



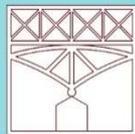
Comune di Collesalveti

**MESSA IN SICUREZZA DI N°3 ATTRAVERSAMENTI PEDONALI
SULLA VIA AURELIA NELLA FRAZIONE DI STAGNO
VIA AURELIA DA KM 319 + 800 A KM 320 + 900
CIG: Z9D3762627**

Committente: **COMUNE di COLLESALVETTI (LI)**

R.U.P.: **Arch. Leonardo Zinna
(Comune di Collesalveti)**

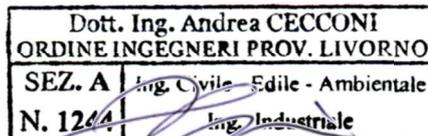
*Progettazione Generale e Coordinamento
alla Sicurezza in Fase di Progettazione:*



STUDIO DI INGEGNERIA DELLE STRUTTURE

di Andrea Cecconi, Sandro Pustorino, Fabrizio Ristori & Associati

Ing. Andrea CECCONI (Ord. Ing. LI-1244A)

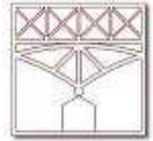


Via Borra, 35 • 57123 Livorno (Italy) • Tel. +39.0586.834339 Fax +39.0586.834010
Website: www.sis-ingegneria.com • E mail: info@sis-ingegneria.com • P.IVA 01284100490

Progettazione degli Impianti: **Ing. Federico DEL MORO (Ord. Ing. LI-1793A)**

Oggetto: **PE.03.1 – RELAZIONI SPECIALISTICHE:
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE PLINTI SEMAFORICI**

Novembre 2022



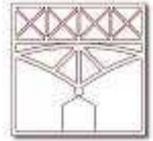
INDICE

PE.03.1 – RELAZIONI SPECIALISTICHE:	1
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE PLINTI SEMAFORICI	1
1 – INTRODUZIONE	3
1.1 – PREMessa.....	3
1.2 – INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	3
1.3 - RELAZIONE SOSTITUTIVA DEL FASCICOLO DEI CALCOLI	4
1.4 – DICHIARAZIONE IN MERITO ALLE OPERE PRIVE DI RILEVANZA.....	4
1.5 - ASSEVERAZIONE FASCIA DI PERICOLOSITÀ SISMICA.....	4
1.6 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
1.7 – MATERIALI IMPIEGATI	5
2 – ANALISI DEI CARICHI	7
2.1 – CARICHI PERMANENTI.....	7
2.2 – AZIONE DEL VENTO	7
2.3 – ALTRE AZIONI TRASCURABILI	7
2.4 – COMBINAZIONE DEI CARICHI	8
3 – MODELLAZIONE E ANALISI	9
3.1 – PALO.....	9
3.2 – PLINTO	9
4 – VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI ATTESE	10

Il Progettista

Ing. Andrea CECCONI (Ord. Ingg. LI n. 1244/A)

Dott. Ing. Andrea CECCONI	
ORDINE INGEGNERI PROV. LIVORNO	
SEZ. A	Ing. Civile - Edile - Ambientale
N. 1244	Ing. Industriale

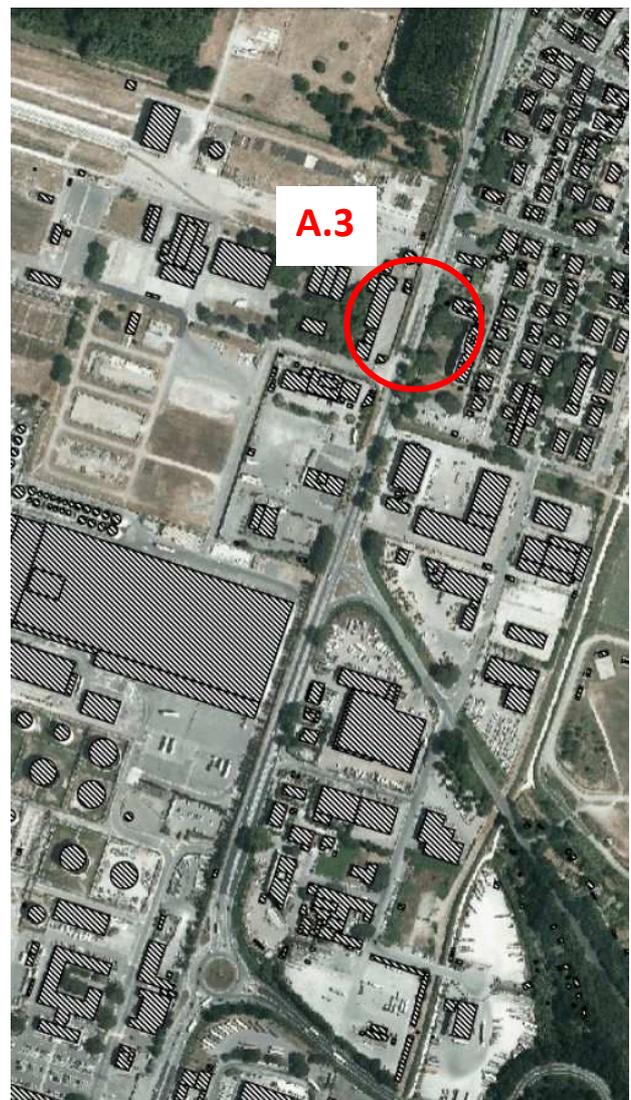
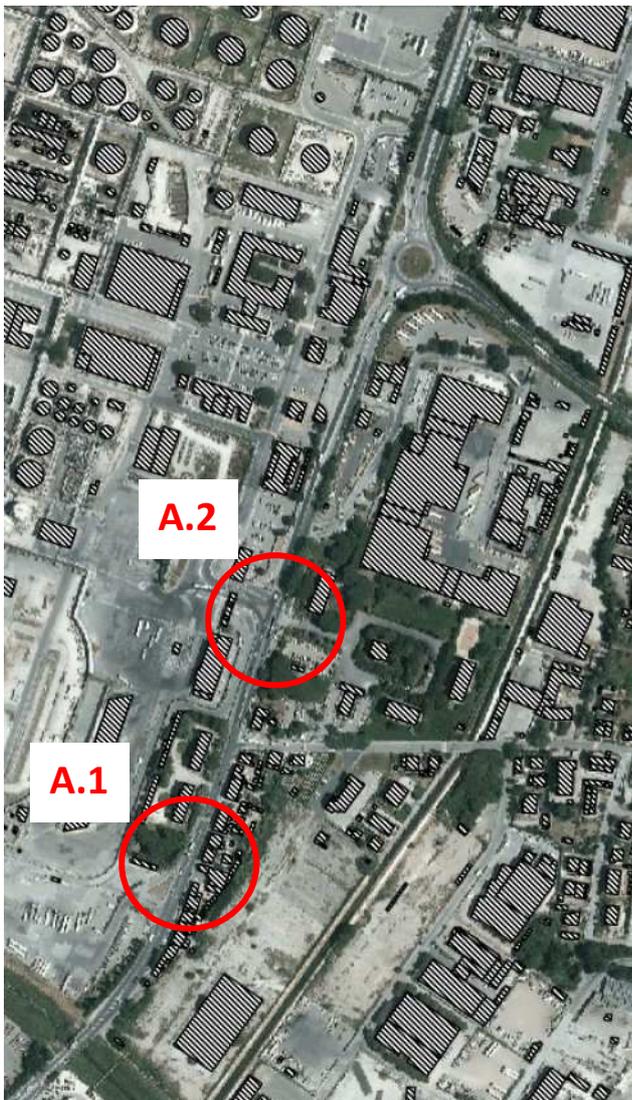


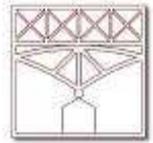
1 – INTRODUZIONE

1.1 – PREMESSA

La presente relazione specialistica ha la finalità di descrivere il Progetto Strutturale dei plinti di fondazione dei nuovi impianti semaforici inerenti alla “Messa in sicurezza di nr. 3 attraversamenti pedonali sulla via Aurelia nella frazione di Stagno”, avente per oggetto la realizzazione e il rifacimento di nr. 3 attraversamenti pedonali semaforizzati, la cui localizzazione è prevista nel Comune di Collesalveti nella frazione di Stagno e più precisamente nel quadrante nord ovest, in corrispondenza del confine con lo stabilimento ENI e in particolare nel tratto di via Aurelia compresa tra il km 319 + 800 e il km 320 + 900.

1.2 – INQUADRAMENTO GEOGRAFICO





Gli attraversamenti pedonali sono già esistenti e sono denominati per semplicità come:

- **Attraversamento n.1 (A.1):** Inserito nell'abitato di Ponte Ugione;
- **Attraversamento n.2 (A.2):** Posto all'ingresso principale dello stabilimento ENI;
- **Attraversamento n.3 (A.3):** Situato in prossimità dell'abitato di Stagno, tra via Berlinguer e via Guerrazzi

1.3 - RELAZIONE SOSTITUTIVA DEL FASCICOLO DEI CALCOLI

In relazione all'intervento in oggetto, poiché non si rendono necessarie elaborazioni di calcolo complesse, quali modellazioni con elementi finiti generalmente eseguite con specifici programmi di calcolo, si omette l'allegato relativo al "Fascicolo dei Calcoli" (art. 7 comma 4 D.P.G.R. 01/R/2022).

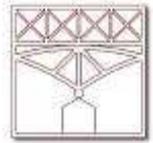
1.4 – DICHIARAZIONE IN MERITO ALLE OPERE PRIVE DI RILEVANZA

In relazione all'intervento in oggetto, consistente nell'installazione di nr.6 nuovi sostegni metallici per lanterne semaforiche, si dichiara che tale intervento risulta privo di rilevanza per la pubblica incolumità in riferimento all'art. 12 del D.P.G.R. 01/R/2022 e in particolare al punto A.13 dell'Allegato C dello stesso Decreto.

1.5 - ASSEVERAZIONE FASCIA DI PERICOLOSITÀ SISMICA

Secondo la recente classificazione sismica del territorio regionale riportata nella Deliberazione G.R.T. n. 43 del 24 ottobre 2012 – Supplemento n. 136 e ss.mm.ii, il comune di Collesalveti è inserito fra le zone a "bassa sismicità" ovvero classificato in **Zona 3**.

Secondo l'approccio "sito-dipendente" indicato dalle NTC 2018 per la determinazione dell'azione sismica di riferimento, l'accelerazione valutata su suolo rigido pianeggiante a_g , allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV), riferito al periodo di ritorno (TR) di 475 anni, corrispondente ad una vita nominale (Vn) di 50 anni e categoria d'uso (Cu) pari ad 1 (classe d'uso II), risulta essere pari a **0.129g** (come si evince dalla procedura di calcolo riportata nel file "Spettri-NTCver.1.0.3" fornito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici), per cui, secondo quanto indicato nel Documento D.P.G.R. n. 58/R/2012 "Verifiche nelle zone a bassa sismicità. Determinazione del campione da assoggettare a verifica", il sito su cui sorge la costruzione in esame (coordinate 43.582544 N, 10.343977 E) si colloca nella fascia di pericolosità sismica 3B.



1.6 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per il calcolo e la verifica degli elementi strutturali si è fatto riferimento alle regole canoniche della scienza e tecnica delle costruzioni nonché alla normativa vigente:

Legge n. 64 del 2.2.74;

Legge n. 1086 del 3.11.71;

D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 – “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”;
e ss. mm. ii. (D. Lgs. n. 32 del 18/04/2019)

D.P.G.R. 01/R/2022

D.M. 17.01.2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni;

Circ. Ministero Infrastrutture e Trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al D.M. 17 gennaio 2018;

1.7 – MATERIALI IMPIEGATI

CEMENTO ARMATO:

MAGRONE DI SOTTOFONDAZIONE:

Classe di Resistenza caratteristica minima: **C12/15** secondo NTC 2018

Spessore minimo: 5 cm

CALCESTRUZZO PER FONDAZIONI:

Classe di Resistenza caratteristica minima: **C25/30** secondo NTC 2018

Classe di Esposizione secondo UNI 11104 e UNI EN 206: XC2

Rapporto massimo A/C (Acqua/Cemento): 0,6

Consistenza: S4

Diametro massimo inerti: 25 mm

Inerti di tipo non gelivo (conformi a UNI-EN 12620)

Copriferro minimo: 3 cm

BARRE E RETI DI ARMATURA:

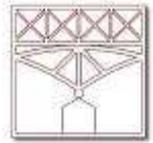
Acciaio tipo B450C (laminato a caldo) secondo NTC 2018

Lunghezza minima di sovrapposizione: 80 diametri per barre / 2 maglie per reti e.s.

Usare idonei distanziatori in ragione di 2/m (comunque in funzione del diametro delle barre o della rete elettrosaldata)

DOCUMENTI DA RICHIEDERE AL PRODUTTORE:

CARATTERISTICHE DEGLI AGGREGATI



CARATTERISTICHE DEL CEMENTO

SCHEDE TECNICHE DI ADDITIVI ED EVENTUALI AGGIUNTE

MIX DESIGN

ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE BARRE E RETI DI ARMATURA CON RELATIVO DOCUMENTO DI TRASPORTO

CONTROLLI DA PREVEDERE CON PERIODICITÀ PREFISSATA:

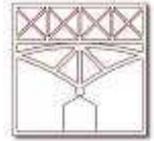
VERIFICA DELLE RESISTENZE MECCANICHE DEL CLS – Controllo di Accett. Tipo “A” secondo §11.2.NTC 2018

VERIFICA DELLA CONSISTENZA DEL CLS

DETERMINAZIONE DELLA PENETRAZIONE D'ACQUA NEL CLS

DETERMINAZIONE PENETRABILITÀ IONE CLORURO NEL CLS

CONTROLLO MASSA VOLUMICA (solo per calcestruzzi leggeri) secondo UNI EN 206-1 e UNI EN 12390-7



2 – ANALISI DEI CARICHI

2.1 – CARICHI PERMANENTI

I pesi propri sono sintetizzati nella seguente tabella:

ANALISI DEI CARICHI - Pesi propri e portati				
Pesi propri degli elementi strutturali (G1)				
Descrizione	H	B	ρ	G1
	cm	cm	kN/m ³	kN
Plinto in C.A. (150x150x110)	110	150	25	61.88
Palo semaforico tipo max est. (h=6m, Sbalzo = 6m)	1200	-	-	2.16
TOTALE G1				64.04
Pesi propri portati solaio di copertura (G2)				
Descrizione	H	B	ρ	G2
	mm	mm	kN/m ³	kN
Lanterna semaforica	-	-	-	0.04
TOTALE G2				0.04

2.2 – AZIONE DEL VENTO

I pali semaforici saranno strutture assimilabili a cartelloni stradali e pubblicitari, per cui si farà riferimento a quanto riportato nelle NTC2018 e nell'EC1 1-4 al §7.4.3. La zona in esame rientra nella 3 con classe d'esposizione D e Cat. I, in quanto, in prossimità della linea costiera. A tal proposito l'azione di riferimento del vento è pari a: $q_r = 0,456 \text{ kN/m}^2$

Il coefficiente d'esposizione vale: $C_E = 1,88$

Il coefficiente di forma vale: $C_p = 1,80$ (Per pannelli pubblicitari)

L'azione del vento sul pannello di contrasto della lanterna semaforica (70x100) cm vale:

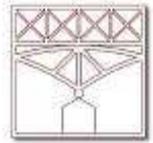
$$q_v = q_r C_E C_p = 1,54 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_v = 1,08 \text{ kN (Azione orizzontale concentrata)}$$

L'azione del vento sul palo è qui trascurata in quanto non determinante per la valutazione del plinto.

2.3 – ALTRE AZIONI TRASCURABILI

Non sono presenti sovraccarichi d'esercizio sull'elemento strutturale in esame. L'azione della neve è trascurabile rispetto all'azione del vento. Data la natura e la conformazione della struttura l'azione sismica non è rilevante ai fini della sicurezza statica del manufatto. L'azione termica non è rilevante in quanto il palo semaforico è libero di deformarsi sotto tali cause senza indurre azioni interne.



2.4 – COMBINAZIONE DEI CARICHI

Ai fini del calcolo si farà riferimento alle combinazioni previste per le nuove costruzioni come disposto dalle N.T.C.2018 al §2.5.3, tuttavia, ai fini della presente relazione faremo riferimento solo alla condizione allo Stato Limite Ultimo.

A tal proposito si adotteranno due combinazioni dei carichi visti in precedenza, una in assenza di vento e una in sua presenza.

La combinazione di carico in assenza di vento allo SLU sarà:

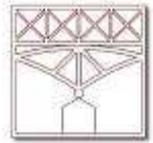
$$P_{SLU1} = \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2$$

La combinazione di carico in presenza di vento allo SLU sarà principalmente concentrata sull'azione del vento orizzontale:

$$H_{SLU2} = \gamma_{Qk} \cdot Q_v$$

Dove:

$$\gamma_{G1} = 1,3; \gamma_{G2} = 1,3; \gamma_{Qk} = 1,5$$



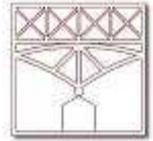
3 – MODELLAZIONE E ANALISI

3.1 – PALO

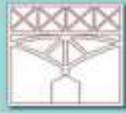
La modellazione e l'analisi del palo di sostegno semaforico, è stata qui svolta tramite calcoli manuali con l'ausilio di fogli di calcolo. Lo schema statico del palo tipo è a mensola con carico proprio uniformemente distribuito e carichi portati e variabili concentrati al vertice libero. Lo scopo dell'analisi è quella di valutare la capacità resistente del plinto di fondazione senza andare ad indagare la capacità resistente del palo semaforico in quanto fornito con relativa documentazione tecnica di progetto strutturale dall'installatore dell'impianto stesso, come del resto contemplato dalle NTC2018 al §7.2.4.

3.2 – PLINTO

La modellazione e l'analisi del plinto semaforico, oggetto dell'intervento, è stata qui svolta tramite calcoli manuali con l'ausilio di fogli di calcolo. Il plinto è progettato a livello di equilibrio globale a ribaltamento e strutturale con il metodo strut & tie per elementi tozzi. Non si considerano determinanti, viste le azioni in gioco e l'approfondimento del plinto stesso, le verifiche di natura geotecnica.



4 – VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI ATTESE



STUDIO DI INGEGNERIA DELLE STRUTTURE

di Andrea Cecconi, Sandro Pustorino, Fabrizio Ristori & Associati

MESSA in SICUREZZA di n.3 ATTRAVERSAMENTI PEDONALI - Plinto Pali Semaforici -

1. DATI

$\gamma_{ca} := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$	Peso specifico calcestruzzo armato
$B_p := 150\text{cm}$	Base del plinto di fondazione
$H_p := 110\text{cm}$	Altezza del plinto di fondazione
$L_s := 6\text{m}$	Lunghezza oggetto palo semaforico da 6m
$H_s := 6\text{m}$	Altezza palo semaforico da p.c.
$A_p := 1\text{m} \cdot 0.7\text{m} = 0.7\text{m}^2$	Superficie pannello di contrasto lanterna semaf.

2. ANALISI dei CARICHI

2.1 Carichi permanenti strutturali

$g_{1p} := \gamma_{ca} \cdot B_p^2 \cdot H_p = 61.875 \cdot \text{kN}$	Peso del plinto di fondazione in c.a.
$g_{1s} := 0.18 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$	Peso del palo semaforico in acciaio

2.2 Carichi permanenti portati

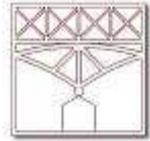
$g_{2L} := 4\text{kgf}$	Peso della lanterna semaforica
-------------------------	--------------------------------

2.3 Azione del vento

$q_{vb} := 0.456 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	Azione base del vento da NTC2018 (Zona 3)
$c_E := 1.88$	Coeff. d'esposizione Classe D, Cat.I da NTC2018
$c_n := 1.80$	Coefficiente di forma da EC1 1-4 §7.4.3
$q_v := q_{vb} \cdot c_E \cdot c_p = 1.543 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$	Pressione del vento sul pannello semaforico
$Q_v := q_v \cdot A_p = 1.08 \cdot \text{kN}$	Risultante orizzontale del vento sul pannello

2.4 Azione sismica

Oss.: Date le masse in gioco limitate si ritiene trascurabile la valutazione dell'azione sismica



3. COMBINAZIONE dei CARICHI

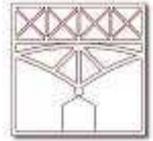
3.1 Combinazioni allo SLU

$\gamma_{Gf} := 1$ $\gamma_{Gs} := 1.3$ $\gamma_Q := 1.5$	Coeff. parziali di sicurezza
$P_p := (g_{1p}) = 61.875 \cdot \text{kN}$	Peso del plinto
$P_s := [g_{1s} \cdot (L_s + H_s)] = 2.16 \cdot \text{kN}$	Peso del palo
$P_L := g_{2L} = 0.039 \cdot \text{kN}$	Peso della lanterna
$Q_v = 1.08 \cdot \text{kN}$	Risultante del vento
$P_{SLU1} := \gamma_{Gs} \cdot (P_p + P_s + P_L) = 83.296 \cdot \text{kN}$	Combinazione in assenza di vento
$P_{SLU2} := \gamma_{Gf} \cdot (P_p + P_s + P_L) = 64.074 \cdot \text{kN}$	Azione vert. in presenza di vento
$H_{SLU2} := \gamma_Q \cdot Q_v = 1.62 \cdot \text{kN}$	Azione orizz. dovuta al vento

4. ANALISI

4.1 Analisi allo SLU

$M_{Edx1} := \gamma_{Gs} \cdot \left(g_{1s} \cdot \frac{L_s^2}{2} + g_{2L} \cdot L_s \right) = 4.518 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$	Momento in x sul plinto allo SLU1
$M_{Edx2} := \gamma_{Gf} \cdot \left(g_{1s} \cdot \frac{L_s^2}{2} + g_{2L} \cdot L_s \right) = 3.475 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$	Momento in x sollecitante sul plinto allo SLU2
$M_{Edy2} := H_{SLU2} \cdot H_s = 9.722 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$	Momento in y sul plinto allo SLU2
$M_{Edz2} := H_{SLU2} \cdot L_s = 9.722 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$	Momento in z (torcente) sul plinto allo SLU2



5. VERIFICA a RIBALTAMENTO

$$M_R := M_{Edy2} = 9.722 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Momento ribaltante

$$M_S := P_{SLU2} \cdot \frac{B_p}{2} = 48.056 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Momento stabilizzante

$$FS_R := \frac{M_S}{M_R} = 4.943$$

Fattore di sicurezza a ribaltamento

$$e_{slu} := \frac{M_R}{P_{SLU2}} = 15.172 \cdot \text{cm}$$

Eccentricità max. da SLU

$$e_{lim} := \frac{B_p}{6} = 25 \cdot \text{cm}$$

Eccentricità limite plinto

6. VERIFICA di RESISTENZA PLINTO

$$P_{bp} := 210 \text{mm}$$

Larghezza di base palo semaforico

$$P_{bn} := 1 \text{m}$$

Profondità d'infissione palo semaforico

$$W_{el} := \frac{\Phi_{bp} \cdot P_{bp}^2}{6}$$

Modulo di resistenza sezione di contatto

$$\tau_{max} := \frac{M_R}{W_{el}} = 0.278 \cdot \text{MPa}$$

Tensione di contatto

$$R_{cmax} := \sigma_{max} \cdot \frac{P_{bp}}{4} \cdot \Phi_{bp} = 14.582 \cdot \text{kN}$$

Risultante concentrata di contatto

$$N_{Ed} := R_{cmax}$$

Trazione sulle barre da distribuzione a traliccio

$$f_{yd} := 391 \text{MPa}$$

Tensione di smernamento acciaio B450C

$$A_{smin} := \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = 0.373 \cdot \text{cm}^2$$

Area minima d'acciaio in barre da c.a.

potesi di progetto: 10f12, staffe f8/10cm

$$A_s := 6 \cdot \pi \cdot (6 \text{mm})^2 = 6.786 \cdot \text{cm}^2$$

Area di progetto d'acciaio in barre da c.a.

$$N_{Rd} := A_s \cdot f_{yd} = 265.326 \cdot \text{kN}$$

Tensione resistente armatura

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} = 0.055$$

VERIFICA