
- *UNI EN 1991* – Azioni sulle strutture
- *UNI EN 1993* – Progettazione delle strutture in acciaio

Carichi

Carichi permanenti non strutturali

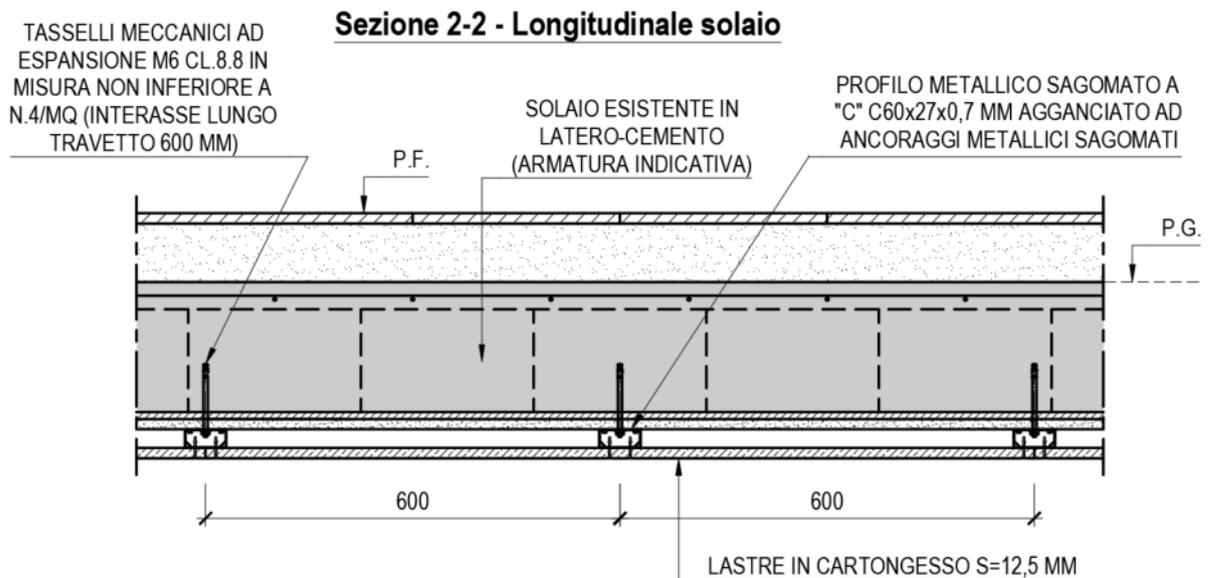
- [Solaio rinforzato con “rete”](#)



Permanenti strutturali (G_2)

1. Intonaco di progetto S=20 mm	$18,00 \text{ kN/m}^3 \times 0,02 \text{ m}$	0,36 kPa
2. Intonaco esistente S=15 mm	$18,00 \text{ kN/m}^3 \times 0,015 \text{ m}$	0,27 «
3. Fondello in laterizio esistente S=10 mm	$18,00 \text{ kN/m}^3 \times 0,01 \text{ m}$	0,18 «
		0,81 kPa

- [Solaio rinforzato con “controsoffitto”](#)



Sezione tipo solaio

Permanenti non strutturali (G₂)

1. Lastra in cartongesso S=15 mm	10,00 kN/m ³ × 0,015 m	0,15 kPa
2. Intonaco esistente S=15 mm	18,00 kN/m ³ × 0,015 m	0,27 «
3. Profili metallici a "C"	0,08 kN/m / 0,60 m	0,13 kPa
		0,55 kPa

A vantaggio di sicurezza si assume per i carichi permanenti il valore massimo calcolato per entrambe le tipologie di intervento: $G_1 = 0,81 \text{ kPa} \cong \mathbf{0,85 \text{ kPa}}$.

Il progetto di rinforzo prevede la messa in opera di una quantità di tasselli pari ad almeno N.4 al m²; dall'analisi diagnostica effettuata sono state rilevate nervature ad interasse di circa 0,4 m; di conseguenza il passo massimo dei tasselli sarà:

$$i_{max} = \frac{1,00 \text{ m}^2}{4 \cdot 0,40 \text{ m}} = 0,625 \text{ m} = 625 \text{ mm}$$

Stante quanto sopra calcolato saranno disposti tasselli secondo una griglia 400 mm × 600 mm.

Condizioni di carico elementari e combinazioni di carico

Per le strutture oggetto di verifica sono definite le seguenti condizioni di carico elementari:

1. Azioni permanenti non strutturali compiutamente definite (G₂);

Ai fini delle verifiche si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

SLU

- Combinazione fondamentale $F_d = \gamma_{G2} G_2$

I coefficienti parziali per le azioni (γ_F) sono ricavati in funzione dello SLU analizzato, mentre i coefficienti di combinazione ($\Psi_{0i}, \Psi_{1i}, \Psi_{2i}$) sono correlati alla natura delle azioni variabili. Per la classificazione delle azioni ed i valori assunti dai vari coefficienti si rimanda a quanto riportato nei §2.5, §2.6 e §5.1.3.14 del D.M. *Infrastrutture e Trasporti del 17/01/2018*.

A vantaggio di sicurezza si assume per le azioni caratteristiche un coefficiente di sicurezza pari a **2,5**, superiore al valore di **1,5** fornito dalle *NTC 2018*.

Combinazioni delle azioni

N.	Descrizione	Combinazione	G ₂
1	Statica	SLU	2,50

Il carico massimo di trazione agente sul singolo tassello è dunque il seguente:

$$F_{t,Ed} = 2,50 \cdot \frac{0,85}{4} = 0,53 \text{ kN}$$

Verifiche di sicurezza

La resistenza ad estrazione del tassello meccanico è effettuata mediante apposito software di calcolo, nel quale sono inserite le dimensioni del supporto in c.a., la consistenza dei materiali e la geometria e posizione dell'ancorante meccanico.

Il calcolo effettuato fornisce una resistenza allo sfilamento di circa **1,00 kN** su calcestruzzo C20/25; avendo ipotizzato una resistenza effettiva del calcestruzzo esistente (vedi relazione materiali) pari a 11,85 MPa, la resistenza a sfilamento è ridotta cautelativamente secondo il rapporto tra le resistenze dei due calcestruzzi:

$$F_{t,Rd} = 1,00 \text{ kN} \cdot \frac{11,85 \text{ MPa}}{20 \text{ MPa}} = 0,59 \text{ kN}$$

La verifica di resistenza è soddisfatta poiché risulta:

$$FS = \frac{F_{t,Rd}}{F_{t,Ed}} = \frac{0,59}{0,53} = 1,11 > 1,00 \rightarrow \textit{Verificato}$$

Per i risultati del calcolo automatico si rimanda alla consultazione del report seguente.

Firmato da:

PAPINI MATTEO

codice fiscale PPNMTT74B21G999H

num.serie: 26742497463026200581922767677094200758

emesso da: ArubaPEC S.p.A. NG CA 3

valido dal 15/03/2021 al 15/03/2024