



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



MINISTERO DELLA
TRANSIZIONE ECOLOGICA



COMUNE DI SAN GERVASIO BRESCIANO

PROGETTO ESECUTIVO

**MIGLIORAMENTO E MECCANIZZAZIONE DELLA RETE DI
RACCOLTA DIFFERENZIATA DEI RIFIUTI URBANI CON
AMPLIAMENTO CENTRO DI RACCOLTA DIFFERENZIATA RIFIUTI
PNRR - M2C1.1.I1.1 - LINEA A
CUP: H75I23000020001**

ELABORATO	DESCRIZIONE
4	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE
11/12/2023	



(Ing. Antonio Comincini)



(Ing. Giorgio Bolsi)



(Ing. Maria Paola Zangarini)



(Arch. Federica Mor)

**INGEGNERIA ARCHITETTURA
SOCIETA' URBANISTICA**

Ing. Antonio Comincini & partners s.r.l.

Via Garibaldi, 6 - 25020 Pralboino (BS) - tel. 030 9521247

C.F./P.IVA: 04171390984 e-mail: siausr1@comincini.eu PEC: siausr1@arubapec.it

Ing. Antonio Comincini - Ing. Giorgio Bolsi - Ing. Massimo Barbieri - Ing. Maria Paola Zangarini
Ing. Claudio Maggioni - Arch. Federica Mor - Geom. Carla Tosini - Geol. Luca Donato Piazza

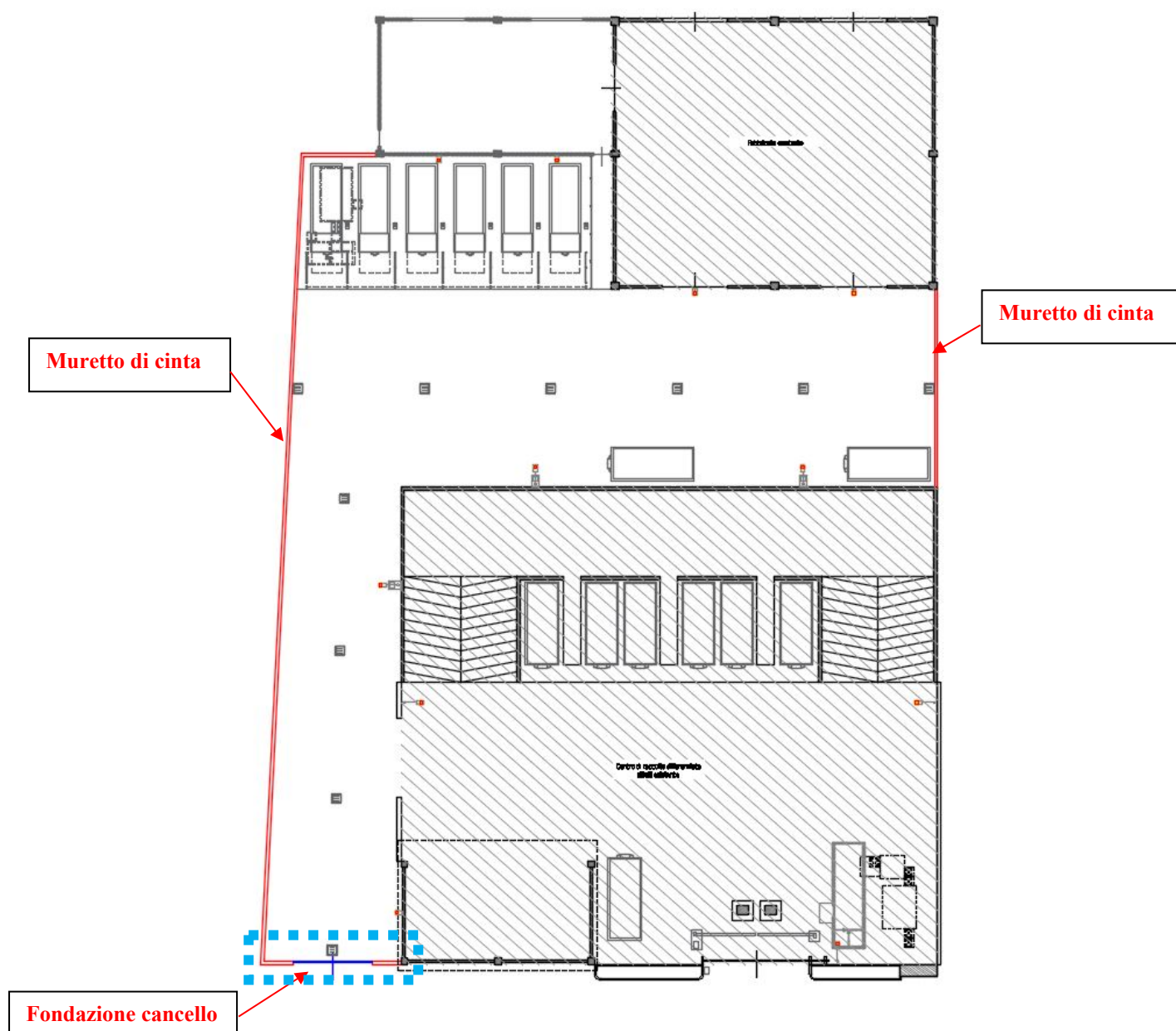
Oggetto della relazione

La presente relazione riguarda il calcolo delle strutture nell'ambito dei lavori di ampliamento del centro di raccolta differenziata rifiuti e nuovo centro del riutilizzo di San Gervasio Bresciano (BS).

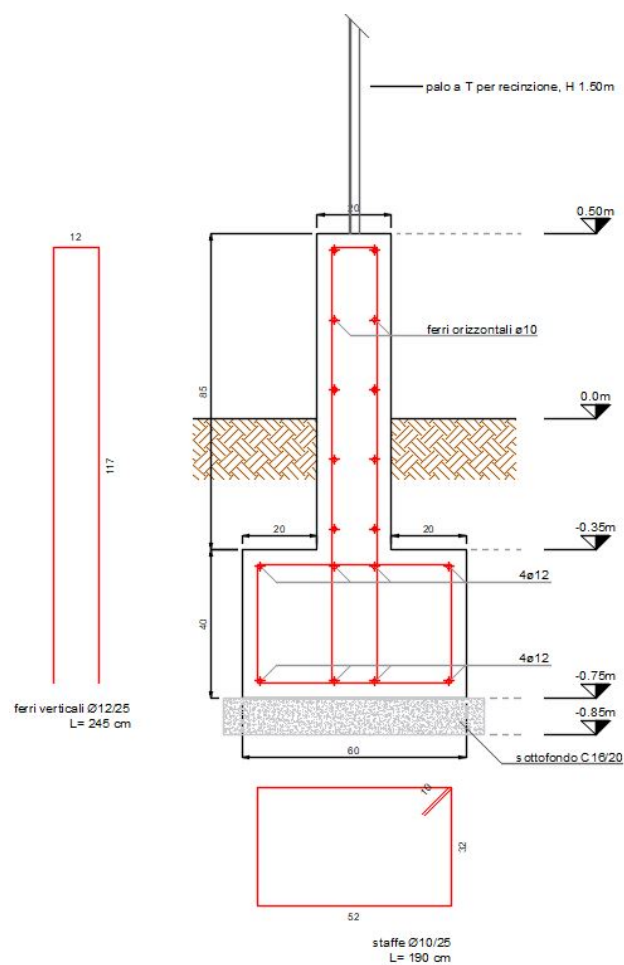
In particolare sono previsti i seguenti interventi strutturali:

1. realizzazione di trave di fondazione in c.a. per appoggio e fissaggio cancello carrabile in acciaio, di lunghezza m 6,74 e sezione cm 60x40.
2. realizzazione di muretto di cinta in c.a. di altezza cm 85 e spessore cm 20, poggiante su fondazione in c.a. di sezione cm 60x40, con soprastante recinzione plastificata di altezza m 1,50 fissata con palei a T.

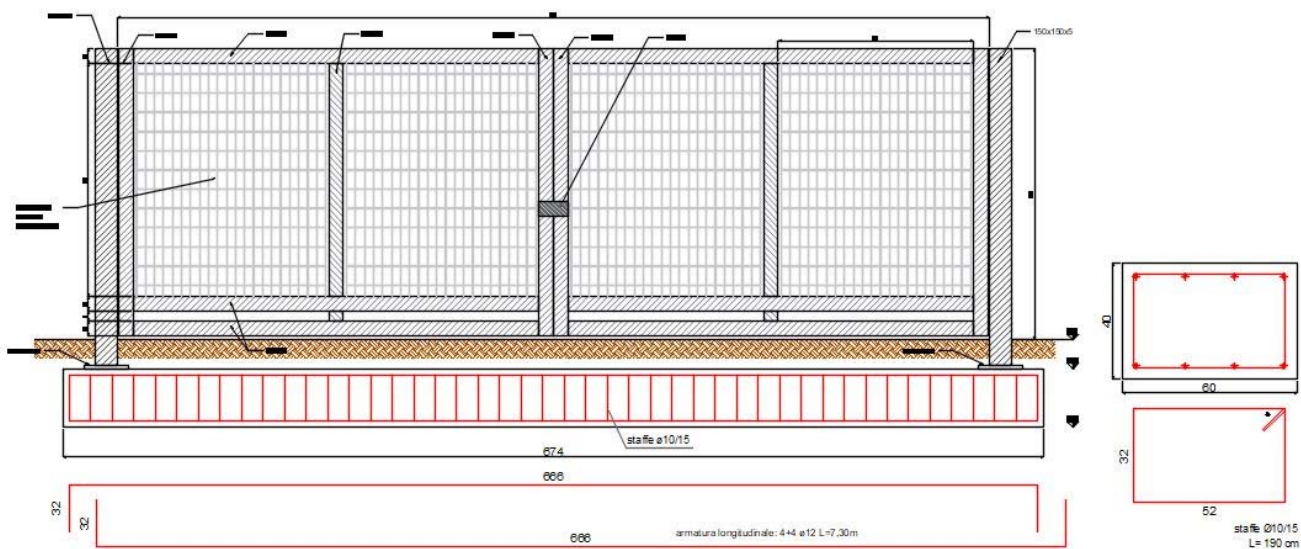
PLANIMETRIA CON INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO



ESTRATTO ARMATURA MURETTO DI CINTA



ESTRATTO FONDAZIONE CANCELLO



Riferimenti normativi

- **NCT 2018 - D.M. 17 gennaio 2018: "Nuove Norme tecniche per le costruzioni";**
- *Circolare C.S. LL. PP. 2 febbraio 2009 n. 617: "Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni"*
- ***D.G.R della Regione Lombardia n°XI/4317 del 15/2/2021 " Approvazione delle linea guida per l'individuazione, dal punto di vista strutturale, degli interventi di cui all'art. 94 BIS comma 1, del Decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n°380, nonché delle varianti di carattere non sostanziale per le quali non occorre il preavviso di cui all'art.93;***

L'opera oggetto della presente relazione è realizzata nel Comune di San Gervasio Bresciano (BS) è classificato in **Zona 3**, ai sensi del D.g.r. 11 luglio 2014 – n. 2129/2014, aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia.

Alla luce della normativa vigente **GLI INTERVENTI SONO PRIVI DI RILEVANZA PER LA PUBBLICA INCOLUMITA' ED CORRISPONDNO AI P.TI 6 e 17 DELL'ALLEGATO C DELLA D.G.R. XI/4317:**

6 - "Sbarre, cancelli, cartelli stradali di limitate dimensioni, dissuasore, stallo biciclette e opere assimilate"

17 - "Recinzioni (senza funzione primaria di contenimento del terreno) con elementi murari o in c.a. o in legno o in acciaio, di altezza $\leq 3,00$ m, comprese le relative pensiline di copertura di ingresso di superficie $\leq 4m^2$. Il limite di altezza non sussiste per le recinzioni in rete metallica, in grigliati metallici e simili, per i cancelli carrabili e le relative strutture di sostegno puntuali"

Criteri di verifica e combinazioni di carico

La costruzione può essere considerata un'opera ordinaria di tipo 2, con vita nominale ≥ 50 anni, di classe d'uso tipo II, essendo costruzione in cui si prevede normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche.

Le verifiche dei vari elementi strutturali sono svolte col metodo semiprobabilistico agli Stati Limite.

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

2.5.3. COMBINAZIONI DELLE AZIONI

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

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):
$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.1]$$
- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:
$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.2]$$
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:
$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.3]$$
- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:
$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.4]$$
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:
$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad [2.5.5]$$
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:
$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad [2.5.6]$$

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj} \quad [2.5.7]$$

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{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 ≤ 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 ≤ 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

2.6. AZIONI NELLE VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

Le verifiche agli stati limite devono essere eseguite per tutte le più gravose condizioni di carico che possono agire sulla struttura, valutando gli effetti delle combinazioni definite nel § 2.5.3.

2.6.1. STATI LIMITE ULTIMI

Nelle verifiche agli stati limite ultimi si distinguono:

- lo stato limite di equilibrio come corpo rigido: EQU
- lo stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione: STR
- lo stato limite di resistenza del terreno: GEO

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

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

Caratteristiche dei materiali utilizzati

Calcestruzzo classe C20/25

<i>parametro</i>	<i>simbolo</i>	<i>valore</i>
Resistenza caratteristica su provini cubici	R_{ck}	25 MPa
Resistenza caratteristica su provini cilindrici	f_{ck}	20,75 MPa
Resistenza di calcolo	f_{cd}	13,83 MPa
Modulo elastico	E_{cm}	30440 MPa
$\gamma_c = 1,50$		

Acciaio da armatura B 450 C controllato in stabilimento

<i>parametro</i>	<i>simbolo</i>	<i>valore</i>
Tensione di snervamento	f_{yk}	450 MPa
Resistenza di calcolo	f_{sd}	391,3 MPa
Modulo elastico	E_s	21000 MPa
$\gamma_s = 1,15$		

DETERMINAZIONE CARATTERISTICHE FISICO MECCANICHE DEL TERRENO

Nell'ambito della progettazione è stata condotta, a cura del Geol. Luca Piazza di Piede d'Olmi (CR), uno studio geologico/geotecnico mediante l'esecuzione di n°2 prove penetrometriche statiche spinte fino alla profondità di m 10,00 dal piano campagna, attraverso le quali è stata individuata la seguente unità geotecnica:

UNITA' GEOTECNICA A

- Sabbie e sabbie limose; intercalazioni e lenti limose e limoso-sabbioso argillose.
- Profondità: da -0,20/-0,30 m ed almeno sino alle massime profondità investigate (-10,00 m dal p.c. – zero penetrometrico)
- Q_c media: 55-60 Kg/cm²

Peso di volume naturale (t/mc)	$\gamma_N = 1,85$
Densità relativa (%)	$D_r = 40 \div 45$
Coesione efficace (kg/cmq)	$c' = 0$
Angolo di attrito (°)	$\phi' = 31 \div 32$
Modulo di deformazione drenato (kg/cmq)	$E' = 180 \div 220$

L'acqua di falda è stata rilevata a circa 2,50/2,80 m dal piano campagna.

Il terreno è stato classificato di **categoria C**.

Analisi dei carichi

G1 = peso proprio c.a. = 2500 kg/mc

G1 = peso proprio acciaio = 7850 kg/mc

G2 = peso max anta cancello carrabile = 160 kg

Azione sismica

Parametri dell'azione sismica

In presenza di azioni sismiche, in funzione del tipo di costruzione e del sito, si definiscono i seguenti parametri:

VITA NOMINALE V_N : ≥ 50 TIPO DI COSTRUZIONE 2

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nella quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo alla quale è destinata.

La vita nominale è definita per diversi tipo di opere e deve essere precisata nei documenti di progetto.

Tabella 2.4.I – Vita nominale V_N per diversi tipi di opere

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

CLASSE D'USO II

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite.

2.4.2. CLASSI D'USO

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

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

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

$$V_R = V_N * C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito al variare della classe d'uso, come mostrato nella seguente tabella.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

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

Per l'edificio oggetto di studio risulta $V_R = V_N * C_U = 50$ anni

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO: Come risulta dalla relazione geologica redatta dal Geol. Piazza, il terreno è classificato in di categoria C.

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

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

CATEGORIA TOPOGRAFICA: l'area d'intervento è inquadrabile nella categoria topografica T1

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

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

VERIFICA FONDAZIONE CANCELLO - INTERVENTO 1

Modellazione e metodo di calcolo

L'analisi è effettuata con l'ausilio del programma TRAVILOG TITANIUM 8, MODULO 3D, della Logical Soft s.r.l. di Desio (MI) che permette la modellazione tridimensionale della struttura, costituito da elementi asta verticali ed orizzontali.

Si esegue di seguito un'analisi dinamica modale con spettro di risposta e fattore di struttura **$q=1$** .

Viste tridimensionali del modello

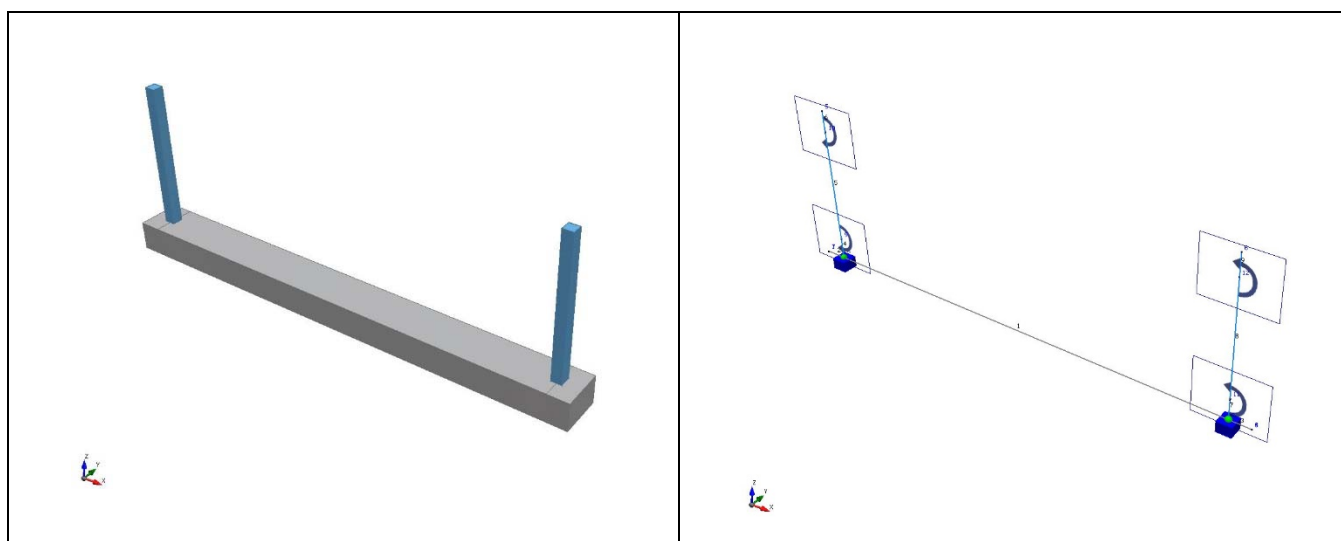
Si riportano di seguito la vista tridimensionale della struttura secondo una visualizzazione solida (render), sulla quale è possibile individuare la disposizione degli elementi strutturali.

Modello di calcolo e orientamento del sistema di riferimento

Per la struttura in esame è stato creato un modello di calcolo a elementi finiti di tipo asta. Di seguito si delineano alcune viste dello schema statico in cui sono identificabili la disposizione dei carichi e la discretizzazione a elementi finiti per gli elementi bidimensionali

Sulle stesse è mostrato il sistema di riferimento globale, orientato secondo queste ipotesi:

- **Asse z** diretto secondo la direzione verticale come la forza peso
- **Asse x** è collocato lungo il lato lungo del telaio
- **Asse y** è collocato lungo il profilo del lato corto del telaio



1. Dati azione sismica

Nei seguenti paragrafi vengono riportati i parametri utilizzati per la valutazione dell'azione sismica sulla struttura in esame, in accordo alle specifiche definite al capitolo 3.2 e 7.3 delle Norme Tecniche per le Costruzioni. In particolare gli spettri elastici considerati si basano sui dati e le correlazioni definite per il reticolo di riferimento così come definito nell'allegato alle Norme Tecniche per le Costruzioni.

1.1 Caratteristiche del sito

Comune: San Gervasio Bresciano

Provincia: BS

Longitudine: 10,1497 °

Latitudine: 45,3083 °

Categoria di sottosuolo: C

Amplificazione topografica: T1

1.2 Caratteristiche dell'edificio

Vita nominale V_N : 50 anni

Classe d'uso: II

Coefficiente d'uso C_U : 1

Periodo di riferimento V_R : 50,00 anni

	PVR	T_R	a_g	F_0	T_C^*
Stato Limite di Operatività	81 %	30,00	0,35	2,50	0,21
Stato Limite di Danno	63 %	50,00	0,44	2,48	0,24
Stato Limite di Salvaguardia della Vita	10 %	475,00	1,15	2,47	0,28
Stato Limite di Prevenzione del Collasso	5 %	975,00	1,53	2,45	0,28

1.3 Parametri sismici

Componente orizzontale

Coefficiente di amplificazione topografica S_T : 1

Fattore di utilizzazione dello spettro elastico η : 1

	S_S	S	C_C	T_B	T_C	T_D
Stato Limite di Operatività	1,50	1,50	1,76	0,12	0,37	1,74
Stato Limite di Danno	1,50	1,50	1,69	0,13	0,40	1,78
Stato Limite di Salvaguardia della Vita	1,50	1,50	1,60	0,15	0,45	2,06
Stato Limite di Prevenzione del Collasso	1,47	1,47	1,59	0,15	0,45	2,21

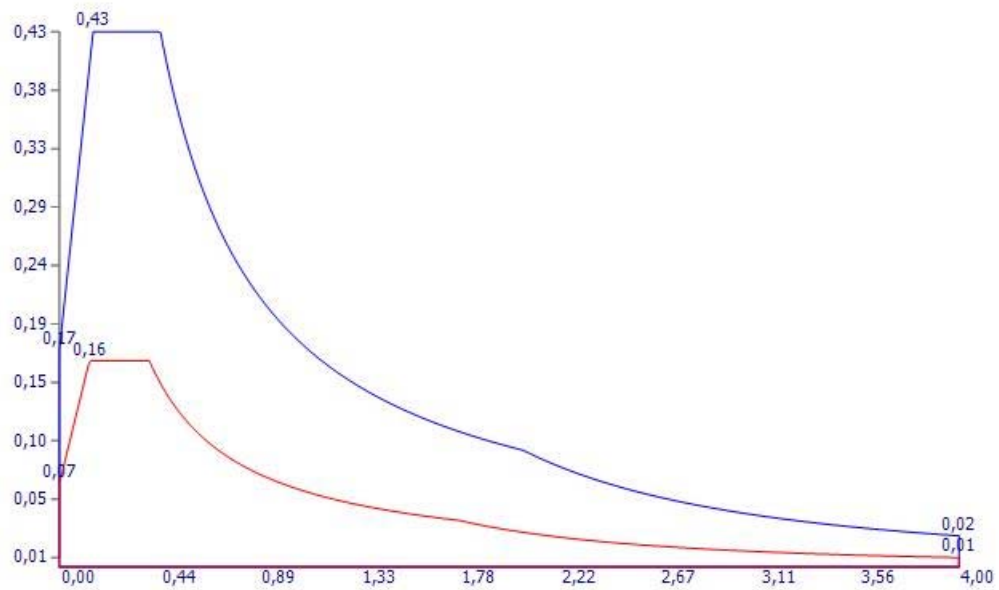
Componente verticale

	S_S	S	T_B	T_C	T_D	F_V
Parametri dello spettro di risposta elastico verticale	1,0	1,50	0,05	0,15	1,0	3,58

con S_S coefficiente di amplificazione stratigrafica
 S coefficiente di amplificazione topografica e stratigrafica
 F_0 fattore di amplificazione spettrale massima su sito rigido orizzontale
 F_V fattore di amplificazione spettrale massima
 T_C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro, in [s]
 T_B periodo di inizio del tratto ad accelerazione costante dello spettro, in [s]
 T_D periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, in [s]

1.4 Spettro di risposta in accelerazione

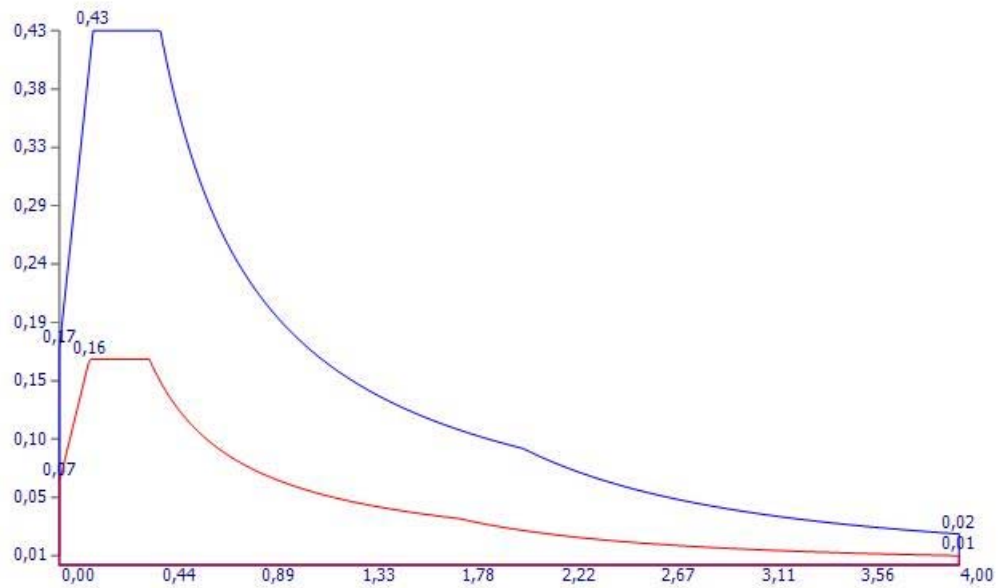
Direzione X



Spettro di risposta di progetto orizzontale per SLU
Spettro di risposta di progetto verticale per SLU

Spettro di risposta elastico orizzontale per SLE

Direzione Y



Spettro di risposta di progetto orizzontale per SLU
Spettro di risposta di progetto verticale per SLU

Spettro di risposta elastico orizzontale per SLE

1.5 Fattore di comportamento (NTC §7.3.1)

Qui di seguito vengono riportati i parametri utilizzati per stimare il valore del fattore di struttura 'q' adottato nel calcolo.

Tale parametro è espressione della presenza di sistemi strutturali dissipativi e dalla loro valutazione agli stati limite ultimi per ciascuna direzione dell'azione sismica, in funzione della tipologia strutturale, del grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e prende in conto le non linearità del materiale.

L'espressione più generica per il calcolo del fattore di struttura è:

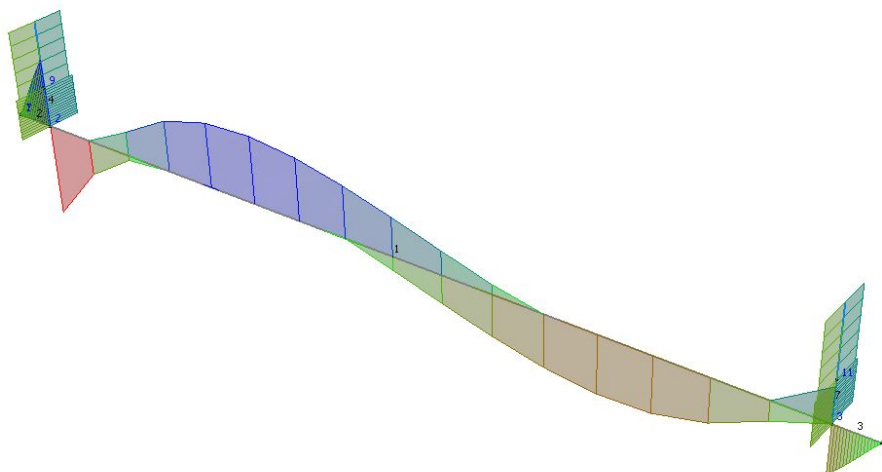
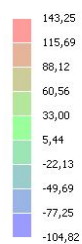
$$q = q_0 K_R K_W$$

Parametri di calcolo	
Classe di duttilità: -	Regolarità in pianta: -
Tipologia di modello strutturale: -	Rapporto di sovrarresistenza α_U/α_1 : -
Tipologia strutturale: -	Fattore di comportamento massimo q_0 : -
Regolarità in altezza: -	Fattore riduttivo K_R : -
Rapporto tra altezza a larghezza delle pareti α_0 : -	Fattore correttivo k_W : -
Fattore di comportamento	
Fattore di comportamento q_x – componente orizzontale in direzione X: 1 (valore imposto)	
Fattore di comportamento q_y – componente orizzontale in direzione Y: 1 (valore imposto)	
Fattore di comportamento q – componente verticale: 1,5	
Coefficiente di amplificazione	
Coefficiente di amplificazione dell'azione sismica in direzione X: 1	
Coefficiente di amplificazione dell'azione sismica in direzione Y: 1	

Andamento qualitativo principali diagrammi

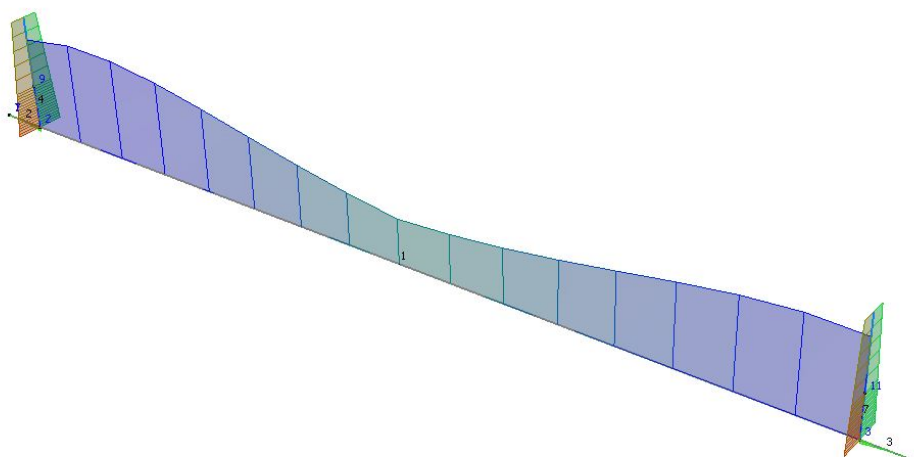
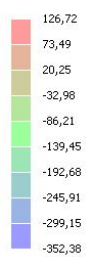
DISTRIBUZIONE AZIONE DI TAGLIO T_y

Taglio T_y
[kg]



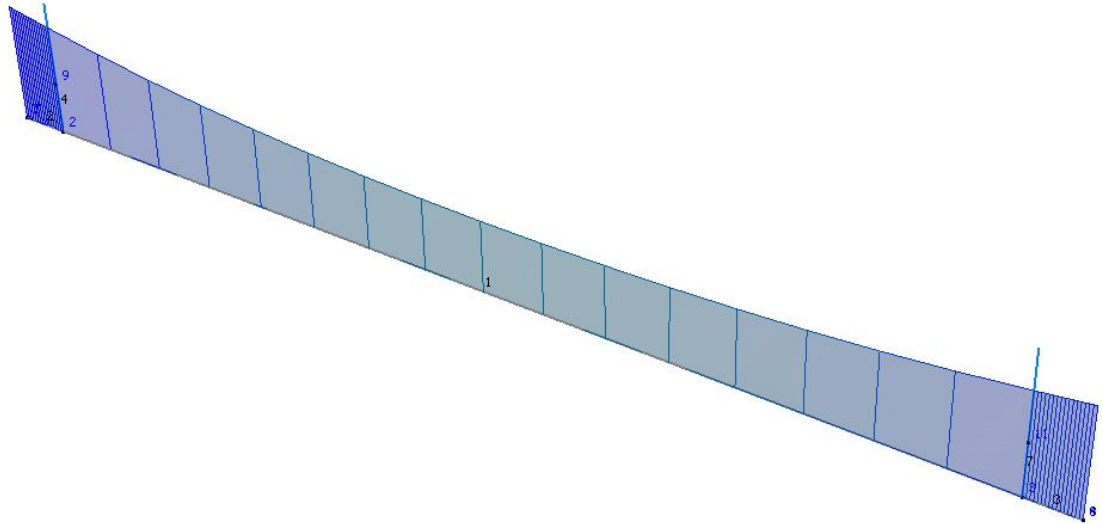
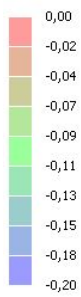
DISTRIBUZIONE MOMENTO M_z

Momento M_z
[kg m]



DISTRIBUZIONE PRESSIONI TERRENO P_y

Pressioni P_y
[kg/cm²]



Pressione massima sul terreno = 0,20 kg/cm² < q_{lim} = 1,62

ANDAMENTO CEDIMENTI



Cedimento massimo = 0,06 mm

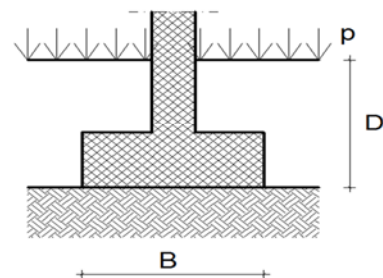
CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE B=60

TERRENO

γ	18,5	KN/mc	peso di volume del terreno	
ϕ	31	°	angolo di resistenza al taglio	0,54 rad
c	0	Kpa	coesione	

GEOMETRIA DELLA FONDAZIONE

B=	0,60	m	larghezza della fondazione
D=	0,60	m	profondità di posa della fondazione



Calcolo carico limite - Formula di Terzaghi (1943)

$$q_{lim} = cN_c + q_0N_q + 0,5\gamma B N_\gamma$$

coefficiente adimensionale:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{3,14 \tan \phi}$$

legato al contributo del terreno coesivo

$$N_c = (N_q - 1) \tan^{-1} \phi$$

legato al terreno posto al di sopra al piano di posa della fondazione

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

legato al contributo degli strati di coesione nulla

$$q_0 = \gamma D$$

		rad
$45 + \phi/2$	60,50	1,06

N_q	20,54
N_c	32,53
N_γ	25,86
q_0	11,10
q_{lim}	371,49
	3,71
	0,037

kPa

kPa

kg/cm²

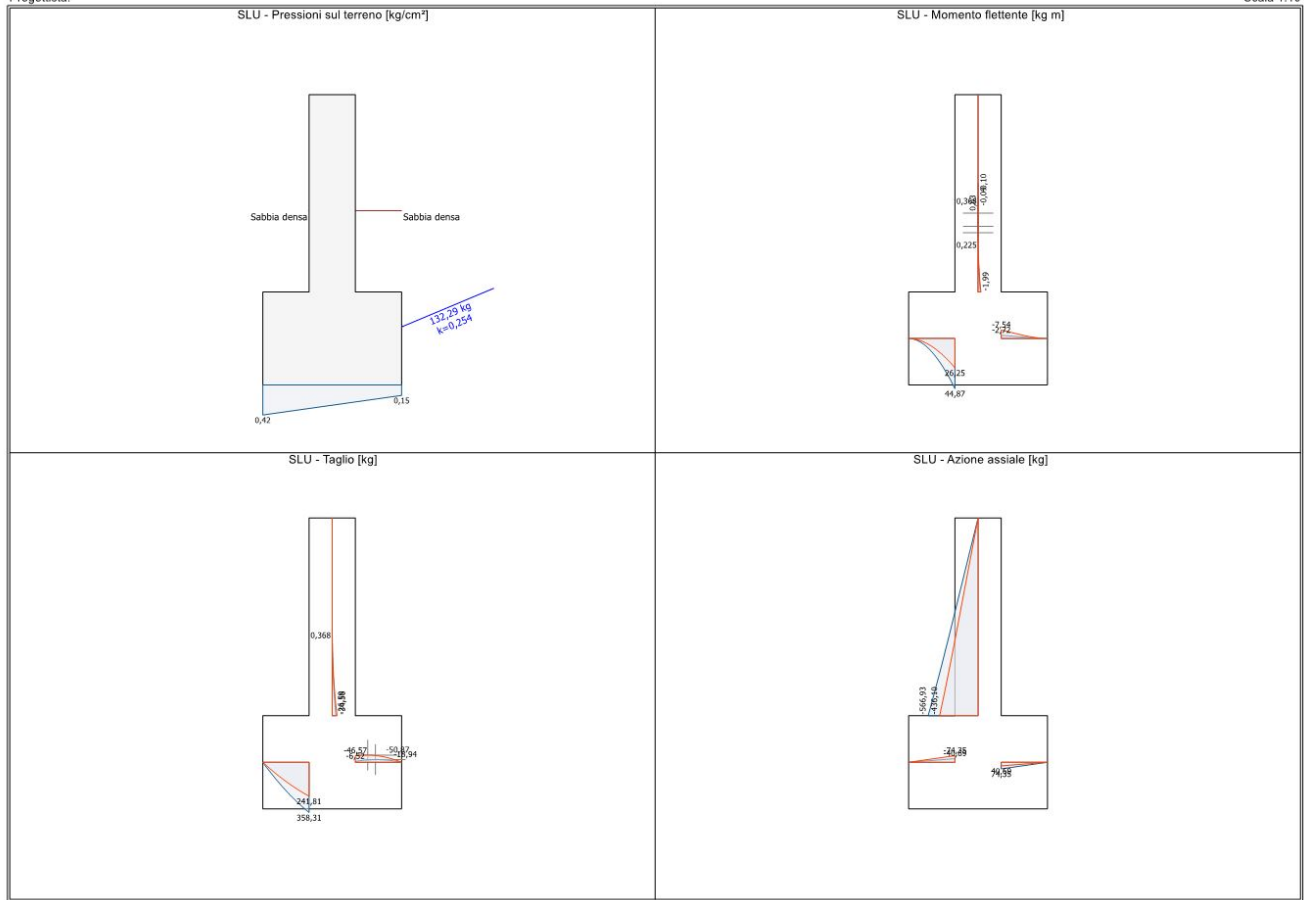
KN/cm²

q_{amm} **1,62** kg/cm²

VERIFICA MURO DI CINTA - INTERVENTO 2

Progettista:

Scala 1:10



Committente: - Proprietà:

TRAVILOG®

Pressione massima sul terreno = 0,42 kg/cm² < q lim = 1,86 kg/cm²

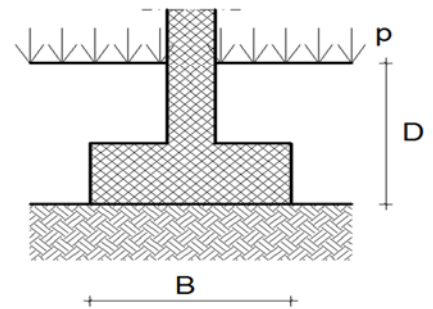
CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE B=60

TERRENO

γ	18,5	KN/mc	peso di volume del terreno	
ϕ	31	°	angolo di resistenza al taglio	0,54 rad
c	0	Kpa	coesione	

GEOMETRIA DELLA FONDAZIONE

B=	0,60	m	larghezza della fondazione
D=	0,75	m	profondità di posa della fondazione



Calcolo carico limite - Formula di Terzaghi (1943)

$$q_{lim} = cN_c + q_0N_q + 0,5\gamma B N_\gamma$$

coefficiente adimensionale:

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{3,14 \tan \phi}$$

legato al contributo del terreno coesivo

$$N_c = (N_q - 1) \tan^{-1} \phi$$

legato al terreno posto al di sopra al piano di posa della fondazione

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

legato al contributo degli strati di coesione nulla

$$q_0 = \gamma D$$

		rad
$45 + \phi/2$	60,50	1,06

N_q	20,54
N_c	32,53
N_γ	25,86
q_0	13,88
q_{lim}	428,47
	4,28
	0,043

kPa

kPa

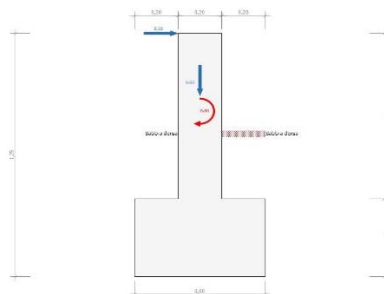
kg/cm²

KN/cm²

q_{amm}	1,86	kg/cm ²
-----------------------------	-------------	--------------------

Dati del muro di sostegno

1 Geometria del muro



Normativa di riferimento: Stati limite Norme Tecniche 2018

Dimensioni del Muro:				
Altezza	H	0,85 m		
Larghezza	I	0,20 m		
Risega interna	R _i	0,00 m		
Risega esterna	R _e	0,00 m		
Lunghezza	L	1,00 m		
Dimensioni della Fondazione:			Dimensioni del Dente di fondazione:	
Altezza	h	0,40 m	Dente:	No
Larghezza	I	0,60 m	Altezza	a 0,00 m
Mensola interna	M _i	0,20 m	Larghezza	b 0,00 m
Mensola esterna	M _e	0,20 m	Posizione	x 0,00 m

2 Terreni e falda

TERRENO INTERNO: STRATIGRAFIA

Strato	Tipo di materiale	Altezza [m]
1	Sabbia densa	0,50

TERRENO ESTERNO:

Tipo di materiale	Altezza sul piano di imposta fondazione [m]	% Spinta passiva [%]
Sabbia densa	0,75	0,0

TERRENO DI FONDAZIONE:

Tipo di materiale	Affondamento dal piano campagna originario [m]
Sabbia densa	0,75

FALDA

Altezza falda (da piano imposta fondazioni)	z_w	0,00 m
---	-------	--------

Metodo di calcolo delle spinte: Coulomb

3 Carichi

Descrizione	N [kg]	T [kg]	M [kg m]	q [kg/cm ²]
Carichi esterni	0,00	0,00	0,00	0,000

AZIONE SISMICA

Caratteristiche del sito	
Comune: San Gervasio Bresciano	Provincia:
Longitudine: 10,150 °	Latitudine: 45,308 °
Categoria di sottosuolo: C	Amplificazione topografica: T1
Caratteristiche dell'edificio	
Coefficiente d'uso C_U : 1,0	Classe d'uso: II
Accelerazione al suolo	
Coefficiente di amplificazione stratigrafica S_S : 1,50	Coefficiente di amplificazione topografica S_T : 1,00
Accelerazione a_g : 1,154 m/s ²	

2 Risultati : Approccio 2

1 Spinte

SPINTA STATICA DEL TERRENO INTERNO

Descrizione terreno	K _a	K _p	Spinta H [kg]	Spinta v [kg]	Spinta [kg]	Braccio [m]	Incl. [°]
Sabbia densa	0,254	0,000	158,70	66,28	171,98	0,25	22,7

SPINTA SISMICA

Descrizione terreno	K _a	K _p	ΔSpinta H [kg]	ΔSpinta v [kg]	DeltaSpinta [kg]	Braccio [m]	Incl. [°]
Sabbia densa	0,365	0,000	15,47	6,46	16,76	0,25	22,7

SPINTA STATICA DEL TERRENO INTERNO SUL PARAMENTO DI MONTE

Descrizione terreno	K _a	K _p	Spinta H [kg]	Spinta v [kg]	Spinta [kg]	Braccio [m]	Incl. [°]
Sabbia densa	0,254	0,000	26,59	11,10	28,81	0,37	22,7

SPINTA DEL TERRENO ESTERNO

Descrizione terreno	K _p	% Spinta passiva	Spinta H [kg]	Spinta v [kg]	Spinta [kg]	Braccio [m]	Incl. [°]
Sabbia densa	3,537	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0

2 Sollecitazioni agenti sul muro

PESI AGENTI

Peso muro [kg]	Peso soletta fondazione [kg]	Peso terreno interno [kg]	Peso terreno esterno [kg]	Sovraccarico [kg]
425,00	600,00	129,50	129,50	0,00

3 Verifiche

1 Verifiche a scivolamento

Condizione	Taglio sollecitante [kg]	Taglio resistente [kg]	Fs	Verifica
A1+M1+R3	158,70	512,65	3,23	SI
Sisma	223,04	560,22	2,51	SI

2 Verifiche a ribaltamento

Condizione	Momento ribaltante [kg m]	Momento stabilizzante [kg m]	Fs	Verifica
EQU	13,04	301,46	23,13	SI
Sisma	58,00	385,20	6,64	SI

3 Verifiche di capacità portante

Metodo di calcolo: Vesic

Condizione	Pressione agente [kg/cm ²]	Pressione limite [kg/cm ²]	Fs	Verifica
A1+M1+R3	0,42	4,33	10,32	SI
A*+M1+R*	0,32	1,39	4,35	SI

VERIFICA SEZIONE MURO cm 100x20

1 Geometria della sezione

Caratteristiche della sezione

Nome della sezione:

R 100x25

Area: 2.000,00 cm²

Materiale della sezione: C25/30

Materiale delle armature: B450C

Normativa di riferimento:

Stati limite Norme Tecniche 2018



Dati geometrici della sezione

Coordinata baricentrica	$x_G =$	0,00 cm	Coordinata baricentrica	$y_G =$	0,00 cm
Momento statico asse x	$S_x =$	0,00 cm ³	Momento statico asse y	$S_y =$	0,00 cm ³
Momento d'inerzia asse x	$I_x =$	66.666,67 cm ⁴	Momento d'inerzia asse y	$I_y =$	1.666.666,67 cm ⁴
Momento d'inerzia asse principale 1	$I_1 =$	66.666,67 cm ⁴	Momento d'inerzia asse principale 2	$I_2 =$	1.666.666,67 cm ⁴
Rotazione dell'asse principale 1	$\alpha_1 =$	0,00 °	Rotazione dell'asse principale 2	$\alpha_2 =$	90,00 °
Raggio d'inerzia asse principale 1	$i_1 =$	5,77 cm	Raggio d'inerzia asse principale 2	$i_2 =$	28,87 cm
Momento d'inerzia polare	$I_{xy} =$	0,00 cm ⁴	Momento d'inerzia torsionale	$I_t =$	232.500,00 cm ⁴

Coordinate dei vertici

Vertice	X [cm]	Y [cm]
1	-50,000	10,000
2	50,000	10,000
3	50,000	-10,000
4	-50,000	-10,000

Coordinate dell'armatura

Ferro	X [cm]	Y [cm]	Ø [mm]
1	-45,400	5,400	12
2	-22,700	5,400	12
3	0,000	5,400	12
4	22,700	5,400	12
5	45,400	5,400	12
6	45,400	-5,400	12
7	22,700	-5,400	12
8	0,000	-5,400	12
9	-22,700	-5,400	12
10	-45,400	-5,400	12

Staffatura

-

Carichi Stato Limite Ultimo

Combinazione	Azione assiale N [kg]	Taglio T _x [kg]	Taglio T _y [kg]	Momento flettente M _x [kg m]	Momento flettente M _y [kg m]	Momento torcente M _t [kg m]
1	-566,93	0,00	0,00	1,99	0,00	0,00

2.1 Stato limite ultimo: resistenza ad azione assiale e flettente (cfr. NTC - § 4.1.2.3.4)

Verifica ad azione assiale e flessione semplice

	N _{Ed} [kg]	M _{Ed} [kg m]	M _{Rd} [kg m]	C _{sic}	Verifica I	ε _c [‰]	ε _s [‰]	Campo	ξ	ξ _{lim}	Verifica II	δ [%]
A	-566,93	1,99	3.697,55	1.858,07	SI	3,50	12,41	III	0,220	0,450	SI	0,71

N_{Ed}: azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)M_{Rd}: momento resistente ultimo della sezione corrispondente a N_{Ed}

Verifica: per resistenza a tenso/prezzo – flessione (cfr. NTC par. 4.1.2)

ε_s: deformazione ultima dell'acciaio

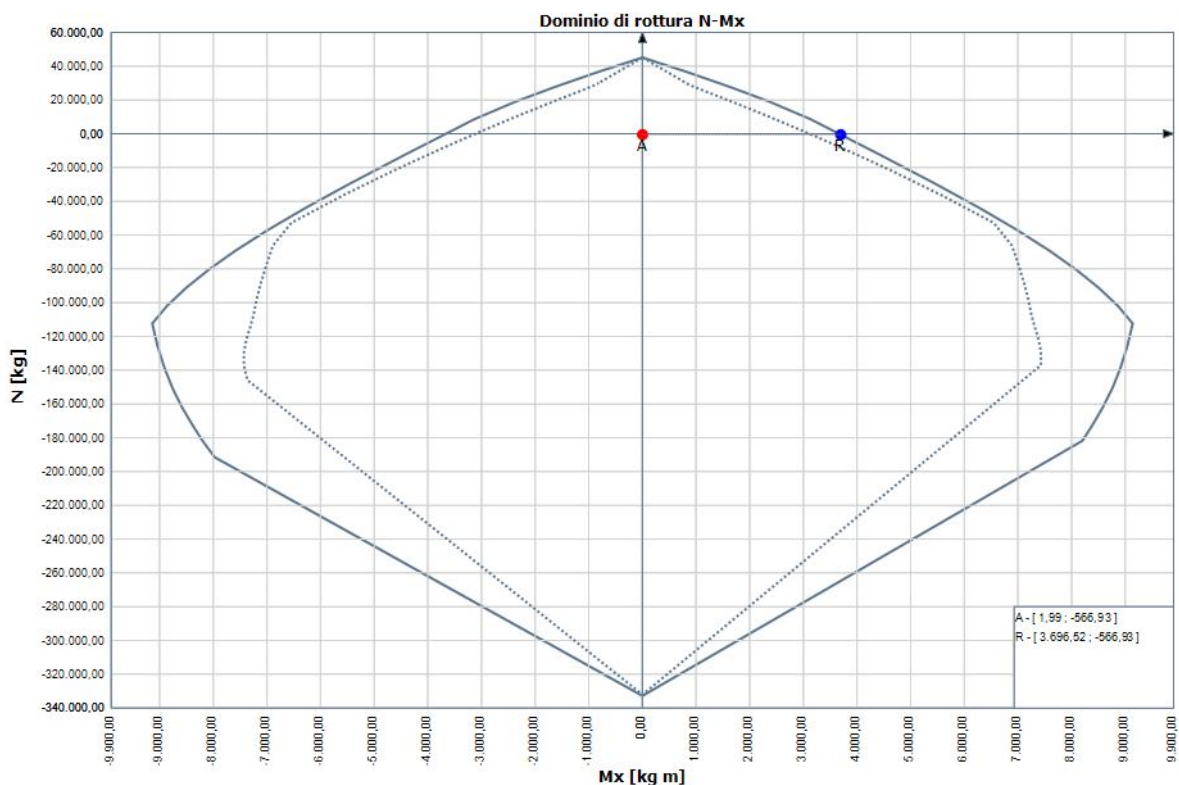
ξ: rapporto x/d

Verifica: rottura duttile della sezione (ξ < ξ_{lim})M_{Ed}: momento sollecitanteC_{sic}: coefficiente di sicurezza calcolato ad azione assiale costanteε_c: deformazione ultima del calcestruzzo

Campo: campo di rottura della sezione

ξ_{lim}: limite normativo del rapporto x/d

δ: percentuale residua minima per la redistribuzione (solo per travi e solette)



VERIFICA SEZIONE FONDAZIONE cm 100x40

1 Geometria della sezione

Caratteristiche della sezione

Nome della sezione:

R 100x40

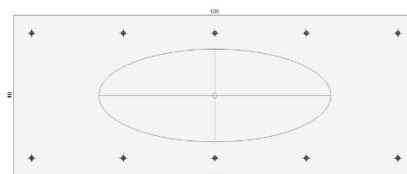
Area: 4.000,00 cm²

Materiale della sezione: C25/30

Materiale delle armature: B450C

Normativa di riferimento:

Stati limite Norme Tecniche 2018



Dati geometrici della sezione

Coordinata baricentrica	$x_G =$	0,00 cm	Coordinata baricentrica	$y_G =$	0,00 cm
Momento statico asse x	$S_x =$	0,00 cm ³	Momento statico asse y	$S_y =$	0,00 cm ³
Momento d'inerzia asse x	$I_x =$	533.333,33 cm ⁴	Momento d'inerzia asse y	$I_y =$	3.333.333,33 cm ⁴
Momento d'inerzia asse principale 1	$I_1 =$	533.333,33 cm ⁴	Momento d'inerzia asse principale 2	$I_2 =$	3.333.333,33 cm ⁴
Rotazione dell'asse principale 1	$\alpha_1 =$	0,00 °	Rotazione dell'asse principale 2	$\alpha_2 =$	90,00 °
Raggio d'inerzia asse principale 1	$i_1 =$	11,55 cm	Raggio d'inerzia asse principale 2	$i_2 =$	28,87 cm
Momento d'inerzia polare	$I_{xy} =$	0,00 cm ⁴	Momento d'inerzia torsionale	$I_t =$	1.595.862,07 cm ⁴

Coordinate dei vertici

Vertice	X [cm]	Y [cm]
1	-50,000	20,000
2	50,000	20,000
3	50,000	-20,000
4	-50,000	-20,000

Coordinate dell'armatura

Ferro	X [cm]	Y [cm]	Ø [mm]
1	-45,500	15,500	10
2	-22,750	15,500	10
3	0,000	15,500	10
4	22,750	15,500	10
5	45,500	15,500	10
6	45,500	-15,500	10
7	22,750	-15,500	10
8	0,000	-15,500	10
9	-22,750	-15,500	10
10	-45,500	-15,500	10

Staffatura

-

Sollecitazioni

Carichi Stato Limite Ultimo

Combinazione	Azione assiale N [kg]	Taglio T _x [kg]	Taglio T _y [kg]	Momento flettente M _x [kg m]	Momento flettente M _y [kg m]	Momento torcente M _t [kg m]
1	74,35	0,00	0,00	44,87	0,00	0,00

2.1 Stato limite ultimo: resistenza ad azione assiale e flettente (cfr. NTC - § 4.1.2.3.4)

Verifica ad azione assiale e flessione semplice

	N _{Ed} [kg]	M _{Ed} [kg m]	M _{Rd} [kg m]	C _{sic}	Verifica I	ε _c [‰]	ε _s [‰]	Campo	ξ	ξ _{lim}	Verifica II	δ [%]
A	74,35	44,87	5.900,57	131,50	SI	3,50	41,11	III	0,078	0,450	SI	0,70

N_{Ed}: azione assiale sollecitante (negativa a compressione, positiva a trazione)

M_{Rd}: momento resistente ultimo della sezione corrispondente a N_{Ed}

Verifica: per resistenza a tenso/preso – flessione (cfr. NTC par. 4.1.2)

ε_s: deformazione ultima dell'acciaio

ξ: rapporto x/d

Verifica: rottura duttile della sezione (ξ < ξ_{lim})

M_{Ed}: momento sollecitante

C_{sic}: coefficiente di sicurezza calcolato ad azione assiale costante

ε_c: deformazione ultima del calcestruzzo

Campo: campo di rottura della sezione

ξ_{lim}: limite normativo del rapporto x/d

δ: percentuale residua minima per la ridistribuzione (solo per travi e solette)

