13-040_INTESTAZIONI-ESE	Codice progetto: M15-058-01	Archivio UT	Data: 07/02/2018	N° Documento 03

COMUNE di EMPOLI

SERVIZIO
Progettazione
Infrastrutture e Mobilità

Comune di Montelupo Fiorentino

SERVIZIO LL.PP
Ufficio Progettazioni

Progetto:

CICL.E.M. SISTEMA INTEGRATO PER LA MOBILITA' URBANA SOSTENIBILE
Progetto integrato della Ciclopista dell'Arno "EMPOLI-MONTELUPO FIORENTINO" con Infrastrutture Urbane
LOTTO1 - Macrocomparto Montelupo

FASE: **ESECUTIVO**

Oggetto: ***Relazione Specialistica Strutture***
- Comparto Empoli - Sottopasso Marcignana
- Comparto Montelupo - Ponte sulla Pesa

RS Strutt

(Dirigente LL.PP. Comune di Empoli)
Dott. Arch. Paolo PINARELLI (R.U.P.)

(Resp. Servizio LL.PP Comune Montelupo Fiorentino)
Geom.Gianni VINCI

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Progettista Incaricato:

Geom. Andrea SEQUI _____

In collaborazione con

Dott. Ing. Andrea BUZZETTI (Strutture e Opere Comparto Montelupo) _____

Geom. Luca TOFANI (Opere Comparto Montelupo) _____

Dott. Geol. Paola VIOLANTI (Consulenza Geologica) _____

REDATTO		VERIFICATO		APPROVATO		NOTE

Fascicolo 1

A3 Relazione Tecnica Generale

A4 Relazione Materiali Impiegati

A8 Relazione di Calcolo

A13 Piano di Manutenzione

Il tecnico progettista

SOMMARIO

SOMMARIO 2
1. [A3] RELAZIONE TECNICA GENERALE 3
1.1. Premessa 3
1.2. Localizzazione 3
1.3. Inquadramento normativo dell'intervento 3
1.4. Aspetti strutturali del Ponte 5
1.4.1. SISTEMA COSTRUTTIVO DEL PONTE 5
1.4.2. GLI INTERVENTI PROGETTATI 6
1.5. NORMATIVA DI RIFERIMENTO 9
2. [A4] RELAZIONE MATERIALI IMPIEGATI 10
2.1. STRUTTURE IN CLS ARMATO 10
2.2. CARPENTERIA METALLICA 11
3. [A8] RELAZIONE DI CALCOLO 12
3.1. DESCRIZIONE DEI MODELLI STRUTTURALI 12
3.2. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI ATTESE 12
3.2.1. Vita nominale, classe d'uso e periodo di riferimento 12
3.2.2. Azioni sulla costruzione 12
3.2.3. Durabilità 12
3.3. Analisi dei carichi 15
3.3.1. Carichi agenti nella Fase Transitoria 15
3.3.2. Carichi agenti a Intervento Completato 16
3.3.3. Casi e combinazioni di carico 18
3.4. FASE COSTRUTTIVA: Modello, Sollecitazioni e Verifiche 20
3.4.1. TRATTO RETTILINEO - Geometria, Schema e Sollecitazioni 20
3.4.2. Verifiche condotte 20
3.5. FASE ESERCIZIO: Modello, Sollecitazioni e Verifiche 22
3.5.1. TRATTO RETTILINEO - Geometria, Schema e Sollecitazioni 22
3.5.2. TRATTO IN CURVA - Geometria, Schema e Sollecitazioni 32
3.5.3. PARAPETTO 37
4. [A13] PIANO DI MANUTENZIONE 38

1. [A3] RELAZIONE TECNICA GENERALE

1.1. PREMESSA

L'opera su cui si interviene è un ponte urbano sul Torrente Pesa.

L'intervento in progetto riguarda la riorganizzazione della sede stradale sopra il ponte ed in particolare gli aggetti laterali prevedendo un leggero allargamento della sezione utile misurata fra i parapetti, dagli attuali 11,00 metri ai 11.80 metri di progetto. L'allargamento è stato previsto simmetrico a monte e a valle per cui gli aggetti laterali vengono prolungati di ca. 65 cm per parte garantendo un aumento del piano calpestabile di 40 cm per parte.

Con questa nuova configurazione è stato quindi possibile ripristinare la simmetria delle corsie funzionali (veicolare, ciclabile, e pedonale) attualmente sbilanciata verso valle per la presenza di una corsia ciclabile lato monte e marciapiedi pedonali su entrambe i lati

1.2. LOCALIZZAZIONE

Provincia: Firenze
Comune: Montelupo Fiorentino
Indirizzo: Via Roma (Capoluogo)
Coordinate: Longitudine: 11.0212037; Latitudine 43.7318924

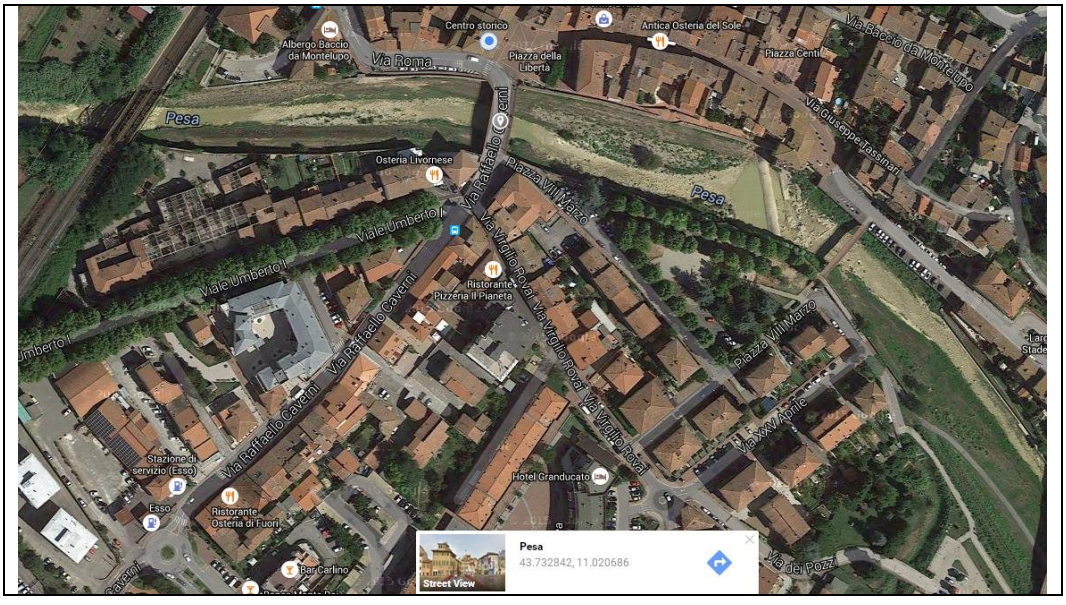


Figura 1 Posizione Intervento da foto aerea

1.3. INQUADRAMENTO NORMATIVO DELL'INTERVENTO

Gli interventi sono funzionali a garantire un corretto funzionamento della pista ciclabile sul ponte nel rispetto delle prescrizioni del Codice della Strada, infatti con questa soluzione è possibile avere un marciapiede per la *percorrenza pedonale sul lato di monte del ponte*, che è quella a maggiore vocazione per i flussi pedonali, e *un marciapiede sul lato di valle su cui spostare la*

percorrenza ciclabile, più facilmente inseribile nel tracciato della ciclopista sull'Arno.

La pista ciclabile così definita risulta ascrivibile ai sensi dell'art.6 del c2 del Dpr554/99 "Regolamento per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili" al tipo su *corsia riservata ricavata su marciapiede* ovvero come *"Pista ciclabile su Marciapiede"* prevista dal paragrafo 3.2.5 della "Bozza n°3 delle istruzioni tecniche per la progettazione delle reti ciclabili".

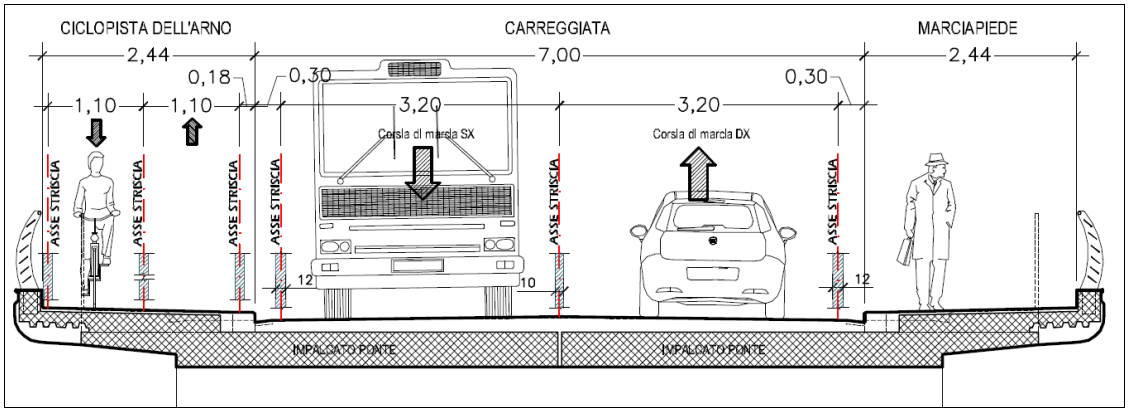


Figura 2 Soluzione per la riorganizzazione del piano viario del Ponte

Gli interventi in progetto sono ascrivibili a interventi locali su struttura esistente così come indicati al punto 8.4.1 del DM 14/01/2008 (invarianza della distribuzione dei carichi in fondazione, var<<10%).

Per appurare questo aspetto sono stati condotti comunque confronti informali con i funzionari del Genio Civile competente che hanno confermato l'impostazione.

Vista la tipologia dell'opera si ritiene opportuno procedere comunque al collaudo strutturale.

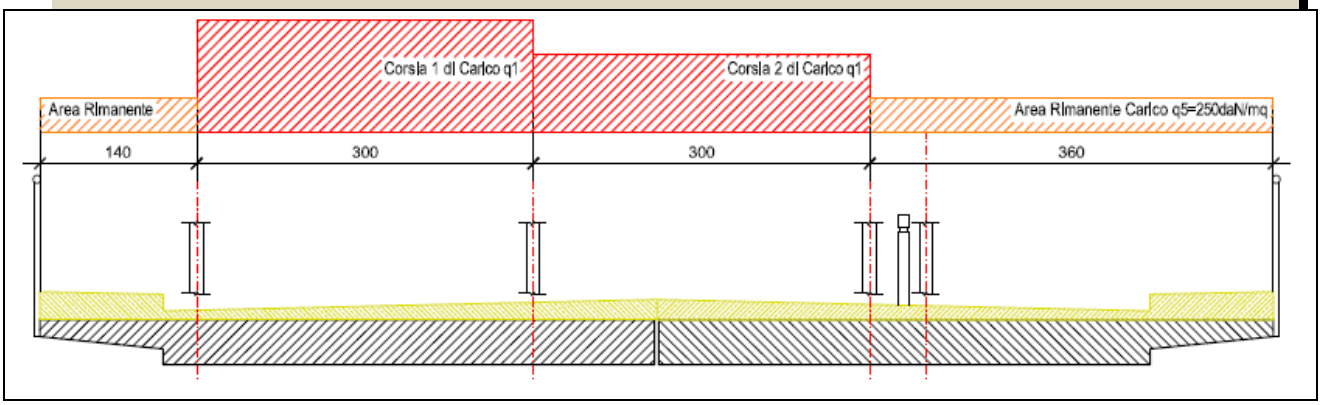


Figura 3 Distribuzione Stese di Carico Globali secondo cap.5 NTC2008 Configurazione attuale

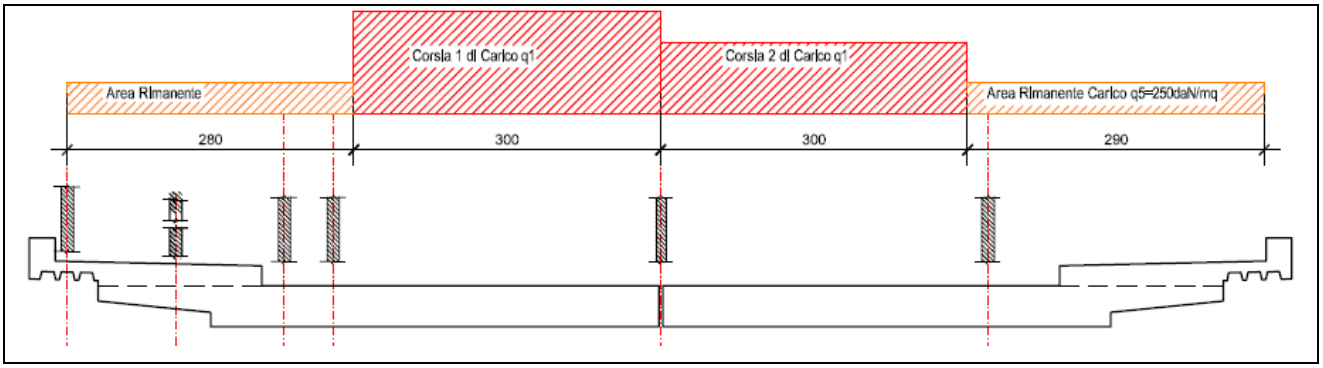


Figura 4 Distribuzione Stese di Carico Globali secondo cap.5 NTC2008 Configurazione di Progetto

Di seguito si sintetizzano gli aspetti principali rimandando agli elaborati grafici e ai dimensionamenti allegati per un maggiore dettaglio su quanto progettato.

1.4. ASPETTI STRUTTURALI DEL PONTE

Sono state condotte alcune valutazioni di carattere strutturale sulla fattibilità delle opere connesse alla soluzione in progetto in funzione anche della ricerca della documentazione originaria del Ponte che risale al primo dopoguerra. La ricerca effettuata presso il Genio Civile e l'archivio di stato di Firenze ha dato esito negativo e pertanto, già a livello preliminare, si era proceduto a rilevare la geometria della parte sommitale dell'impalcato effettuando anche un saggio per definire la consistenza del calcestruzzo e la tipologia e i quantitativi di armatura presenti.

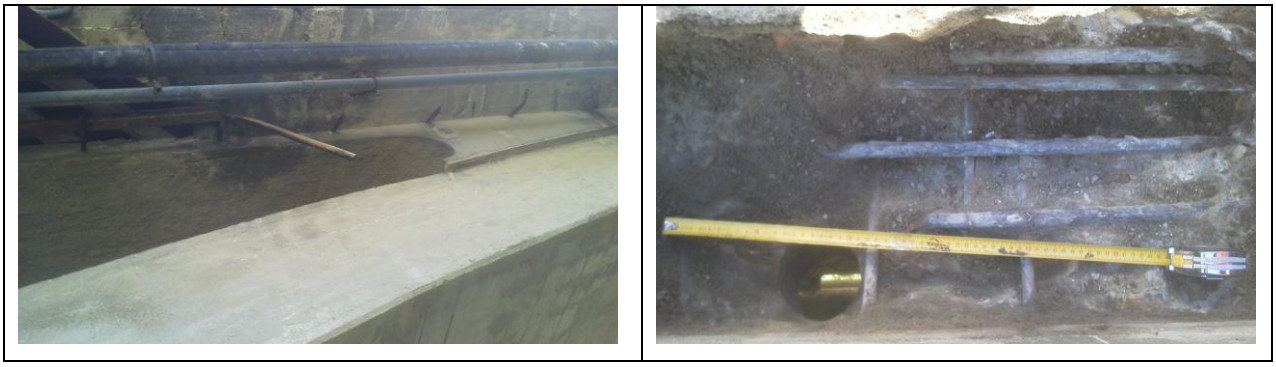


Foto 1 – Vista inferiore Impalcato e saggio sezione sbalzo

Analizzando le condizioni al contorno e sviluppando le verifiche necessarie a confermare la fattibilità dell'intervento è stato possibile assumere valori dei parametri meccanici piuttosto cautelativi (cfr. paragrafo 4) senza procedere ad ulteriori saggi ritenendo comunque opportuno rimandare alla DL la possibilità di effettuare alcuni carotaggi durante la fase di cantiere in modo da indagare l'esistenza di ulteriori margini di sicurezza.

1.4.1. SISTEMA COSTRUTTIVO DEL PONTE

Il sistema costruttivo impiegato per la ricostruzione del ponte nel primo dopoguerra è tipico per quel periodo e vede la configurazione di un ponte ad arco a via superiore costituito da due

arcate adiacenti in CLS armato di larghezza 440 cm e spessore variabile dall'imposta alla chiave. La luce degli archi è di ca 33.20 metri. L'impalcato è costituito dalle arcate nella parte centrale del manufatto e da due solettoni di spessore 40 cm che raccordano la parte centrale dell'arco con le spalle.

Su entrambi i lati dell'impalcato, monte e valle, sono disposti due aggetti di ca. 110 cm a sezione variabile, da 26 cm (incastro) a 15 cm (estremo libero), corrispondenti all'ingombro del marciapiede.

In destra idrografica, sul lato di valle, esiste un allargamento della sede viaria realizzato con 8 profilati metallici della serie HEB220 appoggiati sul muro di sponda e sull'impalcato.

Al di sotto di entrambe le mensole sono presenti condutture staffate contenenti i principali servizi (acqua, etc.) che hanno in parte condizionato la scelta della soluzione progettuale adottata.

Per l'individuazione degli interventi progettuali proposti si rimanda al seguente paragrafo.

1.4.2. GLI INTERVENTI PROGETTATI

Sono state analizzate le condizioni al contorno con particolare riferimento alla presenza dei vari sottoservizi sotto entrambi i marciapiedi laterali in modo da poter valutare fin da subito anche gli aspetti legati alla cantierabilità dell'opera, con particolare riguardo all'influenza dei livelli idrici del sottostante torrente e alla sicurezza del cantiere in generale.

Per l'allargamento necessario a garantire le nuove dimensioni dei marciapiedi é stata ipotizzata una soluzione che prevede operazioni esclusivamente da sopra l'impalcato. Infatti, una volta rimossa la porzione dell'attuale marciapiede presente sullo sbalzo strutturale si procederà alla predisposizione di profilati metallici della serie HEA140 ad interasse di ca.180 cm che avranno la funzione di supporto delle lamiere grecate disposte sull'estremità libera come casseforme a perdere per il getto di cls necessario all'allargamento.

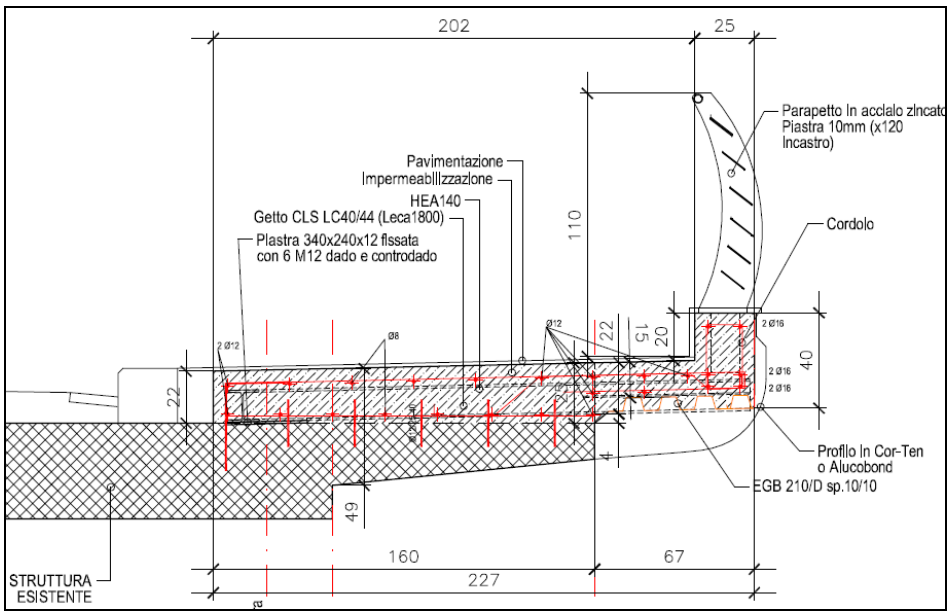


Figura 5 - Soluzione allargamento marciapiedi TRATTO RETTILINEO

Le verifiche condotte hanno riguardato sia la fase di transitorio, quando l'elemento portante è rappresentato dalla struttura metallica, sia la fase definitiva quando avremo una struttura mista costituita dall'abbinamento dell'attuale mensola con il getto di completamento superiore. Per condurre le verifiche sui materiali esistenti sono stati assunti cautelativamente i valori attribuibili ad un Cls C16/20 e un acciaio liscio dolce Aq42/50 con resistenza a snervamento >2300kg/cm2 (samm 1400 kg/cm2), mentre per i materiali nuovi è stato ipotizzato l'impiego di un acciaio FeB450C e un Cls alleggerito di classe equivalente superiore alla LC40/44.

Le azioni impiegate per le verifiche sono chiaramente descritte nel relativo capitolo e sono costituite sia dai pesi permanenti sia dalle azioni variabili dovute alla folla compatta (carico $q_{1schema5}$) sia alla ruota di un ipotetico veicolo (carico $q_{1schema3}$ e carico $q_{1schema5}$).

Rimandando allo specifico paragrafo della relazione di calcolo per il dettaglio delle verifiche effettuate si sottolinea che in merito alla zona presente sul lato di valle in destra idrografica costituita dagli 8 profilati in acciaio HEB220 è stato possibile rilevare che allo stato attuale le geometrie sono quelle riportate negli elaborati grafici di progetto e sinteticamente riportate di seguito.

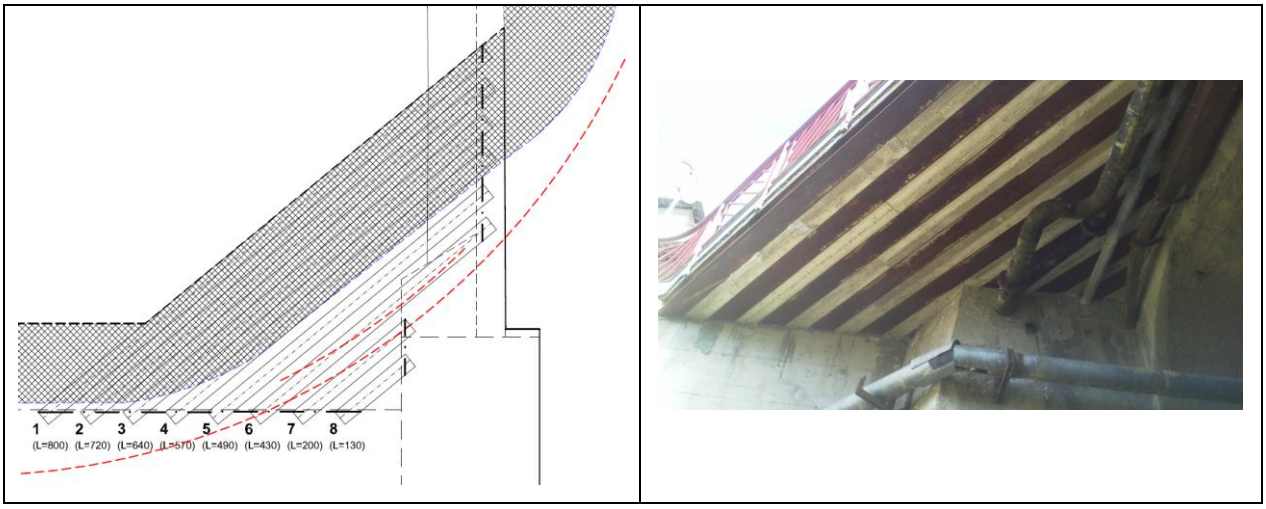


Figura 6 - Schema Allargamento TRATTO IN CURVA e foto intradosso

Tra i singoli profilati esiste un getto di Cls che, anche in assenza di informazioni sulla presenza di armature o meno, permette perlomeno di avere una favorevole distribuzione trasversale dei carichi che gravano su ciascuno (questo aspetto non è stato, cautelativamente, preso in considerazione nelle verifiche effettuate).

Allo stato attuale la zona tratteggiata è quella interessata dal marciapiede (profilati 1/2/3/4) mentre con l'intervento i profilati che rimangono in corsia saranno solo il 7 e l'8 (oltre tratteggio rosso).

Il marciapiede è separato dalla corsia da un semplice cordolo di ca. 15 cm quindi tra le verifiche locali é necessario considerare anche quella da carico concentrato $q_{1Schema3}$ da 150kN, che simula la ruota posteriore di un veicolo pesante. Se per la situazione riportata in Figura 5 - Soluzione allargamento marciapiedi TRATTO RETTILINEO la soluzione adottata permette di soddisfare la verifica, per la zona in curva, invece, già ora i profilati più lunghi non la soddisfano.

Dal momento che anche in questa zona è necessario garantire, con un leggero allargamento anche dal lato fiume, la larghezza nominale impostata per la pista ciclabile si è ritenuto opportuno introdurre un tratto di barriera new-jersey, come meglio rappresentato negli elaborati grafici, che permetta di considerare per il marciapiede, in questo punto, le sole verifiche associate allo schema di carico $q_{1schema4}$ così come previsto dal paragrafo 5.1.3.3.6 delle NTC08.

1.5. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- **D. Min. Infrastrutture 14 gennaio 2008:** "*Norme tecniche per le costruzioni*" **(NTC08);**
- **Circolare 2 febbraio 2009, n.617:** *"Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008"*
- **UNI ENV 1992-1-1 - Eurocodice 2:** *Progettazione delle strutture in calcestruzzo. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici*;
- **UNI ENV 1993-1-1 - Eurocodice 3:** *Progettazione delle strutture in acciaio. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici*;
- **UNI ENV 1994-1-1 - Eurocodice 4:** *Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici*;
- **UNI ENV 1998-1-1 - Eurocodice 8:** *Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture. Parte 1-1: Regole generali – Azioni sismiche e requisiti generali per le strutture;*
- **UNI ENV 1998-1-2 - Eurocodice 8:** *Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture. Parte 1-2: Regole generali – Regole generali per gli edifici;*
- **UNI ENV 1998-1-3 - Eurocodice 8:** *Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture. Parte 1-3: Regole generali – Regole specifiche per i diversi materiali ed elementi;*
- **UNI ENV 1998-5 - Eurocodice 8:** *Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici;*
- **Legge 2 febbraio 1974, n. 64:** "*Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*";
- **Legge 5 novembre 1971, n. 1086:** "*Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica*";
- **CNR-UNI 10011/1988:** "*Costruzioni in acciaio: istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione";*
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274:** "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";*
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 3 maggio 2005, n. 3431:** "*Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del C.d.M. n.3274 del 20/03/2003, recante <<Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica>>";*
- **UNI EN 206-1 Calcestruzzo.** Specificazione, prestazione, produzione e conformità
- **UNI 11104 Calcestruzzo.** Specificazione, prestazione, produzione e conformità. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1**.**

2. [A4] RELAZIONE MATERIALI IMPIEGATI

2.1. STRUTTURE IN CLS ARMATO

Calcestruzzo Leggero Premiscelato a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

SOLETTA

Calcestruzzo Strutturale Leggero LC 40/44

Classe Massa Volumica D 1.9

Classe di resistenza (Rck 45 N/mm^2)

Classe di esposizione: XC4/XD3/XF4

Copriferro: 45 mm (30mm lato contatto cls esistente)

Classe cls	LC40/44	
f_{lck}	40.00	MPa
α_{cc}	0.85	
$\gamma_{l,cls}$	1.50	
$f_{l,cm}$	48.00	MPa
$E_{l,cm}$	26 269.81	MPa
$f_{l,cd}$	22.67	MPa
$f_{l,ctm}$	3.23	MPa
$f_{l,ctk}$	2.26	MPa
$f_{l,ctd}$	1.28	MPa
$f_{l,bk}$	5.08	MPa
$f_{l,bd}$	3.39	MPa
$\varepsilon_{l,c2}$	0.00200	
$\varepsilon_{l,cu}$	0.00321	
$\sigma_{lc,Rara}$	24.00	MPa
$\sigma_{lc,Q.\ Perm.}$	18.00	MPa

ARMATURE METALLICHE

Acciaio FeB450C in barre ad aderenza migliorata

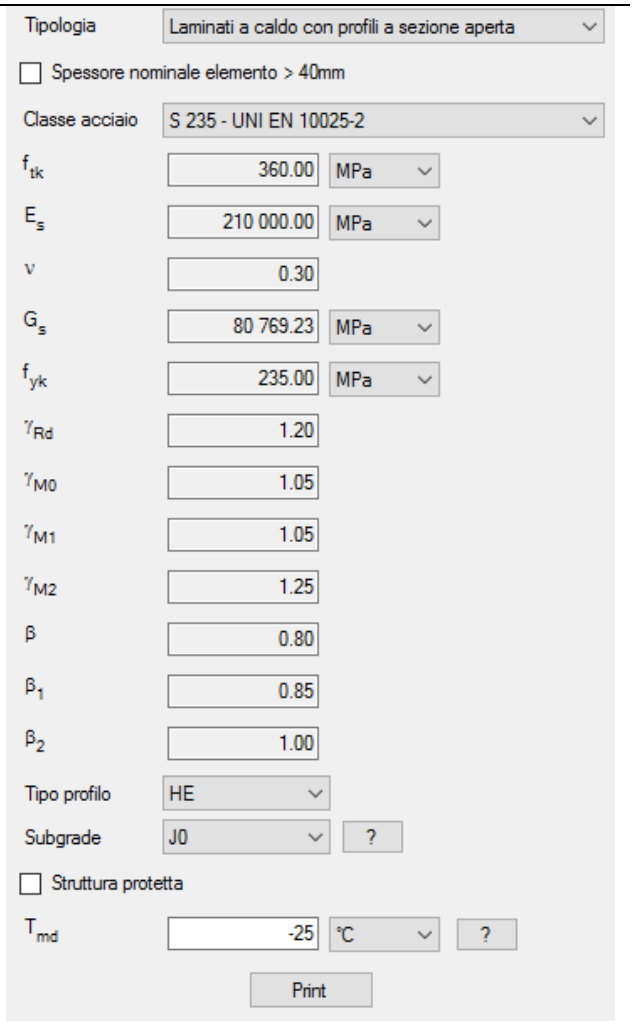
Classe acciaio	B450C	
f_{yk}	450.00	MPa
γ_s	1.15	
f_{tk}	540.00	MPa
E_s	210 000	MPa
f_{yd}	391.30	MPa
ε_{yd}	0.00186	
ε_{uk}	0.07500	
$k = (f_t/f_y)_k$	1.15 - 1.35	
$(f_y/f_{y,nom})_{k,max}$	1.25	
ε_{ud}	0.06750	
$k_{medio} \times f_{yd}$	489.13	MPa
$\sigma_{s,Rara}$	360.00	MPa

2.2. CARPENTERIA METALLICA

Acciaio da Carpenteria per strutture conforme alle norme armonizzate UNI EN 10025-2.

Profilati

Classe di resistenza S235



3. [A8] RELAZIONE DI CALCOLO

3.1. DESCRIZIONE DEI MODELLI STRUTTURALI

Vista la semplicità degli elementi oggetto di intervento non sono stati implementati particolari modelli strutturali impiegando direttamente schemi elementari così come indicato dalla scienza delle costruzioni e indicato nello specifico paragrafo della relazione.

3.2. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI ATTESE

La valutazione della sicurezza e delle prestazioni della struttura è stata effettuata in conformità al D.M. 14 gennaio 2008. In particolare, i livelli di sicurezza per i quali la struttura è progettata sono quelli definiti dal sopracitato D.M.

3.2.1. VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

Vita nominale	VN = 50 anni	(2.4.1 NTC2008)
Classe d'uso	II	(2.4.2 NTC2008)
Coefficiente d'uso	Cu = 1.0	(2.4.3 NTC2008)
Periodo di riferimento per l'azione sismica	VR = VN x Cu = 50 anni	(2.4.3 NTC2008)

NB.- I suddetti valori sono stati riportati per completezza anche se, vista la tipologia delle strutture implementate, le azioni sismiche non sono influenti sulle verifiche.

3.2.2. AZIONI SULLA COSTRUZIONE

Le azioni sono state definite in conformità alle NTC2008.

In particolare, sono state impiegate le seguenti azioni per l'analisi della struttura:

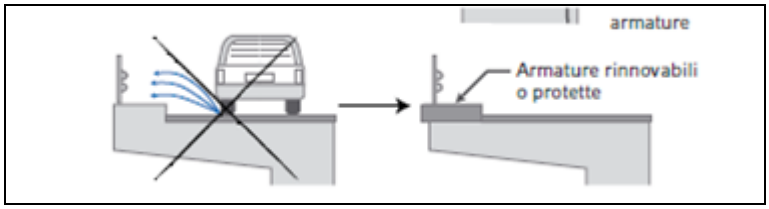
Permanenti (G): Peso proprio della struttura (G1)
Peso proprio degli elementi non strutturali (G2)
Variabili (Q): Carichi d'esercizio

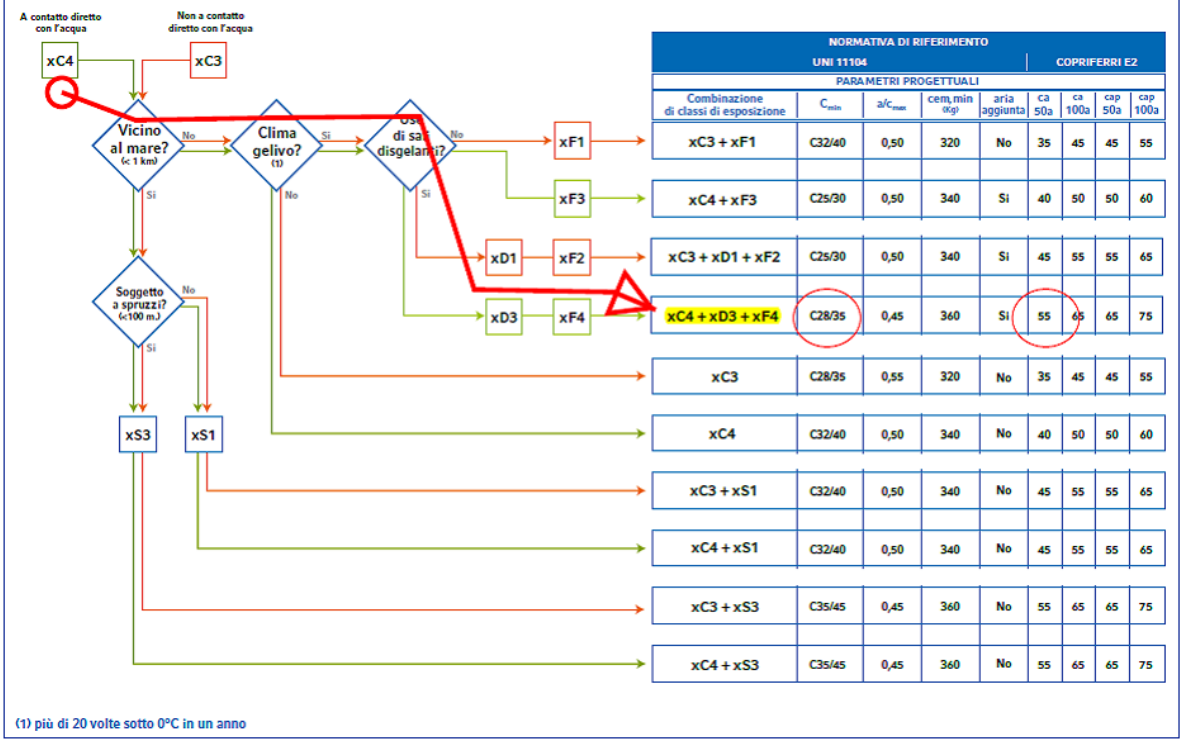
Peso specifico del'Acciaio assunto pari a 7850 daN/m^3

Peso specifico del Cls armato assunto pari a 1950 daN/m^3 *(cfr. Relazione sui Materiali).*

3.2.3. DURABILITÀ

In questo ambito vengono indicate le scelte operate per definire la classe del CLS e del copri ferro, ed in particolare facendo riferimento alle citate normative possiamo ricondurre la nostra situazione a:





NORMATIVA DI RIFERIMENTO								
UNI 11104							COPRIFERRI EZ	
PARAMETRI PROGETTUALI								
Combinazione di classi di esposizione	C_{min}	a/c_{max}	cem, min (Kg)	aria aggiunta	ca 50a	ca 100a	cap 50a	cap 100a
xC3 + xF1	C32/40	0,50	320	No	35	45	45	55
xC4 + xF3	C25/30	0,50	340	Si	40	50	50	60
xC3 + xD1 + xF2	C25/30	0,50	340	Si	45	55	55	65
xC4 + xD3 + xF4	C28/35	0,45	360	Si	55	65	65	75
xC3	C28/35	0,55	320	No	35	45	45	55
xC4	C32/40	0,50	340	No	40	50	50	60
xC3 + xS1	C32/40	0,50	340	No	45	55	55	65
xC4 + xS1	C32/40	0,50	340	No	45	55	55	65
xC3 + xS3	C35/45	0,45	360	No	55	65	65	75
xC4 + xS3	C35/45	0,45	360	No	55	65	65	75

FIGURA 3.2

Requisito Ambientale per $C_{min,dur}$ (mm)

Classe strutturale	Classe di esposizione secondo il prospetto 4.1						
	XO	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1	XD2 / XS1	XD3 / XS2 / XS3
S1	10	10	10	15	20	25	30
S2	10	10	15	20	25	30	35
S3	10	10	20	25	30	35	40
Vutile 50 anni S4	10	15	25	30	35	40	45
S5	15	20	30	35	40	45	50
Vutile 100 anni S6	20	25	35	40	45	50	55

Prospetto 4.4N estratto dalla UNI EN 1992-1-1$_{(N4)}$ che prescrive i valori del copriferro minimo $c_{min,dur}$ con riferimento alla durabilità per acciai da armatura ordinaria, in accordo alla EN 10080.

FIGURA 3.1

Classe Strutturale							
Criterio	Classe di esposizione secondo il prospetto 4.1						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1	XD2 / XS1	XD3 / XS2 / XS3
Vita utile di progetto di 100 anni	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi
Classe di resistenza [1] [2]	≥ C30/37 ridurre di 1 classe	≥ C30/37 ridurre di 1 classe	≥ C35/45 ridurre di 1 classe	≥ C40/50 ridurre di 1 classe	≥ C40/50 ridurre di 1 classe	≥ C40/50 ridurre di 1 classe	≥ C45/55 ridurre di 1 classe
Elemento di forma simile ad una soletta (posizione delle armature non influenzata dal processo costruttivo)	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe
È assicurato un controllo di qualità speciale della produzione del calcestruzzo	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe

Prospetto 4.3N estratto dalla UNI EN 1992-1-1[NA] che permette di variare la classe strutturale in funzione di alcuni criteri costruttivi.

Se usiamo il Cls Leca 1800 alte prestazioni è possibile fare riferimento ad una classe di resistenza LC40/44 (equivalente all'ordinario 35/45) quindi è possibile ridurre la classe strutturale solo per l'impiego della tipologia strutturale a soletta, per cui $c_{min,dur}=40+D_{cdev}$ che ipotizzando un accurato controllo della DL può essere ridotto cautelativamente a 5mm e quindi $C_{nom}=45$ mm.

Per il peso da introdurre nei calcoli si fa riferimento all'EC1:

11.3.1 Calcestruzzo

(1)P Nella EN 206-1 gli aggregati leggeri sono classificati in funzione della loro massa volumica come illustrato nel prospetto 11.1. In aggiunta, questo prospetto fornisce le corrispondenti masse volumiche per calcestruzzo non armato e armato con percentuali di armatura normali che possono essere utilizzate nel progetto per calcolare il peso proprio o il carico permanente portato. In alternativa, la massa volumica può essere specificata come valore di riferimento.

(2) In alternativa, si può calcolare il contributo delle armature alla massa volumica.

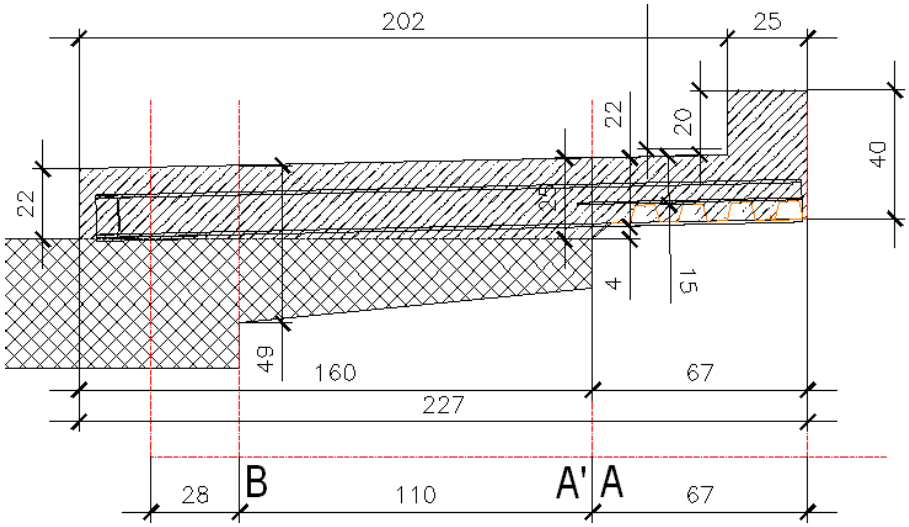
prospetto 11.1 **Classi di massa volumica e corrispondenti masse volumiche di calcestruzzi con aggregati leggeri (LWAC) secondo la EN 206-1**

Classi di massa volumica		1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
Massa volumica (kg/m³)		801-1 000	1 001-1 200	1 201-1 400	1 401-1 600	1 601-1 800	1 801-2 000
Massa volumica (kg/m³)	Calcestruzzo non armato	1 050	1 250	1 450	1 650	1 850	2 050
	Calcestruzzo armato	1 150	1 350	1 550	1 750	1 950	2 150

3.3. ANALISI DEI CARICHI

3.3.1. CARICHI AGENTI NELLA FASE TRANSITORIA

Di seguito si riportano le specifiche dei carichi caratteristici impiegati nelle verifiche durante la fase temporanea di realizzazione.



Lunghezza profilato 2050 mm (asse flangia vs estremità),

Interasse profilati 1800 mm,

Carichi di tipo G1:

1. Lamiera EGB-210 10/10 G_{1lk} = 13.08[1] daN/m^2 (su 0.67*1.80-> 15.77 daN)
2. Soletta e cordolo oltre A G_{1sk} = 335.4[2] daN/m (*1.80-> 603 daN)
3. Profilato HEA 140 G_{1hk} = 24.7 daN/m

Carichi di tipo Q:

Carico d'esercizio Transitorio Q = 50 daN/m2 (cat.H1 tab 3.1.II NTC2008)

Si riporta anche l'estratto della Tabella Marcegaglia da cui si evince come il carico gravante sulla lamiera sia ampiamente inferiore a quello garantito dalla sua resistenza:

[1] Il valore inserito corrisponde al peso ricavato dalla scheda commerciale

[2] Il valore indicato corrisponde all'area di cls oltre la sezione A pari a 0.172mq su lunghezza della lamiera tra profilati successivi e se indicato su mq corrisponde a 0.172x1950/0.67=500daN/mq.

EGB 210																	1 campata 1 span
Spessore Thickness	Distanza fra gli appoggi in m - Supports spacing (m)																
mm	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00
	Carico massimo uniformemente distribuito in kN/m² - Max load capacity kN/m²																
0,6	11,79	7,52	5,20	3,80	2,90	2,28	1,70	1,26	0,95	0,73	0,57	0,45	0,36	0,29	0,23	0,18	0,15
							1,83	**1,50**	**1,25**	**1,06**	**0,90**	**0,78**	**0,67**	**0,59**	**0,52**	**0,46**	**0,41**
0,7	15,33	9,78	6,77	4,95	3,77	2,90	2,09	1,55	1,17	0,90	0,71	0,56	0,45	0,36	0,29	0,23	0,19
						2,97	**2,39**	**1,96**	**1,63**	**1,38**	**1,18**	**1,02**	**0,89**	**0,78**	**0,68**	**0,61**	**0,54**
0,8	18,87	12,05	8,34	6,10	4,65	3,39	2,44	1,81	1,37	1,06	0,83	0,66	0,52	0,42	0,34	0,27	0,22
						3,66	**2,95**	**2,42**	**2,02**	**1,71**	**1,46**	**1,26**	**1,10**	**0,96**	**0,85**	**0,75**	**0,67**
1,0	25,96	16,58	11,48	8,40	6,41	4,50	3,25	2,41	1,83	1,41	1,11	0,88	0,70	0,56	0,46	0,37	0,30
						5,04	**4,06**	**3,34**	**2,79**	**2,36**	**2,02**	**1,74**	**1,52**	**1,33**	**1,18**	**1,05**	**0,93**
1,2	34,24	21,87	15,14	11,09	8,13	5,67	4,09	3,04	2,31	1,78	1,40	1,11	0,89	0,72	0,58	0,47	0,38
					8,46	**6,66**	**5,37**	**4,41**	**3,69**	**3,12**	**2,67**	**2,31**	**2,02**	**1,77**	**1,57**	**1,39**	**1,24**

3.3.2. CARICHI AGENTI A INTERVENTO COMPLETATO

Di seguito si riportano le specifiche dei carichi di impiegati nelle verifiche in esercizio a intervento completato:

Carichi di tipo G1/G2 (Permanenti):

1. Lamiera EGB-210 10/10 G_{1lk} = 13.08 daN/m^2
2. Soletta e cordolo oltre A/A' G_{1sak} = 500 daN/m^2
3. Parapetto G_{2pk} = 50 daN/m
4. Soletta tra B e A G_{1sbk} = 460[3] daN/m^2
5. Pavimentazione G_{2pavk} = 100 daN/m^2
6. Sbalzo esistente G_{2smk} = 600 daN/m^2

Carichi di tipo Q (Variabili da Traffico):

a. Folla Compatta Q_{5k} = 500 daN/m^2 (Schema di carico 5 Fig. 5.1.2 NTC2008)
b. Impronta schema 3 Q_{3k} = 150 KN/(04x04) (Marciapiede non protetto da sicurvia)
c. Impronta schema 4 Q_{3k} = 10 KN/(01x01) (Marciapiede protetto da sicurvia)
d. Spinta su parapetto Q_{pk} = 150 daN/m (applicato al corrimano > 110cm)

Di seguito alcuni estratti dalle NTC08 per le verifiche sulle strutture secondarie di impalcato.

Schema di Carico 3: è costituito da un carico isolato da 150kN con impronta quadrata di lato 0,40m. Si utilizza per verifiche locali su marciapiedi non protetti da sicurvia.

Schema di Carico 4: è costituito da un carico isolato da 10 kN con impronta quadrata di lato 0,10m. Si utilizza per verifiche locali su marciapiedi protetti da sicurvia e sulle passerelle pedonali.

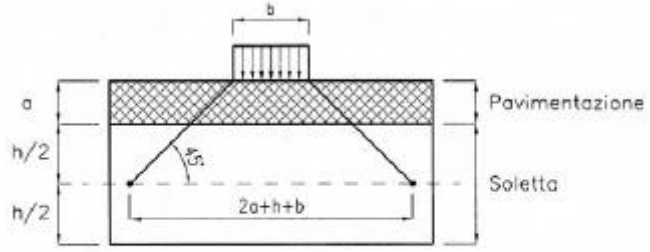


Figura 5.1.3a – *Diffusione dei carichi concentrati nelle solette*

[3] Il valore indicato corrisponde all'area di cls tra la sezione A e l'inizio profilato pari a 0.378 mq per uno sviluppo di 1.60 m e se indicato su mq corrisponde a 0.378x1950/1.60=460 daN/mq

3.3.3. CASI E COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico sono individuate in conformità al punto 2.5.3 delle NTC2008, distinte per stati limite, come da tabella seguente:

– Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1}\cdot G_1 + \gamma_{G2}\cdot G_2 + \gamma_P\cdot P + \gamma_{Q1}\cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2}\cdot\psi_{02}\cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3}\cdot\psi_{03}\cdot Q_{k3} + \ldots \quad (2.5.1)$$

– Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02}\cdot Q_{k2} + \psi_{03}\cdot Q_{k3} + \ldots \quad (2.5.2)$$

– Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11}\cdot Q_{k1} + \psi_{22}\cdot Q_{k2} + \psi_{23}\cdot Q_{k3} + \ldots \quad (2.5.3)$$

– Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21}\cdot Q_{k1} + \psi_{22}\cdot Q_{k2} + \psi_{23}\cdot Q_{k3} + \ldots \quad (2.5.4)$$

In presenza di azioni sismiche abbiamo:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21}\cdot Q_{k1} + \psi_{22}\cdot Q_{k2} + \ldots$$

I coefficienti γ impiegati sono quelli corrispondenti all'*Approccio 2* previsto dalle NTC08, ovvero quelli della colonna evidenziata in rosso della seguente tabella:

Tabella 5.1.V – *Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU*

		Coefficiente	EQU[1]	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli sfavorevoli	γ_{G1}	0,90 1,10	1,00 1,35	1,00 1,00
Carichi permanenti non strutturali[2]	favorevoli sfavorevoli	γ_{G2}	0,00 1,50	0,00 1,50	0,00 1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli sfavorevoli	γ_Q	0,00 1,35	0,00 1,35	0,00 1,15
Carichi variabili	favorevoli sfavorevoli	γ_{Qi}	0,00 1,50	0,00 1,50	0,00 1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli sfavorevoli	$\gamma_{\varepsilon 1}$	0,90 1,00[3]	1,00 1,00[4]	1,00 1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli sfavorevoli	$\gamma_{\varepsilon 2}$, $\gamma_{\varepsilon 3}$, $\gamma_{\varepsilon 4}$	0,00 1,20	0,00 1,20	0,00 1,00

[1] Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
[2] Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
[3] 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
[4] 1,20 per effetti locali

I coefficienti ψ impiegati nelle verifiche SLE sono stati assunti cautelativamente pari a 1.

Tabella 5.1.VI - *Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali*

Azioni	*Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)*	*Coefficiente ψ_0 di combinazione*	*Coefficiente ψ_1 (valori frequenti)*	*Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)*
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	----	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0

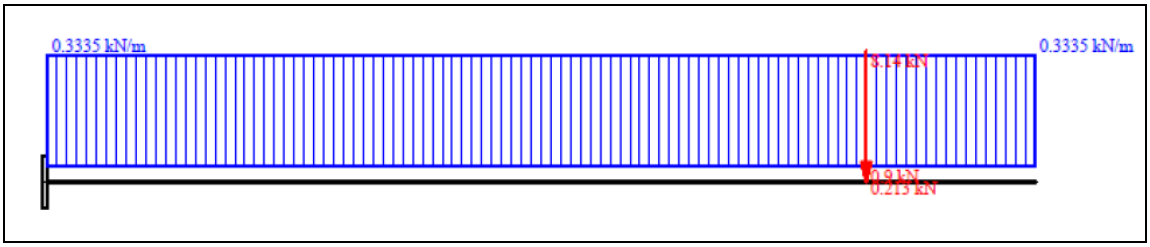
3.4. FASE COSTRUTTIVA: MODELLO, SOLLECITAZIONI E VERIFICHE

Le verifiche strutturali sono state condotte in base al metodo semiprobabilistico agli stati limite così come previsto dalla vigente normativa.

3.4.1. TRATTO RETTILINEO - GEOMETRIA, SCHEMA E SOLLECITAZIONI

La geometria presa in considerazione è quella dello sbalzo allargato di 67 cm compreso il cordolo già rappresentato nel paragrafo 3.3.1.

Nella scelta dello schema di calcolo si ritiene opportuno considerare, a favore di sicurezza, un comportamento essenzialmente unidimensionale effettuando il calcolo in maniera semplificata su uno schema di Mensola su cui grava il carico trasmesso dalla lamiera disposta all'estremità allargata.



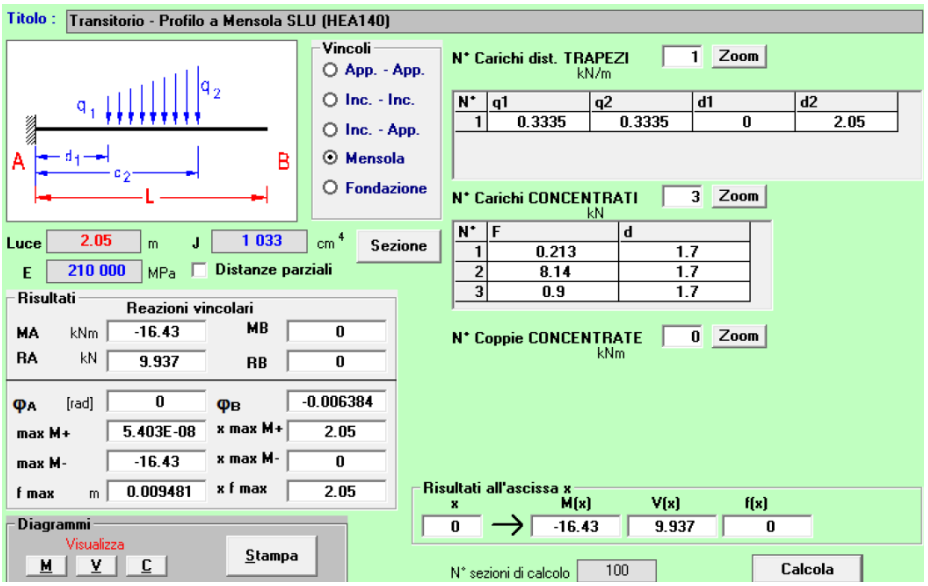
Per il dimensionamento si è fatto uso del programma Camp di Gelfi.

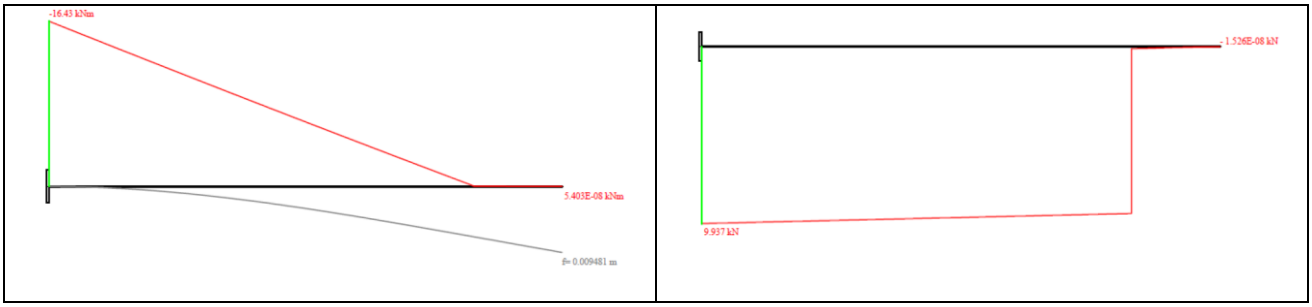
Viste le geometrie le uniche verifiche che hanno senso nella fase di costruzione sono quelle relative al tratto rettilineo che ricomprendono quindi anche quelle per dell'allargamento in curva.

3.4.2. VERIFICHE CONDOTTE

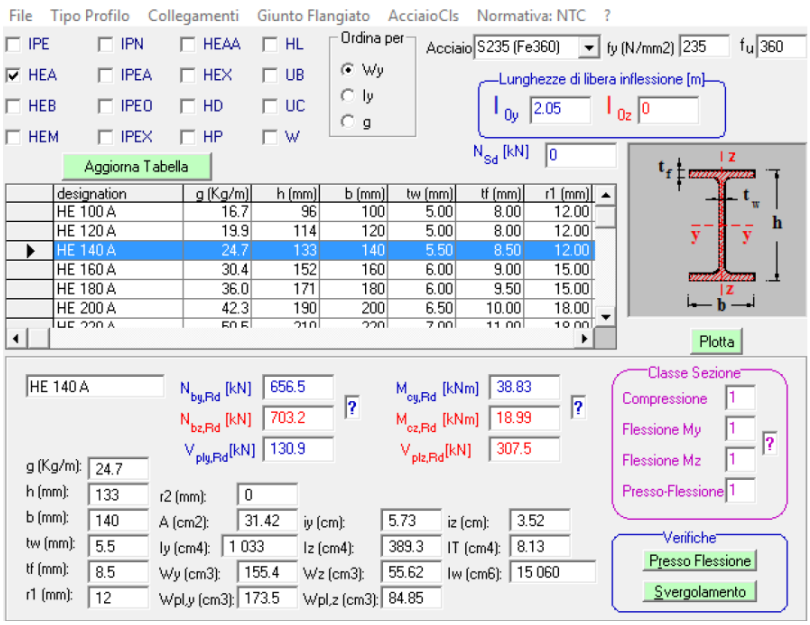
3.4.2.1. Verifiche a Flessione e Taglio (SLU)

Di seguito gli screenshot relativi alle verifiche di resistenza

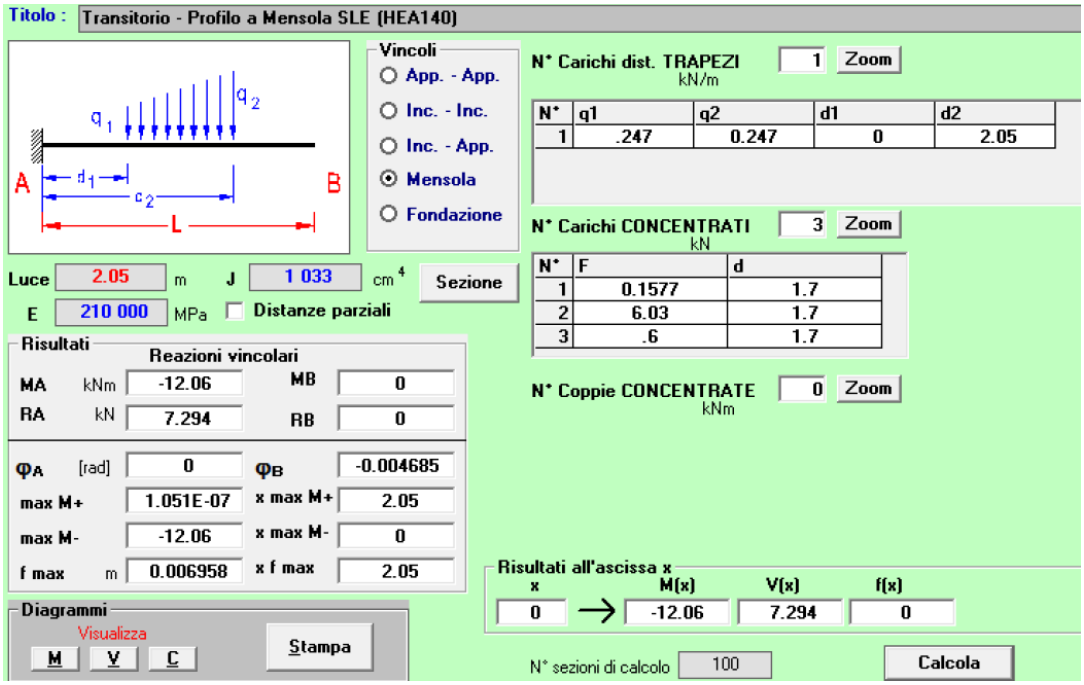




I valori delle sollecitazioni sono state paragonate con i valori resistenti che risultano ampiamente superiori.



3.4.2.2. Verifiche di deformabilità SLE



Il valore della freccia durante la fase costruttiva vale ca 1/290 e quindi ampiamente verificato.

3.5. FASE ESERCIZIO: MODELLO, SOLLECITAZIONI E VERIFICHE

Le verifiche strutturali sono state condotte in base al metodo semiprobabilistico agli stati limite così come previsto dalla vigente normativa.

3.5.1. TRATTO RETTILINEO - GEOMETRIA, SCHEMA E SOLLECITAZIONI

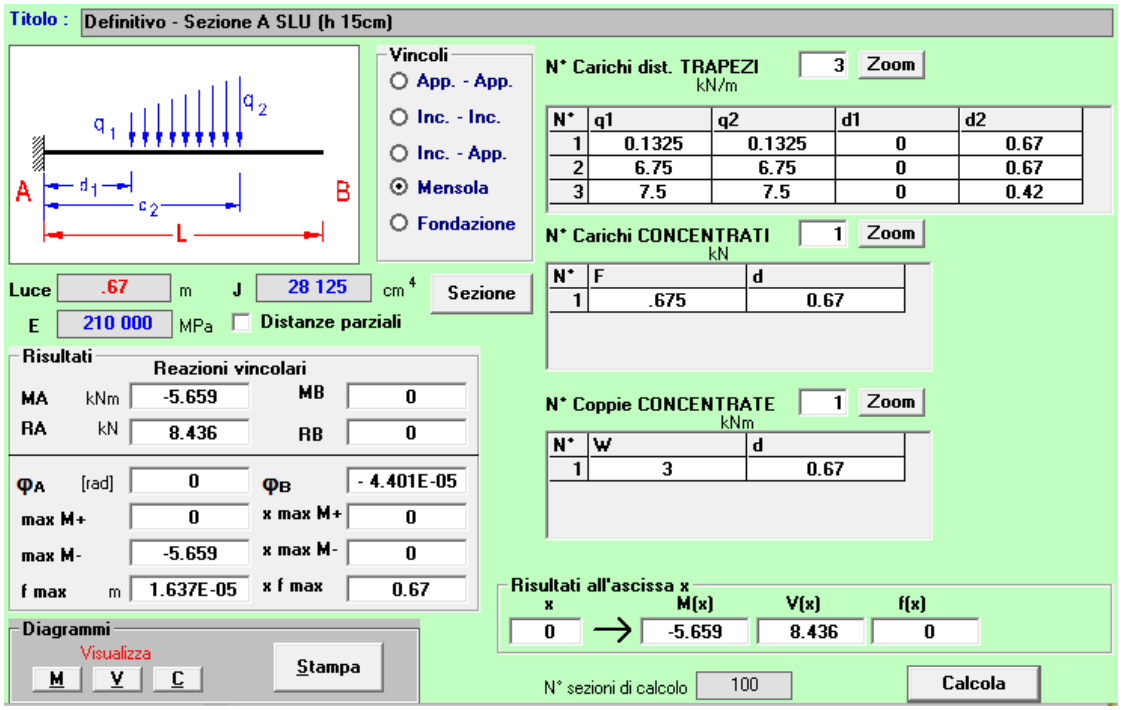
Le verifiche sono state condotte con l'ausilio dei programmi VCSlu e Camp di Gelfi per simulare le sollecitazioni di progetto e verificarne la compatibilità con le resistenze delle sezioni. Per le verifiche agli SLE si è fatto uso di un foglio elettronico in cui sono state simulate le verifiche tensionali e di fessurazione per una sola combinazione di carico con il coefficiente di partecipazione assunto cautelativamente pari a 1.

Le sezioni indagate sono le sezioni A/A' e la sezione B dello schema già indicato in 3.3.1.

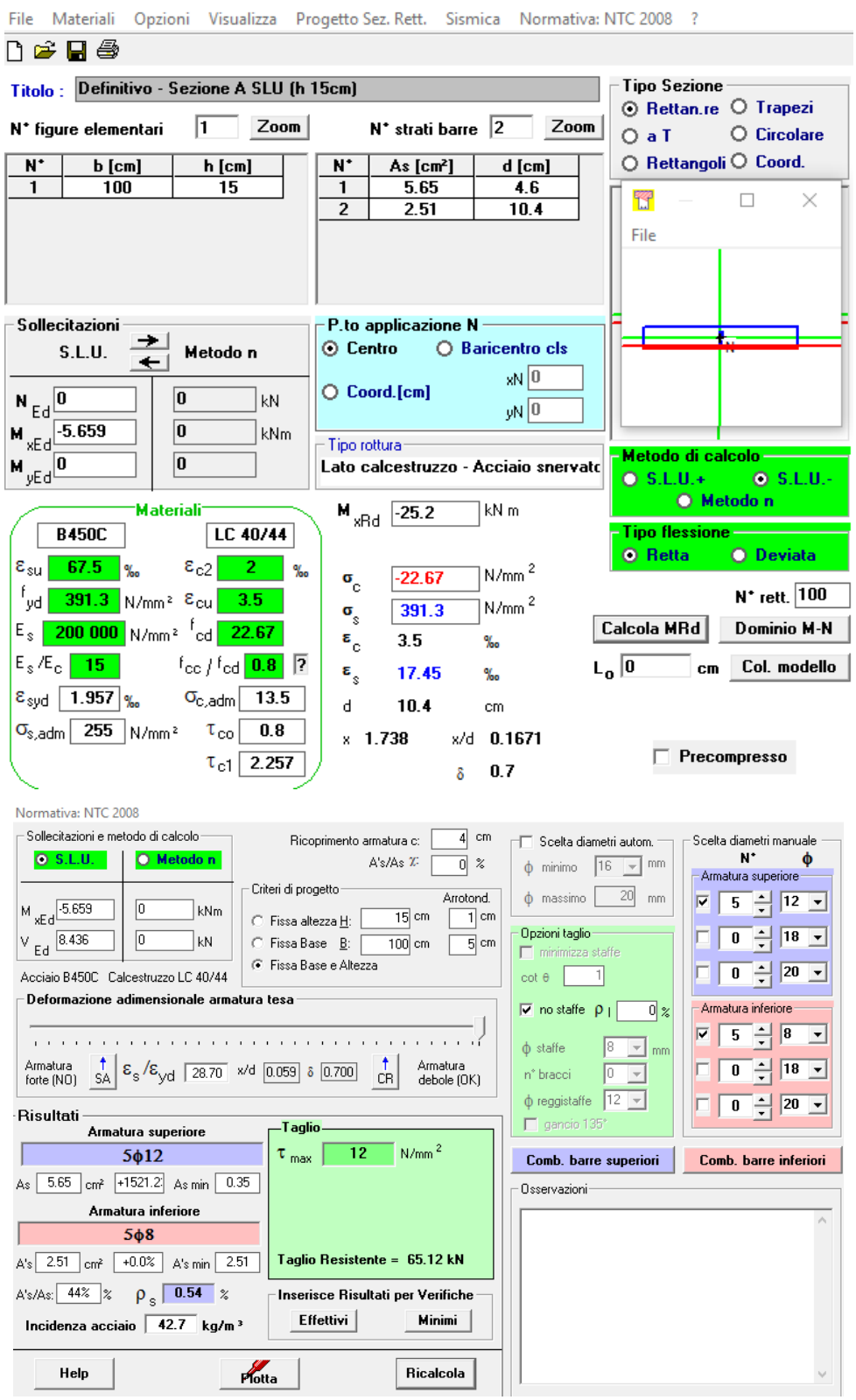
I modelli implementati sono di tipo semplice e fanno riferimento allo schema a mensola dove, prescindendo, cautelativamente, dal contributo favorevole di resistenza dei profilati metallici impiegati per la fase realizzativa, la sezione di calcolo è:

- di larghezza pari ad 1 metro nel caso di folla compatta,
- di larghezza pari alla distribuzione a 45° nel caso dell'impronta dello schema 3, ovvero:
  - A* 65 cm considerando, cautelativamente, il carico nel baricentro dell'impronta,
  - B* 260 cm

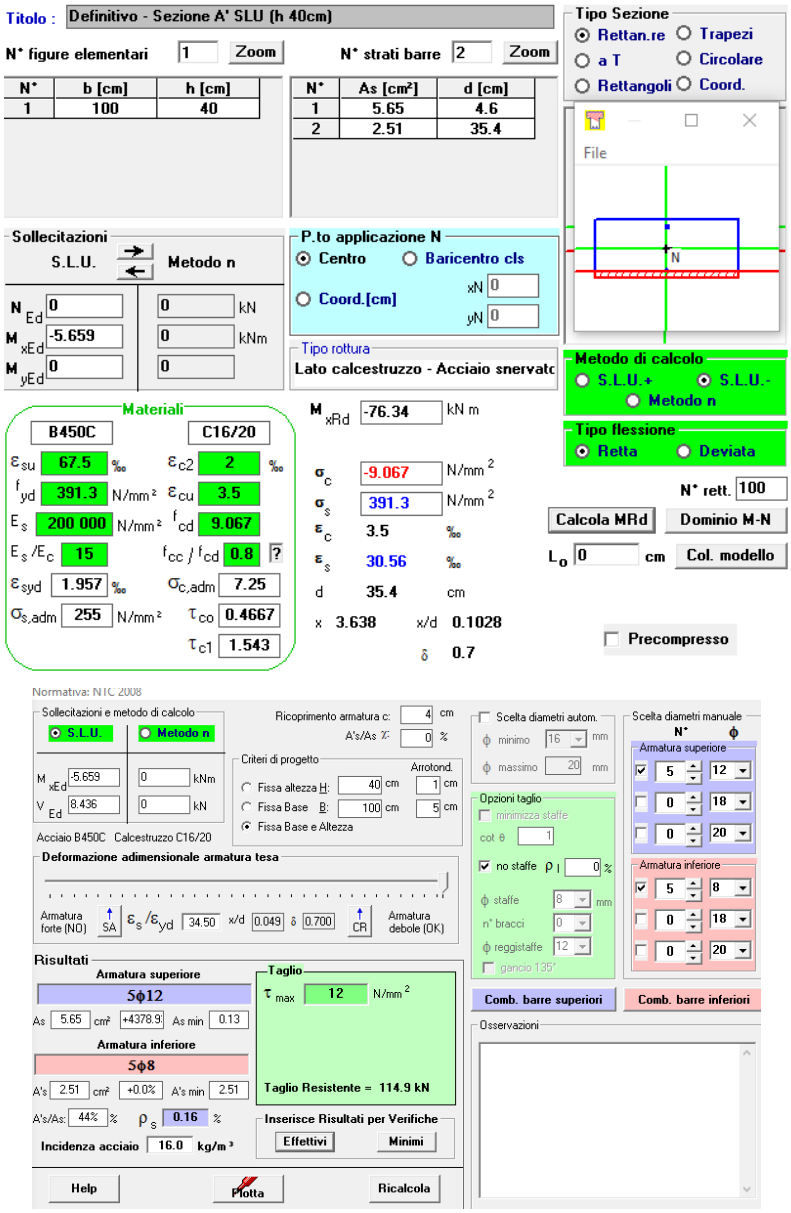
3.5.1.1. Verifiche a Flessione e Taglio (sezione A/A' con Q5)



La verifica per la **Sezione A** è stata condotta nel caso di folla compatta considerando l'altezza della sezione prima del raccordo con l'esistente:

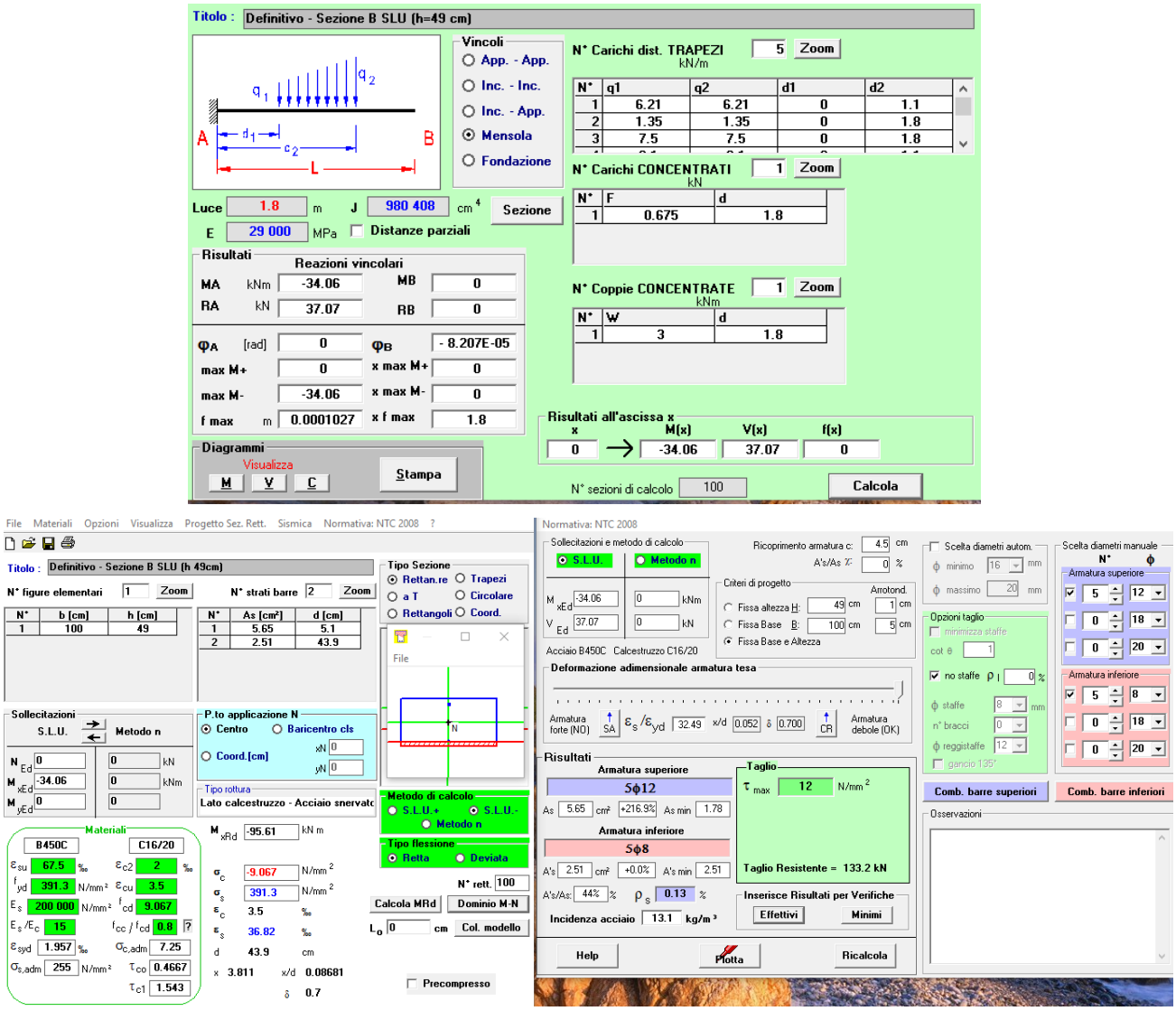


Nel caso della **Sezione A'** invece l'altezza considerata è di 40 cm con un cls cautelativamente assunto, come già detto in premessa, di Classe C16/20:



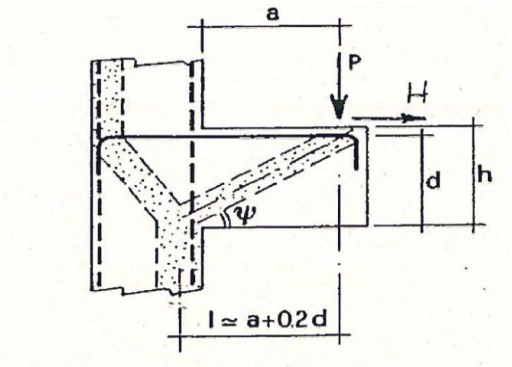
3.5.1.1. Verifiche a Flessione e Taglio (sezione B con Q5)

L'altezza assunta per la sezione è di 49 cm:

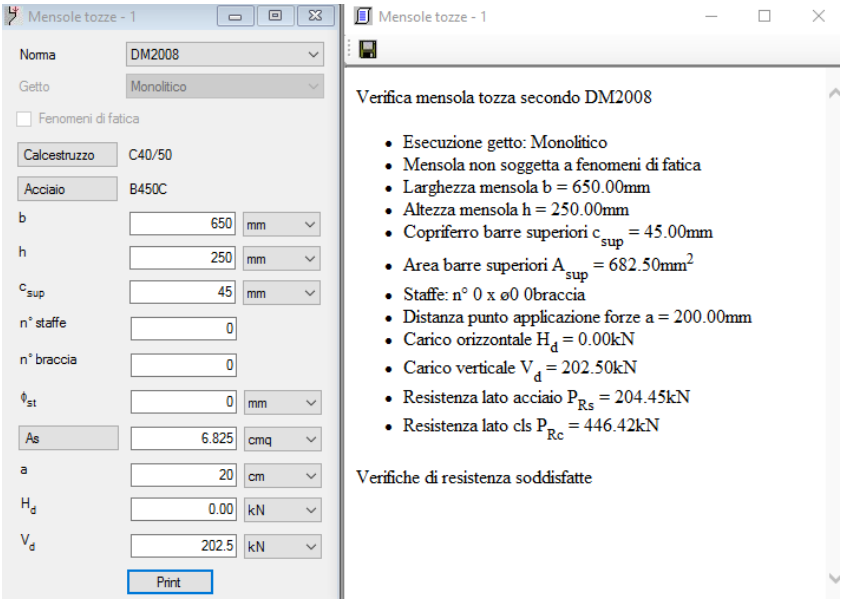


3.5.1.1. Verifiche a Flessione e Taglio (sezione A* con Q3)

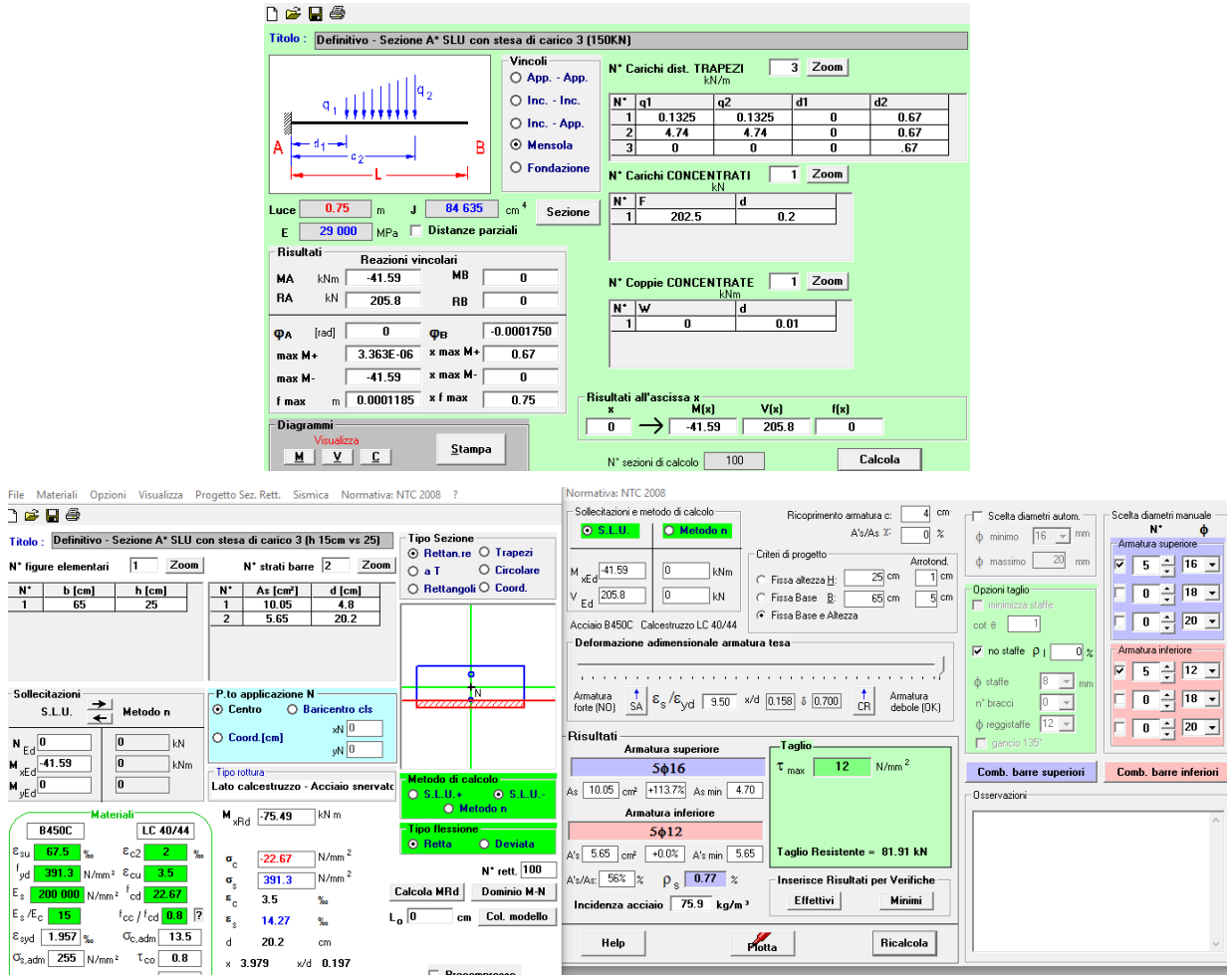
Per il calcolo della sezione nel caso di stesa di carico 3 risulta necessario ricorrere alle sezioni tozze ovvero facendo riferimento a NTC08 5.1.3.3.6 è possibile soddisfare l'equilibrio per il taglio anche solo con il primo meccanismo così come riportato nella seguente figura:



Con la verifica di resistenza soddisfatta così come indicato nel seguente screenshot:



Per l'armatura si far riferimento alla complessiva (situazione folla compatta + stesa 3) rapportata alla sezione su cui si ipotizza scaricare l'impronta con una diffusione a 45°. E' stata fatta cmq anche una verifica considerando il funzionamento flessionale e impiegando camp e Vcslu.

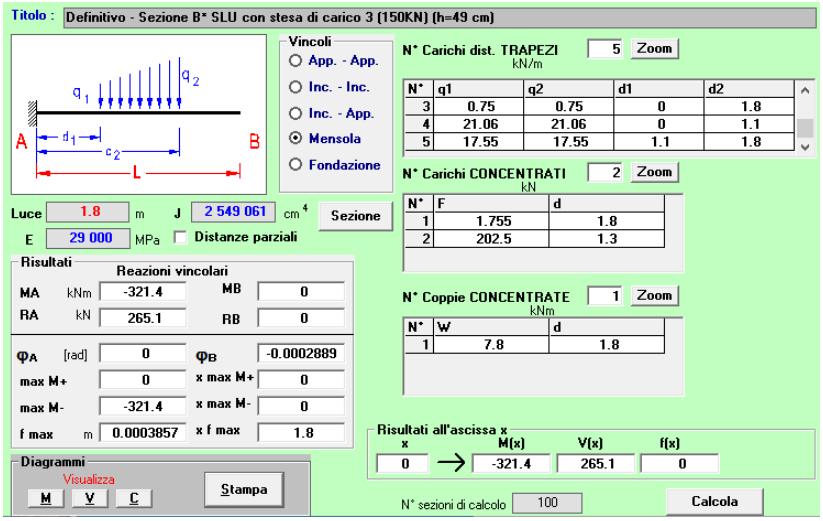


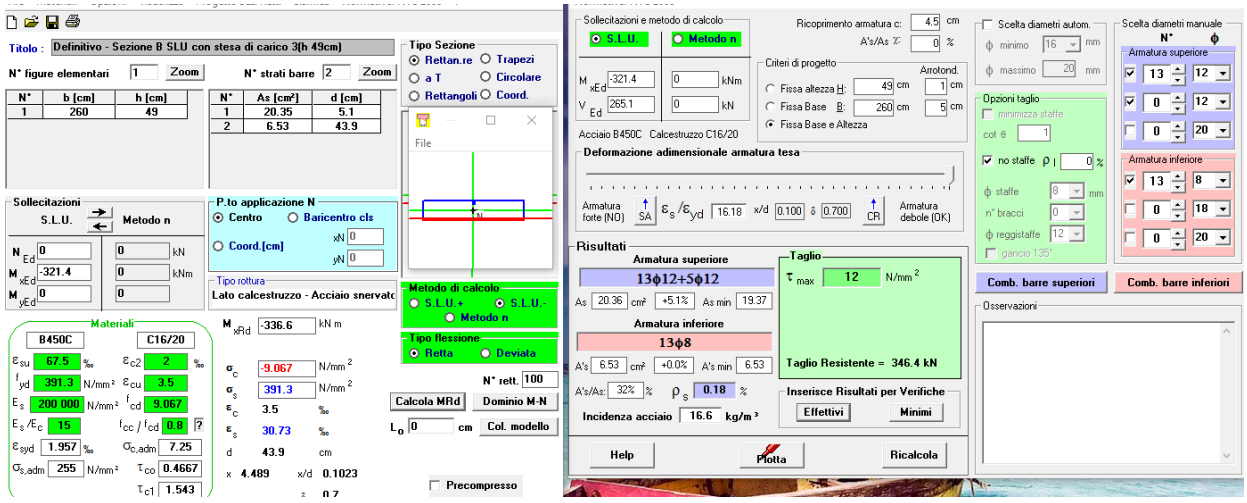
La verifica operata con questo altro schema di carico non ha senso per il taglio che è intercettato

dal "comportamento tozzo di cui sopra". Per le armature si considera comunque la combinazione complessiva dei piegati con le armature correnti così come risulta dal particolare strutturale.

3.5.1.1. Verifiche a Flessione e Taglio (sezione B* con Q3)

Per il calcolo della sezione nel caso di stesa di carico 3 si fa riferimento ad una distribuzione a 45°, ottenendo una larghezza su cui si ripartisce il carico di 265 cm, quindi:



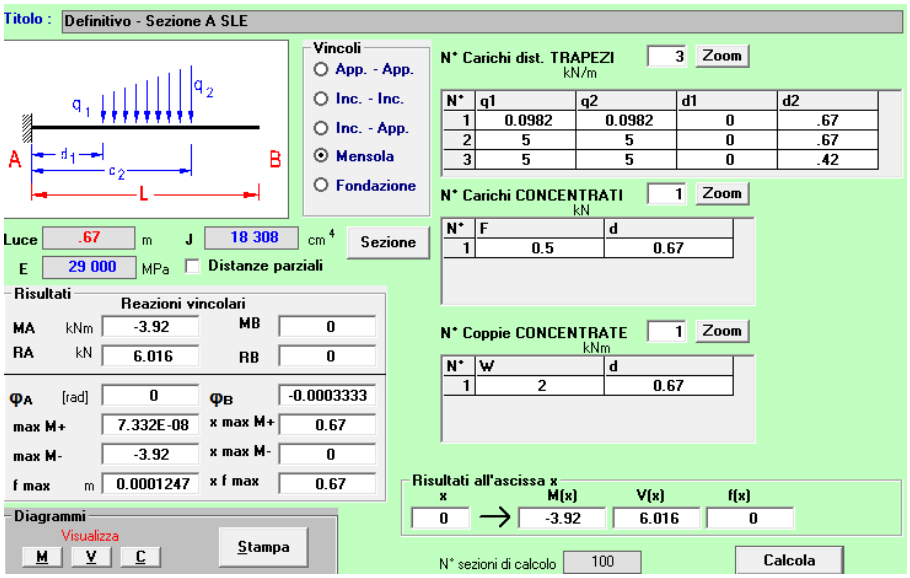


3.5.1.2. Verifiche SLE sezione A

Le verifiche di fessurazione sono state condotte in aderenza alla vigente normativa ed in particolare del paragrafo 4.1.2.2.4 delle NTC definendo l'ambiente come aggressivo.

Le verifiche tensionali sono state condotte, cautelativamente, con la sola combinazione caratteristica.

Tutte le verifiche sono ampiamente soddisfatte come di seguito riportato.



N°	q1	q2	d1	d2
1	0.0982	0.0982	0	.67
2	5	5	0	.67
3	5	5	0	.42

N°	F	d
1	0.5	0.67

N°	W	d
1	2	0.67

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS

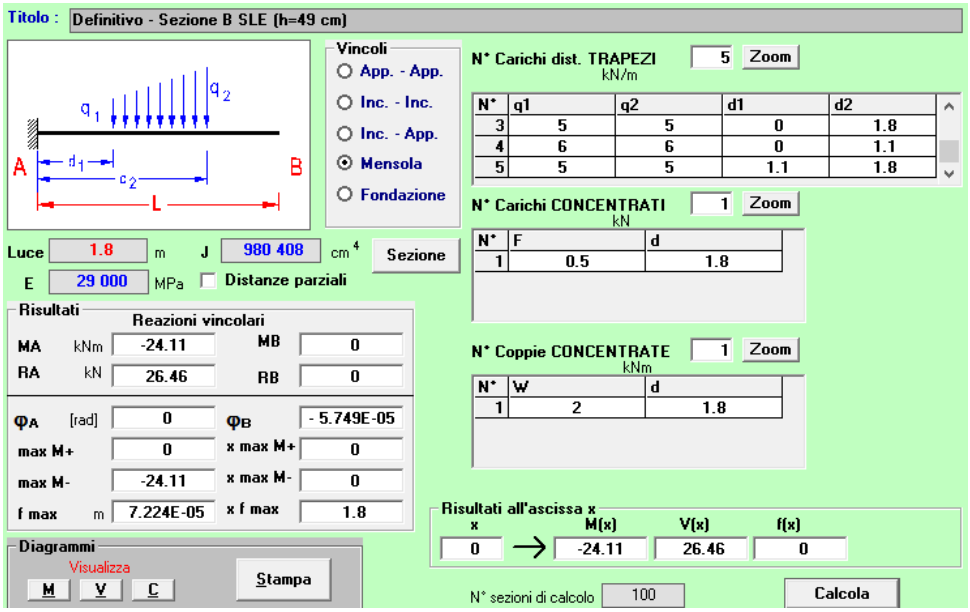
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	3.9	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	150	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	45	[mm]
Altezza utile della sezione	d	105	[mm]
Area dell'armatura tesa	As	565	[mm^2]
Area dell'armatura compressa	A's	251	[mm^2]
Posizione dell'asse neutro	x	35.40	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	56224346.7	[mm^4]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	24	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	2.47	[MPa]
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	72.79	[MPa]

CONTROLLO DI FESSURAZIONE A SLS			
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	150	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	45	[mm]
Altezza utile della sezione	d	105	[mm]
Area dell'armatura tesa	As	565	[mm^2]
Area dell'armatura compressa	A's	251	[mm^2]
Distanza tra il bordo del cls e l'armatura	c	42	[mm]
Distanza tra i baricentri delle barre	s	66	[mm]
Distanza massima di riferimento tra le barre	$s_{rif,max}$	240	[mm]
Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente	$M_{Ed,q.p.}$	3.92	[kNm
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	35.40	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	72.79	[MPa
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3.5	[MPa
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0.4	[-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	38.200145	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	38200.145	[mm^2]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.01480	[-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	5.68	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$	-0.000150	[-]
		0.000218	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	12.00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0.8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0.5	[-]
	k_3	3.4	[-]
	k_4	0.425	[-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	280.61	[mm]
		280.61	[mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	0.0613	[mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0.3	[mm]

3.5.1.1. Verifiche SLE sezione B

Anche in questo caso tutte le verifiche sono ampiamente soddisfatte come di seguito riportato.



DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	24.0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	490	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	45	[mm]
Altezza utile della sezione	d	445	[mm]
Area dell'armatura tesa	As	565	[mm^2]
Area dell'armatura compressa	A's	251	[mm^2]
Posizione dell'asse neutro	x	77.41	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	1304730419	[mm^4]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt.}$	9.6	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	**1.43**	**[MPa]**
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	**101.60**	**[MPa]**

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M_{Ed}	24.0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15.0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	490	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	45	[-]
Altezza utile della sezione	d'	445	[-]
Area dell'armatura tesa	As	565	[mm^2]
Area dell'armatura compressa	A's	251	[mm^2]
Posizione dell'asse neutro	x	77.41	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	1304730419	[mm^4]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	7.2	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Tensione nel calcestruzzo	σ_c	**1.43**	**[MPa]**
Tensione nell'armatura tesa	σ_s	**101.60**	**[MPa]**

CONTROLLO DI FESSURAZIONE A SLS			
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	490	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	45	[mm]
Altezza utile della sezione	d	445	[mm]
Area dell'armatura tesa	As	565	[mm^2]
Area dell'armatura compressa	A's	251	[mm^2]
Distanza tra il bordo del cls e l'armatura	c	42	[mm]
Distanza tra i baricentri delle barre	s	66	[mm]
Distanza massima di riferimento tra le barre	$s_{rif,max}$	240	[mm]
Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente	$M_{Ed,q.p.}$	**24.04**	**[kNm]**
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	77.41	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	101.60	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	1.9	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_t	0.4	[-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	112.5	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	112500	[mm^2]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0.00503	[-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	6.99	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$	-0.000277	[-]
		0.000305	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	12.00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0.8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0.5	[-]
	k_3	3.4	[-]
	k_4	0.425	[-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	548.65	[mm]
		548.65	[mm]
Ampiezza delle fessure	w_k	**0.1672**	**[mm]**
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	**0.3**	**[mm]**
Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Frequente			
Momento sollecitante per la combinazione Frequente	$M_{Ed,freq.}$	**24.04**	**[kNm]**
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	77.41	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	101.60	[MPa]

3.5.2. TRATTO IN CURVA - GEOMETRIA, SCHEMA E SOLLECITAZIONI

In questa zona i profilati impiegati per la fase costruttiva sono stati messi con interassi più contenuti di quelli impiegati nel tratto rettilineo e con sbalzi rispetto alla trave di bordo più contenuti. Costruttivamente viene rimossa la parte di getto esistente al di sopra dei profilati HEB220 e viene sostituita con il cls LC40/44 con una leggera riduzione dei pesi permanenti.

Lo schema di funzionamento strutturale ipotizzato per lo sbalzo prescinde dal contributo dei profilati costruttivi (HEA140) ed è quindi quello di soletta con schema a mensola di lunghezza e spessore analoghi (65 e 15 cm) a quelli del tratto rettilineo e pertanto viene impiegata cautelativamente la stessa armatura già dimensionata per quella configurazione.

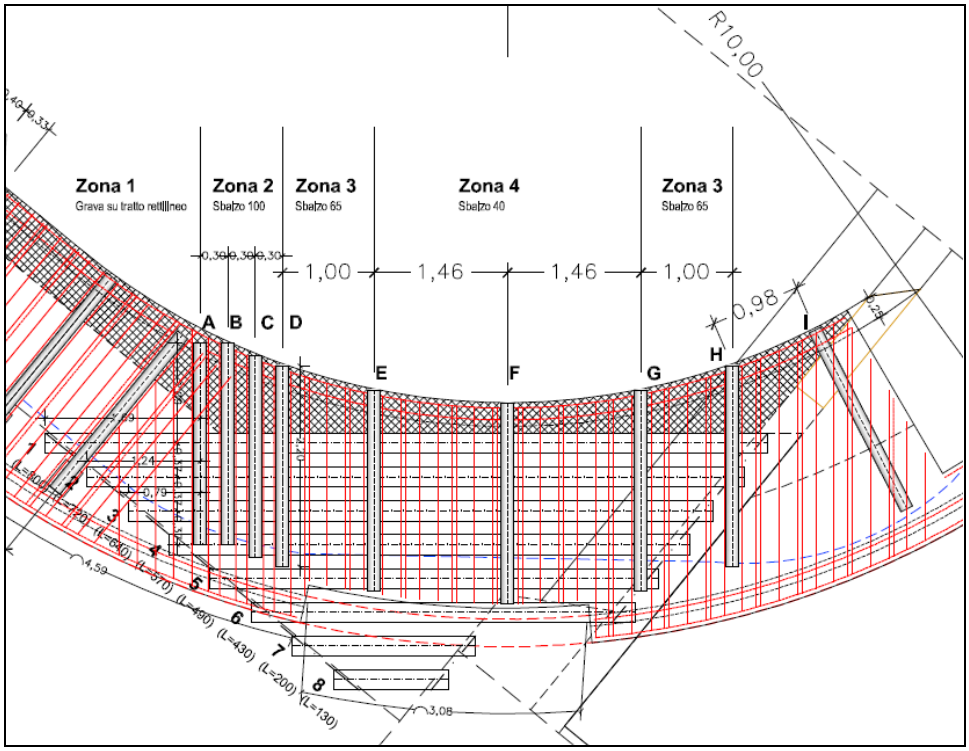


Figura 7 - Schema Tratto in Curva

Nella figura di cui sopra si riporta lo schema dell'orditura dei profilati impiegati per gestire lo sbalzo (tratteggio) e sullo stesso sono indicate le zone in cui viene suddivisa l'area di influenza per calcolare i carichi gravanti sulla trave di bordo (HEB 220 n°1 L=800 cm). Come già accennato prima il carico viene considerato, cautelativamente, gravante tutto sulla trave di bordo senza prendere in considerazione nessuna ripartizione trasversale. Nel calcolo viene ipotizzata, cautelativamente, la presenza contemporanea del carico $q_{1schema5}$ su tutta l'area di influenza e $q_{1schema4}$ in mezzeria.

Le verifiche sono state condotte con l'ausilio dei programmi Camp di Gelfi per simulare le sollecitazioni di progetto e verificarne la compatibilità con le resistenze delle sezioni.

Il modello implementato è di tipo semplice e fa riferimento allo schema di trave in semplice appoggio.

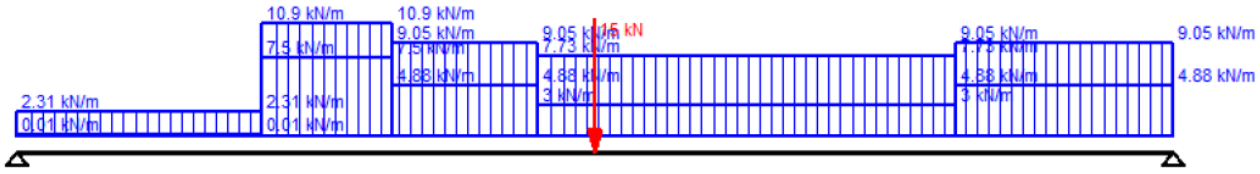
3.5.2.1. Verifiche a Flessione e Taglio HEB 220

Per una maggiore comprensione si riporta il riepilogo dei carichi suddivisi a zona con cui è stato definito il cimento della trave di bordo:

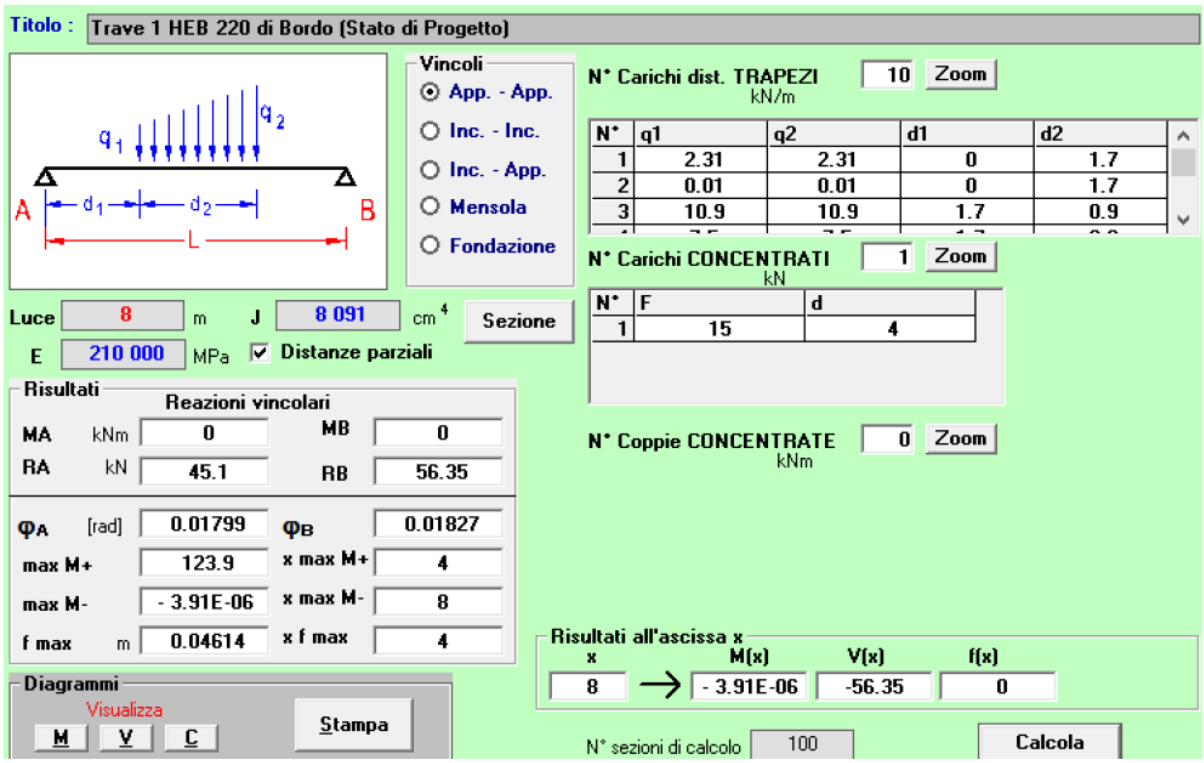
$G_{solettaP}$	391 daN/mq	$\gamma P=$	1,35	
Q5	500 daN/mq	$\gamma Q=$	1,5	

Trave 1 (di bordo)							
	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Complessivo	Note
Geometrie di progetto							
Lunghezza	1,70	0,90	1,00	2,90	1,50	8,00	
Larghezza	0,00	1,00	0,65	0,40	0,65		
Carichi per M di sviluppo							
	[daN/m]	[daN/m]	[daN/m]	[daN/m]	[daN/m]		
G_{trave}	171	171	171	171	171		Peso HEB e riempimento cls filo superiore
$G_{solettaP/m}$	0	391	254	156	254		Peso Soletta in leca, pavimento e lamiera
$G_{cordolo/Parap}$	0	245	245	245	245		Cordolo e parapetto
G_{SLE}	171	807	670	572	670	2891	
G_{SLU}	231	1089	905	773	905	3902	
$Q_{5/m}$	0	500	325	200	325		
G_{SLE}	0	500	325	200	325	1350	
G_{SLU}	0	750	488	300	488	2025	

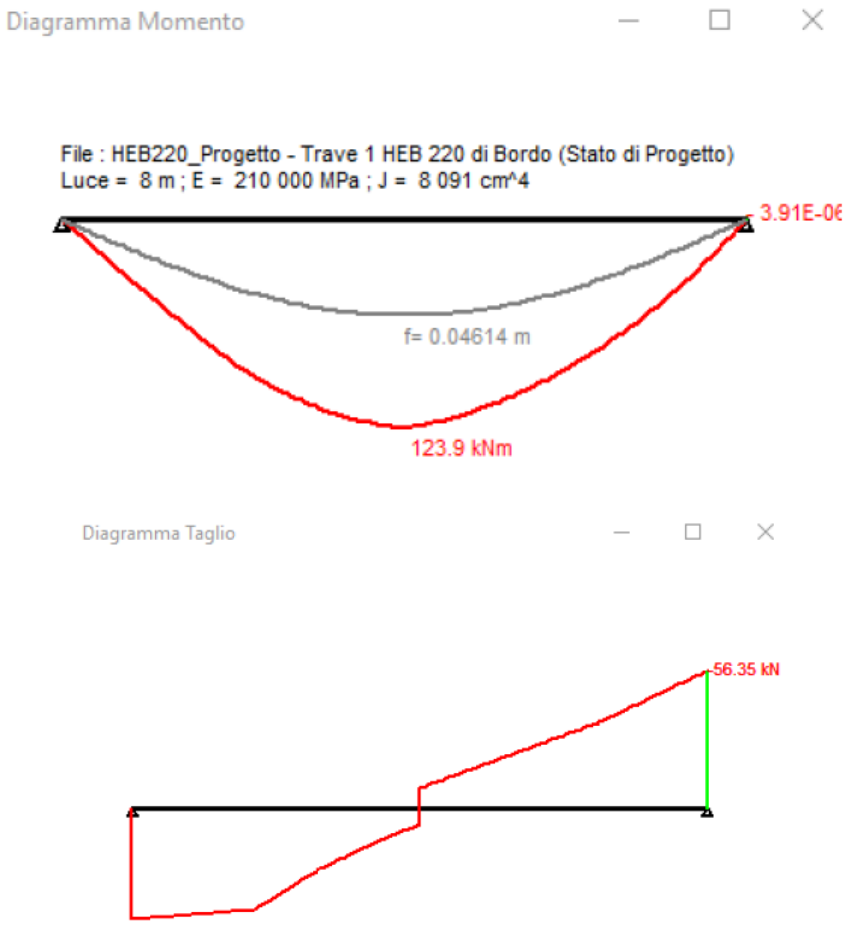
Le sollecitazioni SLU vengono di seguito graficate sullo schema di trave in semplice appoggio:



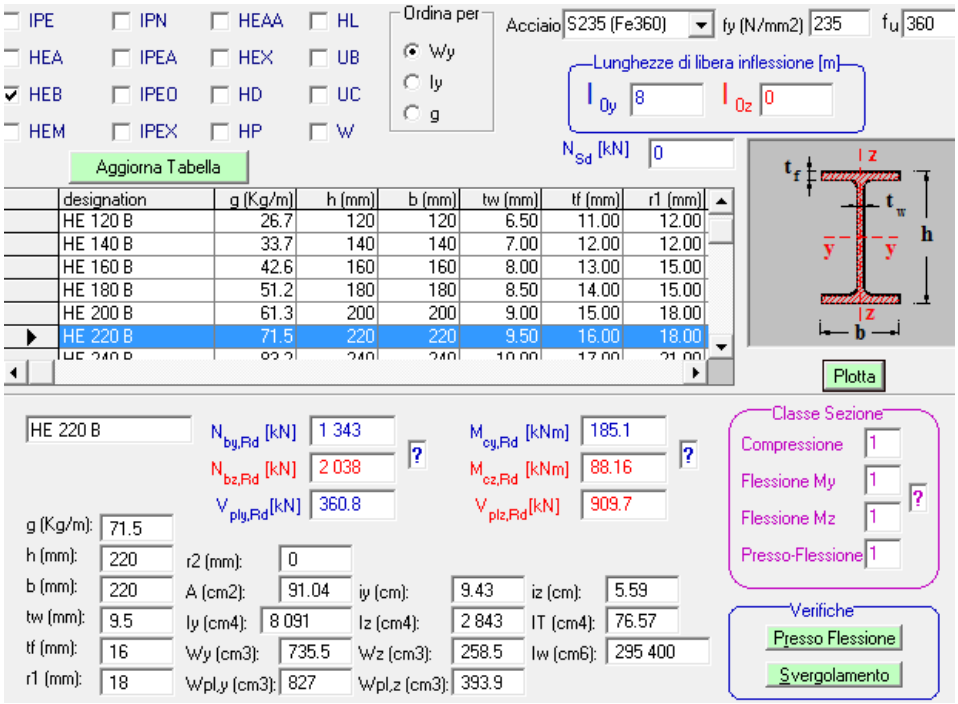
Ovvero, riportando uno screen-shot riepilogativo delle sollecitazioni:



Nonché i grafici di taglio e momento sollecitanti:



possiamo vedere come questi valori risultino verificati se paragonati alle resistenze di progetto per un profilato della serie S235 (Fe360),

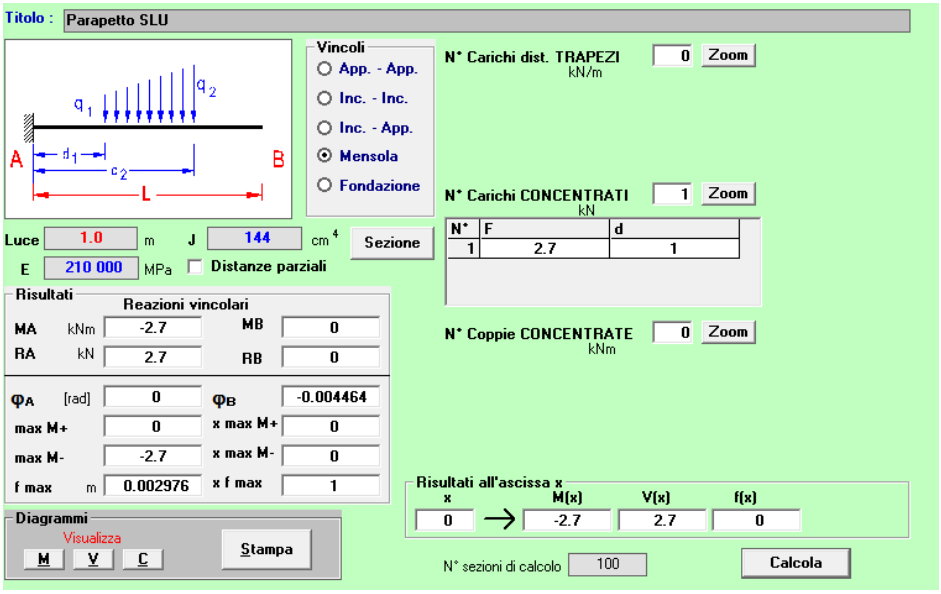


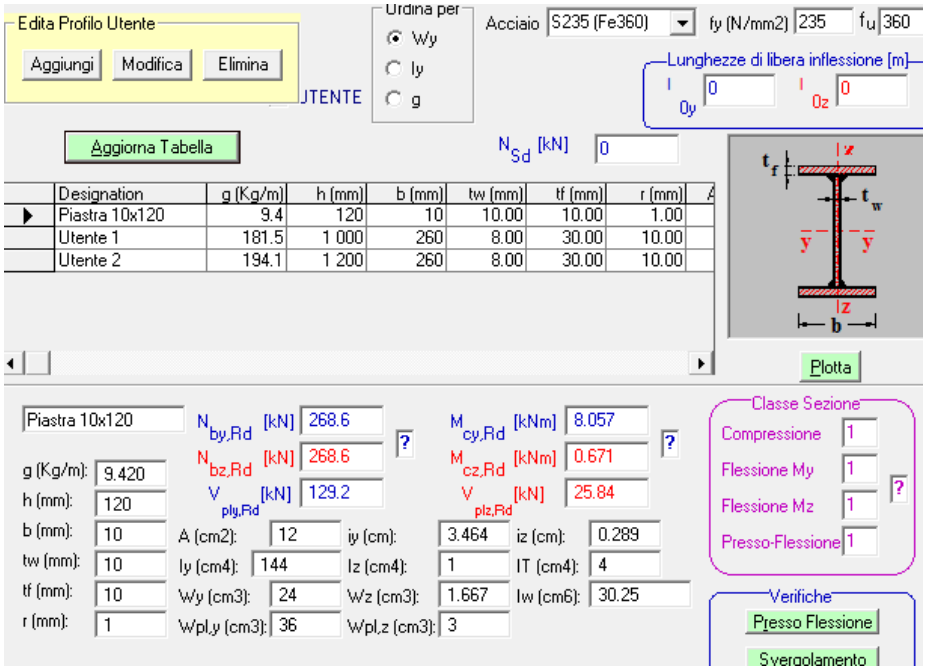
Non si riportano le verifiche di deformabilità che sono state condotte appurando un valore della freccia SLE rara (combinazione caratteristica) siano positive (<1/250).

3.5.3. PARAPETTO

Anche in questo caso tutte le verifiche sono ampiamente soddisfatte come di seguito riportato.

L'interasse dei montanti è di 120 cm.





4. [A13] PIANO DI MANUTENZIONE

4.1. INTRODUZIONE

Il piano di manutenzione è il documento complementare al progetto esecutivo che prevede, pianifica e programma, tenendo conto degli elaborati progettuali esecutivi effettivamente realizzati, l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico. Esso è composto dal manuale d'uso, dal manuale di manutenzione e dal programma di manutenzione.
Il piano di manutenzione è costituito dai seguenti documenti operativi:

- il manuale d'uso;
- il manuale di manutenzione comprensivo del programma di manutenzione.

4.2. DESCRIZIONE DELL'OPERA:

L'opera in oggetto prevede l'allargamento dell'impalcato con una soletta in cls strutturale alleggerito e una cordonatura esterna. Le strutture sono poste a sbalzo sulla soletta del ponte ad arco a via superiore esistente.
Per gestire la cantierazione e la realizzazione dell'opera vengono impiegati profilati metallici, opportunamente zincati, integrati da lamiera metallica da 10/10". Tale soluzione garantisce la possibilità di intervenire dalla parte superiore dell'impalcato riducendo al minimo le opere provvisionali e l'interferenza con le acque del sottostante torrente.
A maturazione dei getti completata le strutture metalliche rimarranno inglobate nella struttura ampliando i margini di sicurezza senza però essere essenziali per la stabilità delle opere.

- Tipologia costruttiva: impalcato in cls con struttura metallica collegato alla soletta del ponte esistente.
- Destinazioni d'uso: viabilità pedociclabile su ponte esistente.

4.3. MANUALE D'USO:

Il manuale d'uso si riferisce all'uso delle parti più importanti dell'opera, con particolare riferimento alle parti che possono generare rischi per un uso scorretto. Il manuale d'uso contiene informazioni sulla collocazione delle parti interessate nell'intervento, la loro la loro rappresentazione grafica, descrizione e modalità di uso corretto.

4.3.1. STRUTTURA N. 1 - MENSOLE IN ACCIAIO PER LA FASE COSTRUTTIVA

4.3.1.1. Descrizione:

Travi principali HEB140 con schema a mensola ad interasse 180 cm per il tratto rettilineo e ad

interasse variabile per il tratto in curva,opportunamente flangiate all'impalcato esistente.

4.3.1.2. Collocazione:

Vedi tavole disegni esecutivi

4.3.1.3. Rappresentazione grafica:

Vedi tavole particolari costruttivi

4.3.1.4. Modalità d'uso corretto:

Trasferire le sollecitazioni statiche (carichi di getto e transitori) alla soletta dell'impalcato esistente.

4.3.2. STRUTTURA N. 2 – SOLETTA IN CLS STRUTTURALE ALLEGGERITO

4.3.2.1. Descrizione:

Strutture piane orizzontali realizzate con l'ausilio di lamiera grecata sp.10/10, posta sulle mensole in acciaio, realizzata in calcestruzzo alleggerito strutturale con spessori variabili (minimo 15 cm) opportunamente armata e solidarizzata con la soletta dell'impalcato esistente.

4.3.2.2. Collocazione:

Vedi tavole disegni esecutivi

4.3.2.3. Rappresentazione grafica:

Vedi tavole particolari costruttivi

4.3.2.4. Modalità d'uso corretto:

Trasferire le sollecitazioni variabili alla soletta dell'impalcato esistente.

4.4. MANUALE DI MANUTENZIONE:

Il manuale di manutenzione si riferisce alla manutenzione delle parti più importanti dell'intervento. Esso contiene il livello minimo accettabile delle prestazioni, le anomalie riscontrabili, le manutenzioni eseguibili direttamente dall'utente e quelle che non lo sono.
Il programma di manutenzione fissa delle manutenzioni e dei controlli da eseguire in seguito a scadenze preventivamente fissate.

4.4.1. STRUTTURA N. 1 - MENSOLE IN ACCIAIO PER LA FASE COSTRUTTIVA

4.4.1.1. Livello minimo delle prestazioni:

Resistenza alle sollecitazioni di progetto. Realizzazione con materiali con caratteristiche definite dalle prescrizioni di progetto.

4.4.1.2. Anomalie riscontrabili:

Distacco dello strato di protezione superficiale.

4.4.1.3. Tipo di controllo:

Controllo a vista

4.4.1.4. Periodicità dei controlli e operatore:

Ogni anno, effettuato dall'utente

4.4.1.5. Tipo di intervento:

Ripristino della protezione superficialecon sabbiatura e nuovo trattamento .

4.4.1.6. Periodicità degli interventi e operatore:

Quando necessario, effettuato da personale specializzato

4.4.1. STRUTTURA N. 2 – SOLETTA IN CLS STRUTTURALE ALLEGGERITO

4.4.1.1. Livello minimo delle prestazioni:

Resistenza alle sollecitazioni di progetto. Realizzazione con materiali con caratteristiche definite dalle prescrizioni di progetto.

4.4.1.2. Anomalie riscontrabili:

- Alveolazione: degradazione che si manifesta con la formazione di cavità di forme e dimensioni variabili. Gli alveoli sono spesso interconnessi e hanno distribuzione non uniforme. Nel caso in cui il fenomeno si sviluppa essenzialmente in profondità, con andamento a diverticoli, si può usare il termine "alveolizzazione a cariatura".
- Bolle d'aria: alterazione della superficie del calcestruzzo caratterizzata dalla presenza di fori di grandezza e distribuzione irregolare, generati dalla formazione di bolle d'aria al momento del getto.
- Cavillature superficiali: sottile trama di fessure sulla superficie del calcestruzzo.
- Cedimenti: dissesti dovuti a cedimenti di natura e causa diverse, talvolta con manifestazioni dell'abbassamento del piano di imposta.
- Crosta: deposito superficiale, duro e fragile, di spessore variabile, generalmente di colore nero.
- Decolorazione: alterazione cromatica della superficie.
- Deposito superficiale: accumulo di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei, di spessore variabile, poco coerente e poco aderente alla superficie del rivestimento.

- Disgregazione: decoesione caratterizzata da distacco di granuli o cristalli, per effetto di minime sollecitazioni meccaniche.
- Distacco: disgregazione e distacco di parti notevoli di materiale, che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.
- Efflorescenze: formazione di sostanze, generalmente di colore biancastro e di aspetto cristallino o polverulento o filamentoso, sulla superficie del manufatto. Nel caso di efflorescenze saline, la cristallizzazione può, talvolta, avvenire all'interno del materiale provocando spesso il distacco delle parti più superficiali. Il fenomeno prende, in tal caso, il nome di criptoefflorescenza o subefflorescenza.
- Erosione superficiale: asportazione di materiale dalla superficie, dovuta a processi di natura diversa. Quando siano note le cause del degrado, possono essere utilizzati anche termini come: erosione per abrasione o per corrasione (cause meccaniche), erosione per corrosione (cause chimiche e biologiche), erosione per usura (cause antropiche).
- Esposizione dei ferri di armatura: distacchi di parte di calcestruzzo superficiale (copriferro) ed esposizione dei relativi ferri di armatura a fenomeni di corrosione, per l'azione degli agenti atmosferici.
- Fessurazioni: degradazione che si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità del materiale, ovvero, presenza di rotture singole, ramificate, ortogonali o parallele all'armatura, che possono interessare l'intero spessore del manufatto ed implicare lo spostamento reciproco delle parti.
- Lesioni: si manifestano con l'interruzione del tessuto murario. Le caratteristiche e l'andamento ne caratterizzano l'importanza ed il tipo.
- Patina biologica: strato sottile, morbido e omogeneo, aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. La patina biologica è costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere e terriccio.
- Polverizzazione: decoesione, che si manifesta con la caduta spontanea dei materiali costituenti il manufatto, sottoforma di polvere o granuli.
- Scheggiature: distacco di piccole parti di materiali lungo i bordi e gli spigoli degli elementi in calcestruzzo.
- Umidità: presenza di umidità dovuta spesso a risalita capillare, o comparsa di macchie dovute ad assorbimento di acqua.

4.4.1.3. Manutenzioni eseguibili direttamente dall'utente

Nessuna manutenzione può essere eseguita direttamente dall'utente, se non i controlli a

vista dello stato di conservazione del manufatto, trattandosi di lavori da affidare a impresa edile.
In particolare, potrà essere individuata l'eventuale presenza di processi di corrosione con progressiva riduzione del copriferro, o la comparsa di lesioni e fessurazioni.

4.4.1.4. Manutenzioni eseguibili a cura di personale specializzato

- Consolidamento dell'opera: Una volta individuate la causa/effetto del dissesto, occorrerà procedere al consolidamento delle parti necessarie, a secondo del tipo di dissesto riscontrato.
- Interventi strutturali: interventi riparativi da effettuarsi in base al tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato effettuata da tecnico abilitato. In particolare, in seguito alla comparsa di segni di cedimenti strutturali (lesioni, fessurazioni, rotture), occorrerà effettuare accurati accertamenti per la diagnosi e la verifica delle strutture. Una volta individuate la causa/effetto del dissesto, occorrerà procedere al consolidamento delle parti necessarie, a secondo del tipo di dissesto riscontrato.
- Pulizia: mediante lavaggio a pressione e/o spazzolatura delle parti a vista del muro, per la rimozione di eventuali depositi superficiali.
- Ripristino copriferro: asportazione della parte degradata del calcestruzzo e irruvidimento della superficie dell'intervento, anche mediante bocciardatrice o altri mezzi idonei; successiva asportazione della ruggine dell'armatura e trattamento della stessa con malta passivante; infine spazzolatura, per la pulitura della superficie d'intervento e rifacimento del copriferro con malta tixotropica antiritiro, avendo cura di realizzare il copriferro dello stesso spessore originario.
- Riparazione di fessure: sigillatura di lesioni tramite l'impiego di malta adesiva epossidica, previa spicconatura delle parti degradate, spazzolatura della superficie da trattare, pulitura a pressione e lavaggio delle parti scoperte.

4.4.2. PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

4.4.2.1. Sottoprogramma delle Prestazioni

Il sottoprogramma delle Prestazioni prende in considerazione, per ciascuna classe di requisito di seguito riportata, le prestazioni fornite dall'opera nel corso del suo ciclo di vita.

4.4.2.1.1. Protezione dagli agenti chimici ed organici

Le strutture, a seguito della presenza di organismi viventi (animali, vegetali, microrganismi), non devono subire riduzioni di copriferro.
Le strutture non devono subire dissoluzioni o disgregazioni, nè mutamenti di aspetto, a causa

dell'azione di agenti aggressivi chimici. Inoltre, devono conservare nel tempo, sotto l'azione di agenti chimici presenti in ambiente (anidride carbonica, solfati, ecc.), le proprie caratteristiche funzionali.

4.4.2.1.2. Protezione dagli agenti atmosferici

Le strutture non devono subire disgregazioni e variazioni dimensionali o di aspetto, a causa della formazione di ghiaccio, e devono conservare nel tempo le proprie caratteristiche funzionali, se sottoposte a fenomeni di gelo e disgelo, o all'insorgere di pressioni interne che ne provocano la degradazione.

4.4.2.1.3. Stabilità

Le strutture in elevazione e nel sottosuolo devono essere in grado di contrastare le eventuali manifestazioni di deformazioni e cedimenti rilevanti, dovuti all'azione di sollecitazioni, quali ad esempio carichi e forze sismiche.

L'installazione di opportuna strumentazione, che permetta la misurazione delle grandezze significative (spostamenti, tensioni, forze e pressioni interstiziali), prima, durante e dopo la realizzazione del manufatto, permette il monitoraggio del complesso opera-terreno e il controllo della sua funzionalità nel tempo.

4.4.2.2. Sottoprogramma dei Controlli

Il sottoprogramma dei Controlli definisce il programma delle verifiche e dei controlli, al fine di rilevare il livello prestazionale (qualitativo e quantitativo) nei successivi momenti della vita dell'opera. Per i controlli di seguito riportati è previsto, esclusivamente, un tipo di controllo a vista.

4.4.2.2.1. Controlli strutturali dettagliati

Controlli strutturali approfonditi vanno effettuati in occasione di manifestazioni e calamità naturali (sisma, nubifragi,ecc.) o manifestarsi di smottamenti circostanti. Frequenza del controllo: all'occorrenza.

4.4.2.2.2. Controllo efficienza dei canali di scolo

Lo stato dei canali di scolo deve essere controllato, soprattutto prima della stagione autunnale, quando inizia il periodo più piovoso. Frequenza del controllo: annuale.

4.4.2.2.3. Controllo della integrità delle opere in c.a.

Il controllo dell'integrità delle opere in c.a., va eseguito individuando la presenza di eventuali anomalie come: fessurazioni, disgregazioni, distacchi, riduzione del copriferro e relativa esposizione a processi di corrosione dei ferri d'armatura. Frequenza del controllo: annuale.

4.4.2.2.4. Controllo delle parti in vista dell'opera

Le parti in vista dell'opera, vanno controllate al fine di ricercare eventuali anomalie che possano anticipare l'insorgenza di fenomeni di dissesto e/o cedimenti strutturali (fessurazioni, lesioni, ecc.). Frequenza del controllo: annuale.

4.4.2.2.5. Verifica dello stato del calcestruzzo

La verifica dello stato del calcestruzzo, va effettuata controllando il degrado e/o eventuali processi di carbonatazione. Frequenza del controllo: annuale.

4.4.2.3. Sottoprogramma degli Interventi di Manutenzione

4.4.2.3.1. Canalizzazione delle acque superficiali

E' buona prassi raccogliere le acque superficiali di ruscellamento mediante canalizzazioni, in modo da ridurre la loro infiltrazione nel terreno a ridosso dell'opera di sostegno. Frequenza dell'intervento: all'occorrenza.

4.4.2.3.2. Consolidamento dell'opera

Consolidamento dell'opera, in seguito ad eventi straordinari (dissesti, cedimenti) o a cambiamenti di destinazione o dei sovraccarichi. Anche tale intervento va progettato da tecnico abilitato ed eseguito da impresa idonea. Frequenza dell'intervento: all'occorrenza.

4.4.2.3.3. Interventi riparativi sulle parti strutturali

Gli interventi riparativi devono effettuarsi, a seconda del tipo di anomalia riscontrata, e previa diagnosi delle cause del difetto accertato. La diagnosi deve essere resa dal tecnico abilitato, che riporterà, in elaborati esecutivi, gli interventi necessari. Frequenza dell'intervento: all'occorrenza.

4.4.2.3.4. Pulizia dei canali di scolo

Pulizia dei canali di scolo e rimozione di eventuali detriti che potrebbero crearne l'occlusione, soprattutto prima del periodo autunnale, delle forti piogge. Frequenza dell'intervento: annuale.

4.4.2.3.5. Pulizia della superficie del muro

Pulizia delle parti a vista mediante lavaggio a pressione e/o spazzolatura, per la rimozione di depositi superficiali, anche al fine di effettuare controlli più approfonditi dello stato del manufatto. Frequenza dell'intervento: all'occorrenza.

4.4.2.3.6. Ripristino del Copriferro

In caso di necessità, effettuare il ripristino del copriferro con idonea malta cementizia, previa pulizia delle parti ammalorate. Frequenza dell'intervento: all'occorrenza.

Fascicolo 2

A3 Relazione Tecnica Generale

A4 Relazione Materiali Impiegati

A6 Relazione Geotecnica

A7 Relazioni sulle Fondazioni

A8 Relazione di Calcolo

A9 Fascicolo dei Calcoli

A13 Piano di Manutenzione

Il tecnico progettista

SOMMARIO

1. [A3] RELAZIONE TECNICA GENERALE 3
1.1. Premessa 3
1.2. Localizzazione 3
1.3. Inquadramento normativo dell'intervento 3
1.4. Aspetti strutturali del SOTTOPASSO 4
1.5. NORMATIVA DI RIFERIMENTO 5
2. [A4] RELAZIONE MATERIALI IMPIEGATI 6
2.1. STRUTTURE IN CLS ORDINARIO Muri di raccordo 6
2.2. STRUTTURE PREFABBRICATE IN CAV 6
3. [A6] RELAZIONE GEOTECNICA 8
3.1. Terreno di Riempimento 8
3.1. Terreno di Fondazione 8
4. [A7] RELAZIONE SULLE FONDAZIONI 10
4.1. Generalità 10
4.2. Modellazione 10
5. [A8] RELAZIONE DI CALCOLO 11
5.1. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI ATTESE 11
5.2. ANALISI DEI CARICHI 11
5.3. AMBIENTE E DURABILITA' 16
5.4. DESCRIZIONE DEI MODELLI STRUTTURALI 18
5.4.1. SCATOLARE - Modello, Sollecitazioni e Verifiche 18
5.4.2. MURI: Modello, Sollecitazioni e Verifiche 20
6. [A9] FASCICOLO DEI CALCOLI 22
7. [A13] Piano di Manutenzione

1. [A3] RELAZIONE TECNICA GENERALE

1.1. PREMESSA

L'opera oggetto di progettazione é il sottopasso ciclopedonale al rilevato stradale della Strada Provinciale n°11 in località Marcignana del Comune di Empoli.

Si tratta di un manufatto calcestruzzo armato costituito da un "tombino stradale" sottoposto a carichi mobili di prima categoria lungo ca. 9 metri con sezione rettangolare 3.00 x H2.40 metri.

Gli elementi che lo costituiscono si distinguono in:

- 8 manufatti sezione scatolare 3.00x2.50x1.10 preformati in cav,
- muri in ca in opera di raccordo e contenimento del rilevato stradale.

Con la realizzazione di questo manufatto è possibile garantire la continuità del percorso ciclabile della Ciclopista dell'Arno senza interferire con la viabilità preesistente.

1.2. LOCALIZZAZIONE

Provincia: Firenze
Comune: Empoli
Indirizzo: Strada Provinciale P11 (Marcignana)
Coordinate: Longitudine: 10.884460; Latitudine 43.720848

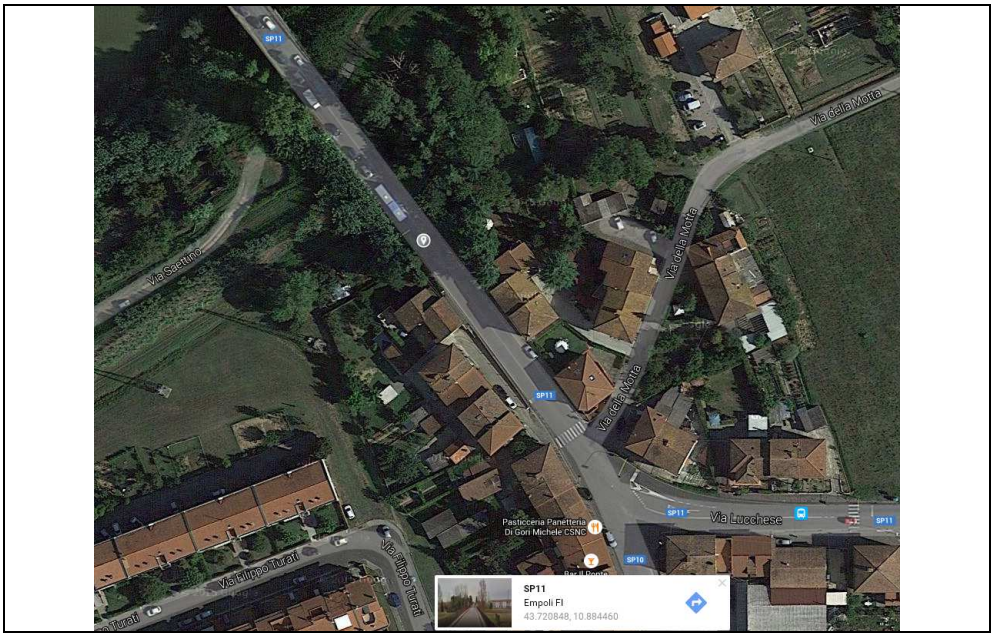


Figura 1 Posizione Intervento da foto aerea

1.3. INQUADRAMENTO NORMATIVO DELL'INTERVENTO

Gli interventi sono funzionali a garantire un corretto funzionamento della pista ciclabile separando opportunamente la componente ciclabile da quella veicolare della SP11.

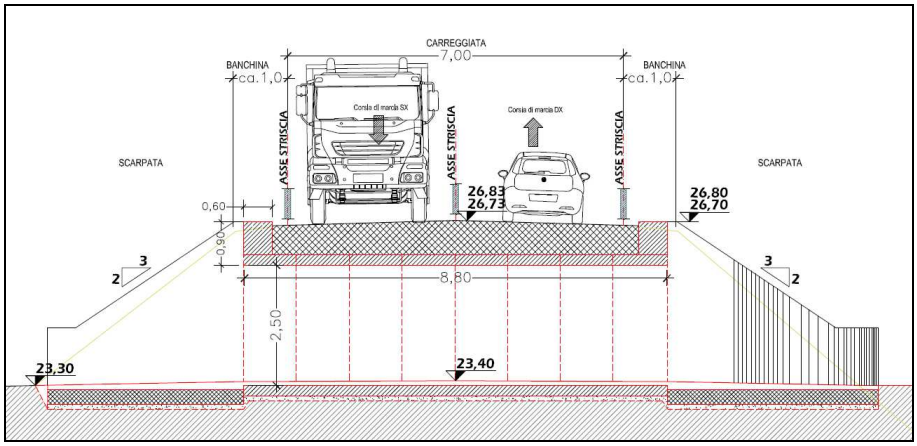


Figura 2 Soluzione per il sottopasso scatolare

Gli interventi in progetto sono ascrivibili a interventi di Nuova Costruzione per strade di 1° Categoria così come indicati al capitolo 5 del DM 14/01/2008 sulla base dei carichi mobili ammessi al paragrafo 5.1.3.3.4.

Di seguito si sintetizzano gli aspetti principali rimandando agli elaborati grafici e ai dimensionamenti allegati per un maggiore dettaglio su quanto progettato.

1.4. ASPETTI STRUTTURALI DEL SOTTOPASSO

Sono state condotte alcune valutazioni di carattere strutturale sulla fattibilità delle opere connesse alla soluzione in progetto in funzione anche del contenimento dei tempi di cantierazione e di chiusura al traffico della soprastante viabilità.

L'analisi condotta, in virtù anche di esperienze analoghe, ha permesso di individuare la soluzione ottimale che consiste in:

- taglio (scavo) del rilevato stradale fino alla quota di imposta dei magroni di fondazione,
- realizzazione dei piani di posa con cls magro,
- posa di 8 elementi scatolari prefabbricati in cav,
- realizzazione dei muri laterali di contenimento e raccordo del rilevato stradale,
- ripristino del rilevato stradale e interramento del tombino,
- ricostruzione della fondazione stradale e del piano viario della SP11.

Foto 1 – Foto Intervento analogo

1.5. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- **D. Min. Infrastrutture 14 gennaio 2008:** "*Norme tecniche per le costruzionI*" **(NTC08);**
- **Circolare 2 febbraio 2009, n.617:** *"Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008"*
- **UNI ENV 1992-1-1 - Eurocodice 2:** *Progettazione delle strutture in calcestruzzo. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici*;
- **UNI ENV 1993-1-1 - Eurocodice 3:** *Progettazione delle strutture in acciaio. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici*;
- **UNI ENV 1994-1-1 - Eurocodice 4:** *Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici*;
- **UNI ENV 1998-1-1 - Eurocodice 8:** *Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture. Parte 1-1: Regole generali – Azioni sismiche e requisiti generali per le strutture;*
- **UNI ENV 1998-1-2 - Eurocodice 8:** *Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture. Parte 1-2: Regole generali – Regole generali per gli edifici;*
- **UNI ENV 1998-1-3 - Eurocodice 8:** *Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture. Parte 1-3: Regole generali – Regole specifiche per i diversi materiali ed elementi;*
- **UNI ENV 1998-5 - Eurocodice 8:** *Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici;*
- **Legge 2 febbraio 1974, n. 64:** "*Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*";
- **Legge 5 novembre 1971, n. 1086:** "*Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica*";
- **CNR-UNI 10011/1988:** "*Costruzioni in acciaio: istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione";*
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274:** "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";*
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 3 maggio 2005, n. 3431:** "*Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del C.d.M. n.3274 del 20/03/2003, recante <<Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica>>"*
- **- UNI EN 13369 - 2004 -** "Regole comuni per prodotti prefabbricati di calcestruzzo"
- **- UNI EN 14844 - 2006 -** "Prodotti prefabbricati di calcestruzzo. Elementi scatolari"
- **UNI EN 206-1 Calcestruzzo.** Specificazione, prestazione, produzione e conformità
- **UNI 11104 Calcestruzzo.** Specificazione, prestazione, produzione e conformità. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1**.**

2. [A4] RELAZIONE MATERIALI IMPIEGATI

2.1. STRUTTURE IN CLS ORDINARIO MURI DI RACCORDO

Calcestruzzo Premiscelato a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

FONDAZIONI e MURI

Calcestruzzo Strutturale C28/35

Classe di resistenza (Rck 35 N/mm^2)

Classe di esposizione: XC4+XF4

Copriferro: 35 mm

Classe cls	C28/35	
Combinazione Eccezionale		
f_{ck}	28.00	MPa
α_{cc}	0.85	
γ_{cls}	1.50	
f_{cm}	36.00	MPa
E_{cm}	32 308.25	MPa
f_{cd}	15.87	MPa
f_{ctm}	2.77	MPa
f_{ctk}	1.94	MPa
f_{ctd}	1.29	MPa
f_{cfm}	3.32	MPa
f_{bk}	4.36	MPa
f_{bd}	2.91	MPa
ε_{c2}	0.0020	
ε_{cu}	0.0035	
$\sigma_{c,Rara}$	16.80	MPa
$\sigma_{c,Q.\ Perm.}$	12.60	MPa

ARMATURE METALLICHE

Acciaio FeB450C in barre ad aderenza migliorata

Classe acciaio	B450C	
f_{yk}	450.00	MPa
γ_s	1.15	
f_{tk}	540.00	MPa
E_s	210 000	MPa
f_{yd}	391.30	MPa
ε_{yd}	0.00186	
ε_{uk}	0.07500	
$k = (f_t/f_y)_k$	1.15 - 1.35	
$(f_y/f_{y,nom})_{k,max}$	1.25	
ε_{ud}	0.06750	
$k_{medio} \times f_{yd}$	489.13	MPa
$\sigma_{s,Rara}$	360.00	MPa

2.2. STRUTTURE PREFABBRICATE IN CAV

Calcestruzzo Premiscelato a prestazione garantita (UNI EN 206-1)

FONDAZIONI e MURI

Calcestruzzo Strutturale C45/55

Classe di resistenza (Rck 45 N/mm^2)

Classe di esposizione: XC2+XD2+XA1

Copriferro: 30 mm

Classe cls	C45/55	
Combinazione Eccezionale		
f_{ck}	45.00	MPa
α_{cc}	0.85	
γ_{cls}	1.50	
f_{cm}	53.00	MPa
E_{cm}	36 283.19	MPa
f_{cd}	25.50	MPa
f_{ctm}	3.80	MPa
f_{ctk}	2.66	MPa
f_{ctd}	1.77	MPa
f_{cfm}	4.56	MPa
f_{bk}	5.99	MPa
f_{bd}	3.99	MPa
ε_{c2}	0.0020	
ε_{cu}	0.0035	
$\sigma_{c,Rara}$	27.00	MPa
$\sigma_{c,Q.\ Perm.}$	20.25	MPa

ARMATURE METALLICHE

Acciaio FeB450C in barre ad aderenza migliorata

Classe acciaio	B450C	
f_{yk}	450.00	MPa
γ_s	1.15	
f_{tk}	540.00	MPa
E_s	210 000	MPa
f_{yd}	391.30	MPa
ε_{yd}	0.00186	
ε_{uk}	0.07500	
$k = (f_t/f_y)_k$	1.15 - 1.35	
$(f_y/f_{y,nom})_{k,max}$	1.25	
ε_{ud}	0.06750	
$k_{medio} \times f_{yd}$	489.13	MPa
$\sigma_{s,Rara}$	360.00	MPa

3. [A6] RELAZIONE GEOTECNICA

Facendo riferimento alla relazione Geologica redatta dalla Dott.ssa Paola Violanti è possibile riepilogare i principali parametri adottati nelle verifiche geotecniche opportunamente evidenziati anche negli allegati elaborati di calcolo

3.1. TERRENO DI RIEMPIMENTO

Il riempimento avverrà con materiale inerte idoneo per rilevati stradali proveniente da cava o da recupero con curva granulometrica opportunamente determinata per garantirne la funzionalità del rilevato stradale e privo di componenti organiche e coesive.

Per questo terreno si ritiene opportuno fare riferimento a valori cautelativi, ovvero si assume:

- $\gamma t = 22 KN/m^3$
- $\varphi = 30°$

e quindi:

- Coeff. Spinta Attiva **Ka**=$tg^2((90°-\Phi)/2)$=**0.333**
- Coeff. Spinta a Riposo **Ko**=$1 - \sin(\Phi)$ =**0.500**

Per la buona riuscita del ripristino del piano viario si sottolinea l'importanza di procedere nel rinterro dei manufatti con la compattazione a strati limitati 30/40 cm e l'impiego di specifiche attrezzature che permettano di lavorare in ambiti ristretti come quelli a tergo dei muri dello scatolare ovvero con costipatori verticali manuali di adeguata potenza (Ballerina o Canguro).

3.2. TERRENO DI FONDAZIONE

Dalla relazione geologica a supporto del progetto è possibile schematizzare il terreno presente in loco essenzialmente in due distinti livelli. Eliminato infatti il primo strato di 50/60 cm di materiale perturbato la caratterizzazione geologica individua ca. 5 metri di un sub-strato argilloso limoso che poi diventa a matrice prevalentemente incoerente.

Viste le opere in progetto i parametri che interessano la caratterizzazione meccanica dei terreni di fondazione sono quelli del primo strato, per i quali è possibile definire cautelativamente sul piano di posa delle fondazioni i seguenti valori:

- c_{uk}=0,45 daN/cm^2
- c_{um}=0,60 daN/cm^2
- $\varphi = 20°$

Per il valore della costante di Winkler impiegata nella modellazione dello scatolare si è fatto riferimento cautelativamente ai seguenti parametri:

Formula di MEYERHOF:
Qult = c Nc Sc Dc + g Df Nq Sq Dq + 0,5 g B Ng Sg Dg
Pressione Ammissibile (Q_u/Coef.Sic.)0.85 daN/cm²
Nc (Coeff. portata) 10.98
Sc (Coeff. forma) 1.15
Dc (Coeff. prof.) 1.04
Nq (Coeff. portata) 3.94
Sq (Coeff. forma) 1.08
Dq (Coeff. prof.) 1.02
Ng (Coeff. portata) 1.13
Sg (Coeff. forma)1.08
Dg (Coeff. prof.)1.02
Stima Coeff. di Winkler (Bowles):
Kwink = C (Nc Sc + q Nq Sq + 0,5 g B Ng Sg) [C=0,4]
Kwink 1.02 daN/cm³

Formula di HANSEN:
Qult = c Nc Sc Dc + g Df Nq Sq Dq + 0,5 g B Ng Sg Dg
Pressione Ammissibile (Q_u/Coef.Sic.)0.84 daN/cm²
Nc (Coeff. portata) 10.98
Sc (Coeff. forma) 1.16
Dc (Coeff. prof.) 1.06
Nq (Coeff. portata) 3.94
Sq (Coeff. forma) 1.12
Dq (Coeff. prof.) 1.04
Ng (Coeff. portata) 1.18
Sg (Coeff. forma) 0.82
Dg (Coeff. prof.) 1.00
Stima Coeff. di Winkler (Bowles):
Kwink = C (Nc Sc + q Nq Sq + 0,5 g B Ng Sg) [C=0,4]
Kwink 1.01 daN/cm³

Formula EUROCODICE 7:
Qult = c Nc Sc + g Nq Sq + 0,5 g B Ng Sg
Pressione Ammissibile (Q_u/Coef.Sic.): 0.85 daN/cm²
Nc (Coeff. portata) 10.98
Sc (Coeff. forma) 1.15
Nq (Coeff. portata) 3.94
Sq (Coeff. forma) 1.12
Ng (Coeff. portata) 1.58
Sg (Coeff. forma) 0.87
Stima Coeff. di Winkler (Bowles):
Kwink = C (Nc Sc + q Nq Sq + 0,5 g B Ng Sg) [C=0,4]
Kwink 1.02 daN/cm³

Assumendo quindi K_w=1.0 daN/cm^3

Per ulteriori dettagli si rimanda alla relazione di calcolo e agli allegati elaborati di calcolo.

4. [A7] RELAZIONE SULLE FONDAZIONI

4.1. GENERALITÀ

Nel caso delle opere in progetto l'aspetto delle fondazioni è di fatto strettamente connesso con gli elementi verticali e non trattabile separatamente da questi.

Infatti se da una parte per lo scatolare il sistema di realizzazione fuori opera rende ancora più evidente questo aspetto dall'altra i muri di contenimento rappresentano un elemento di raccordo del rilevato stradale con il piano di campagna.

Nel caso dei muri, le cui geometrie sono chiaramente individuate dagli elaborati grafici di progetto, si tratta di elementi verticali ad altezza variabile disposti in continuità con le pareti dello scatolare collegati in sommità, laddove hanno maggior altezza, dal cordolo disposto sull'estradosso della soletta superiore. I paramenti spiccano da una soletta di fondazione, disposta trasversalmente al percorso, che collega tra loro quelli di monte con quelli di valle. In questo modo le sollecitazioni che cimentano i muri sono di fatto contrapposte rendendo di fatto superflue alcune verifiche (scorrimento e ribaltamento).

In merito allo scatolare è opportuno osservare come il terreno su cui andrà a posizionarsi, trattandosi della base dell'attuale rilevato stradale, é già soggetto ai carichi veicolari di progetto nonché al carico permanente dello stesso, quindi l'introduzione dello scatolare comporta una variazione dei carichi permanenti ovvero una diminuzione dovuta alla forometria. Considerando l'altezza netta 2.40 m e un peso specifico del terreno sostituito il valore della decompressione risulta di ca. 0,45 daN/mq ampiamente compatibile con le strutture in progetto e le condizioni al contorno.

4.2. MODELLAZIONE

Proprio per quanto espresso nella premessa del paragrafo risulta difficile distinguere la parte di modellazione dell'interfaccia fondale da quella verticale e si rimanda pertanto al capitolo 5.4 della relazione di calcolo dove sono trattati i modelli nel loro complesso.

Analogamente si rimanda al capitolo 5.2 della relazione di calcolo per l'analisi dei carichi.

5. [A8] RELAZIONE DI CALCOLO

5.1. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI ATTESE

La valutazione della sicurezza e delle prestazioni della struttura è stata effettuata in conformità al D.M. 14 gennaio 2008.

In particolare, i livelli di sicurezza per i quali la struttura è progettata sono quelli definiti dal sopracitato D.M.

5.2. ANALISI DEI CARICHI

I carichi impiegati per i dimensionamenti e le verifiche strutturali e le loro combinazioni sono chiaramente indicati di seguito e riportati negli allegati fascicoli di calcolo.

I carichi sono definiti in base alle indicazioni delle NTC08 con particolare riferimento al capitolo 5 per la parte dei carichi variabili. In particolare, sono state impiegate le seguenti azioni per l'analisi della struttura:

5.2.1. Peso Proprio degli elementi strutturali

Peso specifico del Cls armato assunto pari a 2500 daN/m^3.

5.2.2. Peso Sovraccarichi Permanenti

Sull'estradosso dello scatolare è prevista la posa della fondazione e della pavimentazione stradale. Tali carichi sono attivi solo a opera completata e intervengono direttamente sulla soletta superiore. Per lo spessore di ricoprimento previsto in progetto valgono complessivamente:

- q_{perm} = 17.60 kN/m^2.

5.2.3. Peso Sovraccarichi Accidentali

Si ipotizza cautelativamente un sovraccarico accidentale sul terrapieno adiacente valutato in:

- q_{acc} = 20 kN/m^2

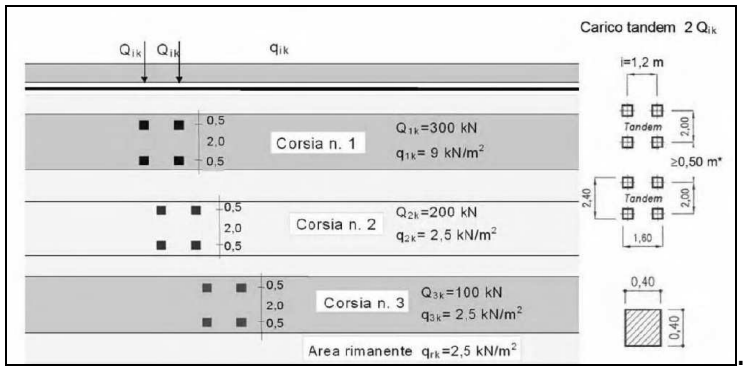
5.2.4. Carichi Mobili

Per la soletta dello scatolare si considerano i carichi mobili di normativa per i ponti (NTC 2008 – parte 5) in riferimento allo Schema di carico 1.

In particolare si considera la sola corsia n.1 delle NTC 2008, alla quale corrispondono i seguenti valori:

- $q1_{,k}$ = 9 kN/m^2
- $Q1_{,rk}$ = 300 kN

In base alla ripartizione specificata di seguito il contributo del carico variabile si considera distribuito su una larghezza trasversale di 4.20 metri.



Per la ripartizione del carico negli strati sovrastanti la struttura si fa riferimento (cfr. Fascicolo dei Calcoli) ad una ripartizione a 45° così come indicato dalle NTC:

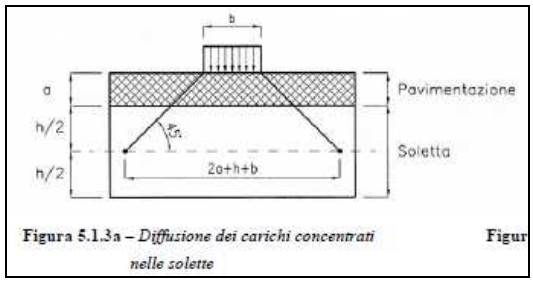


Figura 5.1.3a – *Diffusione dei carichi concentrati nelle solette*

5.2.5. Azione Longitudinale di Frenamento

Per i ponti di 1ª categoria l'azione longitudinale di frenamento o di accelerazione si calcola, in accordo con il § 5.1.3.5 delle NTC 2008 con la seguente espressione:

$$180 \text{ kN} \le q3 = 0{,}6 \cdot (2 \cdot Q1{,}k) + 0{,}10 \cdot q1{,}k \cdot w1\ L \le 900 \text{ kN}$$

con w1 e L rispettivamente larghezza di una corsia e lunghezza della zona caricata.

Come azione complessivamente agente longitudinalmente sulla corsia di 3 metri risulta q3 = 368 kN e per le condizioni al contorno della nostra situazione si ritiene congruo assumere un valore ripartito sulla fascia collaborante pari al 70% ovvero: q_{3m} = 70%*368/3=61.33 kN/m

5.2.6. Spinta del terreno

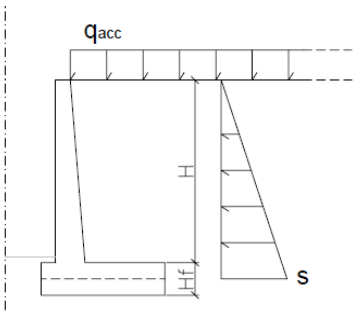
La spinta del terreno è stata calcolata sulla base delle caratteristiche geotecniche del terreno utilizzato per il rinterro e desunte dalla relazione geologica. Il calcolo delle spinte può essere osservato nel dettaglio negli allegati fascicoli di calcolo ed è in generale valutato per mezzo della seguente espressione

derivata dalla teoria di Rankine:

$$S = 1/2 * k * q_t * h^2$$

dove:

q_t peso terreno di rinterro per unità di volume
h altezza per la quale si calcola la sollecitazione
k coeff. di spinta attiva o a riposo



- Per i muri di sostegno laterale si assume il caso di spinta attiva: K_a
- Per i muri dello scatolare si assume il caso di spinta a riposo: K_0

5.2.7. Spinta del sovraccarico

Anche il calcolo delle spinte orizzontali sulle pareti dovute al sovraccarico sul terrapieno è riportato all'interno della relazione geotecnica nonché degli allegati di calcolo ed è valutato secondo la seguente espressione:

$$S = k \times q \times h$$

Con i significati e secondo i coefficienti di cui ai precedenti paragrafi.

5.2.8. Incrementi sismici sui carichi

In accordo con quanto riportato dalla normativa vigente, ai fini dell'analisi sismica si è considerata la "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. La pericolosità sismica è definita in termini d'accelerazione orizzontale massima attesa a_{gmax}, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente Se (T), con riferimento a prefissate probabilità di superamento P_{Vr}, nel periodo di riferimento V_R.

5.2.8.1. Criteri Generali, Vita nominale, classe d'uso e periodo di riferimento

Le sollecitazioni provocate delle azioni sismiche sono valutate mediante un'analisi statica lineare e l'applicazione, quindi, di forze statiche equivalenti alle azioni d'inerzia dovute al sisma.

- Sito — cfr. par. 1.2
- Categoria di Sottosuolo — Tipo C (cfr. rel. Geologica)
- Categoria Topografica — T1 (Pianeggiante)
- Stato Limite considerato — SLV
- Vita nominale — VN = 50 anni (2.4.1 NTC2008)
- Classe d'uso — IV (2.4.2 NTC2008)
- Coefficiente d'uso — Cu = 2.0 (2.4.3 NTC2008)
- Periodo di riferimento per l'azione sismica — VR = VN x Cu = 100 anni (2.4.3 NTC2008)

Per la classe d'uso, vista la tipologia della sovrastante strada ed in assenza di indicazioni più precise, si è fatto riferimento alle condizioni più cautelative. Si sottolinea comunque che il cimento sismico, come spesso avviene per le opere d'arte connesse alla viabilità non risulta quello più condizionante e quindi tale scelta non ha comportato sovradimensionamenti delle opere in progetto.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.141 g
F_o	2.453
T_C^*	0.291 s
S_S	1.493
C_C	1.578
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.493
η	1.000
T_B	0.153 s
T_C	0.459 s
T_D	2.163 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_S \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0{,}55;\ \eta = 1/q$ (NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)

$T_B = T_C / 3$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)

$T_C = C_C \cdot T_C^*$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)

$T_D = 4{,}0 \cdot a_g / g + 1{,}6$ (NTC-07 Eq. 3.2.9)

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

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

$T_B \leq T < T_C$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$

$T_C \leq T < T_D$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T}\right)$

$T_D \leq T$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2}\right)$

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.210
T_B	0.153	0.516
T_C	0.459	0.516
	0.540	0.438
	0.621	0.381
	0.703	0.337
	0.784	0.302
	0.865	0.274
	0.946	0.250
	1.027	0.230
	1.108	0.214
	1.189	0.199
	1.271	0.186
	1.352	0.175
	1.433	0.165
	1.514	0.156
	1.595	0.148
	1.676	0.141
	1.757	0.135
	1.839	0.129
	1.920	0.123
	2.001	0.118
	2.082	0.114
T_D	2.163	0.109
	2.251	0.101
	2.338	0.094
	2.426	0.087
	2.513	0.081
	2.601	0.076
	2.688	0.071
	2.775	0.066
	2.863	0.062
	2.950	0.059
	3.038	0.055
	3.125	0.052
	3.213	0.050
	3.300	0.047
	3.388	0.045
	3.475	0.042
	3.563	0.040
	3.650	0.038
	3.738	0.037
	3.825	0.035
	3.913	0.033
	4.000	0.032

- Accelerazione Max Suolo Rigido [a_g]=0.157g
- Coeff. amplificativo S [$S_s \bullet S_T$]=1.472
- Accelerazione massima attesa al suolo [$\mathbf{a_{max}}$=S·a_g]=**0.231g**

5.2.8.2. Azioni sismiche su pesi propri

Le masse proprie della struttura e dei carichi permanenti subiscono, in condizioni sismiche, un'accelerazione, dando luogo ad un'azione inerziale che si schematizza come una forza statica equivalente. Si ricava tale azione moltiplicando il peso della struttura per un coefficiente sismico opportunamente definito. Per i muri dello scatolare si assume la massima accelerazione attesa al

sito a_{max}.

5.2.8.3. Azioni sismiche sui terreni

L'azione sismica sul terreno è stata valutata secondo le indicazioni della normativa vigente con un'analisi pseudostatica. In questo caso, l'azione sismica é rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità del cuneo di terreno a tergo dell'opera per un opportuno coefficiente sismico.

In particolare, per la verifica allo stato limite ultimo, i valori di tali coefficienti orizzontali k_h si valutano con le seguenti espressioni:

$$k_h = \beta_m * a_{max}/g$$

dove, per il sito in esame:

- $a_{max} = S * a_g$ accelerazione orizzontale massima attesa al sito di cui al par.5.2.8.1;
- β_m = coeff. di riduzione dell'azione massima attesa.

Per la valutazione del cuneo di terreno attivato si rimanda alla relazione geotecnica e agli elaborati di calcolo. Anche per le masse delle strutture interrate si assume una sovraspinta sismica di tipo pesudo-statico derivante dal coefficiente k_h.

Per lo **scatolare**, dato che la struttura risulta completamente interrata, è corretto supporre che si muova in accordo con il terreno circostante e pertanto non vi è riduzione (**$\beta_m = 1$**) e quindi **k_h=0,231**.

Per i **muri** di raccordo è lecito adottare il coefficiente riduttivo previsto dalle NTC08 al punto 7.11.6.2.1, secondo la tabella 7.11.II ovvero **$\beta_m = 0,24$** e quindi **k_h=0,044**.

5.2.9. Combinazione delle Azioni

Le combinazioni di carico sono individuate in conformità al punto 2.5.3 e 5.1.3.12 delle NTC2008, distinte per stati limite, come da tabella seguente:

– Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1}\cdot G_1 + \gamma_{G2}\cdot G_2 + \gamma_P\cdot P + \gamma_{Q1}\cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2}\cdot\psi_{02}\cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3}\cdot\psi_{03}\cdot Q_{k3} + \ldots \quad (2.5.1)$$

– Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02}\cdot Q_{k2} + \psi_{03}\cdot Q_{k3} + \ldots \quad (2.5.2)$$

– Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11}\cdot Q_{k1} + \psi_{22}\cdot Q_{k2} + \psi_{23}\cdot Q_{k3} + \ldots \quad (2.5.3)$$

– Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21}\cdot Q_{k1} + \psi_{22}\cdot Q_{k2} + \psi_{23}\cdot Q_{k3} + \ldots \quad (2.5.4)$$

In presenza di azioni sismiche abbiamo:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21}\cdot Q_{k1} + \psi_{22}\cdot Q_{k2} + \ldots$$

I coefficienti γ impiegati per le verifiche strutturali sono quelli corrispondenti all'*Approccio 2* previsto dalle NTC08, ovvero quelli della colonna evidenziata in rosso della seguente tabella:

Tabella 5.1.V – *Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU*

		Coefficiente	EQU[1]	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali[2]	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	γ_{Q}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{\varepsilon 1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00[3]	1,00[4]	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{\varepsilon 2}$, $\gamma_{\varepsilon 3}$, $\gamma_{\varepsilon 4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

[1] Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
[2] Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
[3] 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
[4] 1,20 per effetti locali

I coefficienti ψ impiegati nelle verifiche SLE sono stati assunti secondo la seguente tabella estratta dalle NTC08.

Tabella 5.1.VI - *Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali*

Azioni	*Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)*	*Coefficiente ψ_0 di combinazione*	*Coefficiente ψ_1 (valori frequenti)*	*Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)*
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	----	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0

5.3. AMBIENTE E DURABILITA'

In questo ambito vengono indicate le scelte operate per definire la classe del CLS e del copri ferro, ed in particolare facendo riferimento alle citate normative possiamo ricondurre la nostra situazione a:

- Scatolari, Strutture interrate,: **XC2+XD2+XA1**
- Muri, Strutture direttamente esposte all'acqua: **XC4+XF3**

per cui operando sulle tabelle estratte dalla norma UNI EN 206-1 possiamo ottenere le classi minime di Resistenza Caratteristica:

- Scatolari, Strutture interrate: C32/40 (No contenuto aria, c_{nom} 50mm),
- Muri, Strutture direttamente esposte all'acqua: C25/30 (Si contenuto aria, c_{nom} 40mm),

In realtà le classi di cls che verranno impiegate per la realizzazione sono condizionate anche dagli aspetti meccanici e tecnologici,

FIGURA 3.2

Classe strutturale	Requisito Ambientale per $C_{min,dur}$ (mm) — Classe di esposizione secondo il prospetto 4.1						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1	XD2 / XS1	XD3 / XS2 / XS3
S1	10	10	10	15	20	25	30
S2	10	10	15	20	25	30	35
S3	10	10	20	25	30	35	40
Vutile 50 anni S4	10	15	25	30	35	40	45
S5	15	20	30	35	40	45	50
Vutile 100 anni S6	20	25	35	40	45	50	55

Prospetto 4.4N estratto dalla UNI EN 1992-1-1$_{[N4]}$ che prescrive i valori del copriferro minimo $c_{min,dur}$ con riferimento alla durabilità per acciai da armatura ordinaria, in accordo alla EN 10080.

FIGURA 3.1

Classe Strutturale

SCATOLARE

SCATOLARE

Criterio	Classe di esposizione secondo il prospetto 4.1						
	X0	XC1	XC2 / XC3	XC4	XD1	XD2 / XS1	XD3 / XS2 / XS3
Vita utile di progetto di 100 anni	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi	aumentare di 2 classi
Classe di resistenza [1) 2)]	≥ C30/37 ridurre di 1 classe	≥ C30/37 ridurre di 1 classe	≥ C35/45 ridurre di 1 classe	≥ C40/50 ridurre di 1 classe	≥ C40/50 ridurre di 1 classe	≥ C40/50 ridurre di 1 classe	≥ C45/55 ridurre di 1 classe
Elemento di forma simile ad una soletta (posizione delle armature non influenzata dal processo costruttivo)	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe
È assicurato un controllo di qualità speciale della produzione del calcestruzzo	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe	ridurre di 1 classe

Prospetto 4.3N estratto dalla UNI EN 1992-1-1$_{[N4]}$ che permette di variare la classe strutturale in funzione di alcuni criteri costruttivi.

MURO

Da quanto sopra le Classi di resistenza adottate e i relativi copri ferri sono:

- Scatolari, Strutture interrate: **C45/55** (No aria, $\mathbf{c_{nom}}$=25+D_{cdev}=**30mm**),
- Muri, Strutture direttamente esposte all'acqua: **C28/35** (Si aria, $\mathbf{c_{nom}}$=25+D_{cdev}=**35mm**),

Per i parametri meccanici si rimanda allo specifico paragrafo di questa relazione.

5.4. DESCRIZIONE DEI MODELLI STRUTTURALI

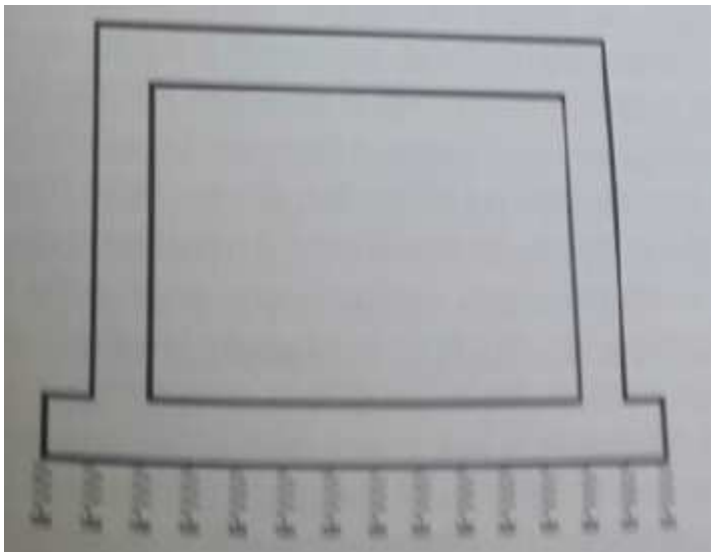
Vista la tipologia degli elementi strutturali oggetto di intervento, scatolare e muri, si è ritenuto, a favore di sicurezza, di semplificare la modellazione distinguendo due modelli strutturali specifici impiegando gli schemi riportati di seguito. Qui si ribadisce che gli aspetti prevalenti delle verifiche sono quelli di tipo strutturale (STR) ovvero quelli relativi alla capacità delle opere in CA di resistere e trasferire le sollecitazioni al contorno (terreno e rilevato) ma per completezza sono stati indagati anche quelli più marginali relativi agli aspetti di interfaccia con il terreno.

5.4.1. SCATOLARE - MODELLO, SOLLECITAZIONI E VERIFICHE

Questa parte strutturale sarà realizzata da un prefabbricatore in base ai requisiti prestazionali richiesti dal progetto, come già specificato nei precedenti paragrafie, nonché dalla vigente normativa secondo i propri standard produttivi. Sarà onere e cura dell'appaltatore, una volta definito il fornitore del prefabbricato, fornire la documentazione di rito per il deposito definitivo presso il Genio Civile di Firenze. Si ritiene comunque di definire nel dettaglio il dimensionamento in modo da garantire, a meno dei processi di prefabbricazione, la valutazione della realizzabilità dell'opera. Le verifiche strutturali sono state condotte in base al metodo semiprobabilistico agli stati limite così come previsto dalla vigente normativa.

5.4.1.1. Geometria, Schema e Sollecitazioni

La geometria presa in considerazione è quella di un portale rettangolare chiuso dalla trave di fondazione su suolo elastico alla winkler.



Lo scatolare è immerso nel terreno che risulta suddiviso in tre strati, fondazione, laterale e ricoprimento. Per il dimensionamento si è fatto uso di fogli di calcolo specifici.

Le azioni impiegate sono quelle descritte nei precedenti paragrafi e riportati negli allegati elaborati di calcolo.

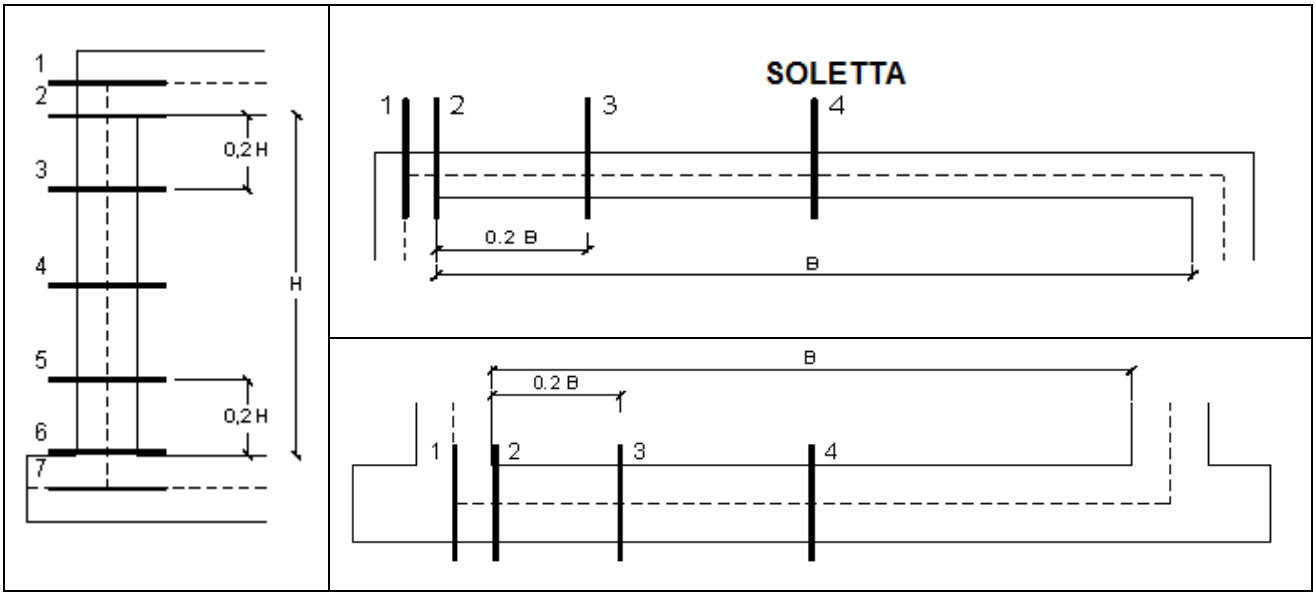
5.4.1.2. Verifiche

5.4.1.2.1. Verifiche (SLU)

Sono state condotte le verifiche di resistenza SLU a Flessione e Taglio nelle sezioni della soletta superiore, dei muri laterali e della soletta di fondazione così come risulta dagli allegati elaborati di calcolo dove risultano evidenziati i risultati e l'entità delle armature.

I valori delle sollecitazioni sono state paragonate con i valori resistenti che risultano ampiamente superiori.

Le sezioni indagate sono:



5.4.1.2.2. Verifiche SLE

Le verifiche di fessurazione sono state condotte in aderenza alla vigente normativa ed in particolare del paragrafo 4.1.2.2.4 delle NTC definendo l'ambiente come aggressivo, e adottando:

- Per SLE Frequente lo stato limite di apertura delle fessure w<0.3mm
- Per SLE Quasi Permanente lo stato limite di decompressione w<0.2mm

Tabella 4.1.IV – *Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione*

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_d	Stato limite	w_d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Le verifiche tensionali sono state condotte in base alle indicazioni del paragrafo 4.1.2.2.5 delle NTC08. Dal momento che, oltre a quanto esposto negli allegati tabulati, il foglio di calcolo non permette di distinguere le molteplici combinazioni di calcolo SLE si assumono solo quelle più impegnative (rare) con le quali sono state eseguite le verifiche sia con w_1 sia con σ_c<45 $f_{ck.}$

5.4.2. MURI: MODELLO, SOLLECITAZIONI E VERIFICHE

Le verifiche strutturali sono state condotte in base al metodo semiprobabilistico agli stati limite così come previsto dalla vigente normativa.

5.4.2.1. Geometria, Schema e Sollecitazioni

La geometria presa in considerazione è quella degli elaborati grafici e in base a questa sono state effettuate alcune semplificazioni conservative. In particolare i muri, che hanno un profilo variabile in altezza, sono stati schematizzati con due tipologie. La prima con altezza 3 metri dall'estradosso della suola di fondazione rappresenta la porzione a diretto contatto dello scatolare mentre la seconda rappresenta la porzione più bassa.

Per la porzione del muro più alto, sebbene il profilo segua l'andamento del rilevato e non esista un vero e proprio elemento tergale su cui possa insistere un carico accidentale, è stato considerato cautelativamente un carico variabile di 20KN/mq. La verifica di scorrimento, come già anticipato, perde di significato a causa della contrapposizione dell'altra porzione di rilevato e quindi non è stata presa in considerazione

Per la porzione più bassa del muro non si è tenuto cautelativamente conto della curvatura e per il terreno tergale è stata considerata il riempimento fino all'estradosso con un sovraccarico accidentale fittizio di 10KN/mq.

Si è fatto riferimento ai coefficienti di combinazione previsti al capitolo 5 delle NTC così come per le azioni impiegate e descritte nei precedenti paragrafi. I valori utilizzati sono riportati negli allegati elaborati di calcolo.

5.4.2.2. Verifiche

5.4.2.2.1. Verifiche (SLU)

Sono state condotte le verifiche di resistenza SLU a Flessione e Taglio così come evidenziato negli allegati di calcolo.

5.4.2.2.2. Verifiche di Fessurazione SLE

Le verifiche di fessurazione sono state condotte in aderenza alla vigente normativa ed in particolare del paragrafo 4.1.2.2.4 delle NTC definendo l'ambiente come aggressivo, e adottando:

- **Tabella 4.1.IV** – *Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione*

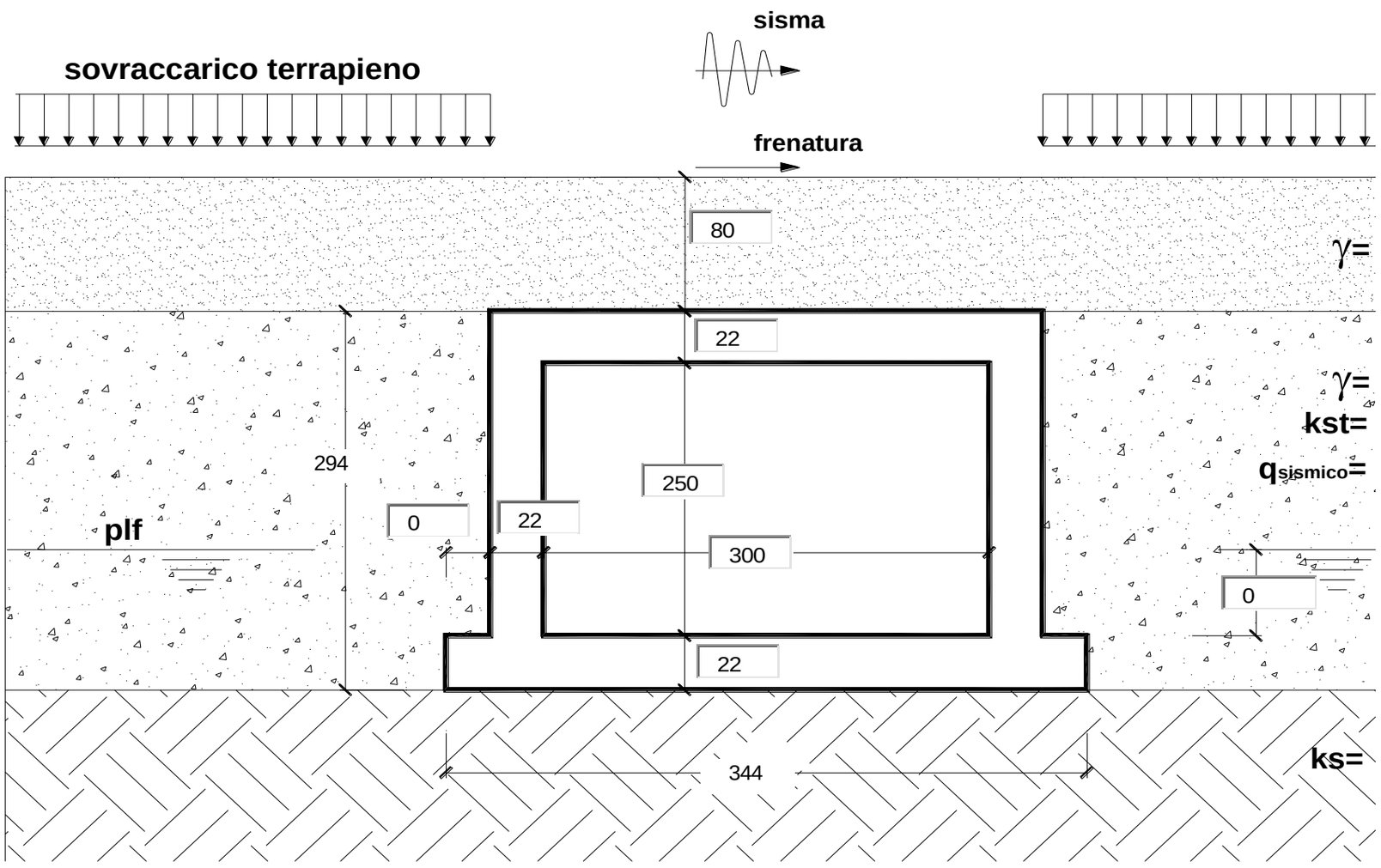
Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_d	Stato limite	w_d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

- Per SLE Frequente lo stato limite di apertura delle fessure w<0.3mm
- Per SLE q. Permanente lo stato limite di decompressione w<0.2mm

Le verifiche tensionali sono state condotte secondo quanto previsto dal paragrafo 4.1.2.2.5 delle NTC.

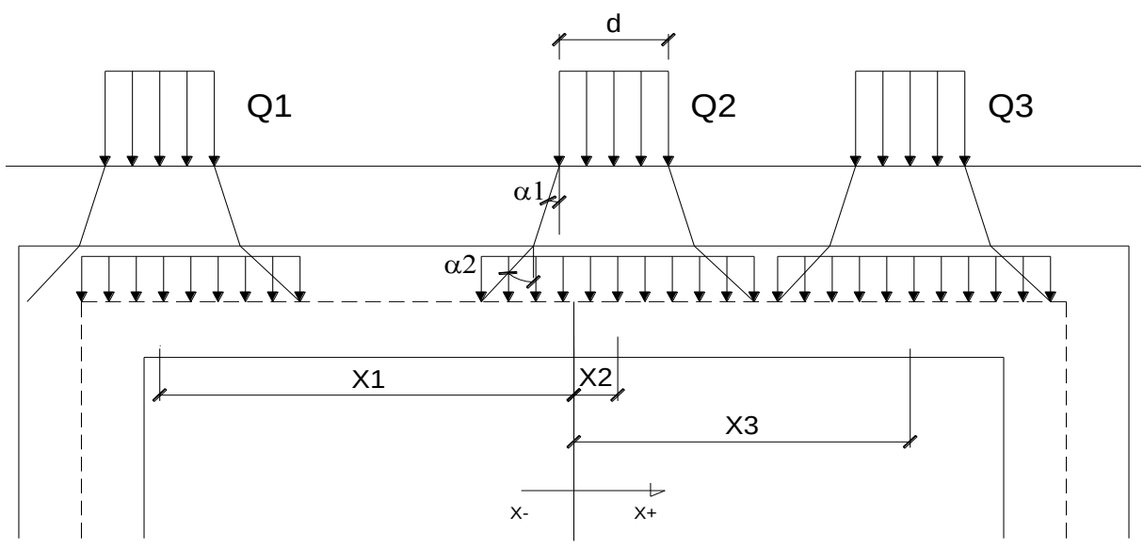
6. [A9] FASCICOLO DEI CALCOLI

OPERA Scatolare Ciclopista Marcignana (Verifiche SLU-STR)



(dimensioni in cm)

modulo elastico cls	**E**	**3,00E+07** [kN/m²]	**γcls**	**25** [kN/m³]
acc. sismica or.	**kh**	**0,23** [-]	**γw**	**10** [kN/m³]



SOVRACCARICHI

angolo di diffusione nel ricoprimento		α1 [°]	45
angolo di diffusione nella soletta		α2 [°]	45
CONDIZIONI DI CARICO		**A**	**B**
impronta del carico	d [m]	0,40	0,40
area influenza long.	l [m]	4,20	4,20
Carico 1	Q1 [kN]	300	300
	X1 [m]	-1,2	-0,6
Carico 2	Q2 [kN]	300	300
	X2 [m]	0	0,6
Carico 3	Q3 [kN]	0	0
	X3 [m]	0	0
Carico distribuito	[kN/m]	3	3

Inezia terreno ricoprimento (•) SI ( ) NO

F frenatura **61,33** [kN/m]

combinazioni di carico

condizioni di carico	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
peso proprio + perm.	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1				
falda + spinta terreno	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1				
sovraccarico A	1,5		1,5	1,5	1,5					
sovraccarico B		1,5								
sovraccarico terreno sn	1,5	1,5			1,5					
sovraccarico terreno dx		1,5								
frenatura				1,5	1,5					
sisma						1				

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

classe cls: C45/55

Rck: 55 (MPa)

fck: 45

γm: 1,5

α_{cc}: 0,85

fcd = Rck /γm,c = 35,29 (MPa)

Copriferro (asse armatura)

c = 4,00 (cm)

Acciaio

tipo di acciaio: B450C

fyk = 450 (MPa)

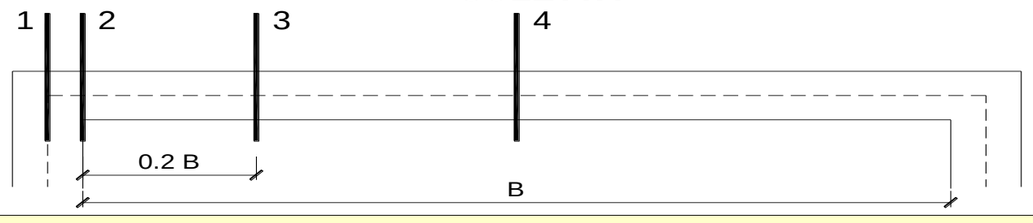
γs = 1,15

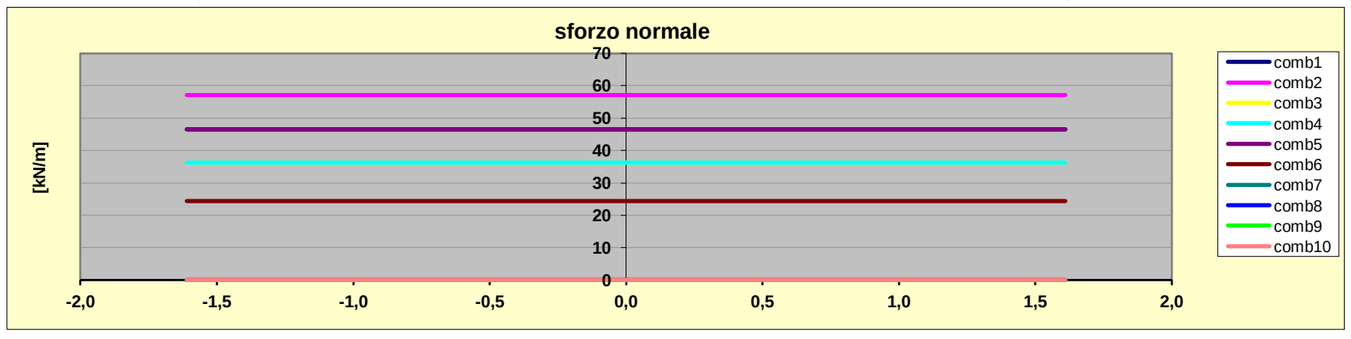
fyd = fyk /γs / γE = 391,30 (MPa)

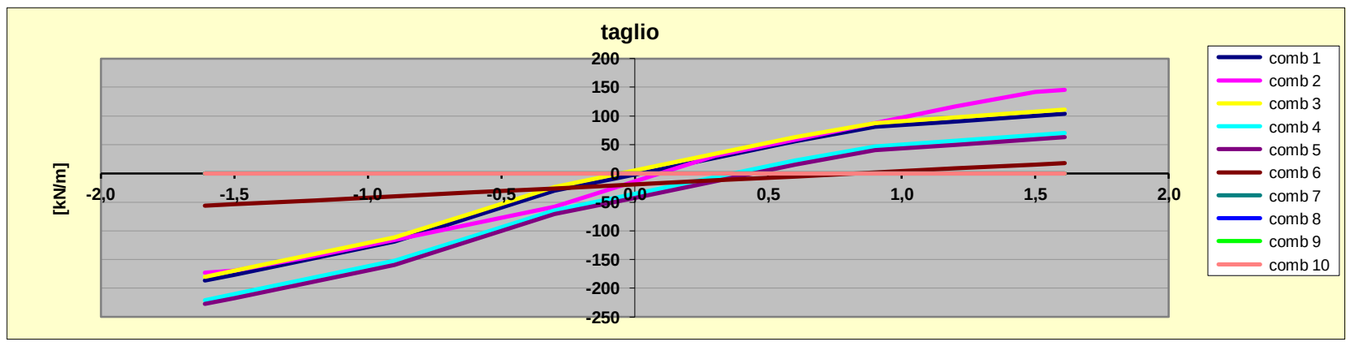
Es = 206000 (MPa)

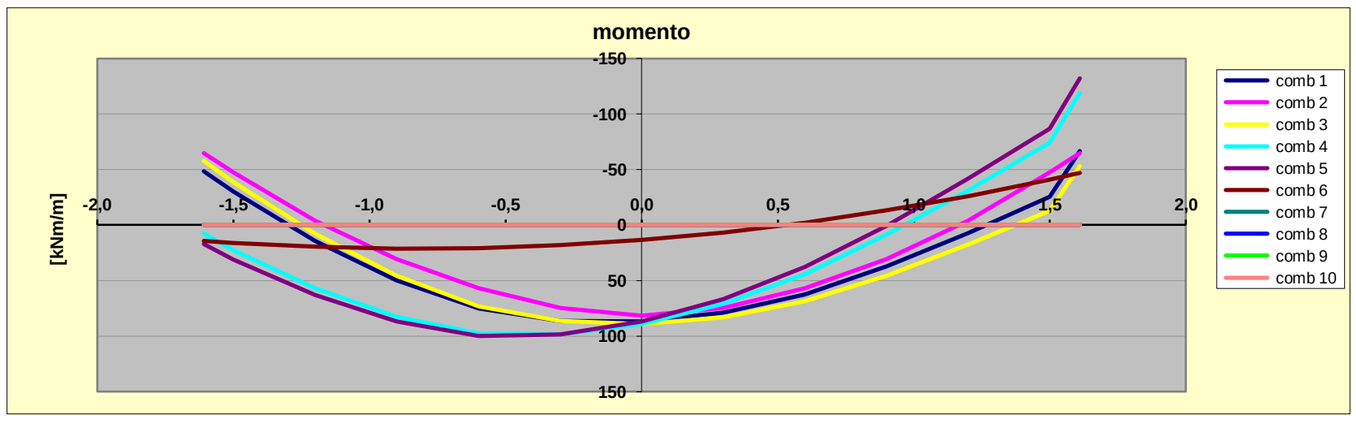
ε_{ys} = 0,190%

SOLETTA





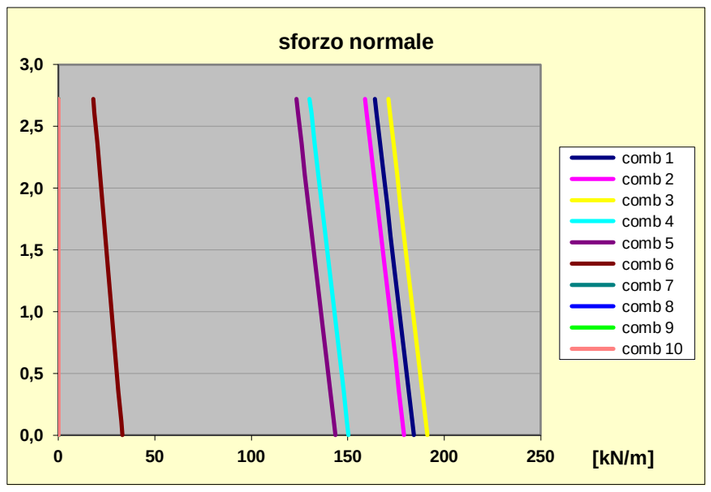


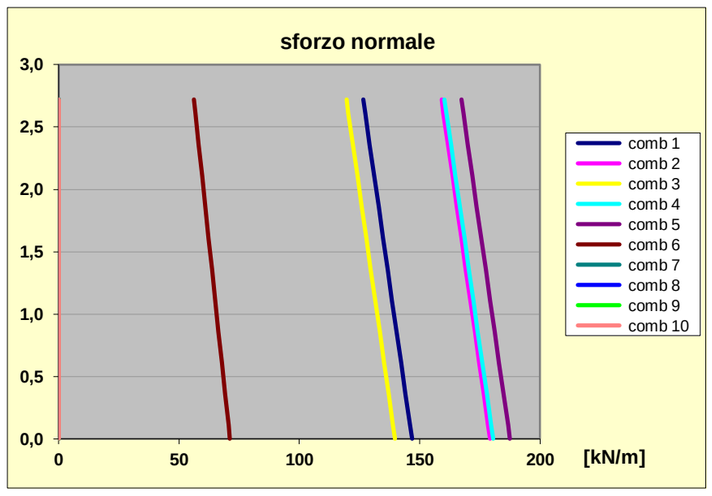


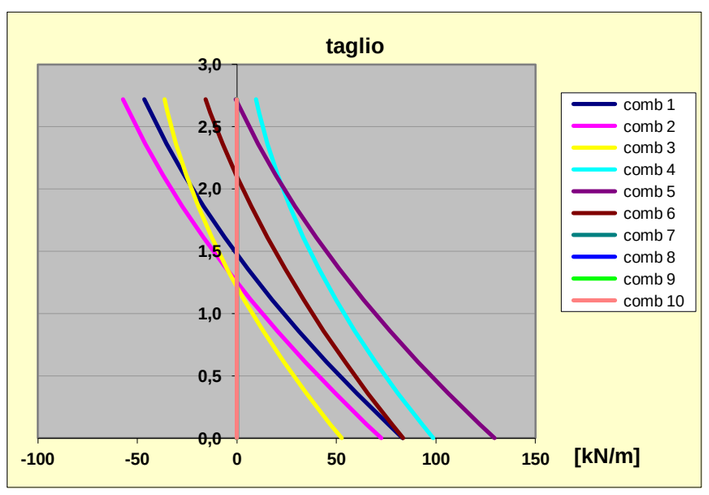
sez.	M	N	Af	A'f	Mu
	[kNm/m]	[kN/m]	[cmq/m]	[cmq/m]	[kNm/m]
1	-132,1	46,5	20,2	10,1	136,0
2	-86,7	46,5	20,2	10,1	136,0
3 min	-13,1	24,4	10,1	10,1	76,7
3 max	86,6	46,5	14,1	10,1	101,3
4	99,6	46,5	14,1	10,1	101,3

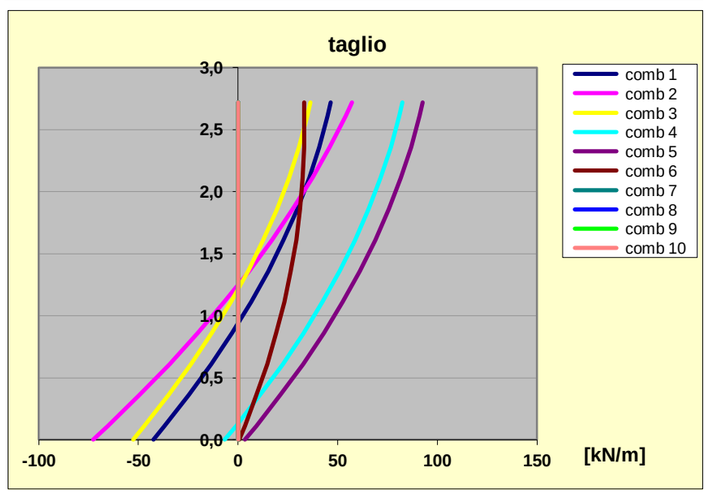
Sez.	V_{Ed}	V_{rd}	ø staffe	i orizz.	i vert.	θ	V_{Rsd}	
(-)	(kN/m)	(kN/m)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN/m)	
1	227,5	165,38	8	20,0	20,0	21,80	229,02	**Sezione verificata**
2	217,0	165,38	8	20,0	20,0	21,80	229,02	**Sezione verificata**
3	159,5	147,35	8	20,0	20,0	21,80	229,02	**Sezione verificata**
4	42,4	147,35	0	20,0	20,0	21,80	0,00	**Armatura a taglio non necessaria**

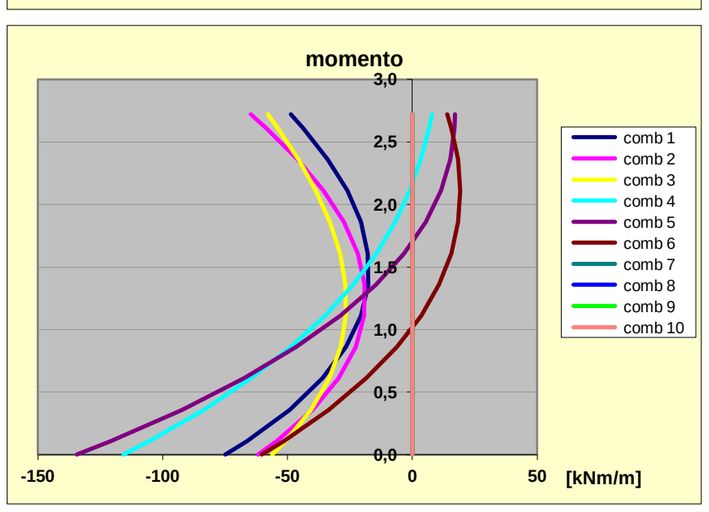
PARETI

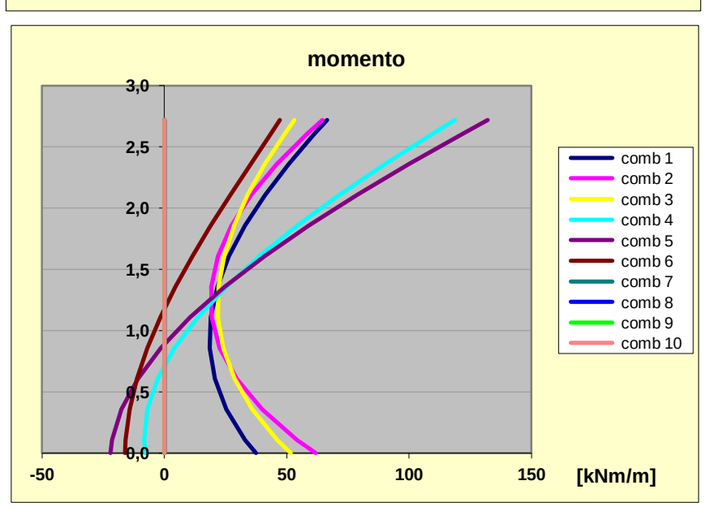




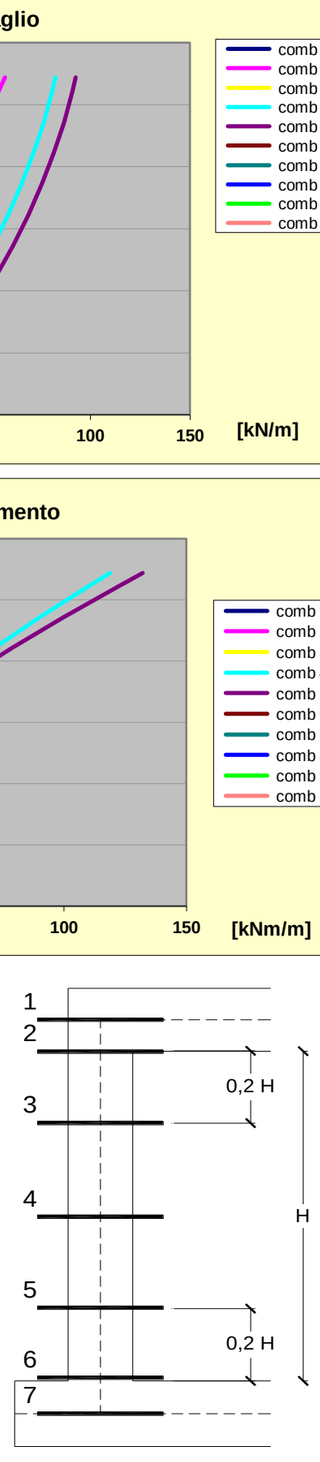






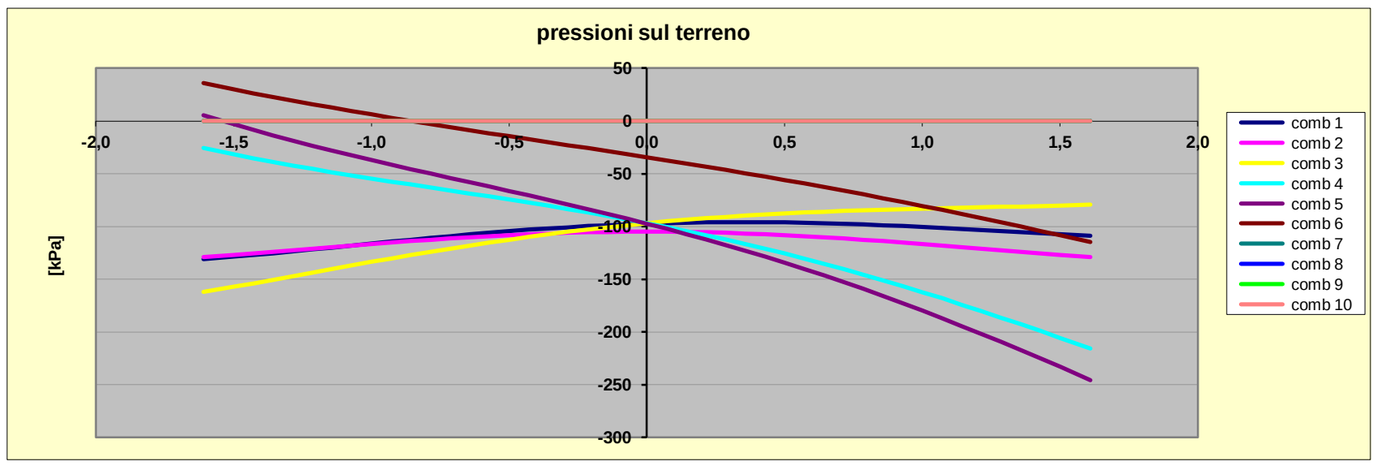


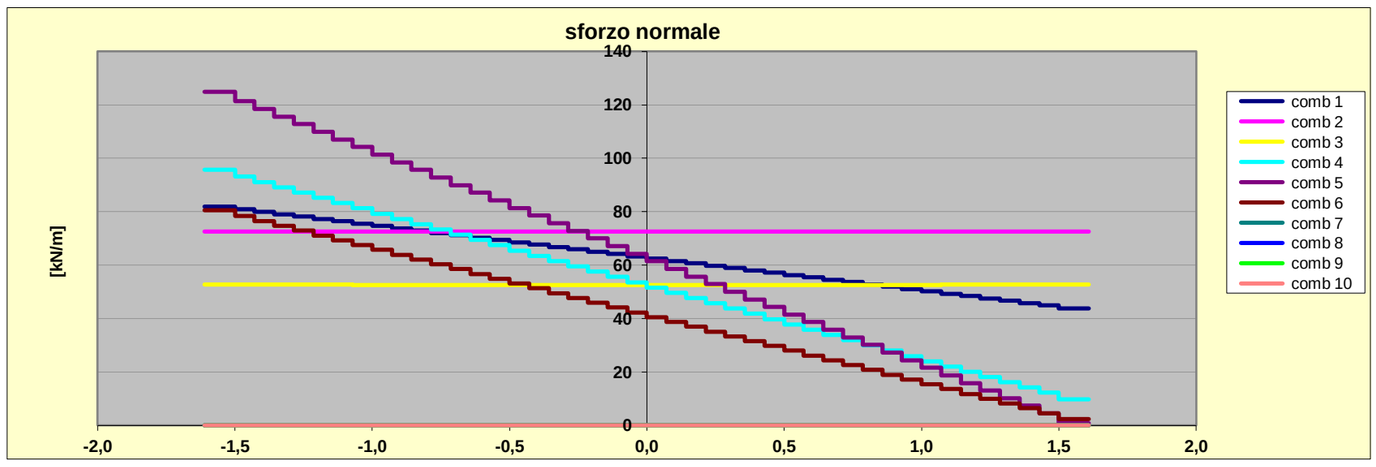
sez.	M	N	Af	A'f	Mu
	[kNm/m]	[kN/m]	[cmq/m]	[cmq/m]	[kNm/m]
1	-132,1	167,3	20,0	10,0	143,9
2	-122,1	168,1	20,0	10,0	143,9
3 min	-78,8	171,8	10,0	10,0	87,3
3 max	19,2	21,5	10,0	10,0	75,8
4 min	-41,0	175,6	10,0	10,0	87,6
4 max	15,6	24,3	10,0	10,0	76,1
5 min	-67,5	139,0	10,0	10,0	84,8
5 max	11,2	67,8	10,0	10,0	79,4
6	-120,7	142,7	20,0	10,0	142,1
7	-134,5	143,5	20,0	10,0	142,1

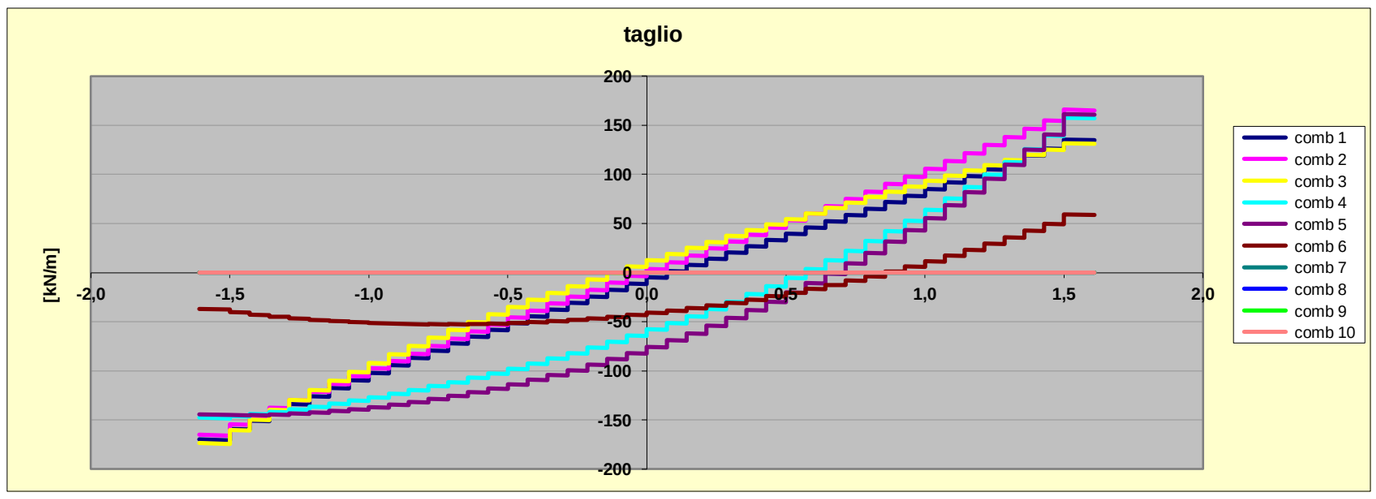


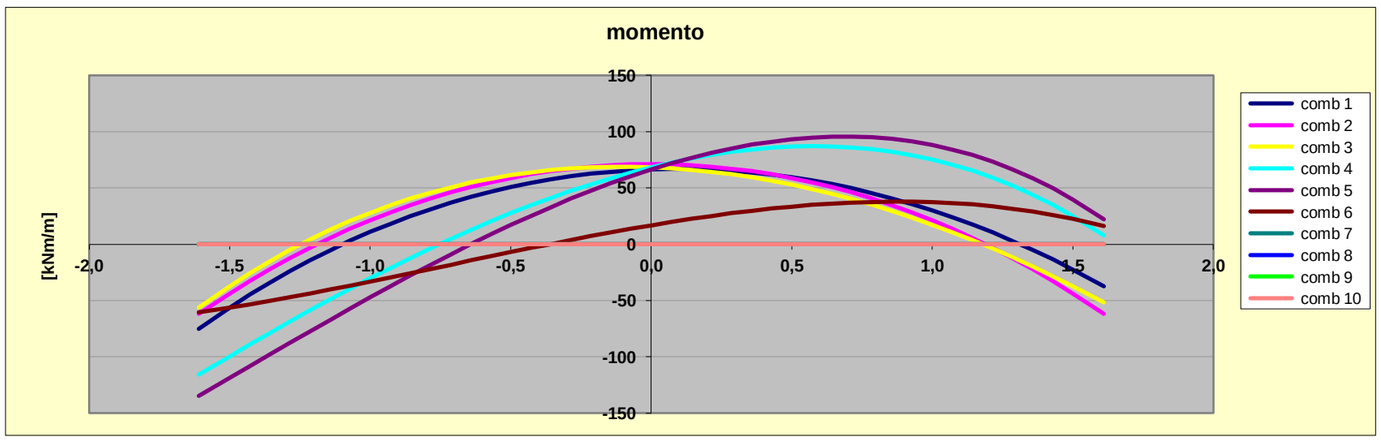
Sez.	V_{Ed}	V_{rd}	ø staffe	i orizz.	i vert.	θ	V_{Rsd}	
(-)	(kN/m)	(kN/m)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN/m)	
1	92,5	179,68	0	20,0	20,0	21,80	0,00	**Armatura a taglio non necessaria**
2	90,9	179,78	0	20,0	20,0	21,80	0,00	**Armatura a taglio non necessaria**
3	81,6	147,41	0	20,0	20,0	21,80	0,00	**Armatura a taglio non necessaria**
4	61,1	148,09	0	20,0	20,0	21,80	0,00	**Armatura a taglio non necessaria**
5	91,1	143,37	0	20,0	20,0	21,80	0,00	**Armatura a taglio non necessaria**
6	122,0	176,66	0	20,0	20,0	21,80	0,00	**Armatura a taglio non necessaria**
7	129,3	176,76	0	20,0	20,0	21,80	0,00	**Armatura a taglio non necessaria**

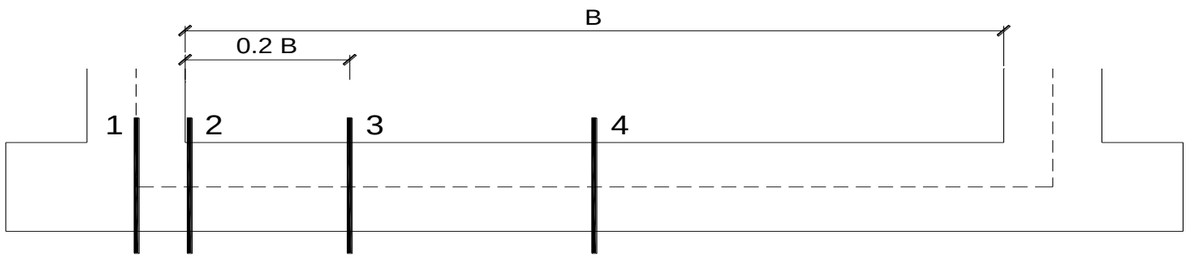
FONDAZIONE











sez.	M	N	Af	A'f	Mu
	[kNm/m]	[kN/m]	[cmq/m]	[cmq/m]	[kNm/m]
1	-134,5	124,9	20,2	10	141,9
2	-118,6	124,9	20,2	10	141,9
3 min	-37,3	98,5	10	10	81,7
3 max	91,2	27,3	14	10	99,2
4	85,0	50,0	14	10	100,9

Sez.	V_{Ed}	V_{rd}	ø staffe	i orizz.	i vert.	θ	V_{Rsd}	
(-)	(kN/m)	(kN/m)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN/m)	
1	173,4	166,14	8	20,0	20,0	21,80	229,02	**Sezione verificata**
2	174,2	166,14	8	20,0	20,0	21,80	229,02	**Sezione verificata**
3	134,4	138,40	0	20,0	20,0	21,80	0,00	**Armatura a taglio non necessaria**
4	99,1	150,25	0	20,0	20,0	21,80	0,00	**Armatura a taglio non necessaria**

DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE

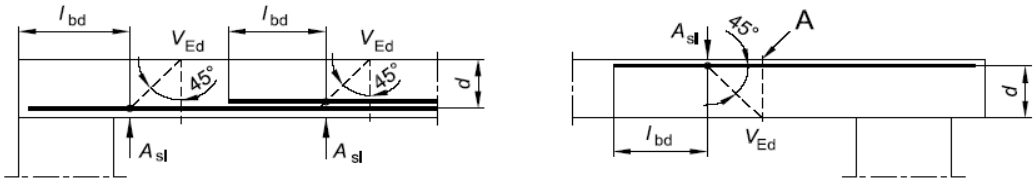
§ 4.1.2.1.3.1 - ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO

Azione di Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo	V_{Ed}	217	[kN]
Considerare o meno il contributo dell'armatura tesa nel calcolo		si	[-]
Coefficiente $C_{Rd,c}$	$C_{Rd,c}$	0,12	[-]
Coefficiente k	k	2,03	[-]
		2,00	[-]
Rapporto geometrico d'armatura che si estende per non meno di l_{bd} + d	ρ_l	0,0105822	[-]
		0,0105822	[-]

figura 6.3 **Definizione di A_{sl} nella espressione (6.2)**

Legenda

A Sezione considerata



Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	$V_{Rd,c}$	165,28	[kN]
Resistenza minima del calcestruzzo teso	$V_{Rd,min}$	126,17	[kN]
Resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo teso	**V_{Rd}**	**165,28**	**[kN]**

§ 4.1.2.1.3.2 - ELEMENTI CON ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO

Diametro delle staffe	ϕ_{sw}	16	[mm]
Numero di braccia	n_b	2,5	[-]
Passo delle staffe	s	200	[mm]
Inclinazione tra il puntone compresso e l'asse della trave	θ	45	[°]
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	45	[°]
Area della sezione trasversale dell'armatura a taglio	A_{sw}	503	[mm^2]
Braccio della coppia interna	z	171	[mm]
Cotangente di θ	cotθ	1,00	[-]
		1,00	[-]
Cotangente di α	cotα	1,00	[-]
Seno di α	sinα	0,71	[-]
Resistenza offerta dall'armatura a taglio (meccanismo taglio - trazione)	**V_{Rsd}**	**237,83**	**[kN]**
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima	f'_{cd}	12,75	[MPa]
Resistenza offerta dai puntoni (meccanismo taglio - compressione)	**V_{Rcd}**	**2180,25**	**[kN]**
Massima area efficace di armatura a taglio per cot θ = 1	$A_{sw,max}$	3910,00	[mm]
Resistenza a taglio della sezione armata trasversalmente	**V_{Rd}**	**237,83**	**[kN]**

§ 4.1.2.1.3.3 - TAGLIO MASSIMO SOPPORTABILE DALLA TRAVE

Resistenza massima a taglio della trave	**V_{Rd}**	**1211,25**	**[kN]**

Modello a traliccio e notazione per elementi armati a taglio

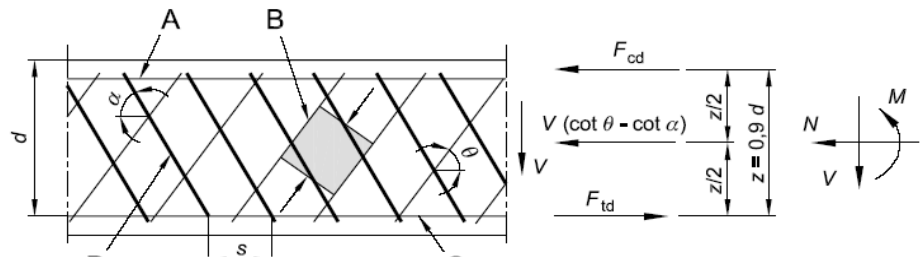
Legenda

A Corrente compresso

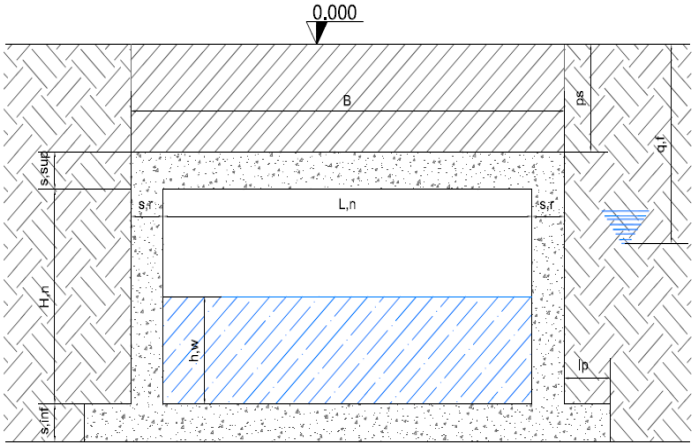
B Puntoni

C Corrente teso

D Armatura a taglio



VERIFICA FONDAZIONI ATTRAVERSAMENTO SCATOLARE



0 Caratteristiche generali

peso specifico struttura scatolare	**γ cls**	25	kN/m3
peso specifico terreno di riporto laterale	**γ t**	21	kN/m3
angolo di attrito interno terreno di riporto laterale	**φ**	30	°
profondità quota falda	**qf**	20	m
profondità estradosso scatolare	**ps**	0,8	m
altezza netta scatolare	**H,n**	2,5	m
spessore soletta superiore	**s,sup**	0,22	m
spessore soletta inferiore	**s,inf**	0,22	m
Altezza complessiva struttura scatolare	**H**	**2,94**	m
Lunghezza complessiva struttura scatolare	**L**	**9**	m
larghezza netta scatolare	**L,n**	3	m
spessore ritti	**s,r**	0,22	m
Larghezza complessiva struttura scatolare	**B**	**3,44**	m
sporgenza piedritti (anche eventuale magrone)	**l,p**	0,1	m
Larghezza complessiva fondazione	**Bf**	**3,64**	

1 Calcolo dei pesi propri della struttura scatolare

soletta superiore		170,3	kN
soletta inferiore		170,3	kN
ritti		247,5	kN
piedritti		9,9	kN
	TOT	**597,96**	kN

2 Calcolo dei pesi permanenti sopra lo scatolare

	descrizione	sp	p specifico	tot
	-	m	kN/m2	kN
1	finiture	0,8	22	544,9
2	ricoprimento	0	0	0,0
3	rilevato	0	0	0,0
4	.....	0	0	0,0
5	.....	0	0	0,0
6	.....	0	0	0,0
			TOT	**544,896**
7	peso sul singolo piedritto	3,52	21	**7,4**

3 Calcolo delle spinte laterali dovute al terreno di riporto

		M1	M2
Coefficiente di spinta a riposo K0		0,500	0,581
ipotesi assenza di falda		kN/m2	kN/m2
pressione terreno all'estradosso dello scatolare	p,terr,sup	8,40	9,76
pressione terreno all'intradosso dello scatolare	p,terr,inf	39,27	45,61
ipotesi presenza falda di falda		kN/m2	kN/m2
pressione terreno all'estradosso dello scatolare	p,terr,sup,f	104,40	121,25
pressione terreno all'intradosso dello scatolare	p,terr,inf,f	120,57	140,03

4 Spinta laterale dovuta ai carichi da traffico

Ai fini della determinazione della spinta laterale dovuta alle azioni dei carichi accidentali da traffico, si considera applicato a tergo della struttura lo schema di carico 1, in cui, per semplicità, i carichi tandem possono essere sostituiti da carichi uniformemente distribuiti equivalenti, applicati su una superficie rettangolare larga pari alla superficie dell'ipotesi 1

carico laterale complessivo	q	20	kN/m

M1	M2
10,00	11,61

5 Azioni variabili da traffico

Categoria ponte		cat 1	
schema di carico adottato	schema n°1	1 corsia	
larghezza carreggiata	L	9	> 5.40 m
lunghezza carreggiata	B	3,44	m
carico tandem	Qik	150	kN
carico distribuito	qik	9	kN/m2
impronta carico concentrato		0,4	m
interasse tandem (lunghezza carreggiata B)	i	1,2	m
distanza tandem (larghezza carreggiata L)	d	3,5	m
altezza di ricoprimento della soletta		0,8	m

ipotesi 1 (carico al centro)		calcolo	effettivo
lunghezza di ripartizione in direzione L	l (L)	5,72	5,72
lunghezza di ripartizione in direzione B	l (B)	3,42	3,42
		A rip (m2)	**19,56**
		q impronta (kN/m2)	**15,34**
Ipotesi 2 (carico su spigolo)			
lunghezza di ripartizione in direzione L	l (L)	4,61	4,61
lunghezza di ripartizione in direzione B	l (B)	2,31	2,31
		A rip (m2)	**10,6491**
		q impronta (kN/m2)	**28,17**

5 Azioni di frenamento

larghezza della carreggiata	w	3	m

	calcolo	effettivo
Azione di frenamento – ipotesi 1	195,444	195,444
Azione di frenamento – ipotesi 2	192,4	192,447

6 Azioni indotte dalla neve

carico neve sulla soletta	qs	0,8	kN/m2

7 Azioni indotte dal carico idraulico

altezza massima del battente idraulico nello scatolare	hw	0	m
carico complessivo sulla soletta inferiore		0	kN

8 Azioni sismiche

coefficiente sismico orizzontale	kh	0,231	
coefficiente sismico verticale	kv	0,1155	
Incremento di spinta sismico	ΔP	14,26194	kN/m2

9 Parametri geotecnici

Profondità di posa della fondazione	D	0,6	m
Angolo d'attrito fondazione terreno	φ	20	°
Coesione drenata	c'	0,1	dN/cm2
Coesione non drenata	Cu	0,45	dN/cm2
peso specifico terreno	γ	19	kN/m3

	cond DRENATE		cond non DRENATE	
	no sisma	sisma	no sisma	sisma
Verifica combinazione A1+M1+R3	1,350	3,931	1,073	2,658
Verifica combinazione A2+M2+R2	1,110	-	1,183	-

TABULATI DI VERIFICA

Azioni sulla fondazione						
Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	ceck eb	ceck eL
cm	cm	kN	kN	kN	-	-
0,00	0,00	0	0	-2311	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-2311	ok	ok
14,72	36,14	0	0	-2311	ok	ok
14,72	36,14	0	0	-2311	ok	ok
22,72	0,00	357	0	-2311	ok	ok
22,72	0,00	357	0	-2311	ok	ok
37,44	36,14	357	0	-2311	ok	ok
37,44	36,14	357	0	-2311	ok	ok
-22,72	0,00	-357	0	-2311	ok	ok
-22,72	0,00	-357	0	-2311	ok	ok
-8,00	36,14	-357	0	-2311	ok	ok
-8,00	36,14	-357	0	-2311	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-2507	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-2311	ok	ok
18,10	44,43	0	0	-2507	ok	ok
14,72	36,14	0	0	-2311	ok	ok
15,71	0,00	268	0	-2507	ok	ok
17,04	0,00	268	0	-2311	ok	ok
33,81	44,43	268	0	-2507	ok	ok
31,76	36,14	268	0	-2311	ok	ok
-15,71	0,00	-268	0	-2507	ok	ok
-17,04	0,00	-268	0	-2311	ok	ok
2,38	44,43	-268	0	-2507	ok	ok
-2,32	36,14	-268	0	-2311	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-2311	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-2311	ok	ok
14,72	36,14	0	0	-2311	ok	ok
14,72	36,14	0	0	-2311	ok	ok
17,04	0,00	268	0	-2311	ok	ok
17,04	0,00	268	0	-2311	ok	ok
31,76	36,14	268	0	-2311	ok	ok
31,76	36,14	268	0	-2311	ok	ok
-17,04	0,00	-268	0	-2311	ok	ok
-17,04	0,00	-268	0	-2311	ok	ok
-2,32	36,14	-268	0	-2311	ok	ok
-2,32	36,14	-268	0	-2311	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-2311	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-2311	ok	ok
14,72	36,14	0	0	-2311	ok	ok
14,72	36,14	0	0	-2311	ok	ok
22,72	0,00	357	0	-2311	ok	ok
22,72	0,00	357	0	-2311	ok	ok
37,44	36,14	357	0	-2311	ok	ok
37,44	36,14	357	0	-2311	ok	ok
-22,72	0,00	-357	0	-2311	ok	ok
-22,72	0,00	-357	0	-2311	ok	ok
-8,00	36,14	-357	0	-2311	ok	ok
-8,00	36,14	-357	0	-2311	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-2507	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-2311	ok	ok
18,10	44,43	0	0	-2507	ok	ok
14,72	36,14	0	0	-2311	ok	ok
15,71	0,00	268	0	-2507	ok	ok
17,04	0,00	268	0	-2311	ok	ok
33,81	44,43	268	0	-2507	ok	ok
31,76	36,14	268	0	-2311	ok	ok
-15,71	0,00	-268	0	-2507	ok	ok
-17,04	0,00	-268	0	-2311	ok	ok
2,38	44,43	-268	0	-2507	ok	ok
-2,32	36,14	-268	0	-2311	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-2311	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-2311	ok	ok
14,72	36,14	0	0	-2311	ok	ok
14,72	36,14	0	0	-2311	ok	ok
17,04	0,00	268	0	-2311	ok	ok
17,04	0,00	268	0	-2311	ok	ok
31,76	36,14	268	0	-2311	ok	ok
31,76	36,14	268	0	-2311	ok	ok
-17,04	0,00	-268	0	-2311	ok	ok
-17,04	0,00	-268	0	-2311	ok	ok
-2,32	36,14	-268	0	-2311	ok	ok
-2,32	36,14	-268	0	-2311	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-2311	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-2311	ok	ok
14,72	36,14	0	0	-2311	ok	ok
14,72	36,14	0	0	-2311	ok	ok
22,72	0,00	357	0	-2311	ok	ok
22,72	0,00	357	0	-2311	ok	ok
37,44	36,14	357	0	-2311	ok	ok
37,44	36,14	357	0	-2311	ok	ok
-22,72	0,00	-357	0	-2311	ok	ok
-22,72	0,00	-357	0	-2311	ok	ok
-8,00	36,14	-357	0	-2311	ok	ok

Combinazione			Verifica a carico limite condizioni drenate								Verifica a carico limite condizioni non drenate							verifica a scorrimento		
	tipologia	sisma	qlim c	qlim c s	qlim q	qlim γ	q lim tot	A*	Nrd	verifica	qlim q	qlim c	qlim c s	q lim tot	A*	Nrd	verifica	Vrd	verifica	verifica
n°			dN/cm2	dN/cm2	dN/cm2	dN/cm2	dN/cm2	cm2	kN	Nrd/Ned >1	dN/cm2	dN/cm2	dN/cm2	dN/cm2	cm2	kN	Nrd/Ned >1	kN	Vrd/SB >1	Vrd/SL>1
1	A1+M1+R3	no	1,850	1,665	0,880	1,561	**1,866**	327600	6112	2,645	0,114	2,666	2,399	**1,209**	327600	3959	1,713	765	-	-
2	A1+M1+R3	no	1,850	1,665	0,880	1,561	**1,866**	327600	6112	2,645	0,114	2,666	2,399	**1,209**	327600	3959	1,713	765	-	-
3	A1+M1+R3	no	1,859	1,673	0,884	1,435	**1,817**	276922	5031	2,177	0,114	2,680	2,412	**1,215**	276922	3364	1,456	765	-	-
4	A1+M1+R3	no	1,859	1,673	0,884	1,435	**1,817**	276922	5031	2,177	0,114	2,680	2,412	**1,215**	276922	3364	1,456	765	-	-
5	A1+M1+R3	no	1,414	1,273	0,705	1,001	**1,356**	286705	3889	1,683	0,114	2,415	2,173	**1,099**	286705	3152	1,364	765	2,1	-
6	A1+M1+R3	no	1,414	1,273	0,705	1,001	**1,356**	286705	3889	1,683	0,114	2,415	2,173	**1,099**	286705	3152	1,364	765	2,1	-
7	A1+M1+R3	no	1,403	1,263	0,701	0,896	**1,304**	239311	3121	1,350	0,114	2,380	2,142	**1,084**	239311	2595	1,123	765	2,1	-
8	A1+M1+R3	no	1,403	1,263	0,701	0,896	**1,304**	239311	3121	1,350	0,114	2,380	2,142	**1,084**	239311	2595	1,123	765	2,1	-
9	A1+M1+R3	no	1,414	1,273	0,705	1,001	**1,356**	286705	3889	1,683	0,114	2,415	2,173	**1,099**	286705	3152	1,364	765	2,1	-
10	A1+M1+R3	no	1,414	1,273	0,705	1,001	**1,356**	286705	3889	1,683	0,114	2,415	2,173	**1,099**	286705	3152	1,364	765	2,1	-
11	A1+M1+R3	no	1,449	1,304	0,720	1,064	**1,406**	288045	4050	1,752	0,114	2,436	2,193	**1,109**	288045	3194	1,382	765	2,1	-
12	A1+M1+R3	no	1,449	1,304	0,720	1,064	**1,406**	288045	4050	1,752	0,114	2,436	2,193	**1,109**	288045	3194	1,382	765	2,1	-
13	A1+M1+R3	no	1,850	1,665	0,880	1,561	**1,866**	327600	6112	2,439	0,114	2,666	2,399	**1,209**	327600	3959	1,580	829	-	-
14	A1+M1+R3	no	1,850	1,665	0,880	1,561	**1,866**	327600	6112	2,645	0,114	2,666	2,399	**1,209**	327600	3959	1,713	765	-	-
15	A1+M1+R3	no	1,861	1,675	0,885	1,406	**1,805**	265894	4801	1,915	0,114	2,684	2,415	**1,216**	265894	3234	1,290	829	-	-
16	A1+M1+R3	no	1,859	1,673	0,884	1,435	**1,817**	276922	5031	2,177	0,114	2,680	2,412	**1,215**	276922	3364	1,456	765	-	-
17	A1+M1+R3	no	1,542	1,388	0,757	1,153	**1,501**	299318	4492	1,792	0,114	2,486	2,237	**1,130**	299318	3383	1,350	829	3,1	-
18	A1+M1+R3	no	1,522	1,370	0,749	1,128	**1,478**	296929	4388	1,899	0,114	2,484	2,236	**1,130**	296929	3354	1,451	765	2,9	-
19	A1+M1+R3	no	1,536	1,383	0,754	1,017	**1,438**	240405	3458	1,379	0,114	2,460	2,214	**1,119**	240405	2690	1,073	829	3,1	-
20	A1+M1+R3	no	1,516	1,364	0,746	1,017	**1,426**	248714	3546	1,534	0,114	2,464	2,217	**1,121**	248714	2787	1,206	765	2,9	-
21	A1+M1+R3	no	1,542	1,388	0,757	1,153	**1,501**	299318	4492	1,792	0,114	2,486	2,237	**1,130**	299318	3383	1,350	829	3,1	-
22	A1+M1+R3	no	1,522	1,370	0,749	1,128	**1,478**	296929	4388	1,899	0,114	2,484	2,236	**1,130**	296929	3354	1,451	765	2,9	-
23	A1+M1+R3	no	1,581	1,423	0,773	1,205	**1,547**	291383	4508	1,798	0,114	2,506	2,256	**1,139**	291383	3319	1,324	829	3,1	-
24	A1+M1+R3	no	1,559	1,403	0,764	1,194	**1,529**	297448	4547	1,967	0,114	2,505	2,255	**1,139**	297448	3387	1,466	765	2,9	-
25	A1+M1+R3	no	1,850	1,665	0,880	1,561	**1,866**	327600	6112	2,645	0,114	2,666	2,399	**1,209**	327600	3959	1,713	765	-	-
26	A1+M1+R3	no	1,850	1,665	0,880	1,561	**1,866**	327600	6112	2,645	0,114	2,666	2,399	**1,209**	327600	3959	1,713	765	-	-
27	A1+M1+R3	no	1,859	1,673	0,884	1,435	**1,817**	276922	5031	2,177	0,114	2,680	2,412	**1,215**	276922	3364	1,456	765	-	-
28	A1+M1+R3	no	1,859	1,673	0,884	1,435	**1,817**	276922	5031	2,177	0,114	2,680	2,412	**1,215**	276922	3364	1,456	765	-	-
29	A1+M1+R3	no	1,522	1,370	0,749	1,128	**1,478**	296929	4388	1,899	0,114	2,484	2,236	**1,130**	296929	3354	1,451	765	2,9	-
30	A1+M1+R3	no	1,522	1,370	0,749	1,128	**1,478**	296929	4388	1,899	0,114	2,484	2,236	**1,130**	296929	3354	1,451	765	2,9	-
31	A1+M1+R3	no	1,516	1,364	0,746	1,017	**1,426**	248714	3546	1,534	0,114	2,464	2,217	**1,121**	248714	2787	1,206	765	2,9	-
32	A1+M1+R3	no	1,516	1,364	0,746	1,017	**1,426**	248714	3546	1,534	0,114	2,464	2,217	**1,121**	248714	2787	1,206	765	2,9	-
33	A1+M1+R3	no	1,522	1,370	0,749	1,128	**1,478**	296929	4388	1,899	0,114	2,484	2,236	**1,130**	296929	3354	1,451	765	2,9	-
34	A1+M1+R3	no	1,522	1,370	0,749	1,128	**1,478**	296929	4388	1,899	0,114	2,484	2,236	**1,130**	296929	3354	1,451	765	2,9	-
35	A1+M1+R3	no	1,559	1,403	0,764	1,194	**1,529**	297448	4547	1,967	0,114	2,505	2,255	**1,139**	297448	3387	1,466	765	2,9	-
36	A1+M1+R3	no	1,559	1,403	0,764	1,194	**1,529**	297448	4547	1,967	0,114	2,505	2,255	**1,139**	297448	3387	1,466	765	2,9	-
37	A1+M1+R3	no	1,850	1,665	0,880	1,561	**1,866**	327600	6112	2,645	0,114	2,666	2,399	**1,209**	327600	3959	1,713	765	-	-
38	A1+M1+R3	no	1,850	1,665	0,880	1,561	**1,866**	327600	6112	2,645	0,114	2,666	2,399	**1,209**	327600	3959	1,713	765	-	-
39	A1+M1+R3	no	1,859	1,673	0,884	1,435	**1,817**	276922	5031	2,177	0,114	2,680	2,412	**1,215**	276922	3364	1,456	765	-	-
40	A1+M1+R3	no	1,859	1,673	0,884	1,435	**1,817**	276922	5031	2,177	0,114	2,680	2,412	**1,215**	276922	3364	1,456	765	-	-
41	A1+M1+R3	no	1,414	1,273	0,705	1,001	**1,356**	286705	3889	1,683	0,114	2,415	2,173	**1,099**	286705	3152	1,364	765	2,1	-
42	A1+M1+R3	no	1,414	1,273	0,705	1,001	**1,356**	286705	3889	1,683	0,114	2,415	2,173	**1,099**	286705	3152	1,364	765	2,1	-
43	A1+M1+R3	no	1,403	1,263	0,701	0,896	**1,304**	239311	3121	1,350	0,114	2,380	2,142	**1,084**	239311	2595	1,123	765	2,1	-
44	A1+M1+R3	no	1,403	1,263	0,701	0,896	**1,304**	239311	3121	1,350	0,114	2,380	2,142	**1,084**	239311	2595	1,123	765	2,1	-
45	A1+M1+R3	no	1,414	1,273	0,705	1,001	**1,356**	286705	3889	1,683	0,114	2,415	2,173	**1,099**	286705	3152	1,364	765	2,1	-
46	A1+M1+R3	no	1,414	1,273	0,705	1,001	**1,356**	286705	3889	1,683	0,114	2,415	2,173	**1,099**	286705	3152	1,364	765	2,1	-
47	A1+M1+R3	no	1,449	1,304	0,720	1,064	**1,406**	288045	4050	1,752	0,114	2,436	2,193	**1,109**	288045	3194	1,382	765	2,1	-
48	A1+M1+R3	no	1,449	1,304	0,720	1,064	**1,406**	288045	4050	1,752	0,114	2,436	2,193	**1,109**	288045	3194	1,382	765	2,1	-
49	A1+M1+R3	no	1,850	1,665	0,880	1,561	**1,866**	327600	6112	2,439	0,114	2,666	2,399	**1,209**	327600	3959	1,580	829	-	-
50	A1+M1+R3	no	1,850	1,665	0,880	1,561	**1,866**	327600	6112	2,645	0,114	2,666	2,399	**1,209**	327600	3959	1,713	765	-	-
51	A1+M1+R3	no	1,861	1,675	0,885	1,406	**1,805**	265894	4801	1,915	0,114	2,684	2,415	**1,216**	265894	3234	1,290	829	-	-
52	A1+M1+R3	no	1,859	1,673	0,884	1,435	**1,817**	276922	5031	2,177	0,114	2,680	2,412	**1,215**	276922	3364	1,456	765	-	-
53	A1+M1+R3	no	1,542	1,388	0,757	1,153	**1,501**	299318	4492	1,792	0,114	2,486	2,237	**1,130**	299318	3383	1,350	829	3,1	-
54	A1+M1+R3	no	1,522	1,370	0,749	1,128	**1,478**	296929	4388	1,899	0,114	2,484	2,236	**1,130**	296929	3354	1,451	765	2,9	-
55	A1+M1+R3	no	1,536	1,383	0,754	1,017	**1,438**	240405	3458	1,379	0,114	2,460	2,214	**1,119**	240405	2690	1,073	829	3,1	-
56	A1+M1+R3	no	1,516	1,364	0,746	1,017	**1,426**	248714	3546	1,534	0,114	2,464	2,217	**1,121**	248714	2787	1,206	765	2,9	-
57	A1+M1+R3	no	1,542	1,388	0,757	1,153	**1,501**	299318	4492	1,792	0,114	2,486	2,237	**1,130**	299318	3383	1,350	829	3,1	-
58	A1+M1+R3	no	1,522	1,370	0,749	1,128	**1,478**	296929	4388	1,899	0,114	2,484	2,236	**1,130**	296929	3354	1,451	765	2,9	-
59	A1+M1+R3	no	1,581	1,423	0,773	1,205	**1,547**	291383	4508	1,798	0,114	2,506	2,256	**1,139**	291383	3319	1,324	829	3,1	-
60	A1+M1+R3	no	1,559	1,403	0,764	1,194	**1,529**	297448	4547	1,967	0,114	2,505	2,255	**1,139**	297448	3387	1,466	765	2,9	-
61	A1+M1+R3	no	1,850	1,665	0,880	1,561	**1,866**	327600	6112	2,645	0,114	2,666	2,399	**1,209**	327600	3959	1,713	765	-	-
62	A1+M1+R3	no	1,850	1,665	0,880	1,561	**1,866**	327600	6112	2,645	0,114	2,666	2,399	**1,209**	327600	3959	1,713	765	-	-
63	A1+M1+R3	no	1,859	1,673	0,884	1,435	**1,817**	276922	5031	2,177	0,114	2,680	2,412	**1,215**	276922	3364	1,456	765	-	-
64	A1+M1+R3	no	1,859	1,673	0,884	1,435	**1,817**	276922	5031	2,177	0,114	2,680	2,412	**1,215**	276922	3364	1,456	765	-	-
65	A1+M1+R3	no	1,522	1,370	0,749	1,128	**1,478**	296929	4388	1,899	0,114	2,484	2,236	**1,130**	296929	3354	1,451	765	2,9	-
66	A1+M1+R3	no	1,522	1,370	0,749	1,128	**1,478**	296929	4388	1,899	0,114	2,484	2,236	**1,130**	296929	3354	1,451	765	2,9	-
67	A1+M1+R3	no	1,516	1,364	0,746	1,017	**1,426**	248714	3546	1,534	0,114	2,464	2,217	**1,121**	248714	2787	1,206	765	2,9	-
68	A1+M1+R3	no	1,516	1,364	0,746	1,017	**1,426**	248714	3546	1,534	0,114	2,464	2,217	**1,121**	248714	2787	1,206	765	2,9	-
69	A1+M1+R3	no	1,522	1,370	0,749	1,128	**1,478**	296929	4388	1,899	0,114	2,484	2,236	**1,130**	296929	3354	1,451	765	2,9	-
70	A1+M1+R3	no	1,522	1,370	0,749	1,128	**1,478**	296929	4388	1,899	0,114	2,484	2,236	**1,130**	296929	3354	1,451	765	2,9	-
71	A1+M1+R3	no	1,559	1,403	0,764	1,194	**1,529**	297448	4547	1,967	0,114	2,505	2,255	**1,139**	297448	3387	1,466	765	2,9	-
72	A1+M1+R3	no	1,559	1,403	0,764	1,194	**1,529**	297448	4547	1,967	0,114	2,505	2,255	**1,139**	297448	3387	1,466	765	2,9	-
73	A1+M1+R3	no	1,850	1,665	0,880	1,561	**1,866**	327600	6112	2,645	0,114	2,666	2,399	**1,209**	327600	3959	1,713	765	-	-
74	A1+M1+R3	no	1,850	1,665	0,880	1,561	**1,866**	327600	6112	2,645	0,114	2,666	2,399	**1,209**	327600	3959	1,713	765	-	-
75	A1+M1+R3	no	1,859	1,673	0,884	1,435	**1,817**	276922	5031	2,177	0,114	2,680	2,412	**1,215**	276922	3364	1,456	765	-	-
76	A1+M1+R3	no	1,859	1,673	0,884	1,435	**1,817**	276922	5031	2,177	0,114	2,680	2,412	**1,215**	276922	3364	1,456	765	-	-
77	A1+M1+R3	no	1,414	1,273	0,705	1,001	**1,356**	286705	3889	1,683	0,114	2,415	2,173	**1,099**	286705	3152	1,364	765	2,1	-
78	A1+M1+R3	no	1,414	1,273	0,705	1,001	**1,356**	286705	3889	1,683	0,114	2,415	2,173	**1,099**	286705	3152	1,364	765	2,1	-
79	A1+M1+R3	no	1,403	1,263	0,701	0,896	**1,304**	239311	3121	1,350	0,114	2,380	2,142	**1,084**	239311	2595	1,123	765	2,1	-
80	A1+M1+R3	no	1,403	1,263	0,701	0,896	**1,304**	239311	3121	1,350	0,114	2,380	2,142	**1,084**	239311	2595	1,123	765	2,1	-
81	A1+M1+R3	no	1,414	1,273	0,705	1,001	**1,356**	286705	3889	1,683	0,114	2,415	2,173	**1,099**	286705	3152	1,364	765	2,1	-
82	A1+M1+R3	no	1,414	1,273	0,705	1,001	**1,356**	286705	3889	1,683	0,114	2,415	2,173	**1,099**	286705	3152	1,364	765	2,1	-
83	A1+M1+R3	no	1,449	1,304	0,720	1,064	**1,406**	288045	4050	1,752	0,114	2,436	2,193	**1,109**	288045	3194	1,382	765	2,1	-

Azioni sulla fondazione						
Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	ceck eb	ceck eL
cm	cm	kN	kN	kN	-	-
-8,00	36,14	-357	0	-2311	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-2507	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-2311	ok	ok
18,10	44,43	0	0	-2507	ok	ok
14,72	36,14	0	0	-2311	ok	ok
15,71	0,00	268	0	-2507	ok	ok
17,04	0,00	268	0	-2311	ok	ok
33,81	44,43	268	0	-2507	ok	ok
31,76	36,14	268	0	-2311	ok	ok
-15,71	0,00	-268	0	-2507	ok	ok
-17,04	0,00	-268	0	-2311	ok	ok
2,38	44,43	-268	0	-2507	ok	ok
-2,32	36,14	-268	0	-2311	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-2311	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-2311	ok	ok
14,72	36,14	0	0	-2311	ok	ok
14,72	36,14	0	0	-2311	ok	ok
17,04	0,00	268	0	-2311	ok	ok
17,04	0,00	268	0	-2311	ok	ok
31,76	36,14	268	0	-2311	ok	ok
31,76	36,14	268	0	-2311	ok	ok
-17,04	0,00	-268	0	-2311	ok	ok
-17,04	0,00	-268	0	-2311	ok	ok
-2,32	36,14	-268	0	-2311	ok	ok
-2,32	36,14	-268	0	-2311	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-1819	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-1819	ok	ok
15,93	39,11	0	0	-1819	ok	ok
15,93	39,11	0	0	-1819	ok	ok
28,56	0,00	353	0	-1819	ok	ok
28,56	0,00	353	0	-1819	ok	ok
44,48	39,11	353	0	-1819	ok	ok
44,48	39,11	353	0	-1819	ok	ok
-28,56	0,00	-353	0	-1819	ok	ok
-28,56	0,00	-353	0	-1819	ok	ok
-12,63	39,11	-353	0	-1819	ok	ok
-12,63	39,11	-353	0	-1819	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-1819	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-1819	ok	ok
15,93	39,11	0	0	-1819	ok	ok
15,93	39,11	0	0	-1819	ok	ok
21,42	0,00	265	0	-1819	ok	ok
21,42	0,00	265	0	-1819	ok	ok
37,35	39,11	265	0	-1819	ok	ok
37,35	39,11	265	0	-1819	ok	ok
-21,42	0,00	-265	0	-1819	ok	ok
-21,42	0,00	-265	0	-1819	ok	ok
-5,49	39,11	-265	0	-1819	ok	ok
-5,49	39,11	-265	0	-1819	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-1798	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-1798	ok	ok
16,12	39,58	0	0	-1798	ok	ok
16,12	39,58	0	0	-1798	ok	ok
21,67	0,00	265	0	-1798	ok	ok
21,67	0,00	265	0	-1798	ok	ok
37,80	39,58	265	0	-1798	ok	ok
37,80	39,58	265	0	-1798	ok	ok
-21,67	0,00	-265	0	-1798	ok	ok
-21,67	0,00	-265	0	-1798	ok	ok
-5,55	39,58	-265	0	-1798	ok	ok
-5,55	39,58	-265	0	-1798	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-1819	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-1819	ok	ok
15,93	39,11	0	0	-1819	ok	ok
15,93	39,11	0	0	-1819	ok	ok
28,56	0,00	353	0	-1819	ok	ok
28,56	0,00	353	0	-1819	ok	ok
44,48	39,11	353	0	-1819	ok	ok
44,48	39,11	353	0	-1819	ok	ok
-28,56	0,00	-353	0	-1819	ok	ok
-28,56	0,00	-353	0	-1819	ok	ok
-12,63	39,11	-353	0	-1819	ok	ok
-12,63	39,11	-353	0	-1819	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-1819	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-1819	ok	ok
15,93	39,11	0	0	-1819	ok	ok
15,93	39,11	0	0	-1819	ok	ok
21,42	0,00	265	0	-1819	ok	ok
21,42	0,00	265	0	-1819	ok	ok
37,35	39,11	265	0	-1819	ok	ok
37,35	39,11	265	0	-1819	ok	ok
-21,42	0,00	-265	0	-1819	ok	ok
-21,42	0,00	-265	0	-1819	ok	ok
-5,49	39,11	-265	0	-1819	ok	ok
-5,49	39,11	-265	0	-1819	ok	ok

Combinazione			Verifica a carico limite condizioni drenate								Verifica a carico limite condizioni non drenate							verifica a scorrimento		
	tipologia	sisma	qlim c	qlim c s	qlim q	qlim γ	q lim tot	A*	Nrd	verifica	qlim q	qlim c	qlim c s	q lim tot	A*	Nrd	verifica	Vrd	verifica	verifica
n°			dN/cm2	dN/cm2	dN/cm2	dN/cm2	dN/cm2	cm2	kN	Nrd/Ned >1	dN/cm2	dN/cm2	dN/cm2	dN/cm2	cm2	kN	Nrd/Ned >1	kN	Vrd/SB >1	Vrd/SL>1
84	A1+M1+R3	no	1,449	1,304	0,720	1,064	**1,406**	288045	4050	1,752	0,114	2,436	2,193	**1,109**	288045	3194	1,382	765	2,1	-
85	A1+M1+R3	no	1,850	1,665	0,880	1,561	**1,866**	327600	6112	2,439	0,114	2,666	2,399	**1,209**	327600	3959	1,580	829	-	-
86	A1+M1+R3	no	1,850	1,665	0,880	1,561	**1,866**	327600	6112	2,645	0,114	2,666	2,399	**1,209**	327600	3959	1,713	765	-	-
87	A1+M1+R3	no	1,861	1,675	0,885	1,406	**1,805**	265894	4801	1,915	0,114	2,684	2,415	**1,216**	265894	3234	1,290	829	-	-
88	A1+M1+R3	no	1,859	1,673	0,884	1,435	**1,817**	276922	5031	2,177	0,114	2,680	2,412	**1,215**	276922	3364	1,456	765	-	-
89	A1+M1+R3	no	1,542	1,388	0,757	1,153	**1,501**	299318	4492	1,792	0,114	2,486	2,237	**1,130**	299318	3383	1,350	829	3,1	-
90	A1+M1+R3	no	1,522	1,370	0,749	1,128	**1,478**	296929	4388	1,899	0,114	2,484	2,236	**1,130**	296929	3354	1,451	765	2,9	-
91	A1+M1+R3	no	1,536	1,383	0,754	1,017	**1,438**	240405	3458	1,379	0,114	2,460	2,214	**1,119**	240405	2690	1,073	829	3,1	-
92	A1+M1+R3	no	1,516	1,364	0,746	1,017	**1,426**	248714	3546	1,534	0,114	2,464	2,217	**1,121**	248714	2787	1,206	765	2,9	-
93	A1+M1+R3	no	1,542	1,388	0,757	1,153	**1,501**	299318	4492	1,792	0,114	2,486	2,237	**1,130**	299318	3383	1,350	829	3,1	-
94	A1+M1+R3	no	1,522	1,370	0,749	1,128	**1,478**	296929	4388	1,899	0,114	2,484	2,236	**1,130**	296929	3354	1,451	765	2,9	-
95	A1+M1+R3	no	1,581	1,423	0,773	1,205	**1,547**	291383	4508	1,798	0,114	2,506	2,256	**1,139**	291383	3319	1,324	829	3,1	-
96	A1+M1+R3	no	1,559	1,403	0,764	1,194	**1,529**	297448	4547	1,967	0,114	2,505	2,255	**1,139**	297448	3387	1,466	765	2,9	-
97	A1+M1+R3	no	1,850	1,665	0,880	1,561	**1,866**	327600	6112	2,645	0,114	2,666	2,399	**1,209**	327600	3959	1,713	765	-	-
98	A1+M1+R3	no	1,850	1,665	0,880	1,561	**1,866**	327600	6112	2,645	0,114	2,666	2,399	**1,209**	327600	3959	1,713	765	-	-
99	A1+M1+R3	no	1,859	1,673	0,884	1,435	**1,817**	276922	5031	2,177	0,114	2,680	2,412	**1,215**	276922	3364	1,456	765	-	-
100	A1+M1+R3	no	1,859	1,673	0,884	1,435	**1,817**	276922	5031	2,177	0,114	2,680	2,412	**1,215**	276922	3364	1,456	765	-	-
101	A1+M1+R3	no	1,522	1,370	0,749	1,128	**1,478**	296929	4388	1,899	0,114	2,484	2,236	**1,130**	296929	3354	1,451	765	2,9	-
102	A1+M1+R3	no	1,522	1,370	0,749	1,128	**1,478**	296929	4388	1,899	0,114	2,484	2,236	**1,130**	296929	3354	1,451	765	2,9	-
103	A1+M1+R3	no	1,516	1,364	0,746	1,017	**1,426**	248714	3546	1,534	0,114	2,464	2,217	**1,121**	248714	2787	1,206	765	2,9	-
104	A1+M1+R3	no	1,516	1,364	0,746	1,017	**1,426**	248714	3546	1,534	0,114	2,464	2,217	**1,121**	248714	2787	1,206	765	2,9	-
105	A1+M1+R3	no	1,522	1,370	0,749	1,128	**1,478**	296929	4388	1,899	0,114	2,484	2,236	**1,130**	296929	3354	1,451	765	2,9	-
106	A1+M1+R3	no	1,522	1,370	0,749	1,128	**1,478**	296929	4388	1,899	0,114	2,484	2,236	**1,130**	296929	3354	1,451	765	2,9	-
107	A1+M1+R3	no	1,559	1,403	0,764	1,194	**1,529**	297448	4547	1,967	0,114	2,505	2,255	**1,139**	297448	3387	1,466	765	2,9	-
108	A1+M1+R3	no	1,559	1,403	0,764	1,194	**1,529**	297448	4547	1,967	0,114	2,505	2,255	**1,139**	297448	3387	1,466	765	2,9	-
109	A2+M2+R2	no	1,033	0,929	0,593	0,917	**1,413**	327600	4628	2,544	0,114	1,904	1,714	**1,121**	327600	3673	2,019	530	-	-
110	A2+M2+R2	no	1,033	0,929	0,593	0,917	**1,413**	327600	4628	2,544	0,114	1,904	1,714	**1,121**	327600	3673	2,019	530	-	-
111	A2+M2+R2	no	1,039	0,935	0,596	0,837	**1,373**	272945	3748	2,060	0,114	1,915	1,724	**1,127**	272945	3077	1,691	530	-	-
112	A2+M2+R2	no	1,039	0,935	0,596	0,837	**1,373**	272945	3748	2,060	0,114	1,915	1,724	**1,127**	272945	3077	1,691	530	-	-
113	A2+M2+R2	no	0,714	0,642	0,451	0,524	**0,938**	276201	2591	1,424	0,114	1,646	1,482	**0,978**	276201	2701	1,485	530	1,5	-
114	A2+M2+R2	no	0,714	0,642	0,451	0,524	**0,938**	276201	2591	1,424	0,114	1,646	1,482	**0,978**	276201	2701	1,485	530	1,5	-
115	A2+M2+R2	no	0,703	0,632	0,446	0,460	**0,893**	226013	2019	1,110	0,114	1,600	1,440	**0,952**	226013	2152	1,183	530	1,5	-
116	A2+M2+R2	no	0,703	0,632	0,446	0,460	**0,893**	226013	2019	1,110	0,114	1,600	1,440	**0,952**	226013	2152	1,183	530	1,5	-
117	A2+M2+R2	no	0,714	0,642	0,451	0,524	**0,938**	276201	2591	1,424	0,114	1,646	1,482	**0,978**	276201	2701	1,485	530	1,5	-
118	A2+M2+R2	no	0,714	0,642	0,451	0,524	**0,938**	276201	2591	1,424	0,114	1,646	1,482	**0,978**	276201	2701	1,485	530	1,5	-
119	A2+M2+R2	no	0,732	0,659	0,460	0,563	**0,975**	278375	2715	1,492	0,114	1,664	1,498	**0,988**	278375	2750	1,512	530	1,5	-
120	A2+M2+R2	no	0,732	0,659	0,460	0,563	**0,975**	278375	2715	1,492	0,114	1,664	1,498	**0,988**	278375	2750	1,512	530	1,5	-
121	A2+M2+R2	no	1,033	0,929	0,593	0,917	**1,413**	327600	4628	2,544	0,114	1,904	1,714	**1,121**	327600	3673	2,019	530	-	-
122	A2+M2+R2	no	1,033	0,929	0,593	0,917	**1,413**	327600	4628	2,544	0,114	1,904	1,714	**1,121**	327600	3673	2,019	530	-	-
123	A2+M2+R2	no	1,039	0,935	0,596	0,837	**1,373**	272945	3748	2,060	0,114	1,915	1,724	**1,127**	272945	3077	1,691	530	-	-
124	A2+M2+R2	no	1,039	0,935	0,596	0,837	**1,373**	272945	3748	2,060	0,114	1,915	1,724	**1,127**	272945	3077	1,691	530	-	-
125	A2+M2+R2	no	0,793	0,714	0,486	0,611	**1,050**	289051	3036	1,669	0,114	1,720	1,548	**1,019**	289051	2944	1,618	530	2,0	-
126	A2+M2+R2	no	0,793	0,714	0,486	0,611	**1,050**	289051	3036	1,669	0,114	1,720	1,548	**1,019**	289051	2944	1,618	530	2,0	-
127	A2+M2+R2	no	0,786	0,707	0,483	0,542	**1,006**	237746	2393	1,315	0,114	1,691	1,522	**1,003**	237746	2384	1,310	530	2,0	-
128	A2+M2+R2	no	0,786	0,707	0,483	0,542	**1,006**	237746	2393	1,315	0,114	1,691	1,522	**1,003**	237746	2384	1,310	530	2,0	-
129	A2+M2+R2	no	0,793	0,714	0,486	0,611	**1,050**	289051	3036	1,669	0,114	1,720	1,548	**1,019**	289051	2944	1,618	530	2,0	-
130	A2+M2+R2	no	0,793	0,714	0,486	0,611	**1,050**	289051	3036	1,669	0,114	1,720	1,548	**1,019**	289051	2944	1,618	530	2,0	-
131	A2+M2+R2	no	0,812	0,731	0,495	0,652	**1,089**	290108	3158	1,736	0,114	1,737	1,563	**1,028**	290108	2983	1,639	530	2,0	-
132	A2+M2+R2	no	0,812	0,731	0,495	0,652	**1,089**	290108	3158	1,736	0,114	1,737	1,563	**1,028**	290108	2983	1,639	530	2,0	-
133	A2+M2+R2	no	1,033	0,929	0,593	0,917	**1,413**	327600	4628	2,575	0,114	1,904	1,714	**1,121**	327600	3673	2,043	523	-	-
134	A2+M2+R2	no	1,033	0,929	0,593	0,917	**1,413**	327600	4628	2,575	0,114	1,904	1,714	**1,121**	327600	3673	2,043	523	-	-
135	A2+M2+R2	no	1,039	0,935	0,596	0,836	**1,373**	272316	3738	2,079	0,114	1,915	1,724	**1,127**	272316	3070	1,708	523	-	-
136	A2+M2+R2	no	1,039	0,935	0,596	0,836	**1,373**	272316	3738	2,079	0,114	1,915	1,724	**1,127**	272316	3070	1,708	523	-	-
137	A2+M2+R2	no	0,791	0,712	0,485	0,609	**1,047**	288586	3022	1,681	0,114	1,719	1,547	**1,018**	288586	2939	1,635	523	2,0	-
138	A2+M2+R2	no	0,791	0,712	0,485	0,609	**1,047**	288586	3022	1,681	0,114	1,719	1,547	**1,018**	288586	2939	1,635	523	2,0	-
139	A2+M2+R2	no	0,784	0,705	0,482	0,539	**1,003**	236734	2374	1,320	0,114	1,690	1,521	**1,002**	236734	2373	1,320	523	2,0	-
140	A2+M2+R2	no	0,784	0,705	0,482	0,539	**1,003**	236734	2374	1,320	0,114	1,690	1,521	**1,002**	236734	2373	1,320	523	2,0	-
141	A2+M2+R2	no	0,791	0,712	0,485	0,609	**1,047**	288586	3022	1,681	0,114	1,719	1,547	**1,018**	288586	2939	1,635	523	2,0	-
142	A2+M2+R2	no	0,791	0,712	0,485	0,609	**1,047**	288586	3022	1,681	0,114	1,719	1,547	**1,018**	288586	2939	1,635	523	2,0	-
143	A2+M2+R2	no	0,810	0,729	0,495	0,650	**1,086**	289667	3146	1,750	0,114	1,736	1,563	**1,028**	289667	2978	1,657	523	2,0	-
144	A2+M2+R2	no	0,810	0,729	0,495	0,650	**1,086**	289667	3146	1,750	0,114	1,736	1,563	**1,028**	289667	2978	1,657	523	2,0	-
145	A2+M2+R2	no	1,033	0,929	0,593	0,917	**1,413**	327600	4628	2,544	0,114	1,904	1,714	**1,121**	327600	3673	2,019	530	-	-
146	A2+M2+R2	no	1,033	0,929	0,593	0,917	**1,413**	327600	4628	2,544	0,114	1,904	1,714	**1,121**	327600	3673	2,019	530	-	-
147	A2+M2+R2	no	1,039	0,935	0,596	0,837	**1,373**	272945	3748	2,060	0,114	1,915	1,724	**1,127**	272945	3077	1,691	530	-	-
148	A2+M2+R2	no	1,039	0,935	0,596	0,837	**1,373**	272945	3748	2,060	0,114	1,915	1,724	**1,127**	272945	3077	1,691	530	-	-
149	A2+M2+R2	no	0,714	0,642	0,451	0,524	**0,938**	276201	2591	1,424	0,114	1,646	1,482	**0,978**	276201	2701	1,485	530	1,5	-
150	A2+M2+R2	no	0,714	0,642	0,451	0,524	**0,938**	276201	2591	1,424	0,114	1,646	1,482	**0,978**	276201	2701	1,485	530	1,5	-
151	A2+M2+R2	no	0,703	0,632	0,446	0,460	**0,893**	226013	2019	1,110	0,114	1,600	1,440	**0,952**	226013	2152	1,183	530	1,5	-
152	A2+M2+R2	no	0,703	0,632	0,446	0,460	**0,893**	226013	2019	1,110	0,114	1,600	1,440	**0,952**	226013	2152	1,183	530	1,5	-
153	A2+M2+R2	no	0,714	0,642	0,451	0,524	**0,938**	276201	2591	1,424	0,114	1,646	1,482	**0,978**	276201	2701	1,485	530	1,5	-
154	A2+M2+R2	no	0,714	0,642	0,451	0,524	**0,938**	276201	2591	1,424	0,114	1,646	1,482	**0,978**	276201	2701	1,485	530	1,5	-
155	A2+M2+R2	no	0,732	0,659	0,460	0,563	**0,975**	278375	2715	1,492	0,114	1,664	1,498	**0,988**	278375	2750	1,512	530	1,5	-
156	A2+M2+R2	no	0,732	0,659	0,460	0,563	**0,975**	278375	2715	1,492	0,114	1,664	1,498	**0,988**	278375	2750	1,512	530	1,5	-
157	A2+M2+R2	no	1,033	0,929	0,593	0,917	**1,413**	327600	4628	2,544	0,114	1,904	1,714	**1,121**	327600	3673	2,019	530	-	-
158	A2+M2+R2	no	1,033	0,929	0,593	0,917	**1,413**	327600	4628	2,544	0,114	1,904	1,714	**1,121**	327600	3673	2,019	530	-	-
159	A2+M2+R2	no	1,039	0,935	0,596	0,837	**1,373**	272945	3748	2,060	0,114	1,915	1,724	**1,127**	272945	3077	1,691	530	-	-
160	A2+M2+R2	no	1,039	0,935	0,596	0,837	**1,373**	272945	3748	2,060	0,114	1,915	1,724	**1,127**	272945	3077	1,691	530	-	-
161	A2+M2+R2	no	0,793	0,714	0,486	0,611	**1,050**	289051	3036	1,669	0,114	1,720	1,548	**1,019**	289051	2944	1,618	530	2,0	-
162	A2+M2+R2	no	0,793	0,714	0,486	0,611	**1,050**	289051	3036	1,669	0,114	1,720	1,548	**1,019**	289051	2944	1,618	530	2,0	-
163	A2+M2+R2	no	0,786	0,707	0,483	0,542	**1,006**	237746	2393	1,315	0,114	1,691	1,522	**1,003**	237746	2384	1,310	530	2,0	-
164	A2+M2+R2	no	0,786	0,707	0,483	0,542	**1,006**	237746	2393	1,315	0,114	1,691	1,522	**1,003**	237746	2384	1,310	530	2,0	-
165	A2+M2+R2	no	0,793	0,714	0,486	0,611	**1,050**	289051	3036	1,669	0,114	1,720	1,548	**1,019**	289051	2944	1,618	530	2,0	-
166	A2+M2+R2	no	0,793	0,714	0,486	0,611	**1,050**	289051	3036	1,669	0,114	1,720	1,548	**1,019**	289051	2944	1,618	530	2,0	-
167	A2+M2+R2	no	0,812	0,731	0,495	0,652	**1,089**	290108	3158	1,736	0,114	1,737	1,563	**1,028**	290108	2983	1,639	530	2,0	-
168	A2+M2+R2	no	0,812	0,731	0,495	0,652	**1,089**	290108	3158	1,736	0,114	1,737	1,563	**1,028**	290108	2983	1,639	530	2,0	-

Azioni sulla fondazione						
Ecc. B	Ecc. L	S. Taglio B	S. Taglio L	S. Normale	ceck eb	ceck eL
cm	cm	kN	kN	kN	-	-
0,00	0,00	0	0	-1798	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-1798	ok	ok
16,12	39,58	0	0	-1798	ok	ok
16,12	39,58	0	0	-1798	ok	ok
21,67	0,00	265	0	-1798	ok	ok
21,67	0,00	265	0	-1798	ok	ok
37,80	39,58	265	0	-1798	ok	ok
37,80	39,58	265	0	-1798	ok	ok
-21,67	0,00	-265	0	-1798	ok	ok
-21,67	0,00	-265	0	-1798	ok	ok
-5,55	39,58	-265	0	-1798	ok	ok
-5,55	39,58	-265	0	-1798	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-1819	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-1819	ok	ok
15,93	39,11	0	0	-1819	ok	ok
15,93	39,11	0	0	-1819	ok	ok
28,56	0,00	353	0	-1819	ok	ok
28,56	0,00	353	0	-1819	ok	ok
44,48	39,11	353	0	-1819	ok	ok
44,48	39,11	353	0	-1819	ok	ok
-28,56	0,00	-353	0	-1819	ok	ok
-28,56	0,00	-353	0	-1819	ok	ok
-12,63	39,11	-353	0	-1819	ok	ok
-12,63	39,11	-353	0	-1819	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-1819	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-1819	ok	ok
15,93	39,11	0	0	-1819	ok	ok
15,93	39,11	0	0	-1819	ok	ok
21,42	0,00	265	0	-1819	ok	ok
21,42	0,00	265	0	-1819	ok	ok
37,35	39,11	265	0	-1819	ok	ok
37,35	39,11	265	0	-1819	ok	ok
-21,42	0,00	-265	0	-1819	ok	ok
-21,42	0,00	-265	0	-1819	ok	ok
-5,49	39,11	-265	0	-1819	ok	ok
-5,49	39,11	-265	0	-1819	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-1798	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-1798	ok	ok
16,12	39,58	0	0	-1798	ok	ok
16,12	39,58	0	0	-1798	ok	ok
21,67	0,00	265	0	-1798	ok	ok
21,67	0,00	265	0	-1798	ok	ok
37,80	39,58	265	0	-1798	ok	ok
37,80	39,58	265	0	-1798	ok	ok
-21,67	0,00	-265	0	-1798	ok	ok
-21,67	0,00	-265	0	-1798	ok	ok
-5,55	39,58	-265	0	-1798	ok	ok
-5,55	39,58	-265	0	-1798	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-1251	ok	ok
8,14	0,00	84	0	-1251	ok	ok
-8,14	0,00	-84	0	-1251	ok	ok
0,00	0,00	0	0	-1251	ok	ok
9,18	0,00	96	0	-1251	ok	ok
-9,18	0,00	-96	0	-1251	ok	ok

Combinazione			Verifica a carico limite condizioni drenate								Verifica a carico limite condizioni non drenate							verifica a scorrimento		
	tipologia	sisma	qlim c	qlim c s	qlim q	qlim γ	q lim tot	A*	Nrd	verifica	qlim q	qlim c	qlim c s	q lim tot	A*	Nrd	verifica	Vrd	verifica	verifica
n°			dN/cm2	dN/cm2	dN/cm2	dN/cm2	dN/cm2	cm2	kN	Nrd/Ned >1	dN/cm2	dN/cm2	dN/cm2	dN/cm2	cm2	kN	Nrd/Ned >1	kN	Vrd/SB >1	Vrd/SL>1
169	A2+M2+R2	no	1,033	0,929	0,593	0,917	**1,413**	327600	4628	2,575	0,114	1,904	1,714	**1,121**	327600	3673	2,043	523	-	-
170	A2+M2+R2	no	1,033	0,929	0,593	0,917	**1,413**	327600	4628	2,575	0,114	1,904	1,714	**1,121**	327600	3673	2,043	523	-	-
171	A2+M2+R2	no	1,039	0,935	0,596	0,836	**1,373**	272316	3738	2,079	0,114	1,915	1,724	**1,127**	272316	3070	1,708	523	-	-
172	A2+M2+R2	no	1,039	0,935	0,596	0,836	**1,373**	272316	3738	2,079	0,114	1,915	1,724	**1,127**	272316	3070	1,708	523	-	-
173	A2+M2+R2	no	0,791	0,712	0,485	0,609	**1,047**	288586	3022	1,681	0,114	1,719	1,547	**1,018**	288586	2939	1,635	523	2,0	-
174	A2+M2+R2	no	0,791	0,712	0,485	0,609	**1,047**	288586	3022	1,681	0,114	1,719	1,547	**1,018**	288586	2939	1,635	523	2,0	-
175	A2+M2+R2	no	0,784	0,705	0,482	0,539	**1,003**	236734	2374	1,320	0,114	1,690	1,521	**1,002**	236734	2373	1,320	523	2,0	-
176	A2+M2+R2	no	0,784	0,705	0,482	0,539	**1,003**	236734	2374	1,320	0,114	1,690	1,521	**1,002**	236734	2373	1,320	523	2,0	-
177	A2+M2+R2	no	0,791	0,712	0,485	0,609	**1,047**	288586	3022	1,681	0,114	1,719	1,547	**1,018**	288586	2939	1,635	523	2,0	-
178	A2+M2+R2	no	0,791	0,712	0,485	0,609	**1,047**	288586	3022	1,681	0,114	1,719	1,547	**1,018**	288586	2939	1,635	523	2,0	-
179	A2+M2+R2	no	0,810	0,729	0,495	0,650	**1,086**	289667	3146	1,750	0,114	1,736	1,563	**1,028**	289667	2978	1,657	523	2,0	-
180	A2+M2+R2	no	0,810	0,729	0,495	0,650	**1,086**	289667	3146	1,750	0,114	1,736	1,563	**1,028**	289667	2978	1,657	523	2,0	-
181	A2+M2+R2	no	1,033	0,929	0,593	0,917	**1,413**	327600	4628	2,544	0,114	1,904	1,714	**1,121**	327600	3673	2,019	530	-	-
182	A2+M2+R2	no	1,033	0,929	0,593	0,917	**1,413**	327600	4628	2,544	0,114	1,904	1,714	**1,121**	327600	3673	2,019	530	-	-
183	A2+M2+R2	no	1,039	0,935	0,596	0,837	**1,373**	272945	3748	2,060	0,114	1,915	1,724	**1,127**	272945	3077	1,691	530	-	-
184	A2+M2+R2	no	1,039	0,935	0,596	0,837	**1,373**	272945	3748	2,060	0,114	1,915	1,724	**1,127**	272945	3077	1,691	530	-	-
185	A2+M2+R2	no	0,714	0,642	0,451	0,524	**0,938**	276201	2591	1,424	0,114	1,646	1,482	**0,978**	276201	2701	1,485	530	1,5	-
186	A2+M2+R2	no	0,714	0,642	0,451	0,524	**0,938**	276201	2591	1,424	0,114	1,646	1,482	**0,978**	276201	2701	1,485	530	1,5	-
187	A2+M2+R2	no	0,703	0,632	0,446	0,460	**0,893**	226013	2019	1,110	0,114	1,600	1,440	**0,952**	226013	2152	1,183	530	1,5	-
188	A2+M2+R2	no	0,703	0,632	0,446	0,460	**0,893**	226013	2019	1,110	0,114	1,600	1,440	**0,952**	226013	2152	1,183	530	1,5	-
189	A2+M2+R2	no	0,714	0,642	0,451	0,524	**0,938**	276201	2591	1,424	0,114	1,646	1,482	**0,978**	276201	2701	1,485	530	1,5	-
190	A2+M2+R2	no	0,714	0,642	0,451	0,524	**0,938**	276201	2591	1,424	0,114	1,646	1,482	**0,978**	276201	2701	1,485	530	1,5	-
191	A2+M2+R2	no	0,732	0,659	0,460	0,563	**0,975**	278375	2715	1,492	0,114	1,664	1,498	**0,988**	278375	2750	1,512	530	1,5	-
192	A2+M2+R2	no	0,732	0,659	0,460	0,563	**0,975**	278375	2715	1,492	0,114	1,664	1,498	**0,988**	278375	2750	1,512	530	1,5	-
193	A2+M2+R2	no	1,033	0,929	0,593	0,917	**1,413**	327600	4628	2,544	0,114	1,904	1,714	**1,121**	327600	3673	2,019	530	-	-
194	A2+M2+R2	no	1,033	0,929	0,593	0,917	**1,413**	327600	4628	2,544	0,114	1,904	1,714	**1,121**	327600	3673	2,019	530	-	-
195	A2+M2+R2	no	1,039	0,935	0,596	0,837	**1,373**	272945	3748	2,060	0,114	1,915	1,724	**1,127**	272945	3077	1,691	530	-	-
196	A2+M2+R2	no	1,039	0,935	0,596	0,837	**1,373**	272945	3748	2,060	0,114	1,915	1,724	**1,127**	272945	3077	1,691	530	-	-
197	A2+M2+R2	no	0,793	0,714	0,486	0,611	**1,050**	289051	3036	1,669	0,114	1,720	1,548	**1,019**	289051	2944	1,618	530	2,0	-
198	A2+M2+R2	no	0,793	0,714	0,486	0,611	**1,050**	289051	3036	1,669	0,114	1,720	1,548	**1,019**	289051	2944	1,618	530	2,0	-
199	A2+M2+R2	no	0,786	0,707	0,483	0,542	**1,006**	237746	2393	1,315	0,114	1,691	1,522	**1,003**	237746	2384	1,310	530	2,0	-
200	A2+M2+R2	no	0,786	0,707	0,483	0,542	**1,006**	237746	2393	1,315	0,114	1,691	1,522	**1,003**	237746	2384	1,310	530	2,0	-
201	A2+M2+R2	no	0,793	0,714	0,486	0,611	**1,050**	289051	3036	1,669	0,114	1,720	1,548	**1,019**	289051	2944	1,618	530	2,0	-
202	A2+M2+R2	no	0,793	0,714	0,486	0,611	**1,050**	289051	3036	1,669	0,114	1,720	1,548	**1,019**	289051	2944	1,618	530	2,0	-
203	A2+M2+R2	no	0,812	0,731	0,495	0,652	**1,089**	290108	3158	1,736	0,114	1,737	1,563	**1,028**	290108	2983	1,639	530	2,0	-
204	A2+M2+R2	no	0,812	0,731	0,495	0,652	**1,089**	290108	3158	1,736	0,114	1,737	1,563	**1,028**	290108	2983	1,639	530	2,0	-
205	A2+M2+R2	no	1,033	0,929	0,593	0,917	**1,413**	327600	4628	2,575	0,114	1,904	1,714	**1,121**	327600	3673	2,043	523	-	-
206	A2+M2+R2	no	1,033	0,929	0,593	0,917	**1,413**	327600	4628	2,575	0,114	1,904	1,714	**1,121**	327600	3673	2,043	523	-	-
207	A2+M2+R2	no	1,039	0,935	0,596	0,836	**1,373**	272316	3738	2,079	0,114	1,915	1,724	**1,127**	272316	3070	1,708	523	-	-
208	A2+M2+R2	no	1,039	0,935	0,596	0,836	**1,373**	272316	3738	2,079	0,114	1,915	1,724	**1,127**	272316	3070	1,708	523	-	-
209	A2+M2+R2	no	0,791	0,712	0,485	0,609	**1,047**	288586	3022	1,681	0,114	1,719	1,547	**1,018**	288586	2939	1,635	523	2,0	-
210	A2+M2+R2	no	0,791	0,712	0,485	0,609	**1,047**	288586	3022	1,681	0,114	1,719	1,547	**1,018**	288586	2939	1,635	523	2,0	-
211	A2+M2+R2	no	0,784	0,705	0,482	0,539	**1,003**	236734	2374	1,320	0,114	1,690	1,521	**1,002**	236734	2373	1,320	523	2,0	-
212	A2+M2+R2	no	0,784	0,705	0,482	0,539	**1,003**	236734	2374	1,320	0,114	1,690	1,521	**1,002**	236734	2373	1,320	523	2,0	-
213	A2+M2+R2	no	0,791	0,712	0,485	0,609	**1,047**	288586	3022	1,681	0,114	1,719	1,547	**1,018**	288586	2939	1,635	523	2,0	-
214	A2+M2+R2	no	0,791	0,712	0,485	0,609	**1,047**	288586	3022	1,681	0,114	1,719	1,547	**1,018**	288586	2939	1,635	523	2,0	-
215	A2+M2+R2	no	0,810	0,729	0,495	0,650	**1,086**	289667	3146	1,750	0,114	1,736	1,563	**1,028**	289667	2978	1,657	523	2,0	-
216	A2+M2+R2	no	0,810	0,729	0,495	0,650	**1,086**	289667	3146	1,750	0,114	1,736	1,563	**1,028**	289667	2978	1,657	523	2,0	-
217	A1+M1+R3	si	1,850	1,665	0,880	1,561	**1,785**	327600	5849	4,677	0,114	2,666	2,399	**1,093**	327600	3580	2,863	414	-	-
218	A1+M1+R3	si	1,694	1,525	0,818	1,346	**1,604**	312956	5020	4,014	0,114	2,611	2,350	**1,071**	312956	3353	2,681	414	4,9	-
219	A1+M1+R3	si	1,694	1,525	0,818	1,346	**1,604**	312956	5020	4,014	0,114	2,611	2,350	**1,071**	312956	3353	2,681	414	4,9	-
220	A1+M1+R3	si	1,850	1,665	0,880	1,561	**1,785**	327600	5849	4,677	0,114	2,666	2,399	**1,093**	327600	3580	2,863	414	-	-
221	A1+M1+R3	si	1,673	1,506	0,809	1,319	**1,580**	311079	4916	3,931	0,114	2,603	2,343	**1,068**	311079	3323	2,658	414	4,3	-
222	A1+M1+R3	si	1,673	1,506	0,809	1,319	**1,580**	311079	4916	3,931	0,114	2,603	2,343	**1,068**	311079	3323	2,658	414	4,3	-

TABULATI COEFFICIENTI

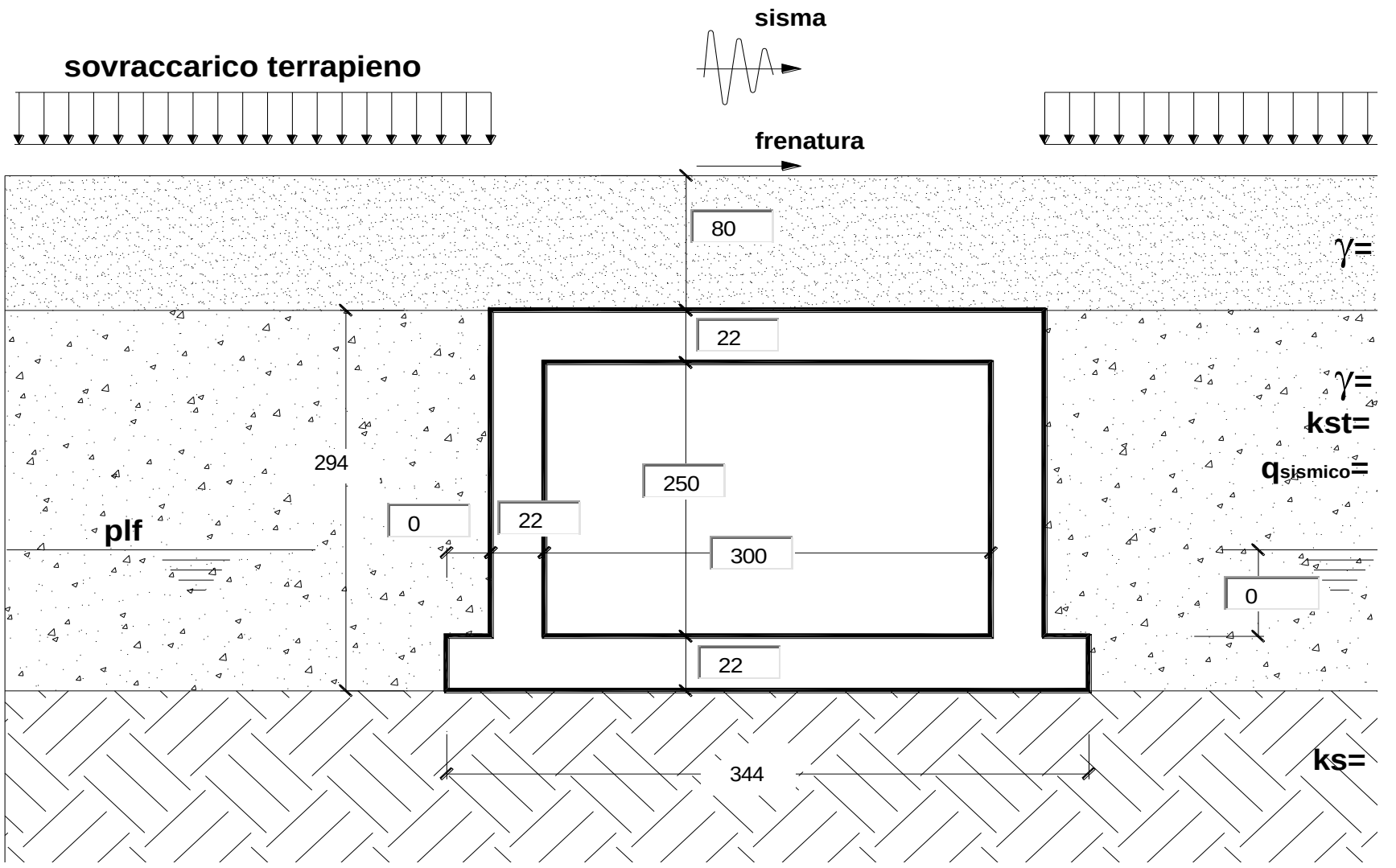
	Combinazione		parametri generali													condizioni drenate												non drenate		
	tipologia	sisma	Cu	c'	φ	B*	L*	B* eff	L* eff	mb	ml	θ	m	H	D / B*	Nq	Nc	Ny	sc	sq	sy	ic	iq	iy	dc	dq	dy	ic	dc	sc
n°			dN/cm2	dN/cm2	rad	cm	cm	cm	cm					kN																	
1	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
2	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
3	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	334,6	827,72	334,6	827,7	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,179	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,06	1,00	1,000	1,07	1,08
4	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	334,6	827,72	334,6	827,7	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,179	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,06	1,00	1,000	1,07	1,08
5	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	318,6	900,00	318,6	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	357,21	0,188	6,399	14,835	5,386	1,15	1,13	0,86	0,77	0,81	0,72	1,07	1,06	1,00	0,906	1,08	1,07
6	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	318,6	900,00	318,6	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	357,21	0,188	6,399	14,835	5,386	1,15	1,13	0,86	0,77	0,81	0,72	1,07	1,06	1,00	0,906	1,08	1,07
7	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	289,1	827,72	289,1	827,7	1,74	1,26	1,57	1,74	357,21	0,208	6,399	14,835	5,386	1,15	1,13	0,86	0,76	0,80	0,70	1,08	1,07	1,00	0,888	1,08	1,07
8	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	289,1	827,72	289,1	827,7	1,74	1,26	1,57	1,74	357,21	0,208	6,399	14,835	5,386	1,15	1,13	0,86	0,76	0,80	0,70	1,08	1,07	1,00	0,888	1,08	1,07
9	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	318,6	900,00	318,6	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	357,21	0,188	6,399	14,835	5,386	1,15	1,13	0,86	0,77	0,81	0,72	1,07	1,06	1,00	0,906	1,08	1,07
10	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	318,6	900,00	318,6	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	357,21	0,188	6,399	14,835	5,386	1,15	1,13	0,86	0,77	0,81	0,72	1,07	1,06	1,00	0,906	1,08	1,07
11	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	348,0	827,72	348,0	827,7	1,70	1,30	1,57	1,70	357,21	0,172	6,399	14,835	5,386	1,18	1,15	0,83	0,78	0,81	0,72	1,06	1,05	1,00	0,909	1,07	1,08
12	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	348,0	827,72	348,0	827,7	1,70	1,30	1,57	1,70	357,21	0,172	6,399	14,835	5,386	1,18	1,15	0,83	0,78	0,81	0,72	1,06	1,05	1,00	0,909	1,07	1,08
13	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
14	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
15	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	327,8	811,13	327,8	811,1	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,183	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,06	1,00	1,000	1,07	1,08
16	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	334,6	827,72	334,6	827,7	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,179	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,06	1,00	1,000	1,07	1,08
17	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	332,6	900,00	332,6	900,0	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,180	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,84	0,86	0,80	1,07	1,06	1,00	0,933	1,07	1,07
18	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	329,9	900,00	329,9	900,0	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,182	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,83	0,86	0,78	1,07	1,06	1,00	0,932	1,07	1,07
19	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	296,4	811,13	296,4	811,1	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,202	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,83	0,86	0,79	1,08	1,06	1,00	0,917	1,08	1,07
20	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	300,5	827,72	300,5	827,7	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,200	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,82	0,85	0,77	1,07	1,06	1,00	0,919	1,08	1,07
21	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	332,6	900,00	332,6	900,0	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,180	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,84	0,86	0,80	1,07	1,06	1,00	0,933	1,07	1,07
22	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	329,9	900,00	329,9	900,0	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,182	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,83	0,86	0,78	1,07	1,06	1,00	0,932	1,07	1,07
23	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	359,2	811,13	359,2	811,1	1,69	1,31	1,57	1,69	267,91	0,167	6,399	14,835	5,386	1,19	1,16	0,82	0,84	0,87	0,80	1,06	1,05	1,00	0,933	1,07	1,09
24	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	359,4	827,72	359,4	827,7	1,70	1,30	1,57	1,70	267,91	0,167	6,399	14,835	5,386	1,19	1,16	0,83	0,83	0,86	0,79	1,06	1,05	1,00	0,934	1,07	1,09
25	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
26	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
27	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	334,6	827,72	334,6	827,7	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,179	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,06	1,00	1,000	1,07	1,08
28	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	334,6	827,72	334,6	827,7	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,179	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,06	1,00	1,000	1,07	1,08
29	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	329,9	900,00	329,9	900,0	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,182	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,83	0,86	0,78	1,07	1,06	1,00	0,932	1,07	1,07
30	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	329,9	900,00	329,9	900,0	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,182	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,83	0,86	0,78	1,07	1,06	1,00	0,932	1,07	1,07
31	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	300,5	827,72	300,5	827,7	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,200	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,82	0,85	0,77	1,07	1,06	1,00	0,919	1,08	1,07
32	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	300,5	827,72	300,5	827,7	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,200	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,82	0,85	0,77	1,07	1,06	1,00	0,919	1,08	1,07
33	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	329,9	900,00	329,9	900,0	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,182	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,83	0,86	0,78	1,07	1,06	1,00	0,932	1,07	1,07
34	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	329,9	900,00	329,9	900,0	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,182	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,83	0,86	0,78	1,07	1,06	1,00	0,932	1,07	1,07
35	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	359,4	827,72	359,4	827,7	1,70	1,30	1,57	1,70	267,91	0,167	6,399	14,835	5,386	1,19	1,16	0,83	0,83	0,86	0,79	1,06	1,05	1,00	0,934	1,07	1,09
36	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	359,4	827,72	359,4	827,7	1,70	1,30	1,57	1,70	267,91	0,167	6,399	14,835	5,386	1,19	1,16	0,83	0,83	0,86	0,79	1,06	1,05	1,00	0,934	1,07	1,09
37	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
38	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
39	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	334,6	827,72	334,6	827,7	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,179	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,06	1,00	1,000	1,07	1,08
40	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	334,6	827,72	334,6	827,7	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,179	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,06	1,00	1,000	1,07	1,08
41	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	318,6	900,00	318,6	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	357,21	0,188	6,399	14,835	5,386	1,15	1,13	0,86	0,77	0,81	0,72	1,07	1,06	1,00	0,906	1,08	1,07
42	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	318,6	900,00	318,6	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	357,21	0,188	6,399	14,835	5,386	1,15	1,13	0,86	0,77	0,81	0,72	1,07	1,06	1,00	0,906	1,08	1,07
43	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	289,1	827,72	289,1	827,7	1,74	1,26	1,57	1,74	357,21	0,208	6,399	14,835	5,386	1,15	1,13	0,86	0,76	0,80	0,70	1,08	1,07	1,00	0,888	1,08	1,07
44	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	289,1	827,72	289,1	827,7	1,74	1,26	1,57	1,74	357,21	0,208	6,399	14,835	5,386	1,15	1,13	0,86	0,76	0,80	0,70	1,08	1,07	1,00	0,888	1,08	1,07
45	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	318,6	900,00	318,6	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	357,21	0,188	6,399	14,835	5,386	1,15	1,13	0,86	0,77	0,81	0,72	1,07	1,06	1,00	0,906	1,08	1,07
46	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	318,6	900,00	318,6	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	357,21	0,188	6,399	14,835	5,386	1,15	1,13	0,86	0,77	0,81	0,72	1,07	1,06	1,00	0,906	1,08	1,07
47	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	348,0	827,72	348,0	827,7	1,70	1,30	1,57	1,70	357,21	0,172	6,399	14,835	5,386	1,18	1,15	0,83	0,78	0,81	0,72	1,06	1,05	1,00	0,909	1,07	1,08
48	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	348,0	827,72	348,0	827,7	1,70	1,30	1,57	1,70	357,21	0,172	6,399	14,835	5,386	1,18	1,15	0,83	0,78	0,81	0,72	1,06	1,05	1,00	0,909	1,07	1,08
49	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
50	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
51	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	327,8	811,13	327,8	811,1	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,183	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,06	1,00	1,000	1,07	1,08
52	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	334,6	827,72	334,6	827,7	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,179	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,06	1,00	1,000	1,07	1,08
53	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	332,6	900,00	332,6	900,0	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,180	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,84	0,86	0,80	1,07	1,06	1,00	0,933	1,07	1,07
54	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	329,9	900,00	329,9	900,0	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,182	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,83	0,86	0,78	1,07	1,06	1,00	0,932	1,07	1,07
55	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	296,4	811,13	296,4	811,1	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,202	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,83	0,86	0,79	1,08	1,06	1,00	0,917	1,08	1,07
56	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	300,5	827,72	300,5	827,7	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,200	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,82	0,85	0,77	1,07	1,06	1,00	0,919	1,08	1,07
57	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	332,6	900,00	332,6	900,0	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,180	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,84	0,86	0,80	1,07	1,06	1,00	0,933	1,07	1,07
58	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	329,9	900,00	329,9	900,0	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,182	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,83	0,86	0,78	1,07	1,06	1,00	0,932	1,07	1,07
59	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	359,2	811,13	359,2	811,1	1,69	1,31	1,57	1,69	267,91	0,167	6,399	14,835	5,386	1,19	1,16	0,82	0,84	0,87	0,80	1,06	1,05	1,00	0,933	1,07	1,09
60	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	359,4	827,72	359,4	827,7	1,70	1,30	1,57	1,70	267,91	0,167	6,399	14,835	5,386	1,19	1,16	0,83	0,83	0,86	0,79	1,06	1,05	1,00	0,934	1,07	1,09
61	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
62	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
63	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	334,6	827,72	334,6	827,7	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,179	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,06	1,00	1,000	1,07	1,08
64	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	334,6	827,72	334,6	827,7	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,179	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,06	1,00	1,000	1,07	1,08
65	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	329,9	900,00	329,9	900,0	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,182	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,83	0,86	0,78	1,07	1,06	1,00	0,932	1,07	1,07
66	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	329,9	900,00	329,9	900,0	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,182	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,83	0,86	0,78	1,07	1,06	1,00	0,932	1,07	1,07
67	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	300,5	827,72	300,5	827,7	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,200	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,82	0,85	0,77	1,07	1,06	1,00	0,919	1,08	1,07
68	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	300,5	827,72	300,5	827,7	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,200	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,82	0,85	0,77	1,07	1,06	1,00	0,919	1,08	1,07
69	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	329,9	900,00	329,9	900,0	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,182	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,83	0,86	0,78	1,07	1,06	1,00	0,932	1,07	1,07
70	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	329,9	900,00	329,9	900,0	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,182	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,83	0,86	0,78	1,07	1,06	1,00	0,932	1,07	1,07
71	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	359,4	827,72	359,4	827,7	1,70	1,30	1,57	1,70	267,91	0,167	6,399	14,835	5,386	1,19	1,16	0,83	0,83	0,86	0,79	1,06	1,05	1,00	0,934	1,07	1,09

Combinazione			parametri generali													condizioni drenate												non drenate		
	tipologia	sisma	Cu	c'	φ	B*	L*	B* eff	L* eff	mb	ml	θ	m	H	D / B*	Nq	Nc	Ny	sc	sq	sy	ic	iq	iy	dc	dq	dy	ic	dc	sc
n°			dN/cm2	dN/cm2	rad	cm	cm	cm	cm					kN																	
72	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	359,4	827,72	359,4	827,7	1,70	1,30	1,57	1,70	267,91	0,167	6,399	14,835	5,386	1,19	1,16	0,83	0,83	0,86	0,79	1,06	1,05	1,00	0,934	1,07	1,09
73	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
74	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
75	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	334,6	827,72	334,6	827,7	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,179	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,06	1,00	1,000	1,07	1,08
76	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	334,6	827,72	334,6	827,7	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,179	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,06	1,00	1,000	1,07	1,08
77	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	318,6	900,00	318,6	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	357,21	0,188	6,399	14,835	5,386	1,15	1,13	0,86	0,77	0,81	0,72	1,07	1,06	1,00	0,906	1,08	1,07
78	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	318,6	900,00	318,6	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	357,21	0,188	6,399	14,835	5,386	1,15	1,13	0,86	0,77	0,81	0,72	1,07	1,06	1,00	0,906	1,08	1,07
79	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	289,1	827,72	289,1	827,7	1,74	1,26	1,57	1,74	357,21	0,208	6,399	14,835	5,386	1,15	1,13	0,86	0,76	0,80	0,70	1,08	1,07	1,00	0,888	1,08	1,07
80	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	289,1	827,72	289,1	827,7	1,74	1,26	1,57	1,74	357,21	0,208	6,399	14,835	5,386	1,15	1,13	0,86	0,76	0,80	0,70	1,08	1,07	1,00	0,888	1,08	1,07
81	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	318,6	900,00	318,6	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	357,21	0,188	6,399	14,835	5,386	1,15	1,13	0,86	0,77	0,81	0,72	1,07	1,06	1,00	0,906	1,08	1,07
82	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	318,6	900,00	318,6	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	357,21	0,188	6,399	14,835	5,386	1,15	1,13	0,86	0,77	0,81	0,72	1,07	1,06	1,00	0,906	1,08	1,07
83	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	348,0	827,72	348,0	827,7	1,70	1,30	1,57	1,70	357,21	0,172	6,399	14,835	5,386	1,18	1,15	0,83	0,78	0,81	0,72	1,06	1,05	1,00	0,909	1,07	1,08
84	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	348,0	827,72	348,0	827,7	1,70	1,30	1,57	1,70	357,21	0,172	6,399	14,835	5,386	1,18	1,15	0,83	0,78	0,81	0,72	1,06	1,05	1,00	0,909	1,07	1,08
85	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
86	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
87	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	327,8	811,13	327,8	811,1	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,183	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,06	1,00	1,000	1,07	1,08
88	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	334,6	827,72	334,6	827,7	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,179	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,06	1,00	1,000	1,07	1,08
89	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	332,6	900,00	332,6	900,0	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,180	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,84	0,86	0,80	1,07	1,06	1,00	0,933	1,07	1,07
90	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	329,9	900,00	329,9	900,0	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,182	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,83	0,86	0,78	1,07	1,06	1,00	0,932	1,07	1,07
91	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	296,4	811,13	296,4	811,1	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,202	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,83	0,86	0,79	1,08	1,06	1,00	0,917	1,08	1,07
92	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	300,5	827,72	300,5	827,7	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,200	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,82	0,85	0,77	1,07	1,06	1,00	0,919	1,08	1,07
93	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	332,6	900,00	332,6	900,0	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,180	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,84	0,86	0,80	1,07	1,06	1,00	0,933	1,07	1,07
94	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	329,9	900,00	329,9	900,0	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,182	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,83	0,86	0,78	1,07	1,06	1,00	0,932	1,07	1,07
95	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	359,2	811,13	359,2	811,1	1,69	1,31	1,57	1,69	267,91	0,167	6,399	14,835	5,386	1,19	1,16	0,82	0,84	0,87	0,80	1,06	1,05	1,00	0,933	1,07	1,09
96	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	359,4	827,72	359,4	827,7	1,70	1,30	1,57	1,70	267,91	0,167	6,399	14,835	5,386	1,19	1,16	0,83	0,83	0,86	0,79	1,06	1,05	1,00	0,934	1,07	1,09
97	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
98	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
99	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	334,6	827,72	334,6	827,7	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,179	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,06	1,00	1,000	1,07	1,08
100	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	334,6	827,72	334,6	827,7	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,179	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,06	1,00	1,000	1,07	1,08
101	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	329,9	900,00	329,9	900,0	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,182	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,83	0,86	0,78	1,07	1,06	1,00	0,932	1,07	1,07
102	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	329,9	900,00	329,9	900,0	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,182	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,83	0,86	0,78	1,07	1,06	1,00	0,932	1,07	1,07
103	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	300,5	827,72	300,5	827,7	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,200	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,82	0,85	0,77	1,07	1,06	1,00	0,919	1,08	1,07
104	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	300,5	827,72	300,5	827,7	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,200	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,82	0,85	0,77	1,07	1,06	1,00	0,919	1,08	1,07
105	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	329,9	900,00	329,9	900,0	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,182	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,83	0,86	0,78	1,07	1,06	1,00	0,932	1,07	1,07
106	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	329,9	900,00	329,9	900,0	1,73	1,27	1,57	1,73	267,91	0,182	6,399	14,835	5,386	1,16	1,13	0,85	0,83	0,86	0,78	1,07	1,06	1,00	0,932	1,07	1,07
107	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	359,4	827,72	359,4	827,7	1,70	1,30	1,57	1,70	267,91	0,167	6,399	14,835	5,386	1,19	1,16	0,83	0,83	0,86	0,79	1,06	1,05	1,00	0,934	1,07	1,09
108	A1+M1+R3	no	0,45	0,1	0,34907	359,4	827,72	359,4	827,7	1,70	1,30	1,57	1,70	267,91	0,167	6,399	14,835	5,386	1,19	1,16	0,83	0,83	0,86	0,79	1,06	1,05	1,00	0,934	1,07	1,09
109	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
110	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
111	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	332,1	821,77	332,1	821,8	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,181	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
112	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	332,1	821,77	332,1	821,8	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,181	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
113	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	306,9	900,00	306,9	900,0	1,75	1,25	1,57	1,75	353,39	0,196	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,70	0,77	0,66	1,08	1,06	1,00	0,865	1,08	1,07
114	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	306,9	900,00	306,9	900,0	1,75	1,25	1,57	1,75	353,39	0,196	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,70	0,77	0,66	1,08	1,06	1,00	0,865	1,08	1,07
115	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	275,0	821,77	275,0	821,8	1,75	1,25	1,57	1,75	353,39	0,218	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,87	0,68	0,75	0,64	1,09	1,07	1,00	0,835	1,09	1,07
116	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	275,0	821,77	275,0	821,8	1,75	1,25	1,57	1,75	353,39	0,218	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,87	0,68	0,75	0,64	1,09	1,07	1,00	0,835	1,09	1,07
117	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	306,9	900,00	306,9	900,0	1,75	1,25	1,57	1,75	353,39	0,196	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,70	0,77	0,66	1,08	1,06	1,00	0,865	1,08	1,07
118	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	306,9	900,00	306,9	900,0	1,75	1,25	1,57	1,75	353,39	0,196	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,70	0,77	0,66	1,08	1,06	1,00	0,865	1,08	1,07
119	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	338,7	821,77	338,7	821,8	1,71	1,29	1,57	1,71	353,39	0,177	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	0,70	0,77	0,66	1,07	1,05	1,00	0,869	1,07	1,08
120	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	338,7	821,77	338,7	821,8	1,71	1,29	1,57	1,71	353,39	0,177	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	0,70	0,77	0,66	1,07	1,05	1,00	0,869	1,07	1,08
121	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
122	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
123	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	332,1	821,77	332,1	821,8	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,181	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
124	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	332,1	821,77	332,1	821,8	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,181	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
125	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	321,2	900,00	321,2	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,187	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,77	0,83	0,74	1,07	1,06	1,00	0,904	1,07	1,07
126	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	321,2	900,00	321,2	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,187	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,77	0,83	0,74	1,07	1,06	1,00	0,904	1,07	1,07
127	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	289,3	821,77	289,3	821,8	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,207	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,76	0,82	0,73	1,08	1,06	1,00	0,883	1,08	1,07
128	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	289,3	821,77	289,3	821,8	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,207	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,76	0,82	0,73	1,08	1,06	1,00	0,883	1,08	1,07
129	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	321,2	900,00	321,2	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,187	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,77	0,83	0,74	1,07	1,06	1,00	0,904	1,07	1,07
130	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	321,2	900,00	321,2	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,187	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,77	0,83	0,74	1,07	1,06	1,00	0,904	1,07	1,07
131	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	353,0	821,77	353,0	821,8	1,70	1,30	1,57	1,70	265,05	0,170	4,433	11,792	3,164	1,16	1,13	0,83	0,78	0,83	0,74	1,07	1,05	1,00	0,906	1,07	1,09
132	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	353,0	821,77	353,0	821,8	1,70	1,30	1,57	1,70	265,05	0,170	4,433	11,792	3,164	1,16	1,13	0,83	0,78	0,83	0,74	1,07	1,05	1,00	0,906	1,07	1,09
133	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
134	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
135	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	331,8	820,83	331,8	820,8	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,181	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
136	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	331,8	820,83	331,8	820,8	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,181	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
137	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	320,7	900,00	320,7	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,187	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,77	0,82	0,74	1,07	1,06	1,00	0,903	1,07	1,07
138	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	320,7	900,00	320,7	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,187	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,77	0,82	0,74	1,07	1,06	1,00	0,903	1,07	1,07
139	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	288,4	820,83	288,4	820,8	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,208	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,76	0,81	0,72	1,08	1,06	1,00	0,882	1,08	1,07
140	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	288,4	820,83	288,4	820,8	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,208	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,76	0,81	0,72	1,08	1,06	1,00	0,882	1,08	1,07
141	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	320,7	900,00	320,7	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,187	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,77	0,82	0,74	1,07	1,06	1,00	0,903	1,07	1,07
142	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	320,7	900,00	320,7	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,187	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,77	0,82	0,74	1,07	1,06	1,00	0,903	1,07	1,07
143	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	352,9	820,83	352,9	820,8	1,70	1,30	1,57	1,70	265,05	0,170	4,433	11,792	3,164	1,16	1,13	0,83	0,78	0,83	0,74	1,07	1,05	1,00	0,906	1,07	1,09
144	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	352,9	820,83	352,9	820,8	1,70	1,30	1,57	1,70	265,05	0,170	4,433	11,792	3,164	1,16	1,13	0,83	0,78	0,83	0,74	1,07	1,05	1,00	0,906	1,07	1,09

Combinazione			parametri generali													condizioni drenate												non drenate		
	tipologia	sisma	Cu	c'	φ	B*	L*	B* eff	L* eff	mb	ml	θ	m	H	D / B*	Nq	Nc	Ny	sc	sq	sy	ic	iq	iy	dc	dq	dy	ic	dc	sc
n°			dN/cm2	dN/cm2	rad	cm	cm	cm	cm					kN																	
145	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
146	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
147	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	332,1	821,77	332,1	821,8	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,181	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
148	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	332,1	821,77	332,1	821,8	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,181	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
149	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	306,9	900,00	306,9	900,0	1,75	1,25	1,57	1,75	353,39	0,196	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,70	0,77	0,66	1,08	1,06	1,00	0,865	1,08	1,07
150	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	306,9	900,00	306,9	900,0	1,75	1,25	1,57	1,75	353,39	0,196	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,70	0,77	0,66	1,08	1,06	1,00	0,865	1,08	1,07
151	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	275,0	821,77	275,0	821,8	1,75	1,25	1,57	1,75	353,39	0,218	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,87	0,68	0,75	0,64	1,09	1,07	1,00	0,835	1,09	1,07
152	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	275,0	821,77	275,0	821,8	1,75	1,25	1,57	1,75	353,39	0,218	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,87	0,68	0,75	0,64	1,09	1,07	1,00	0,835	1,09	1,07
153	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	306,9	900,00	306,9	900,0	1,75	1,25	1,57	1,75	353,39	0,196	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,70	0,77	0,66	1,08	1,06	1,00	0,865	1,08	1,07
154	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	306,9	900,00	306,9	900,0	1,75	1,25	1,57	1,75	353,39	0,196	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,70	0,77	0,66	1,08	1,06	1,00	0,865	1,08	1,07
155	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	338,7	821,77	338,7	821,8	1,71	1,29	1,57	1,71	353,39	0,177	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	0,70	0,77	0,66	1,07	1,05	1,00	0,869	1,07	1,08
156	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	338,7	821,77	338,7	821,8	1,71	1,29	1,57	1,71	353,39	0,177	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	0,70	0,77	0,66	1,07	1,05	1,00	0,869	1,07	1,08
157	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
158	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
159	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	332,1	821,77	332,1	821,8	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,181	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
160	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	332,1	821,77	332,1	821,8	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,181	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
161	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	321,2	900,00	321,2	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,187	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,77	0,83	0,74	1,07	1,06	1,00	0,904	1,07	1,07
162	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	321,2	900,00	321,2	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,187	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,77	0,83	0,74	1,07	1,06	1,00	0,904	1,07	1,07
163	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	289,3	821,77	289,3	821,8	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,207	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,76	0,82	0,73	1,08	1,06	1,00	0,883	1,08	1,07
164	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	289,3	821,77	289,3	821,8	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,207	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,76	0,82	0,73	1,08	1,06	1,00	0,883	1,08	1,07
165	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	321,2	900,00	321,2	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,187	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,77	0,83	0,74	1,07	1,06	1,00	0,904	1,07	1,07
166	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	321,2	900,00	321,2	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,187	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,77	0,83	0,74	1,07	1,06	1,00	0,904	1,07	1,07
167	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	353,0	821,77	353,0	821,8	1,70	1,30	1,57	1,70	265,05	0,170	4,433	11,792	3,164	1,16	1,13	0,83	0,78	0,83	0,74	1,07	1,05	1,00	0,906	1,07	1,09
168	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	353,0	821,77	353,0	821,8	1,70	1,30	1,57	1,70	265,05	0,170	4,433	11,792	3,164	1,16	1,13	0,83	0,78	0,83	0,74	1,07	1,05	1,00	0,906	1,07	1,09
169	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
170	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
171	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	331,8	820,83	331,8	820,8	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,181	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
172	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	331,8	820,83	331,8	820,8	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,181	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
173	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	320,7	900,00	320,7	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,187	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,77	0,82	0,74	1,07	1,06	1,00	0,903	1,07	1,07
174	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	320,7	900,00	320,7	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,187	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,77	0,82	0,74	1,07	1,06	1,00	0,903	1,07	1,07
175	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	288,4	820,83	288,4	820,8	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,208	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,76	0,81	0,72	1,08	1,06	1,00	0,882	1,08	1,07
176	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	288,4	820,83	288,4	820,8	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,208	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,76	0,81	0,72	1,08	1,06	1,00	0,882	1,08	1,07
177	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	320,7	900,00	320,7	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,187	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,77	0,82	0,74	1,07	1,06	1,00	0,903	1,07	1,07
178	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	320,7	900,00	320,7	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,187	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,77	0,82	0,74	1,07	1,06	1,00	0,903	1,07	1,07
179	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	352,9	820,83	352,9	820,8	1,70	1,30	1,57	1,70	265,05	0,170	4,433	11,792	3,164	1,16	1,13	0,83	0,78	0,83	0,74	1,07	1,05	1,00	0,906	1,07	1,09
180	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	352,9	820,83	352,9	820,8	1,70	1,30	1,57	1,70	265,05	0,170	4,433	11,792	3,164	1,16	1,13	0,83	0,78	0,83	0,74	1,07	1,05	1,00	0,906	1,07	1,09
181	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
182	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
183	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	332,1	821,77	332,1	821,8	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,181	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
184	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	332,1	821,77	332,1	821,8	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,181	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
185	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	306,9	900,00	306,9	900,0	1,75	1,25	1,57	1,75	353,39	0,196	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,70	0,77	0,66	1,08	1,06	1,00	0,865	1,08	1,07
186	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	306,9	900,00	306,9	900,0	1,75	1,25	1,57	1,75	353,39	0,196	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,70	0,77	0,66	1,08	1,06	1,00	0,865	1,08	1,07
187	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	275,0	821,77	275,0	821,8	1,75	1,25	1,57	1,75	353,39	0,218	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,87	0,68	0,75	0,64	1,09	1,07	1,00	0,835	1,09	1,07
188	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	275,0	821,77	275,0	821,8	1,75	1,25	1,57	1,75	353,39	0,218	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,87	0,68	0,75	0,64	1,09	1,07	1,00	0,835	1,09	1,07
189	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	306,9	900,00	306,9	900,0	1,75	1,25	1,57	1,75	353,39	0,196	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,70	0,77	0,66	1,08	1,06	1,00	0,865	1,08	1,07
190	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	306,9	900,00	306,9	900,0	1,75	1,25	1,57	1,75	353,39	0,196	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,70	0,77	0,66	1,08	1,06	1,00	0,865	1,08	1,07
191	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	338,7	821,77	338,7	821,8	1,71	1,29	1,57	1,71	353,39	0,177	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	0,70	0,77	0,66	1,07	1,05	1,00	0,869	1,07	1,08
192	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	338,7	821,77	338,7	821,8	1,71	1,29	1,57	1,71	353,39	0,177	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	0,70	0,77	0,66	1,07	1,05	1,00	0,869	1,07	1,08
193	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
194	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
195	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	332,1	821,77	332,1	821,8	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,181	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
196	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	332,1	821,77	332,1	821,8	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,181	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
197	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	321,2	900,00	321,2	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,187	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,77	0,83	0,74	1,07	1,06	1,00	0,904	1,07	1,07
198	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	321,2	900,00	321,2	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,187	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,77	0,83	0,74	1,07	1,06	1,00	0,904	1,07	1,07
199	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	289,3	821,77	289,3	821,8	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,207	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,76	0,82	0,73	1,08	1,06	1,00	0,883	1,08	1,07
200	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	289,3	821,77	289,3	821,8	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,207	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,76	0,82	0,73	1,08	1,06	1,00	0,883	1,08	1,07
201	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	321,2	900,00	321,2	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,187	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,77	0,83	0,74	1,07	1,06	1,00	0,904	1,07	1,07
202	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	321,2	900,00	321,2	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,187	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,77	0,83	0,74	1,07	1,06	1,00	0,904	1,07	1,07
203	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	353,0	821,77	353,0	821,8	1,70	1,30	1,57	1,70	265,05	0,170	4,433	11,792	3,164	1,16	1,13	0,83	0,78	0,83	0,74	1,07	1,05	1,00	0,906	1,07	1,09
204	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	353,0	821,77	353,0	821,8	1,70	1,30	1,57	1,70	265,05	0,170	4,433	11,792	3,164	1,16	1,13	0,83	0,78	0,83	0,74	1,07	1,05	1,00	0,906	1,07	1,09
205	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
206	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
207	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	331,8	820,83	331,8	820,8	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,181	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
208	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	331,8	820,83	331,8	820,8	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,181	4,433	11,792	3,164	1,15	1,12	0,84	1,00	1,00	1,00	1,07	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
209	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	320,7	900,00	320,7	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,187	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,77	0,82	0,74	1,07	1,06	1,00	0,903	1,07	1,07
210	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	320,7	900,00	320,7	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,187	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,77	0,82	0,74	1,07	1,06	1,00	0,903	1,07	1,07
211	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	288,4	820,83	288,4	820,8	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,208	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,76	0,81	0,72	1,08	1,06	1,00	0,882	1,08	1,07
212	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	288,4	820,83	288,4	820,8	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,208	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,76	0,81	0,72	1,08	1,06	1,00	0,882	1,08	1,07
213	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	320,7	900,00	320,7	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,187	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,77	0,82	0,74	1,07	1,06	1,00	0,903	1,07	1,07
214	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	320,7	900,00	320,7	900,0	1,74	1,26	1,57	1,74	265,05	0,187	4,433	11,792	3,164	1,13	1,10	0,86	0,77	0,82	0,74	1,07	1,06	1,00	0,903	1,07	1,07
215	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	352,9	820,83	352,9	820,8	1,70	1,30	1,57	1,70	265,05	0,170	4,433	11,792	3,164	1,16	1,13	0,83	0,78	0,83	0,74	1,07	1,05	1,00	0,906	1,07	1,09
216	A2+M2+R2	no	0,32143	0,07143	0,28334	352,9	820,83	352,9	820,8	1,70	1,30	1,57	1,70	265,05	0,170	4,433	11,792	3,164	1,16	1,13	0,83	0,78	0,83	0,74	1,07	1,05	1,00	0,906	1,07	1,09
217	A1+M1+R3	si	0,45	0,1	0,34907	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08

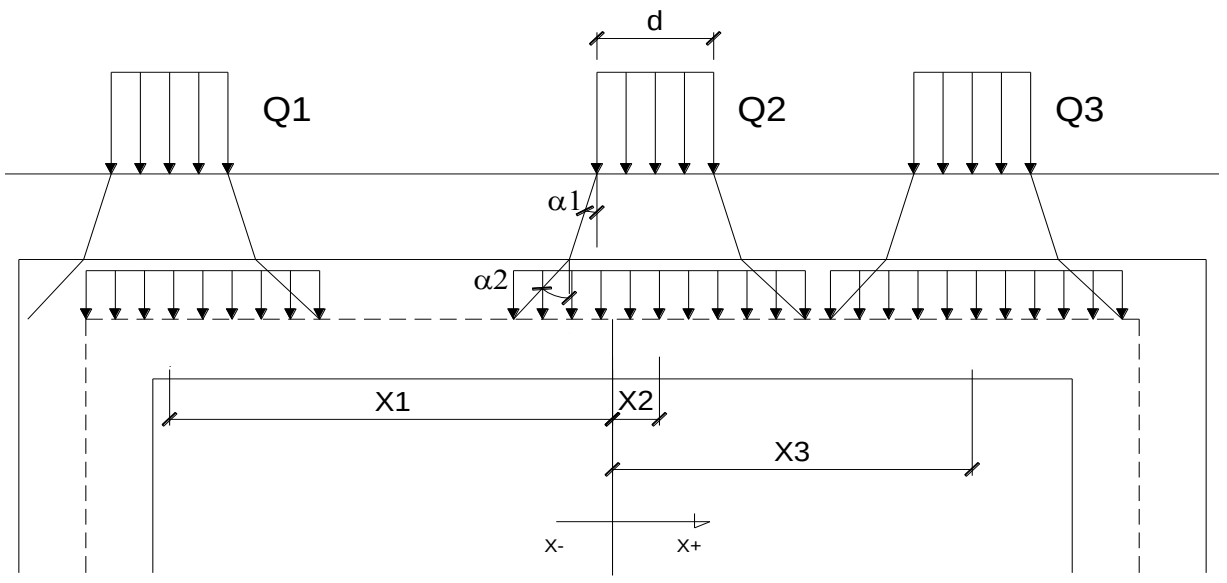
Combinazione			parametri generali													condizioni drenate													non drenate		
	tipologia	sisma	Cu	c'	φ	B*	L*	B* eff	L* eff	mb	ml	θ	m	H	D / B*	Nq	Nc	Ny	sc	sq	sy	ic	iq	iy	dc	dq	dy	ic	dc	sc
n°			dN/cm2	dN/cm2	rad	cm	cm	cm	cm					kN																	
218	A1+M1+R3	si	0,45	0,1	0,34907	347,7	900,00	347,7	900,0	1,72	1,28	1,57	1,72	84,34	0,173	6,399	14,835	5,386	1,17	1,14	0,85	0,92	0,93	0,89	1,06	1,05	1,00	0,980	1,07	1,08
219	A1+M1+R3	si	0,45	0,1	0,34907	347,7	900,00	347,7	900,0	1,72	1,28	1,57	1,72	84,34	0,173	6,399	14,835	5,386	1,17	1,14	0,85	0,92	0,93	0,89	1,06	1,05	1,00	0,980	1,07	1,08
220	A1+M1+R3	si	0,45	0,1	0,34907	364,0	900,00	364,0	900,0	1,71	1,29	1,57	1,71	0,00	0,165	6,399	14,835	5,386	1,17	1,15	0,84	1,00	1,00	1,00	1,06	1,05	1,00	1,000	1,07	1,08
221	A1+M1+R3	si	0,45	0,1	0,34907	345,6	900,00	345,6	900,0	1,72	1,28	1,57	1,72	95,64	0,174	6,399	14,835	5,386	1,17	1,14	0,85	0,91	0,92	0,88	1,06	1,05	1,00	0,977	1,07	1,08
222	A1+M1+R3	si	0,45	0,1	0,34907	345,6	900,00	345,6	900,0	1,72	1,28	1,57	1,72	95,64	0,174	6,399	14,835	5,386	1,17	1,14	0,85	0,91	0,92	0,88	1,06	1,05	1,00	0,977	1,07	1,08

OPERA Scatolare Ciclopista Marcignana (Verifiche SLE)



(dimensioni in cm)

modulo elastico cls	**E**	**3,00E+07 [kN/m²]**	**γcls**	**25 [kN/m³]**
acc. sismica or.	**kh**	**0,23 [-]**	**γw**	**10 [kN/m³]**



SOVRACCARICHI

angolo di diffusione nel ricoprimento		α1 [°]	45
angolo di diffusione nella soletta		α2 [°]	45
CONDIZIONI DI CARICO		**A**	**B**
impronta del carico	d [m]	0,40	0,40
area influenza long.	l [m]	4,20	4,20
Carico 1	Q1 [kN]	300	300
	X1 [m]	-1,2	-0,6
Carico 2	Q2 [kN]	300	300
	X2 [m]	0	0,6
Carico 3	Q3 [kN]	0	0
	X3 [m]	0	0
Carico distribuito	[kN/m]	3	3

Inezia terreno ricoprimento ◉ SI ○ NO

F frenatura **61,33 [kN/m]**

combinazioni di carico

condizioni di carico	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
peso proprio + perm.	1	1	1	1	1	1				
falda + spinta terreno	1	1	1	1	1	1				
sovraccarico A	0,75		0,75	0,75	0,75					
sovraccarico B		0,75								
sovraccarico terreno sn	0,75	0,75			0,75					
sovraccarico terreno dx		0,75								
frenatura				0,75	0,75					
sisma										

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo

C45/55

fck = 45 (MPa)

Rck = 55 (MPa)

$f_{ctm} = 0.30*f_{ck}^{2/3}$ 3,80 (MPa)

coeff.omogeneizzazione acciaio n = 15

Acciaio

tipo di acciaio B450C

fyk = 450 (MPa)

Es = 206000 (MPa)

Copriferro (distanza asse armatura-bordo)

c = 4,00 (cm)

Copriferro minimo di normativa (ricoprimento armatura)

c_{min} = 3,00 (cm)

k2 = 0,4

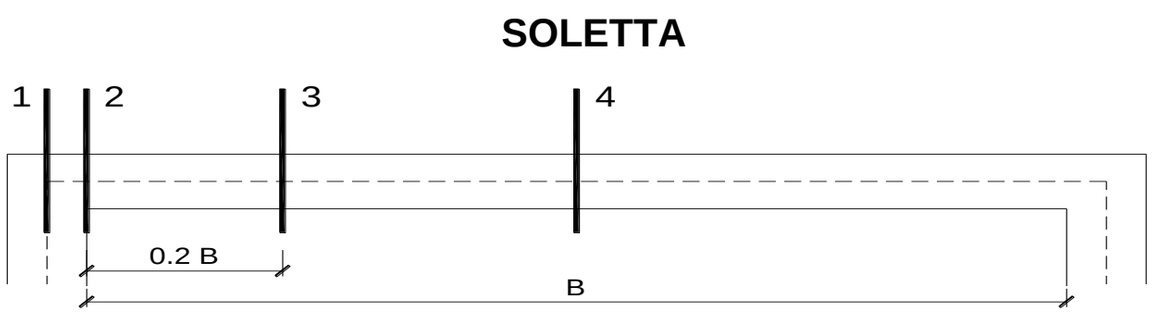
k3 = 0,125

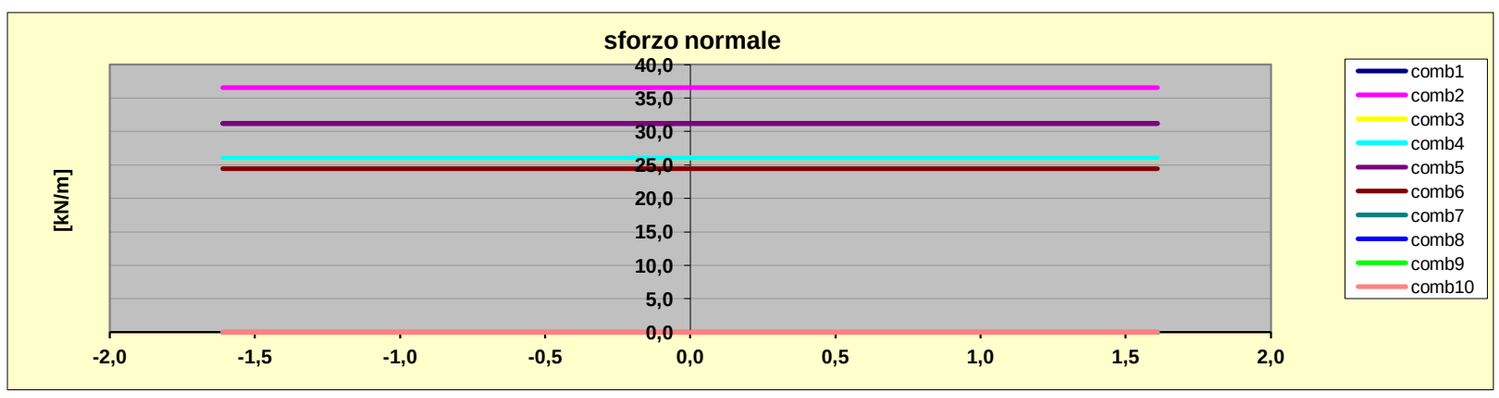
β1 = 1,0

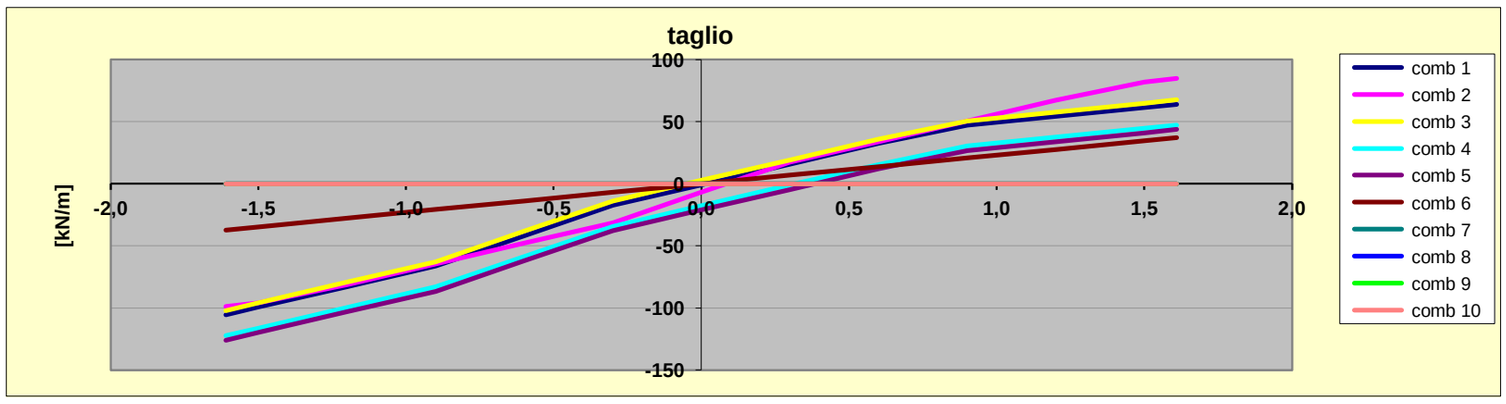
β2 = 1,0

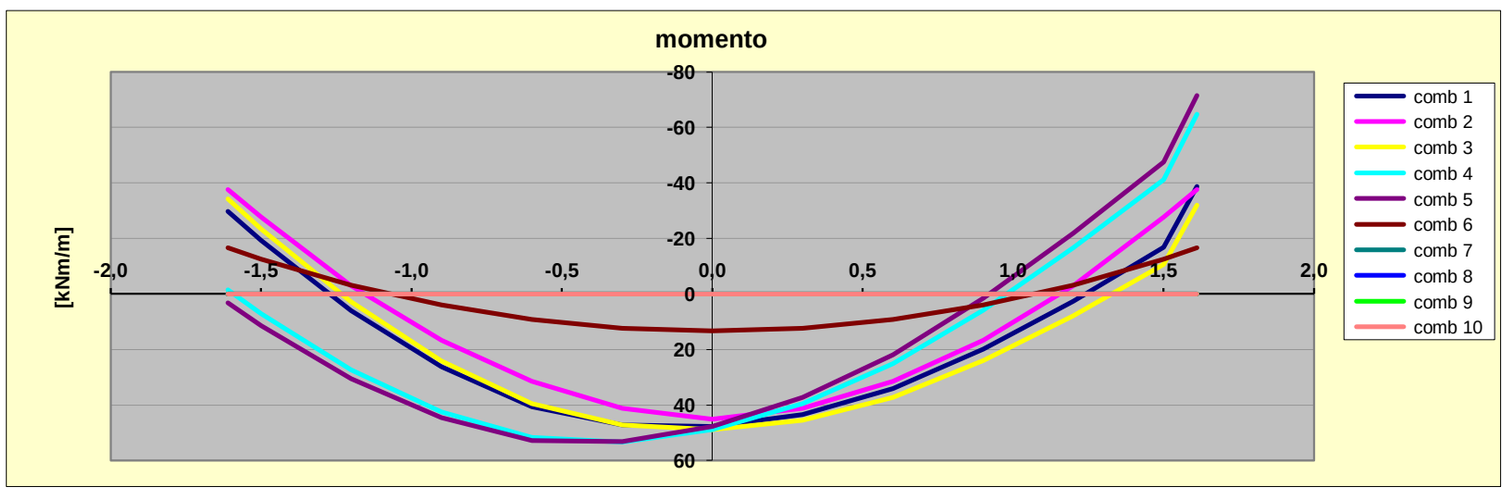
Valore limite di apertura delle fessure

w1 = 0,2 mm



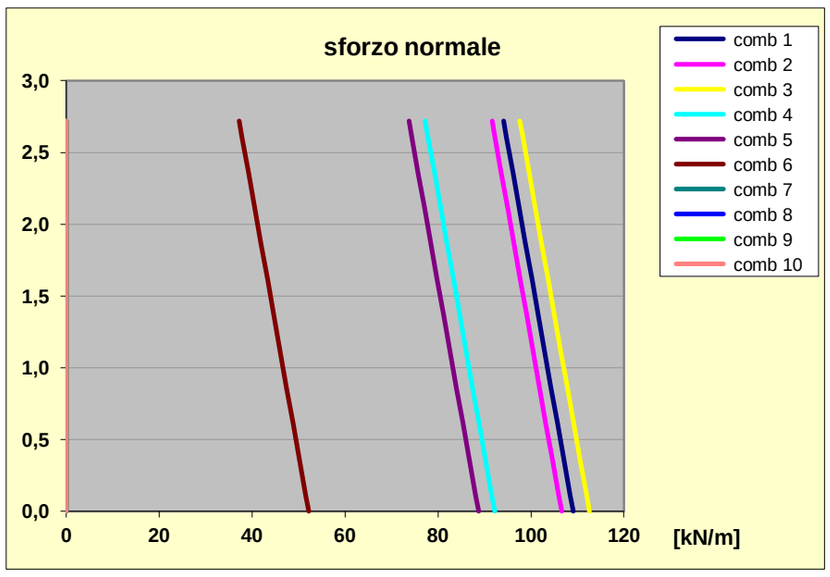


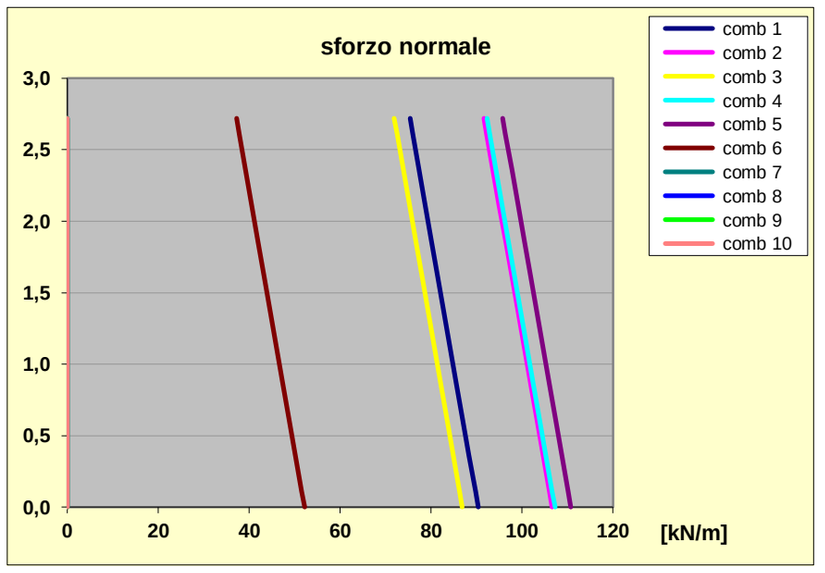


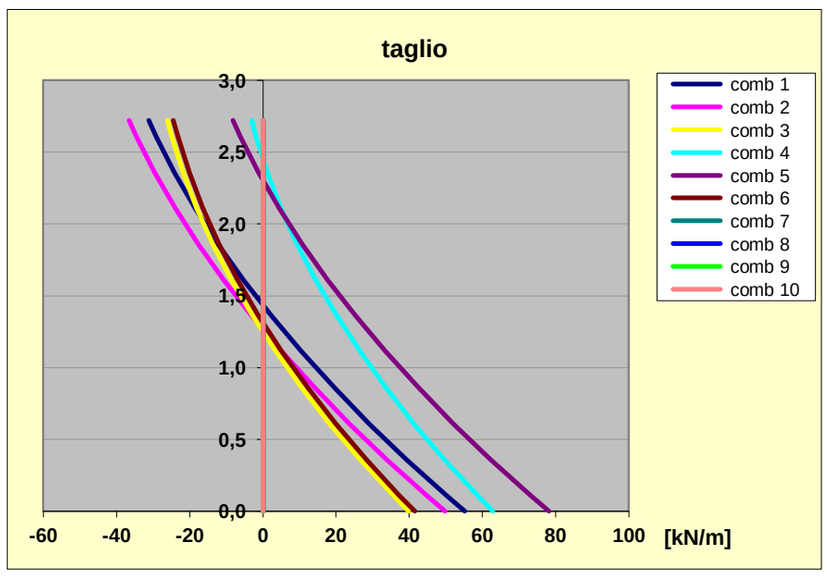


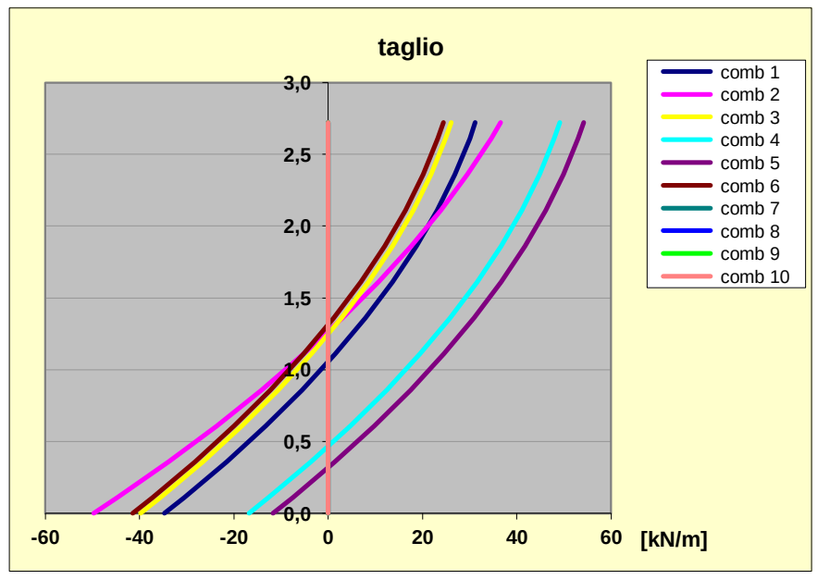
sez.	M [kNm/m]	N [kN/m]	i [cm]	ϕ [mm]	Af [cmq/m]	A'f [cmq/m]	σc [Mpa]	σf [Mpa]	wk [mm]
1	-71,5	31,2	10	16	20	10	10,83	226,14	0,139
2	-47,5	31,2	10	16	20	10	7,21	147,39	0,077
3 min	0,0	0,0	20	16	20	10	0,00		
3 max	44,6	31,2	15	16	20	10	6,78	138,09	0,079
4	53,3	26,1	15	16	20	10	8,07	167,62	0,096

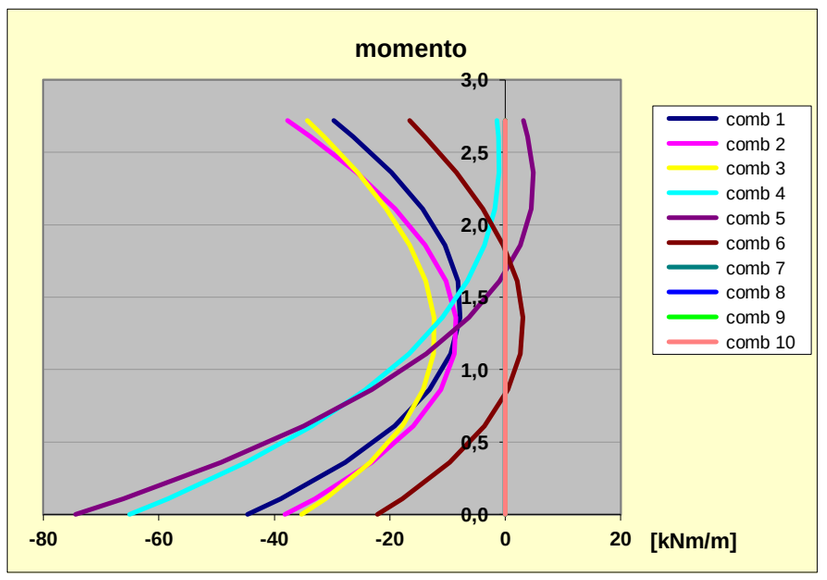
PARETI

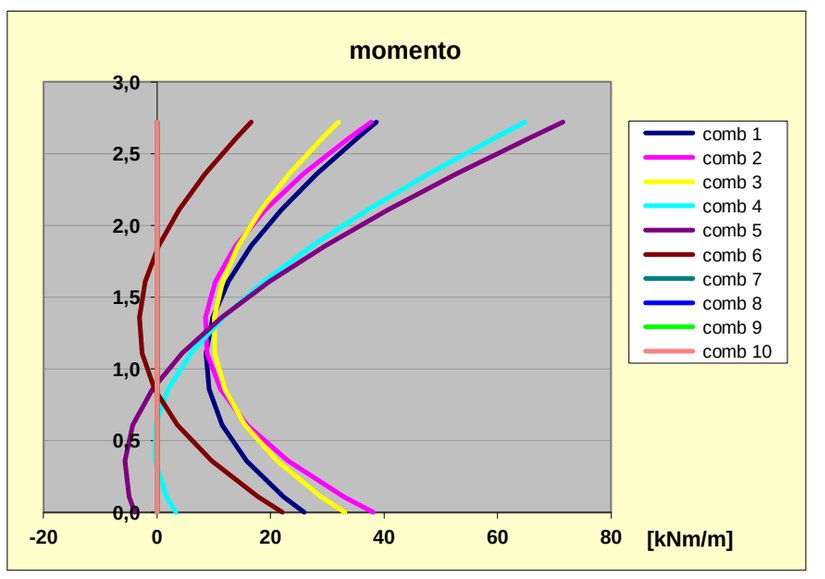




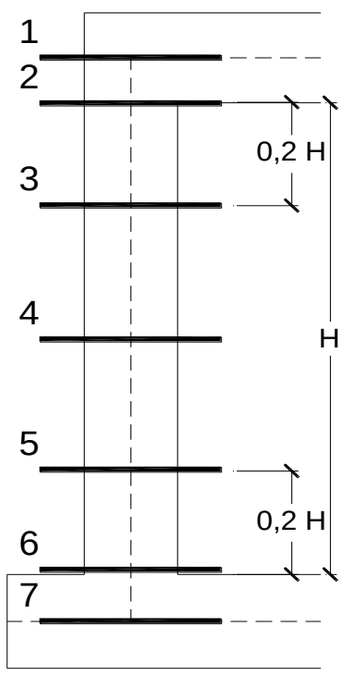




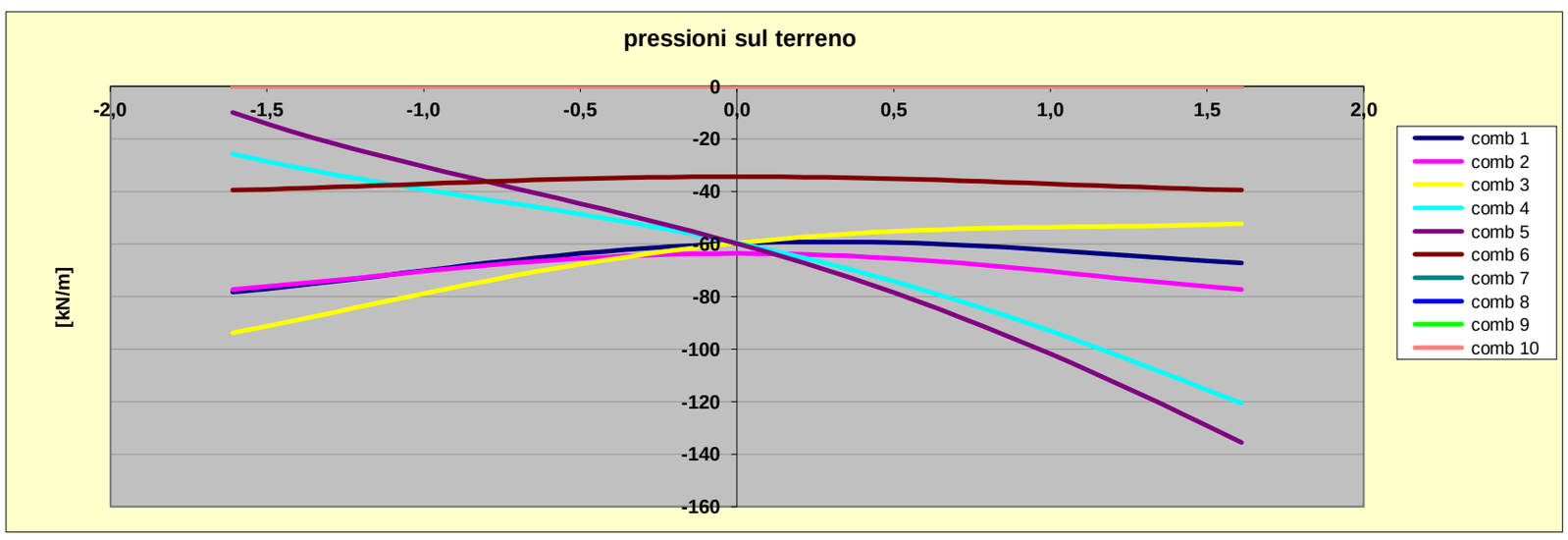


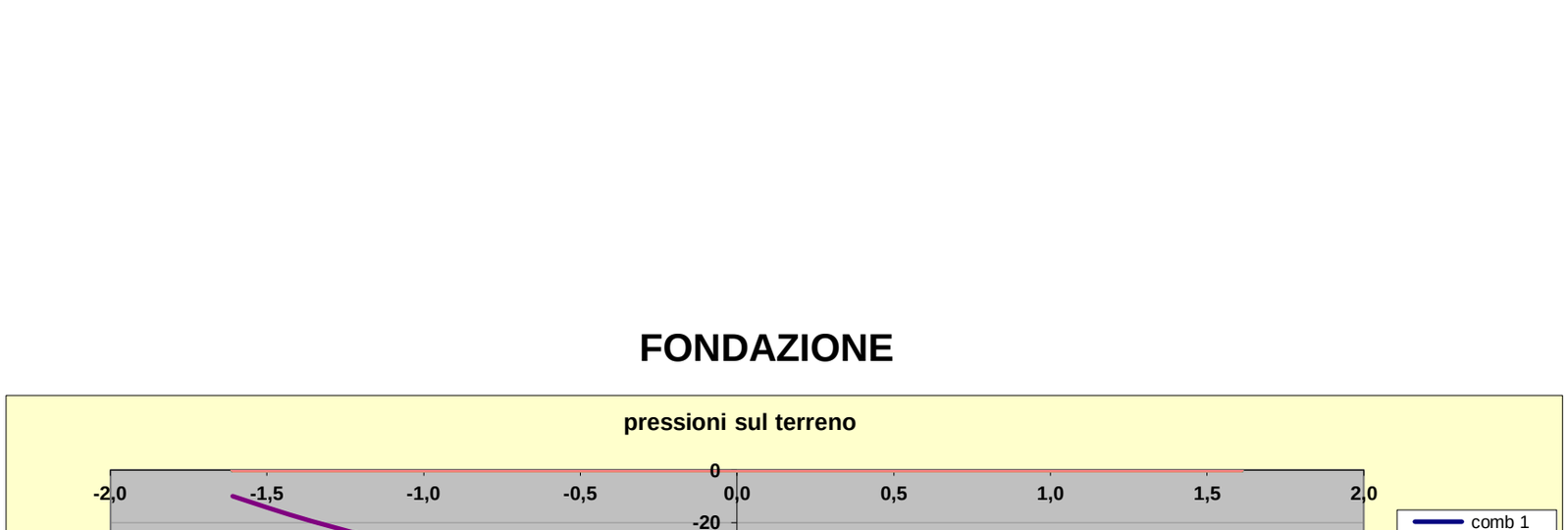


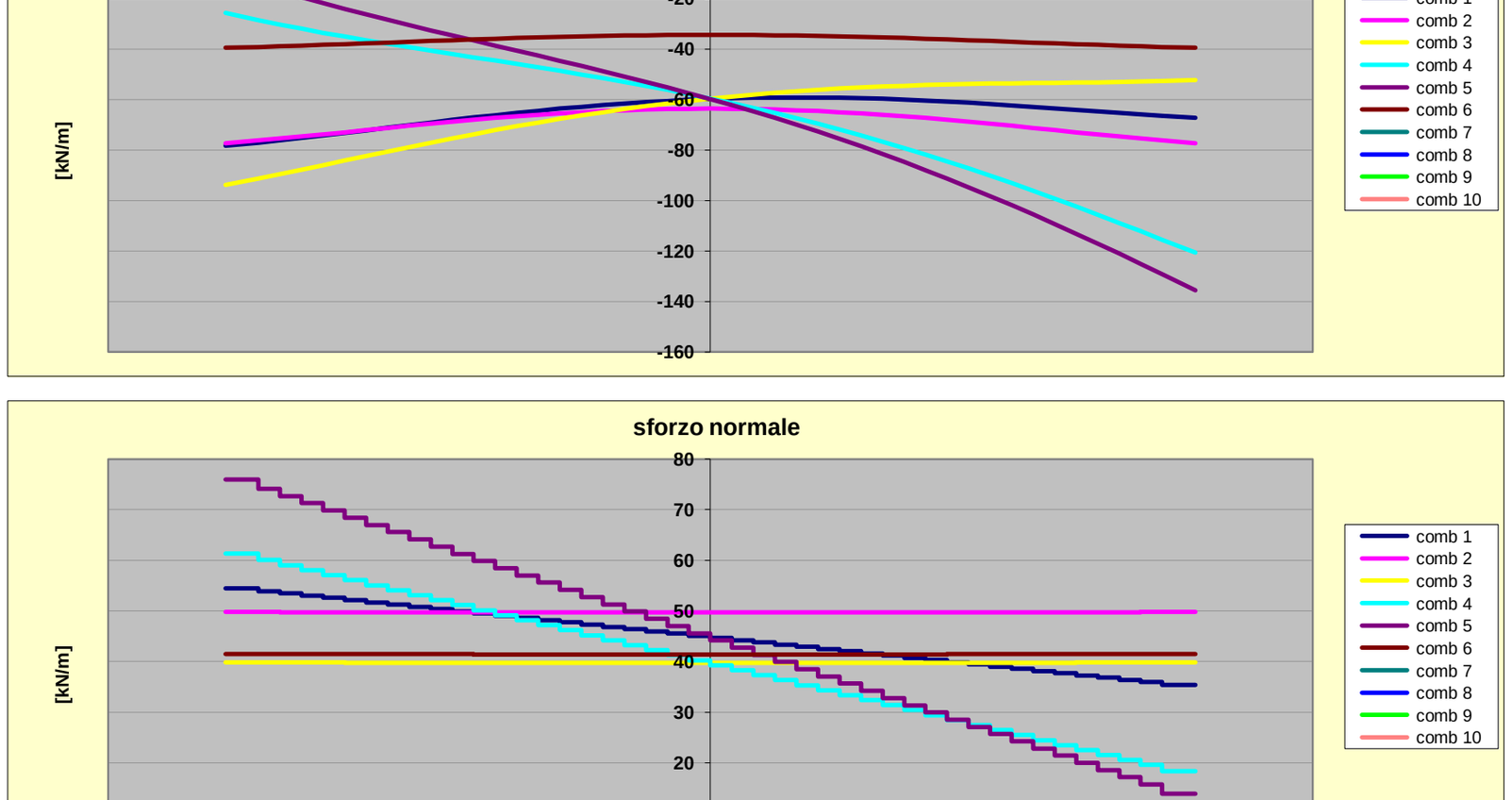
sez.	M	N	i	ϕ	Af	A'f	σc	σf	wk	
	[kNm/m]	[kN/m]	[cm]	[mm]	[cmq/m]	[cmq/m]	[Mpa]	[Mpa]	[mm]	
1	-71,5	95,7	10	16	20	10	10,95	208,17	0,123	
2	-65,6	96,4	10	16	20	10	10,07	188,97	0,101	
3 min	-40,7	99,1	20	16	10	10	7,92	207,19	0,148	
3 max	4,5	77,1	20	16	10	10	0,82	0,97	0,001	
4 min	-19,8	101,9	20	16	10	10	3,85	75,80	0,052	
4 max	3,1	44,7	20	16	10	10	0,56	2,02	0,001	
5 min	-34,9	85,3	20	16	10	10	6,81	177,88	0,127	
5 max	4,3	107,4	20	16	10	10	0,88	-2,11	50,245	sez.non verificata
6	-66,1	88,1	10	16	20	10	10,13	192,71	0,105	
7	-74,4	88,7	10	16	20	10	11,38	219,45	0,135	

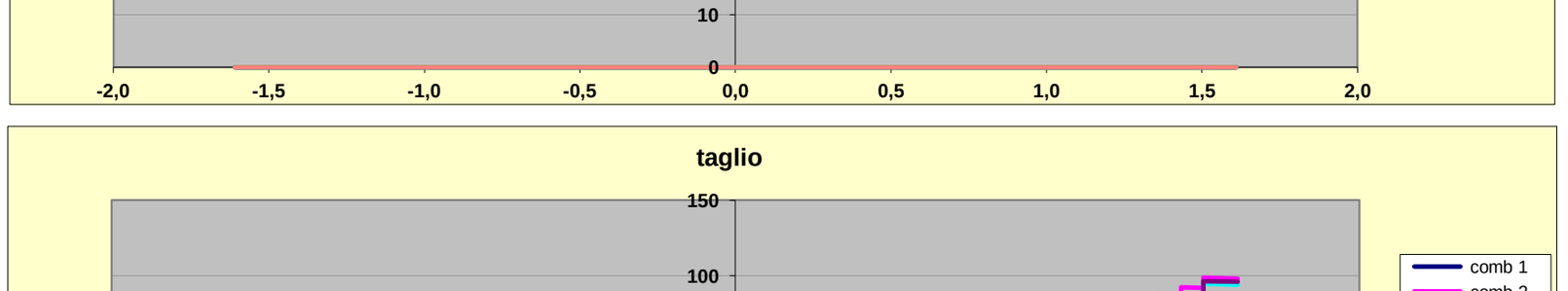


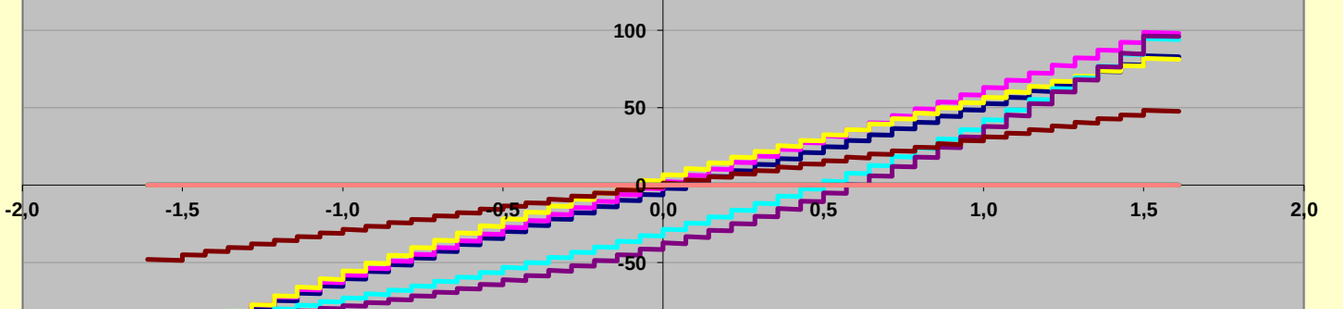
FONDAZIONE











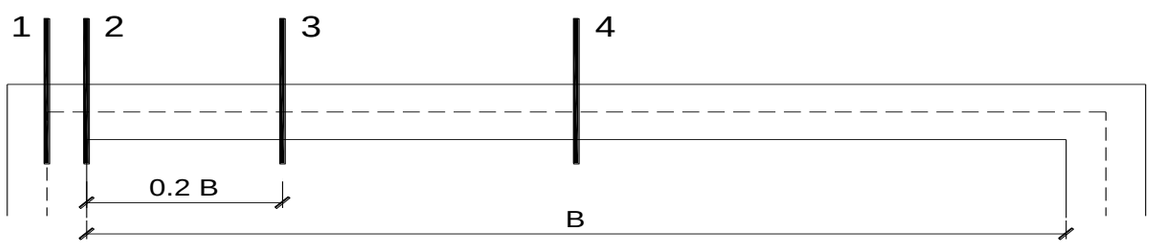
sez.	M	N	i	ϕ	Af	A'f	σc	σf	wk
	[kNm/m]	[kN/m]	[cm]	[mm]	[cmq/m]	[cmq/m]	[Mpa]	[Mpa]	[mm]
1	-74,4	75,9	10	16	20	10	11,34	222,49	0,138
2	-64,8	75,9	10	16	20	10	9,90	191,24	0,102
3 min	-17,3	62,7	20	16	10	10	3,37	78,23	0,055
3 max	47,0	27,1	15	16	14	10	8,03	205,61	0,127
4	47,6	38,5	15	16	14	10	8,16	204,55	0,126

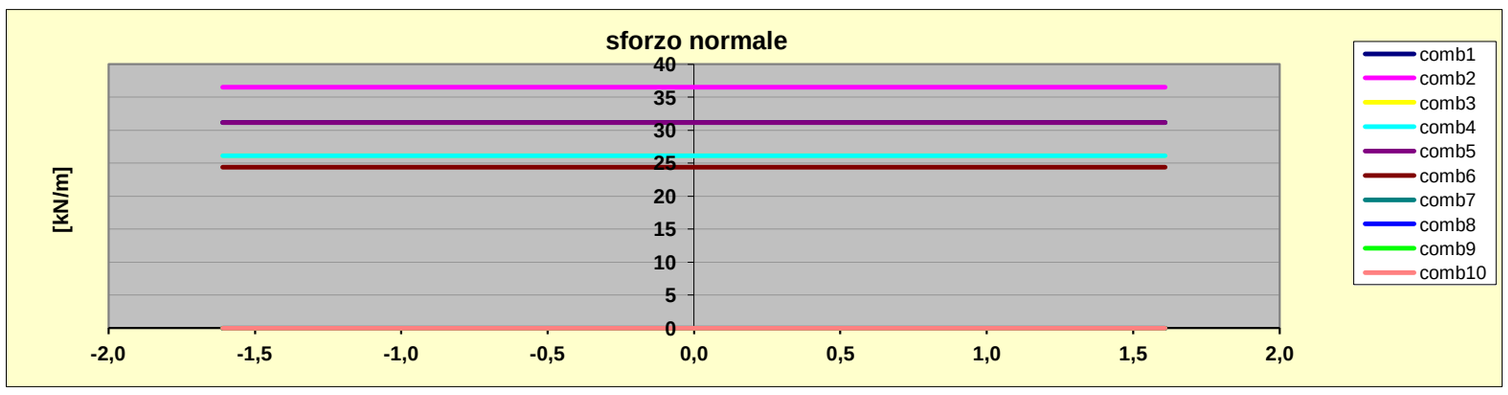
CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

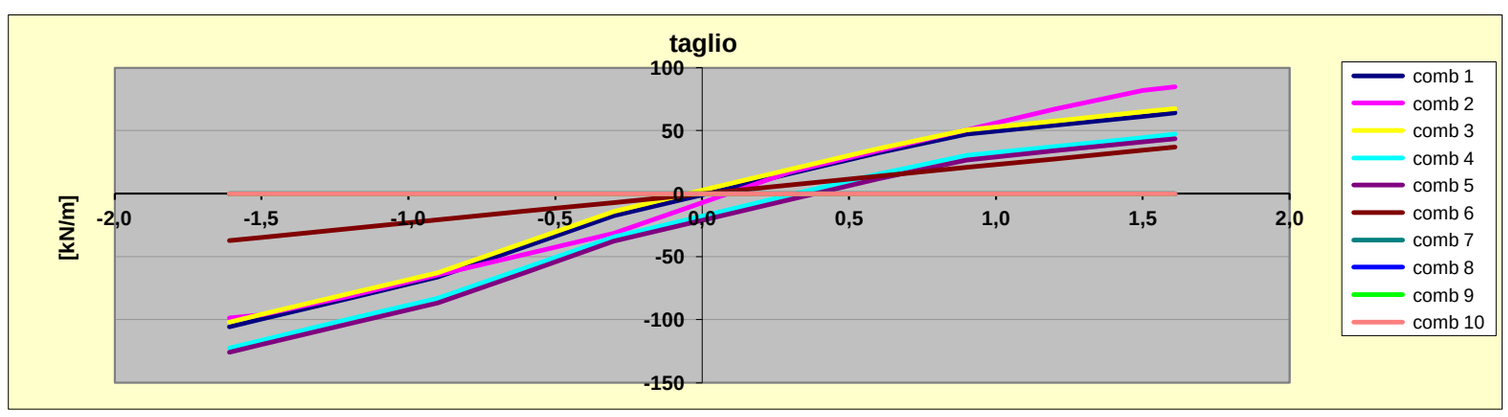
coeff.omogeneizzazione acciaio n = 15

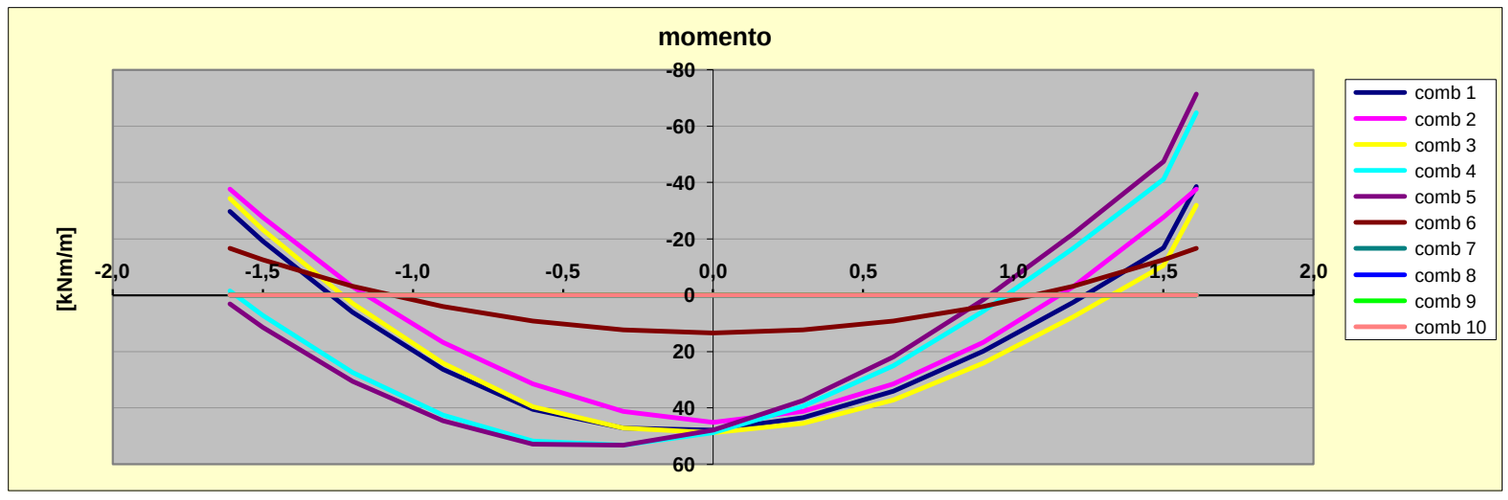
Copriferro (distanza asse armatura-bordo)
c = 4,00 (cm)

$\sigma_{c,max}$ = 20,25 (MPa) $\sigma_{s,max}$ = fyk/γm,s= 391,3 (MPa)



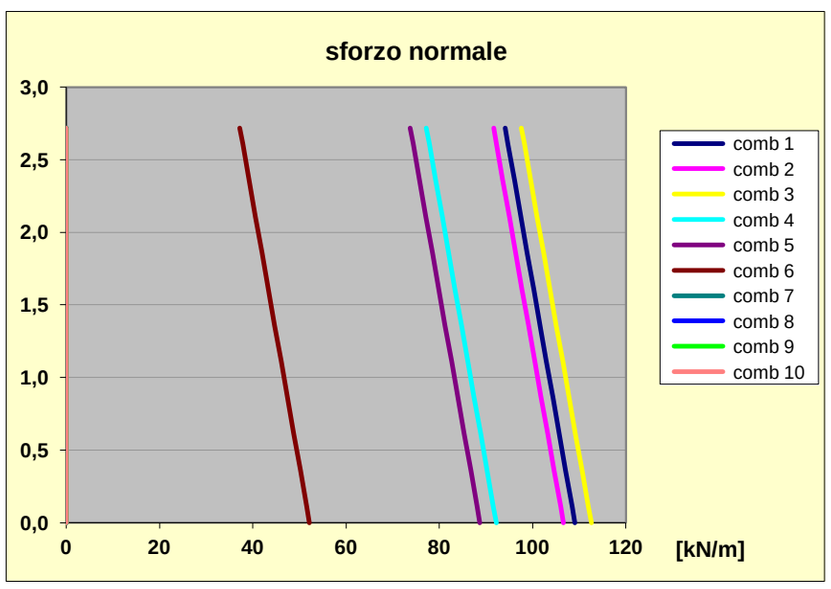


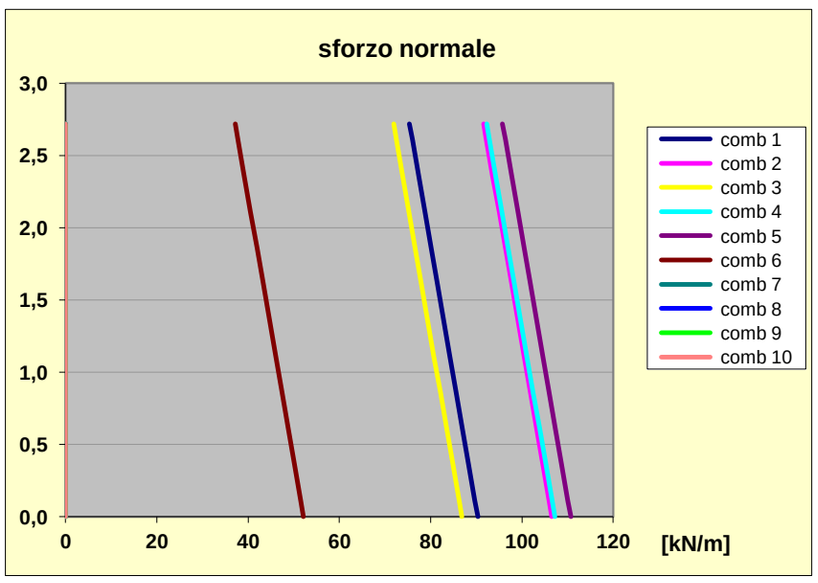


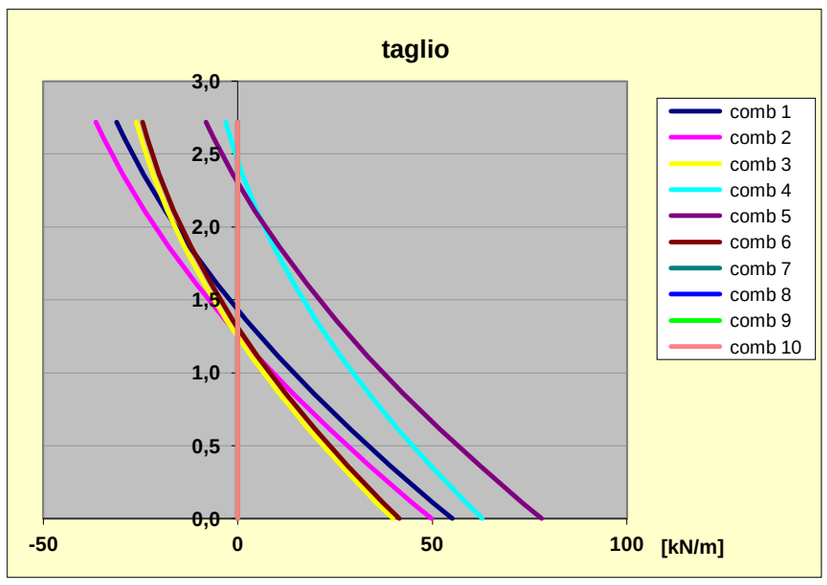


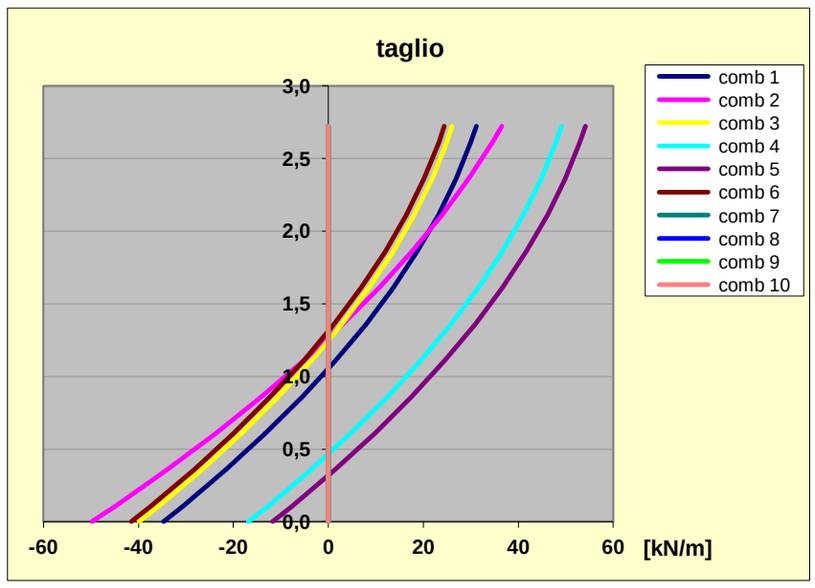
sez.	M	N	Af	A'f	σc	σf
	[kNm/m]	[kN/m]	[cmq/m]	[cmq/m]	[Mpa]	[Mpa]
1	-71,5	31,2	20	10	10,83	226,14
2	-47,5	31,2	20	10	7,21	147,39
3 min	0,0	0,0	10	10	0,00	0,00
3 max	44,6	31,2	14	10	7,64	193,41
4	53,3	26,1	14	10	9,10	234,93

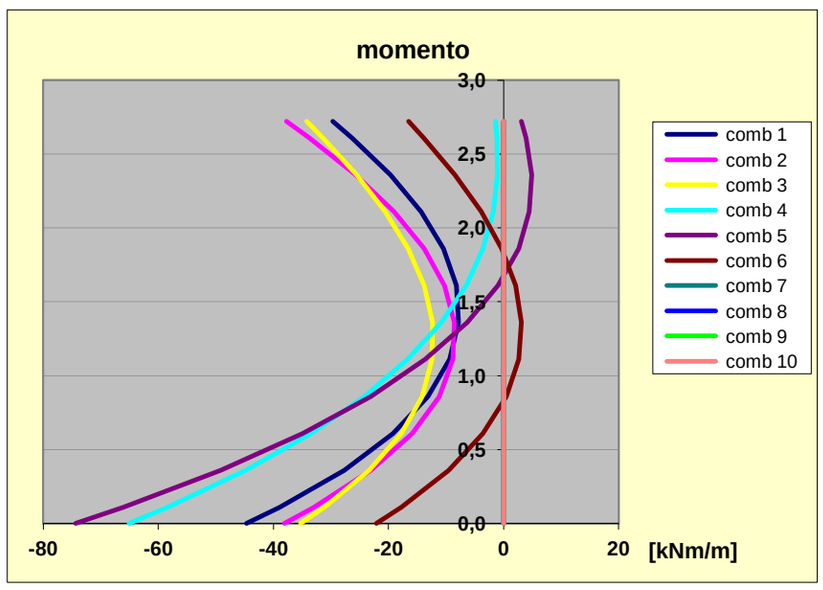
PARETI

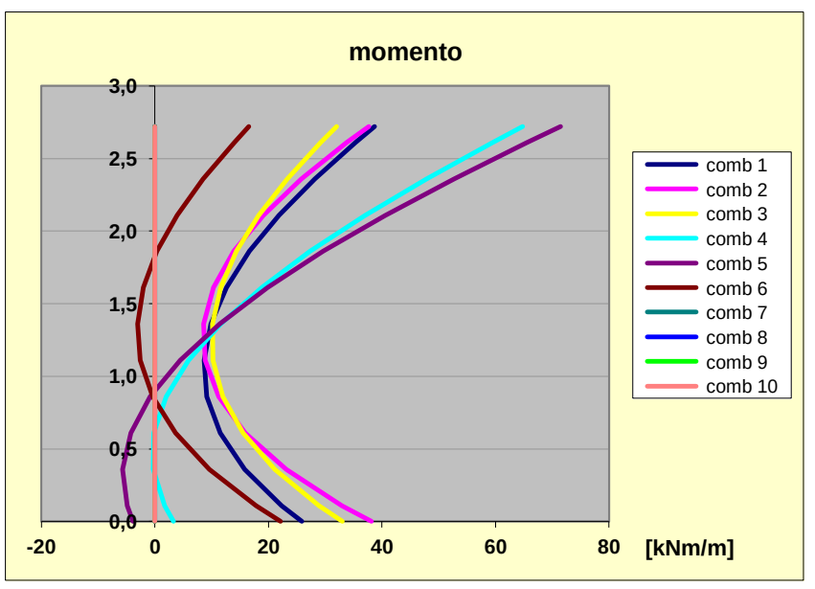




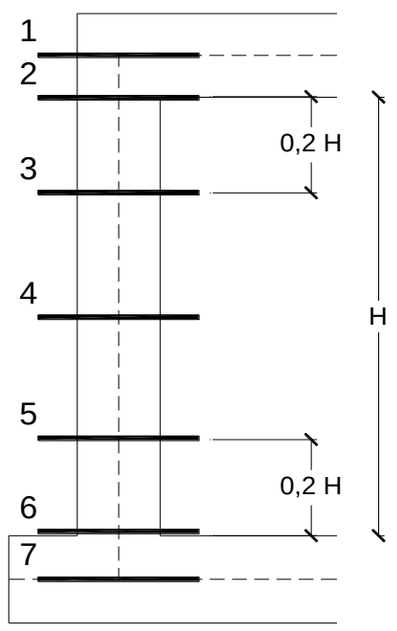




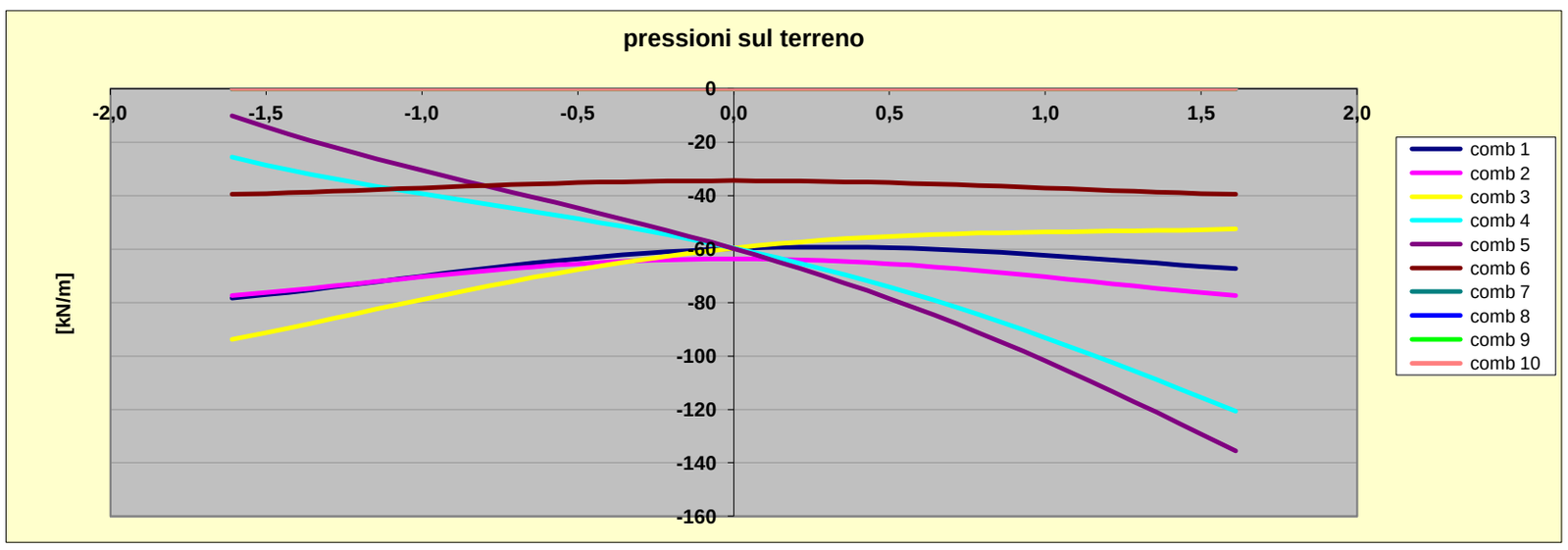


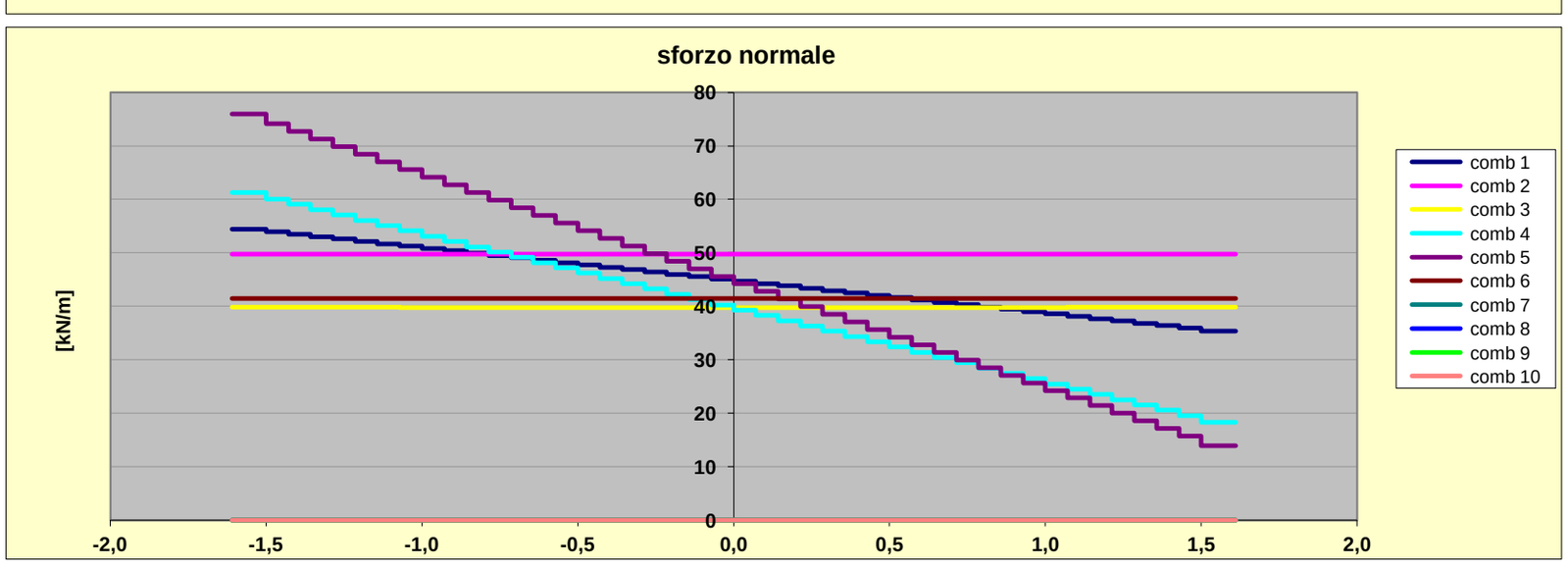


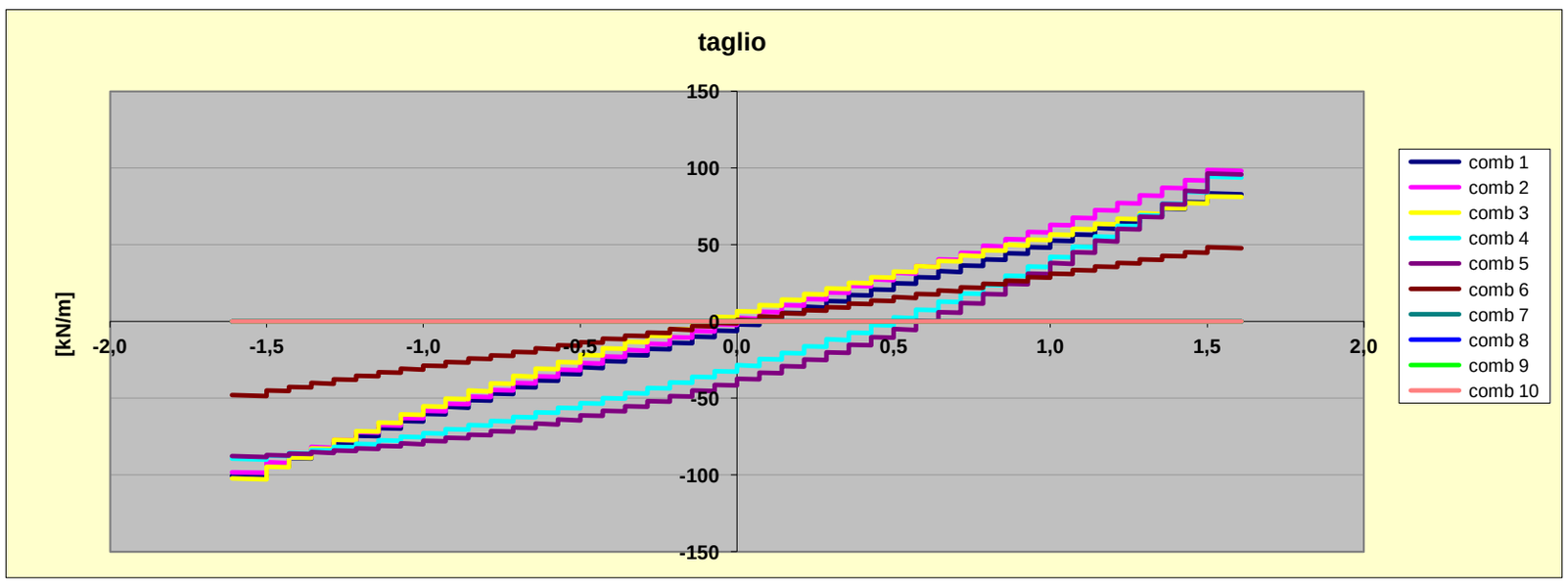
sez.	M	N	Af	A'f	σc	σf
	[kNm/m]	[kN/m]	[cmq/m]	[cmq/m]	[Mpa]	[Mpa]
1	-71,5	95,7	20	20	10,06	211,15
2	-65,6	96,4	20	20	9,24	191,69
3 min	-40,7	99,1	10	10	7,92	207,19
3 max	4,5	77,1	10	10	0,82	0,97
4 min	-19,8	101,9	10	10	3,85	75,80
4 max	3,1	44,7	10	10	0,56	2,02
5 min	-34,9	85,3	10	10	6,81	177,88
5 max	4,3	107,4	10	10	0,88	-2,11
6	-66,1	88,1	20	10	10,16	194,51
7	-74,4	88,7	20	10	11,41	221,51

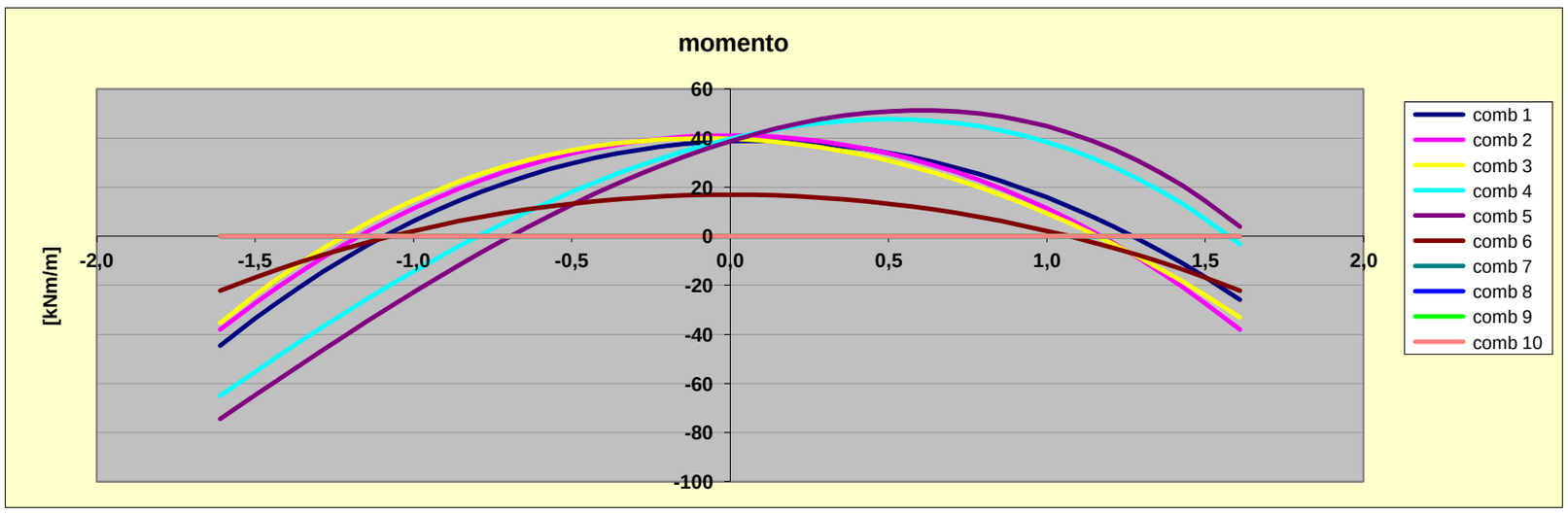


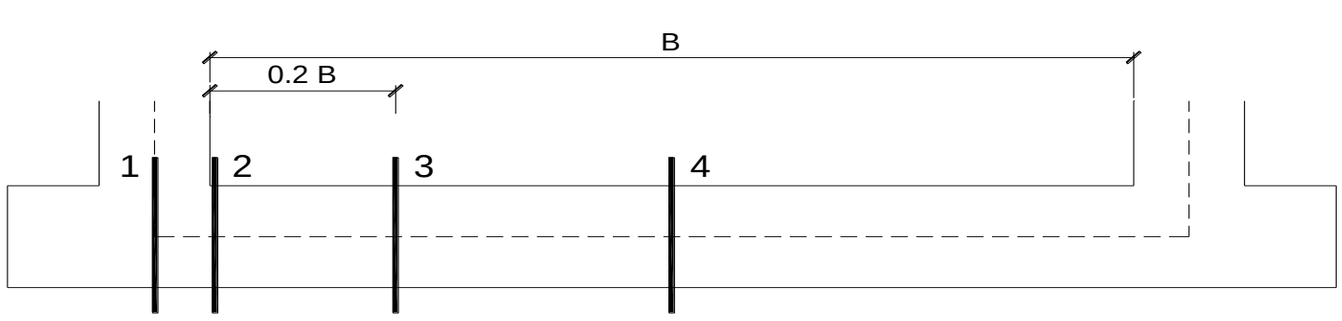
FONDAZIONE





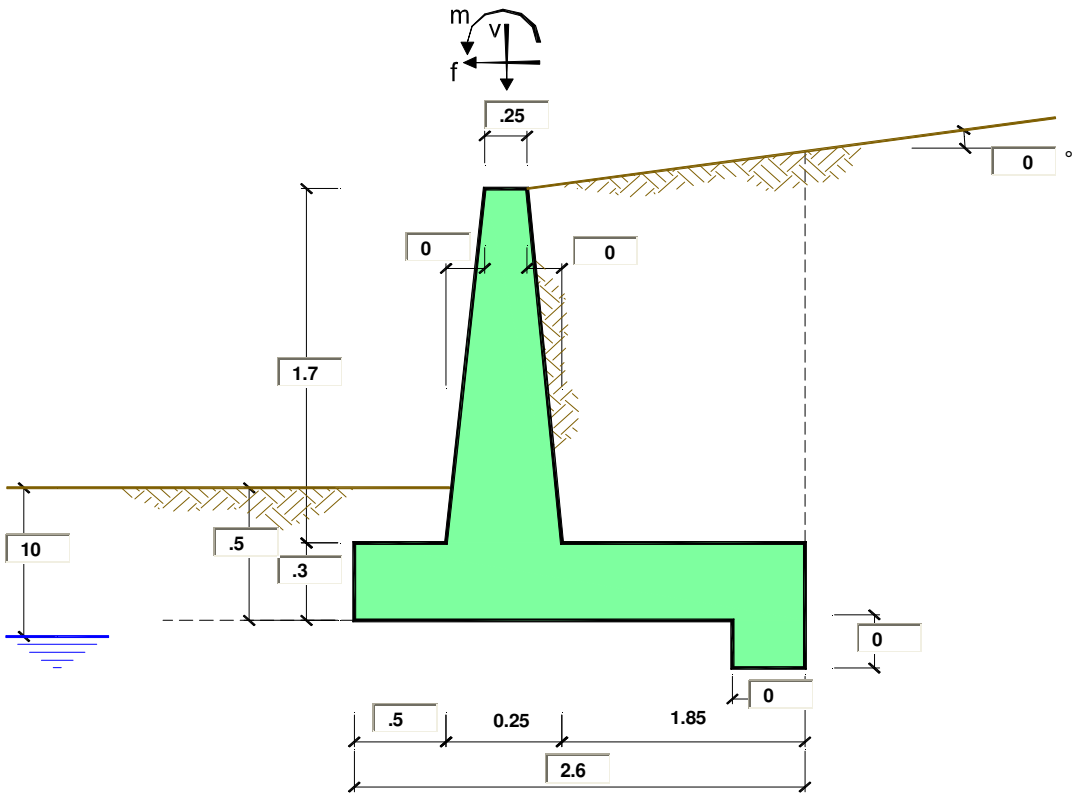


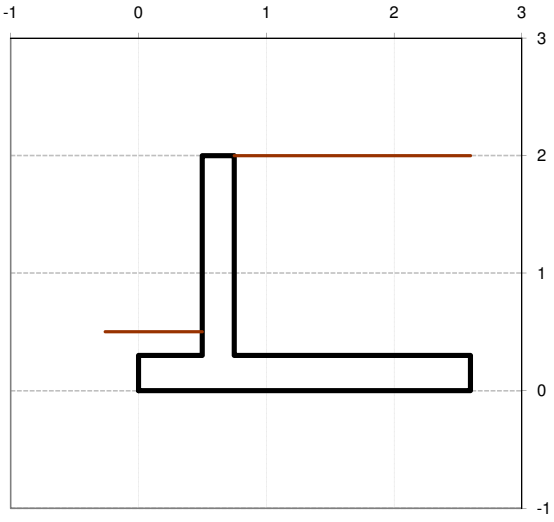




sez.	M	N	Af	A'f	σc	σf
	[kNm/m]	[kN/m]	[cmq/m]	[cmq/m]	[Mpa]	[Mpa]
1	-74,4	75,9	20	10	11,38	224,58
2	-64,8	75,9	20	10	9,93	193,03
3 min	-17,3	62,7	10	10	3,37	78,23
3 max	47,0	27,1	14	10	8,03	205,61

4	47,6	38,5	14	10	8,16	204,55





OPERA Muri di Raccordo Scatolare (Parte Bassa)

Combinazioni coefficienti parziali di verifica

SLU	Approccio 1	comb. 1	A1+M1+R1 EQU+M2	○
		comb. 2	A2+M2+R2 EQU+M2	○
	Approccio 2		A1+M1+R3 EQU+M2	○
SLE (DM88)				○
altro				◉

Peso Specifico del Calcestruzzo	γ_{cls} =	25,00	(kN/m3)

Carichi	Effetto	Coeff. Parziale	EQU	A1 (STR)	A2 (GEO)	SLE	altro
Permanenti	favorevole	γ_G	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,10	1,30	1,00	1,00	1,35
Variabili	favorevole	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevole		1,50	1,50	1,30	1,00	1,50

Parametro		Coeff. Parziale	M1	M2	SLE	altro
angolo d'attrito	tan φ'_k	$\gamma_{\varphi'}$	1,00	1,25	1,00	1,00
coesione	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25	1,00	1,00
resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,00	1,40	1,00	1,00
peso unità di volume	γ	γ_γ	1,00	1,00	1,00	1,00

	Coeff.					

Dati Geotecnici

				valori caratteristici SLE	valori di progetto STR/GEO	valori di progetto EQU
Dati Terrapieno	Angolo di attrito del terrapieno	(°)	φ'	30,00	30,00	30,00
	Peso Unità di Volume del terrapieno	(kN/m³)	γ'	20,00	20,00	20,00
	Angolo di attrito terreno-superficie ideale	(°)	δ	0,00	0,00	0,00
Dati Terreno Fondazione	Condizioni		○ drenate	◉ Non Drenate		
	Resistenza a Taglio non drenata	(kPa)	cu	45,00	45,00	45,00
	Angolo di attrito Terreno-Fondazione	(°)	φ1'	20,00	20,00	20,00
	Peso Unità di Volume del Terreno di Fondazione	(kN/m³)	γ1	19,00	19,00	19,00
	Peso Unità di Volume del Rinterro della Fondazione	(kN/m³)	γd	19,00	19,00	19,00
	Profondità "Significativa" (n.b.: consigliata H = 2*B)	(m)	Hs	10,00		
	Modulo di deformazione	(kN/m²)	E	150000		

Dati Sismici	Accelerazione sismica	a_g/g	0,157	(-)
	Coefficiente Amplificazione Stratigrafico	S_S	1,472	(-)
	Coefficiente Amplificazione Topografico	S_T	1	(-)
	Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	β_s	0,24	(-)
	Coefficiente sismico orizzontale	kh	0,05546496	(-)
	Coefficiente sismico verticale	kv	0,0277	(-)
	Muro libero di traslare o ruotare	◉ si	○ no	

			SLE		STR/GEO		EQU	
Coefficienti di Spinta	Coeff. di Spinta Attiva Statico	ka	0,333		0,333		0,333	
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma +	kas+	0,366		0,366		0,366	
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma -	kas-	0,368		0,368		0,368	
	Coeff. Di Spinta Passiva	kp	1,000		1,000		1,000	
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica sisma +	kps+	1,000		1,000		1,000	
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica sisma -	kps-	1,000		1,000		1,000	

Carichi Agenti

				valori caratteristici SLE - sisma	valori di progetto STR/GEO	valori di progetto EQU
Carichi permanenti	Sovraccarico permanente	(kN/m²)	qp	0,00	0,00	0,00
	Sovraccarico su zattera di monte ◉ si ○ no					
	Forza Orizzontale in Testa permanente	(kN/m)	fp	0,00	0,00	0,00
	Forza Verticale in Testa permanente	(kN/m)	vp	0,00	0,00	0,00
	Momento in Testa permanente	(kNm/m)	mp	0,00	0,00	0,00
Condizioni Statiche	Sovraccarico Accidentale in condizioni statiche	(kN/m²)	q	10,00	15,00	15,00
	Forza Orizzontale in Testa accidentale in condizioni statiche	(kN/m)	f	0,00	0,00	0,00
	Forza Verticale in Testa accidentale in condizioni statiche	(kN/m)	v	0,00	0,00	0,00
	Momento in Testa accidentale in condizioni statiche	(kNm/m)	m	0,00	0,00	0,00
	Coefficienti di combinazione condizione frequente Ψ1		0,75	condizione quasi permanente Ψ2		0,00
Condizioni Sismiche	Sovraccarico Accidentale in condizioni sismiche	(kN/m²)	qs	0,00		
	Forza Orizzontale in Testa accidentale in condizioni sismiche	(kN/m)	fs	0,00		
	Forza Verticale in Testa accidentale in condizioni sismiche	(kN/m)	vs	0,00		
	Momento in Testa accidentale in condizioni sismiche	(kNm/m)	ms	0,00		

Coefficienti di sicurezza

	Scorrimento	*Ribaltamento*	*Carico limite*
Statico	**1,21**	**6,24**	**4,56**
Sismico	**1,69**	**7,55**	**6,02**

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI

Calcestruzzo

classe cls C28/35

Rck	35	(MPa)
fck	28	(MPa)
fcm	36	(MPa)
Ec	32308	(MPa)
α_{cc}	0,85	
γc	1,50	
$f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma c$	15,87	(MPa)
$f_{ctm} = 0.30 * f_{ck}^{2/3}$	2,77	(MPa)

Tensioni limite (tensioni ammissibili)

condizioni statiche

σ_c	12,6	Mpa
σ_f	360	Mpa

condizioni sismiche

σ_c	12,6	Mpa
σ_f	360	Mpa

Valore limite di apertura delle fessure

Frequente	w2	0,3	mm
Quasi Permanente	w1	0,2	mm

Acciaio

tipo di acciaio B450C

fyk =	450	(MPa)
γs =	1,15	
fyd = fyk /γs / γE =	391,30	(MPa)
Es =	210000	(MPa)
ε_{ys} =	0,19%	

coefficiente omogeneizzazione acciaio n = 15

Copriferro (distanza asse armatura-bordo)

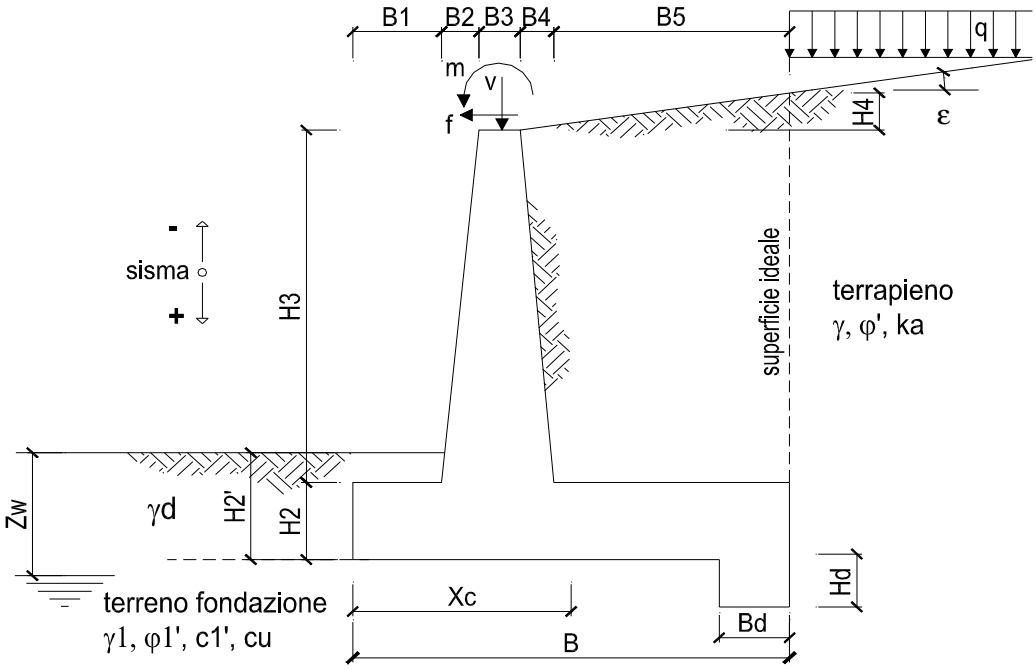
c = 4,30 (cm)

Copriferro minimo di normativa (ricoprimento armatura)

c_{min} = 3,50 (cm)

Interferro tra I e II strato

i_{I-II} 5,00 (cm)



OPERA Esempio

DATI DI PROGETTO:

Geometria del Muro

Elevazione	H3 =	1,70	(m)
Aggetto Valle	B2 =	0,00	(m)
Spessore del Muro in Testa	B3 =	0,25	(m)
Aggetto monte	B4 =	0,00	(m)

Geometria della Fondazione

Larghezza Fondazione	B =	2,60	(m)
Spessore Fondazione	H2 =	0,30	(m)
Suola Lato Valle	B1 =	0,50	(m)
Suola Lato Monte	B5 =	1,85	(m)
Altezza dente	Hd =	0,00	(m)
Larghezza dente	Bd =	0,00	(m)
Mezzeria Sezione	Xc =	1,30	(m)

Peso Specifico del Calcestruzzo	γcls =	25,00	(kN/m^3)

FORZE VERTICALI

			SLE	STR/GEO	EQU
- Peso del Muro (Pm)					
Pm1 =	(B2*H3*γcls)/2	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Pm2 =	(B3*H3*γcls)	(kN/m)	10,63	10,63	10,63
Pm3 =	(B4*H3*γcls)/2	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Pm4 =	(B*H2*γcls)	(kN/m)	19,50	19,50	19,50
Pm5 =	(Bd*Hd*γcls)	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Pm =	Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 + Pm5	(kN/m)	30,13	30,13	30,13
- Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt)					
Pt1 =	(B5*H3*γ')	(kN/m)	62,90	62,90	62,90
Pt2 =	(0,5*(B4+B5)*H4*γ')	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro

Sovr acc. Stat	q * (B4+B5)	(kN/m)	18,5	27,75
Sovr acc. Sism	qs * (B4+B5)	(kN/m)	0	

MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

			SLE	STR/GEO	EQU
- Muro (Mm)					
Mm1 =	Pm1*(B1+2/3 B2)	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
Mm2 =	Pm2*(B1+B2+0,5*B3)	(kNm/m)	6,64	6,64	6,64
Mm3 =	Pm3*(B1+B2+B3+1/3 B4)	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
Mm4 =	Pm4*(B/2)	(kNm/m)	25,35	25,35	25,35
Mm5 =	Pm5*(B - Bd/2)	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
Mm =	Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 +Mm5	(kNm/m)	31,99	31,99	31,99
- Terrapieno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro					
Mt1 =	Pt1*(B1+B2+B3+B4+0,5*B5)	(kNm/m)	105,36	105,36	105,36
Mt2 =	Pt2*(B1+B2+B3+2/3*(B4+B5))	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
Mt3 =	Pt3*(B1+B2+B3+2/3*B4)	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
Msovr =	Sovr*(B1+B2+B3+1/2*(B4+B5))	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
Mt =	Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msovr	(kNm/m)	105,36	105,36	105,36
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro					
Sovr acc. Stat	*(B1+B2+B3+1/2*(B4+B5))	(kNm/m)	30,9875	46,48125	
Sovr acc. Sism	*(B1+B2+B3+1/2*(B4+B5))	(kNm/m)	0		

INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia orizzontale e verticale del muro (Ps)			
Ps h =	Pm*kh	(kN/m)	1,67
Ps v =	Pm*kv	(kN/m)	0,84
- Inerzia orizzontale e verticale del terrapieno a tergo del muro (Pts)			
Ptsh =	Pt*kh	(kN/m)	3,49
Ptsv =	Pt*kv	(kN/m)	1,74
- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs h)			
MPs1 h=	kh*Pm1*(H2+H3/3)	(kNm/m)	0,00
MPs2 h=	kh*Pm2*(H2 + H3/2)	(kNm/m)	0,68
MPs3 h=	kh*Pm3*(H2+H3/3)	(kNm/m)	0,00
MPs4 h=	kh*Pm4*(H2/2)	(kNm/m)	0,16
MPs5 h=	-kh*Pm5*(Hd/2)	(kNm/m)	0,00
MPs h=	MPs1+MPs2+MPs3+MPs4+MPs5	(kNm/m)	0,84
- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs v)			
MPs1 v=	kv*Pm1*(B1+2/3*B2)	(kNm/m)	0,00
MPs2 v=	kv*Pm2*(B1+B2+B3/2)	(kNm/m)	0,18
MPs3 v=	kv*Pm3*(B1+B2+B3+B4/3)	(kNm/m)	0,00
MPs4 v=	kv*Pm4*(B/2)	(kNm/m)	0,70
MPs5 v=	kv*Pm5*(B-Bd/2)	(kNm/m)	0,00
MPs v=	MPs1+MPs2+MPs3+MPs4+MPs5	(kNm/m)	0,89
- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts h)			
MPts1 h=	kh*Pt1*(H2 + H3/2)	(kNm/m)	4,01
MPts2 h=	kh*Pt2*(H2 + H3 + H4/3)	(kNm/m)	0,00
MPts3 h=	kh*Pt3*(H2+H3*2/3)	(kNm/m)	0,00
MPts h=	MPts1 + MPts2 + MPts3	(kNm/m)	4,01
- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts v)			
MPts1 v=	kv*Pt1*((H2 + H3/2) - (B - B5/2)*0.5)	(kNm/m)	2,92
MPts2 v=	kv*Pt2*((H2 + H3 + H4/3) - (B - B5/3)*0.5)	(kNm/m)	0,00
MPts3 v=	kv*Pt3*((H2+H3*2/3)-(B1+B2+B3+2/3*B4)*0.5)	(kNm/m)	0,00
MPts v=	MPts1 + MPts2 + MPts3	(kNm/m)	2,92

CONDIZIONE STATICA

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO			SLE	STR/GEO	EQU
- Spinta totale condizione statica					
St =	$0,5*\gamma'*(H2+H3+H4+Hd)^2*ka$	(kN/m)	13,33	18,00	18,00
Sq perm =	$q*(H2+H3+H4+Hd)*ka$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Sq acc =	$q*(H2+H3+H4+Hd)*ka$	(kN/m)	6,67	10,00	10,00
- Componente orizzontale condizione statica					
Sth =	$St*\cos\delta$	(kN/m)	13,33	18,00	18,00
Sqh perm =	$Sq\ perm*\cos\delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Sqh acc =	$Sq\ acc*\cos\delta$	(kN/m)	6,67	10,00	10,00
- Componente verticale condizione statica					
Stv =	$St*sen\delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Sqv perm=	$Sq\ perm*sen\delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Sqv acc =	$Sq\ acc*sen\delta$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
- Spinta passiva sul dente					
Sp=	$½*g1'*Hd2*ł ½*\gamma_1'*Hd^2*kp+(2*c_1'*kp^{0.5}+\gamma1'*kp*H2')*Hd$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO			SLE	STR/GEO	EQU
MSt1 =	$Sth*((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)$	(kNm/m)	8,89	12,00	12,00
MSt2 =	$Stv*B$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSq1 perm=	$Sqh\ perm*((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSq1 acc =	$Sqh\ acc*((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	(kNm/m)	6,67	10,00	10,00
MSq2 perm=	$Sqv\ perm*B$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSq2 acc =	$Sqv\ acc*B$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSp =	$\gamma1'*Hd^3*kp/3+(2*c1'*kp^{0.5}+\gamma1'*kp*H2')*Hd^2/2$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE					
Mfext1 =	$mp + m$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
Mfext2 =	$(fp + f)*(H3 + H2)$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
Mfext3 =	$(vp+v)*(B1 +B2 + B3/2)$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)

N = $Pm + Pt + v + Stv + Sqv\ perm + Sqv\ acc$ — 93,03 (kN/m)

Risultante forze orizzontali (T)

T = $Sth + Sqh + f$ — 28,00 (kN/m)

Coefficiente di attrito alla base (f)

f = $tg\varphi1'$ — 0,36 (-)

Fs scorr. **$(N*f + Sp) / T$** — **1,21** > **1,1**

VERIFICA AL RIBALTAMENTO (EQU)

Momento stabilizzante (Ms)

Ms = $Mm + Mt + Mfext3$ — 137,35 (kNm/m)

Momento ribaltante (Mr)

Mr = $MSt + MSq + Mfext1 + Mfext2 + MSp$ — 22,00 (kNm/m)

Fs ribaltamento **Ms / Mr** — **6,24** > **1,4**

VERIFICA CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE (STR/GEO)

		Nmin	Nmax	
Risultante forze verticali (N)				
N =	Pm + Pt + v + Stv + Sqv (+ Sovr acc)	93,03	120,78	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	Sth + Sqh + f - Sp	28,00	28,00	(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
MM =	ΣM	115,35	161,83	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
M =	Xc*N - MM	5,58	-4,82	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitrario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$q_{lim} = c'N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0{,}5 \gamma_1 B N_\gamma i_\gamma$

cu	res. al taglio nd terreno di fondaz.	45,00		(kPa)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	19,00		(kN/m^3)
$q_0 = \gamma d * H2'$	sovraccarico stabilizzante	9,50		(kN/m^2)
e = M / N	eccentricità	0,06	-0,04	(m)
B*= B - 2e	larghezza equivalente	2,48	2,52	(m)

I valori di Nc, Nq e Ng sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = tg^2(45 + \varphi'/2) * e^{(\pi * tg(\varphi'))}$	(1 in cond. nd)	1,00		(-)
$N_c = (N_q - 1)/tg(\varphi')$	(2+π in cond. nd)	5,14		(-)
$N_\gamma = 2*(N_q + 1)*tg(\varphi')$	(0 in cond. nd)	0,00		(-)

I valori di ic, iq e iγ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

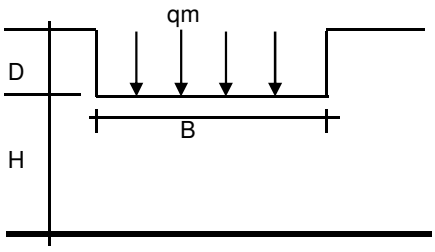
$i_q = (1 - T/(N + B*c'cotg\varphi'))^m$	(1 in cond. nd)	1,00	1,00	(-)
$i_c = (1 - m\ T / (B^* cu * N_c))$		0,90	0,90	(-)
$i_\gamma = (1 - T/(N + B*c'cotg\varphi'))^{m+1}$		- -		(-)

(fondazione nastriforme m = 2)

qlim	(carico limite unitario)	218,29	218,65	(kN/m^2)

FS carico limite	**F = qlim*B*/ N**	Nmin	**5,82**	>	**1,4**
		Nmax	**4,56**	>	

CEDIMENTO DELLA FONDAZIONE



$\delta = \mu 0 * \mu 1 * qm * B^* / E$ (Christian e Carrier, 1976)

	N	93,03	(kN/m)
	M	-2,53	(kNm/m)
	e=M/N	-0,03	(m)
	B*	2,55	(m)
Profondità Piano di Posa della Fondazione	D =	0,50	(m)
	D/B* =	0,20	(m)
	Hs/B* =	3,93	(m)
Carico unitario medio (qm)	qm = N / (B - 2*e) = N / B* =	36,54	(kN/mq)
Coefficiente di forma $\mu 0$ = f(D/B)	$\mu 0$ =	0,953	(-)
Coefficiente di profondità $\mu 1$ = f(H/B)	$\mu 1$ =	0,97	(-)
Cedimento della fondazione	$\delta = \mu 0 * \mu 1 * qm * B^* / E$ =	0,57	(mm)

CONDIZIONE SISMICA +

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO			SLE	STR/GEO	EQU
- Spinta condizione sismica +					
Sst1 stat =	$0,5*\gamma'*(H2+H3+H4+Hd)^2*ka$	(kN/m)	13,33	13,33	13,33
Sst1 sism =	$0,5*\gamma'*(1+kv)*(H2+H3+H4+Hd)^2*kas^+$-Sst1 stat	(kN/m)	1,71	1,71	1,71
Ssq1 perm=	$qp*(H2+H3+H4+Hd)*kas^+$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Ssq1 acc =	$qs*(H2+H3+H4+Hd)*kas^+$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
- Componente orizzontale condizione sismica +					
Sst1h stat =	Sst1 stat*cosδ	(kN/m)	13,33	13,33	13,33
Sst1h sism =	Sst1 sism*cosδ	(kN/m)	1,71	1,71	1,71
Ssq1h perm=	Ssq1 perm*cosδ	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Ssq1h acc=	Ssq1 acc*cosδ	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
- Componente verticale condizione sismica +					
Sst1v stat =	Sst1 stat*senδ	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Sst1v sism =	Sst1 sism*senδ	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Ssq1v perm=	Ssq1 perm*senδ	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Ssq1v acc=	Ssq1 acc*senδ	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
- Spinta passiva sul dente					
$Sp=½*\gamma_1'(1+kv)\ Hd^2*kps^+ +(2*c_1'*kps^{+0.5}+\gamma 1'\ (1+kv)\ kps^{+}*H2')*Hd$		(kN/m)	0,00	0,00	0,00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO			SLE	STR/GEO	EQU
- Condizione sismica +					
MSst1 stat =	Sst1h stat * ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)	(kNm/m)	8,89	8,89	8,89
MSst1 sism=	Sst1h sism* ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)	(kNm/m)	1,14	1,14	1,14
MSst2 stat =	Sst1v stat* B	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSst2 sism =	Sst1v sism* B	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSsq1 =	Ssq1h * ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSsq2 =	Ssq1v * B	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSp =	$\gamma_1'*Hd^3*kps^+/3+(2*c1'*kps^{+0.5}+\gamma 1'*kps^{+}*H2')*Hd^2/2$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	mp+ms	(kNm/m)		0,00
Mfext2 =	(fp+fs)*(H3 + H2)	(kNm/m)		0,00
Mfext3 =	(vp+vs)*(B1 +B2 + B3/2)	(kNm/m)		0,00

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N)

N =	Pm+ Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Ptsv	95,60	(kN/m)

Risultante forze orizzontali (T)

T =	Sst1h + Ssq1h + fp + fs +Ps h + Ptsh	20,21	(kN/m)

Coefficiente di attrito alla base (f)

f =	tgφ1'	0,36	(-)

Fs =	**(N*f + Sp) / T**	**1,72**	**>**	**1,1**

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)

Ms =	Mm + Mt + Mfext3	137,35	(kNm/m)

Momento ribaltante (Mr)

Mr =	MSst+MSsq+Mfext1+Mfext2+MSp+MPs+Mpts	11,07	(kNm/m)

VERIFICA A CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE

		Nmin	Nmax	
Risultante forze verticali (N)				
N =	Pm+ Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Ptsv + (Sovr acc)	95,60	95,60	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	Sst1h + Ssq1h + fp + fs +Ps h + Ptsh - Sp	20,21		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
MM =	ΣM	126,27	126,27	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
M =	Xc*N - MM	-1,99	-1,99	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitrario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$q_{lim} = c'N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0{,}5 \gamma_1 B N_\gamma i_\gamma$

cu	res. al taglio nd terreno di fondaz.	45,00		(kN/mq)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	19,00		(kN/m^3)
$q_0 = \gamma d * H2'$	sovraccarico stabilizzante	9,50		(kN/m^2)
e = M / N	eccentricità	-0,02	-0,02	(m)
B*= B - 2e	larghezza equivalente	2,56	2,56	(m)

I valori di Nc, Nq e Ng sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = tg^2(45 + \varphi'/2) * e^{(\pi * tg(\varphi'))}$	(1 in cond. nd)	1,00		(-)
$N_c = (N_q - 1)/tg(\varphi')$	(2+π in cond. nd)	5,14		(-)
$N_\gamma = 2*(N_q + 1)*tg(\varphi')$	(0 in cond. nd)	0,00		(-)

I valori di ic, iq e iγ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T/(N + B*c'cotg\varphi'))^m$	(1 in cond. nd)	1,00	1,00	(-)
$i_c = (1 - m\,T / (B^* cu * N_c))$		0,93	0,93	(-)
$i_\gamma = (1 - T/(N + B*c'cotg\varphi'))^{m+1}$		- -		(-)

(fondazione nastriforme m = 2)

qlim	(carico limite unitario)	225,08	225,08	(kN/m^2)

FS carico limite	**F = qlim*B*/ N**	Nmin	**6,02**	>	**1,4**
		Nmax	**6,02**	>	

CONDIZIONE SISMICA -

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO			SLE	STR/GEO	EQU
- Spinta condizione sismica -					
Sst1 stat =	$0,5*\gamma'*(H2+H3+H4+Hd)^2*ka$	(kN/m)	13,33	13,33	13,33
Sst1 sism =	$0,5*\gamma'*(1-kv)*(H2+H3+H4+Hd)^2*kas^- - Sst1\ stat$	(kN/m)	0,98	0,98	0,98
Ssq1 perm=	$qp*(H2+H3+H4+Hd)*kas^-$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Ssq1 acc =	$qs*(H2+H3+H4+Hd)*kas^-$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
- Componente orizzontale condizione sismica -					
Sst1h stat =	Sst1 stat*cosδ	(kN/m)	13,33	13,33	13,33
Sst1h sism =	Sst1 sism*cosδ	(kN/m)	0,98	0,98	0,98
Ssq1h perm=	Ssq1 perm*cosδ	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Ssq1h acc=	Ssq1 acc*cosδ	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
- Componente verticale condizione sismica -					
Sst1v stat =	Sst1 stat*senδ	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Sst1v sism =	Sst1 sism*senδ	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Ssq1v perm=	Ssq1 perm*senδ	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Ssq1v acc=	Ssq1 acc*senδ	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
- Spinta passiva sul dente					
$Sp=½*\gamma_1'(1-kv)\ Hd^2*kps^- +(2*c_1'*kps^{-0.5}+\gamma 1'\ (1-kv)\ kps^-*H2')*Hd$		(kN/m)	0,00	0,00	0,00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO			SLE	STR/GEO	EQU
- Condizione sismica -					
MSst1 stat =	Sst1h stat * ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)	(kNm/m)	8,89	8,89	8,89
MSst1 sism=	Sst1h sism* ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)	(kNm/m)	0,65	0,65	0,65
MSst2 stat =	Sst1v stat* B	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSst2 sism =	Sst1v sism* B	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSsq1 =	Ssq1h * ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSsq2 =	Ssq1v * B	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSp =	$\gamma_1'*Hd^3*kps^+/3+(2*c1'*kps^{+0.5}+\gamma 1'*kps^+*H2')*Hd^2/2$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE			
Mfext1 =	mp+ms	(kNm/m)	0,00
Mfext2 =	(fp+fs)*(H3 + H2)	(kNm/m)	0,00
Mfext3 =	(vp+vs)*(B1 +B2 + B3/2)	(kNm/m)	0,00

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N)

N =	Pm+ Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Ptsv	90,45	(kN/m)

Risultante forze orizzontali (T)

T =	Sst1h + Ssq1h + fp + fs +Ps h + Ptsh	19,47	(kN/m)

Coefficiente di attrito alla base (f)

f =	tgφ1'	0,36	(-)

Fs =	**(N*f + Sp) / T**	**1,69**	**>**	**1,1**

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)

Ms =	Mm + Mt + Mfext3	137,35	(kNm/m)

Fr	**=**	**Ms / Mr**	**7,55**	>	**1,4**

VERIFICA A CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE

		Nmin	Nmax	
Risultante forze verticali (N)				
N =	Pm+ Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Ptsv	90,45	90,45	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	Sst1h + Ssq1h + fp + fs +Ps h + Ptsh - Sp	19,47		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
MM =	ΣM	119,15	119,15	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
M =	Xc*N - MM	-1,57	-1,57	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitrario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$q_{lim} = c'N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0{,}5 \gamma_1 B N_\gamma i_\gamma$

cu	res. al taglio nd terreno di fondaz.	45,00		(kN/mq)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	19,00		(kN/m^3)
$q_0 = \gamma d * H2'$	sovraccarico stabilizzante	9,50		(kN/m^2)
e = M / N	eccentricità	-0,02	-0,02	(m)
B*= B - 2e	larghezza equivalente	2,57	2,57	(m)

I valori di Nc, Nq e Ng sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = tg^2(45 + \varphi'/2) * e^{(\pi * tg(\varphi'))}$	(1 in cond. nd)	1,00		(-)
$N_c = (N_q - 1)/tg(\varphi')$	(2+π in cond. nd)	5,14		(-)
$N_\gamma = 2*(N_q + 1)*tg(\varphi')$	(0 in cond. nd)	0,00		(-)

I valori di ic, iq e iγ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T/(N + B*c'cotg\varphi'))^m$	(1 in cond. nd)	1,00	1,00	(-)
$i_c = (1 - m\,T / (B^* cu * N_c))$		0,93	0,93	(-)
$i_\gamma = (1 - T/(N + B*c'cotg\varphi'))^{m+1}$		- -		(-)

(fondazione nastriforme m = 2)

qlim	(carico limite unitario)	225,69	225,69	(kN/m^2)

FS carico limite	**F = qlim*B*/ N**	Nmin	**6,40**	>	**1,4**
		Nmax	**6,40**	>	

Verifica allo Stato Limite Ultimo

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

$\sigma valle = N / A + M / Wgg$

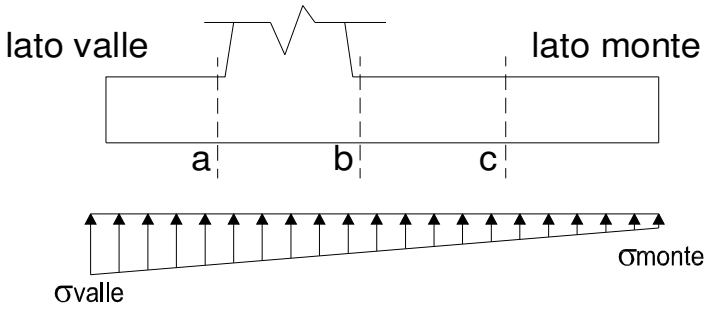
$\sigma monte = N / A - M / Wgg$

$A = 1.0*B = 2,60 \ (m^2)$

$Wgg = 1.0*B^2/6 = 1,13 \ (m^3)$

caso	N	M	σvalle	σmonte
	[kN]	[kNm]	[kN/m²]	[kN/m²]
statico	93,03	5,58	40,74	30,82
	120,78	-4,82	42,17	50,73
sisma+	95,60	-1,99	35,01	38,54
	95,60	-1,99	35,01	38,54
sisma-	90,45	-1,57	33,40	36,18
	90,45	-1,57	33,40	36,18

sezioni di verifica



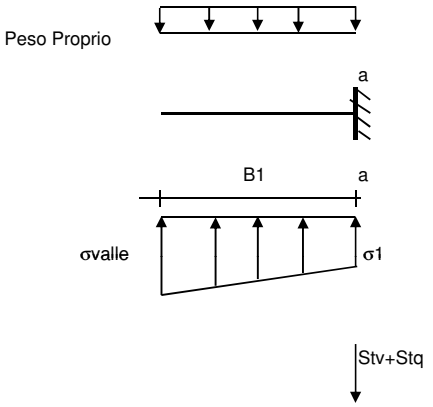
Mensola Lato Valle

Peso Proprio. $PP = 7,50 \ (kN/m)$

$Ma = \sigma1*B1^2/2 + (\sigma valle - \sigma1)*B1^2/3 - PP*B1^2/2*(1\pm kv)$

$Va = \sigma1*B1 + (\sigma valle - \sigma1)*B1/2 - PP*B1*(1\pm kv)$

caso	σvalle	σ1	Ma	Va
	[kN/m²]	[kN/m²]	[kNm]	[kN]
statico	40,74	38,83	4,07	16,14
	42,17	43,82	4,40	17,75
sisma+	35,01	35,69	3,44	13,65
	35,01	35,69	3,47	13,65
sisma-	33,40	33,93	3,29	12,84
	33,40	33,93	3,26	12,84

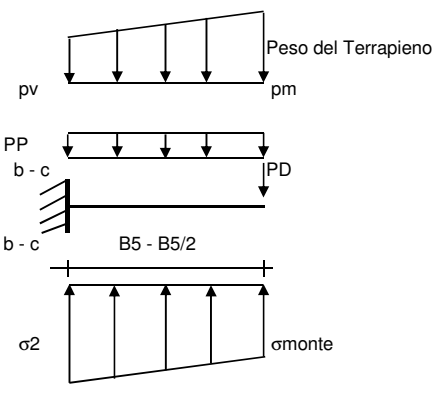


Mensola Lato Monte

$PP = 7,50 \ (kN/m^2)$ peso proprio soletta fondazione

$PD = 0,00 \ (kN/m)$ peso proprio dente

	Nmin	N max stat	N max sism	
pm =	34,00	49,00	34,00	(kN/m²)
pvb =	34,00	49,00	34,00	(kN/m²)
pvc =	34,00	49,00	34,00	(kN/m²)



$Mb=(\sigma_{monte}-(pvb+PP)*(1\pm kv))*B5^2/2+(\sigma2b-\sigma_{monte})*B5^2/6-(pm-pvb))*(1\pm kv)*B5^2/3+$
$-(Stv+Sqv)*B5-PD*(1\pm kv)*(B5-Bd/2)-PD*kh*(Hd+H2/2)+Msp+Sp*H2/2$

$Mc=(\sigma_{monte}-(pvc+PP)*(1\pm kv))*(B5/2)^2/2+(\sigma2c-\sigma_{monte})*(B5/2)^2/6-(pm-pvc)*(1\pm kv)*(B5/2)^2/3+$
$-(Stv+Sqv)*(B5/2)-PD*(1\pm kv)*(B5/2-Bd/2)-PD*kh*(Hd+H2/2)+Msp+Sp*H2/2$

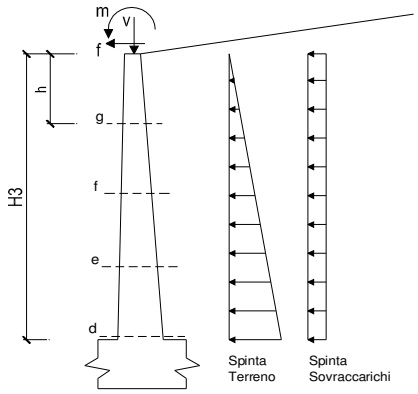
$Vb=(\sigma_{monte}-(pvb+PP)*(1\pm kv))*B5+(\sigma2b-\sigma_{monte})*B5/2-(pm-pvb))*(1\pm kv)*B5/2-(Stv+Sqv)-PD*(1\pm kv)$

$Vc=(\sigma_{monte}-(pvc+PP)*(1\pm kv))*(B5/2)+(\sigma2c-\sigma_{monte})*(B5/2)/2-(pm-pvc)*(1\pm kv)*(B5/2)/2-(Stv+Sqv)-PD*(1\pm kv)$

caso	σmonte	σ2b	Mb	Vb	σ2c	Mc	Vc
	[kN/m²]	[kN/m²]	[kNm]	[kN]	[kN/m²]	[kNm]	[kN]
statico	30,82	37,88	-14,25	-13,23	34,35	-4,07	-8,25
	50,73	44,64	-13,35	-16,31	47,69	-2,90	-6,74
sisma+	38,54	36,02	-8,47	-9,94	37,28	-1,94	-4,39
	38,54	36,02	-8,47	-9,94	37,28	-1,94	-4,39
sisma-	36,18	34,20	-8,27	-9,55	35,19	-1,93	-4,32
	36,18	34,20	-8,27	-9,55	35,19	-1,93	-4,32

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo



Mt stat = ½ $Ka_{orizz.}$* γ*(1±kv)*h^2*h/3

Mt sism = ½ * γ *($Kas_{orizz.}$*(1±kv)-$Ka_{orizz.}$)*h^2*h/2 o *h/3

Mq = ½ Ka_{orizz}*q*h^2

M_{ext} = m+f*h

$M_{inerzia}$ = ΣPm_i*b_i*kh

N_{ext} = v

$N_{pp+inerzia}$ = ΣPm_i*(1±kv)

Vt stat = ½ $Ka_{orizz.}$* γ*(1±kv)*h^2

Vt sism = ½ * γ *($Kas_{orizz.}$*(1±kv)-$Ka_{orizz.}$)*h^2

Vq = Ka_{orizz}*q*h

V_{ext} = f

$V_{inerzia}$ = ΣPm_i*kh

condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M_{ext}	M_{tot}	N_{ext}	N_{pp}	N_{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	1,70	7,37	7,23	0,00	14,59	0,00	10,63	10,63
e-e	1,28	3,11	4,06	0,00	7,17	0,00	7,97	7,97
f-f	0,85	0,92	1,81	0,00	2,73	0,00	5,31	5,31
g-g	0,43	0,12	0,45	0,00	0,57	0,00	2,66	2,66

sezione	h	Vt	Vq	V_{ext}	V_{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	1,70	13,01	8,50	0,00	21,51
e-e	1,28	7,32	6,38	0,00	13,69
f-f	0,85	3,25	4,25	0,00	7,50
g-g	0,43	0,81	2,13	0,00	2,94

condizione sismica +

sezione	h	Mt_{stat}	Mt_{sism}	Mq	M_{ext}	$M_{inerzia}$	M_{tot}	N_{ext}	$N_{pp+inerzia}$	N_{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	1,70	5,46	0,70	0,00	0,00	0,50	6,66	0,00	10,92	10,92
e-e	1,28	2,30	0,30	0,00	0,00	0,28	2,88	0,00	8,19	8,19
f-f	0,85	0,68	0,09	0,00	0,00	0,13	0,90	0,00	5,46	5,46
g-g	0,43	0,09	0,01	0,00	0,00	0,03	0,13	0,00	2,73	2,73

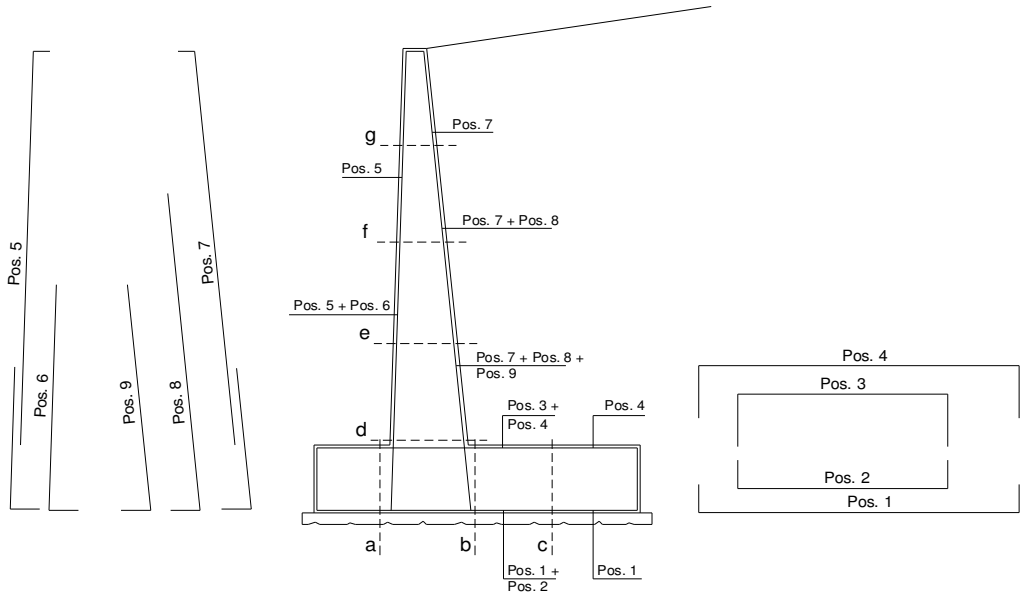
sezione	h	Vt_{stat}	Vt_{sism}	Vq	V_{ext}	$V_{inerzia}$	V_{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	1,70	9,63	1,24	0,00	0,00	0,59	11,46
e-e	1,28	5,42	0,70	0,00	0,00	0,44	6,56
f-f	0,85	2,41	0,31	0,00	0,00	0,29	3,01
g-g	0,43	0,60	0,08	0,00	0,00	0,15	0,83

condizione sismica -

sezione	h	Mt_{stat}	Mt_{sism}	Mq	M_{ext}	$M_{inerzia}$	M_{tot}	N_{ext}	$N_{pp+inerzia}$	N_{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	1,70	5,46	0,40	0,00	0,00	0,50	6,36	0,00	10,33	10,33
e-e	1,28	2,30	0,17	0,00	0,00	0,28	2,75	0,00	7,75	7,75
f-f	0,85	0,68	0,05	0,00	0,00	0,13	0,86	0,00	5,17	5,17
g-g	0,43	0,09	0,01	0,00	0,00	0,03	0,12	0,00	2,58	2,58

sezione	h	Vt_{stat}	Vt_{sism}	Vq	V_{ext}	$V_{inerzia}$	V_{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	1,70	9,63	0,71	0,00	0,00	0,59	10,93
e-e	1,28	5,42	0,40	0,00	0,00	0,44	6,26
f-f	0,85	2,41	0,18	0,00	0,00	0,29	2,88
g-g	0,43	0,60	0,04	0,00	0,00	0,15	0,79

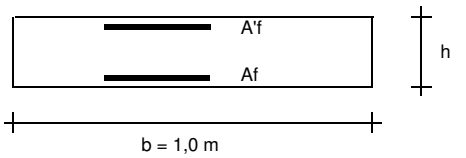
SCHEMA DELLE ARMATURE



ARMATURE

pos	n°/ml	ϕ	II strato	pos	n°/ml	ϕ	II strato
1	5,0	12		5	5,0	12	
2	0,0	16	☐	6	0,0	16	☐
3	0,0	12	☐	7	5,0	12	
4	5,0	12		8	0,0	12	☐
				9	0,0	16	☐

VERIFICHE



a-a	pos 1-2-3-4
b-b	pos 1-2-3-4
c-c	pos 1-4
d-d	pos 5-6-7-8-9
e-e	pos 5-6-7-8-9
f-f	pos 5-7-8
g-g	pos 5-7

Sez.	**M**	**N**	**h**	**Af**	**A'f**	**Mu**
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm^2)	(cm^2)	(kNm)
a - a	4,40	0,00	0,30	5,65	5,65	57,82
b - b	-14,25	0,00	0,30	5,65	5,65	57,82
c - c	-4,07	0,00	0,30	5,65	5,65	57,82
d - d	14,59	10,63	0,25	5,65	5,65	47,69
e -e	7,17	7,97	0,25	5,65	5,65	47,46
f - f	2,73	5,31	0,25	5,65	5,65	47,22
g - g	0,57	2,66	0,25	5,65	5,65	46,99

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

Sez.	**V_{Ed}**	**h**	**V_{rd}**	**ø staffe**	**i orizz.**	**i vert.**	**θ**	**V_{Rsd}**	
(-)	(kN)	(m)	(kN)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN)	
a - a	17,75	0,30	122,90	8	20	20	21,8	284,34	**Armatura a taglio non necessaria**
b - b	16,31	0,30	122,90	8	20	20	21,8	284,34	**Armatura a taglio non necessaria**
c - c	8,25	0,30	122,90	8	20	20	21,8	284,34	**Armatura a taglio non necessaria**
d - d	21,51	0,25	108,37	8	20	20	21,8	229,02	**Armatura a taglio non necessaria**
e -e	13,69	0,25	108,04	8	20	20	21,8	229,02	**Armatura a taglio non necessaria**
f - f	7,50	0,25	107,71	8	20	20	21,8	229,02	**Armatura a taglio non necessaria**
g - g	2,94	0,25	107,38	8	20	20	21,8	229,02	**Armatura a taglio non necessaria**

VERIFICA A FESSURAZIONE

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

$\sigma valle = N / A + M / Wgg$

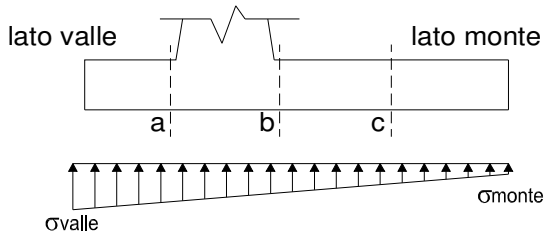
$\sigma monte = N / A - M / Wgg$

$A = 1.0*B = 2,60 \ (m^2)$

$Wgg = 1.0*B^2/6 = 1,13 \ (m^3)$

caso	N	M	σvalle	σmonte
	[kN]	[kNm]	[kN/m²]	[kN/m²]
Freq.	93,03	-2,53	33,54	38,02
	106,90	-7,73	34,25	47,98
Q.P.	93,03	-7,53	29,10	42,46
	93,03	-7,53	29,10	42,46

sezioni di verifica

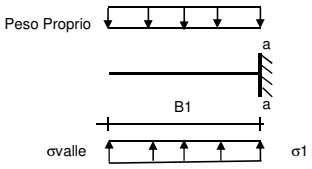


Mensola Lato Valle

Peso Proprio. $PP = 7,50 \ (kN/m)$

$Ma = \sigma1*B1^2/2 + (\sigma valle - \sigma1)*B1^2/3 - PP*B1^2/2*(1\pm kv)$

caso	σvalle	σ1	Ma
	[kN/m²]	[kN/m²]	[kNm]
Freq.	33,54	34,40	3,29
	34,25	36,89	3,45
Q.P.	29,10	31,67	2,81
	29,10	31,67	2,81



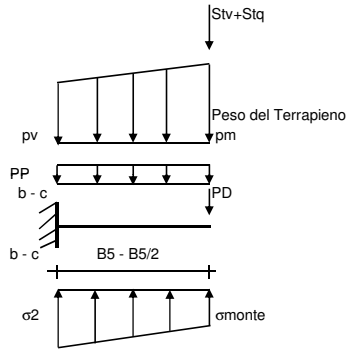
Mensola Lato Monte

PP	=	7,50	(kN/m²)	peso proprio soletta fondazione
PD	=	0,00	(kN/m)	peso proprio dente

		Nmin	N max Freq	N max QP	
pm	=	34,00	41,50	34,00	(kN/m²)
pvb	=	34,00	41,50	34,00	(kN/m²)
pvc	=	34,00	41,50	34,00	(kN/m²)

$Mb=(\sigma_{monte}-(pvb+PP))*B5^2/2+(\sigma2b-\sigma_{monte})*B5^2/6-(pm-pvb))*B5^2/3+$
$-(Stv+Sqv)*B5-PD*(B5-Bd/2)+Msp+Sp*H2/2$

$Mc =(\sigma_{monte}-(pvc+PP))*(B5/2)^2/2+(\sigma2c-\sigma_{monte})*(B5/2)^2/6-(pm-pvc)*(B5/2)^2/3+$
$-(Stv+Sqv)*(B5/2)-PD*(B5/2-Bd/2)+Msp+Sp*H2/2$



caso	σmonte	σ2b	Mb	σ2c	Mc
	[kN/m²]	[kN/m²]	[kNm]	[kN/m²]	[kNm]
Freq.	38,02	34,83	-7,77	36,43	-1,72
	47,98	38,21	-7,32	43,09	-1,13
Q.P.	42,46	32,95	-3,78	37,71	-0,27
	42,46	32,95	-3,78	37,71	-0,27

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

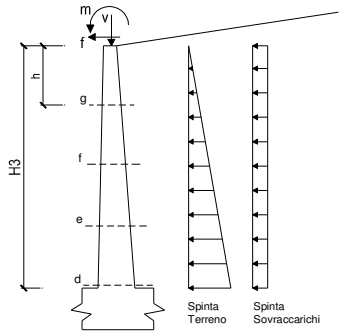
Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$Mt = ½ Ka_{orizz.} * \gamma*h^2*h/3$

$Mq = ½ Ka_{orizz}*q*h^2$

$M_{ext} = m+f*h$

$N_{ext} = v$



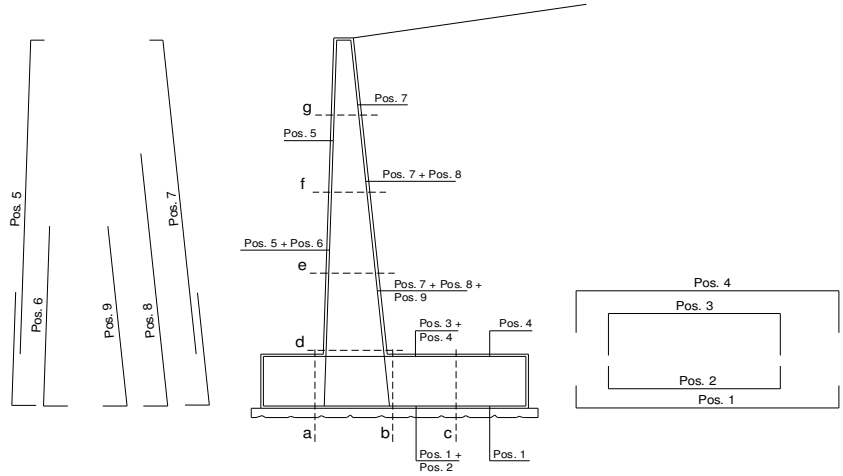
condizione Frequente

sezione	h	Mt	Mq	M_{ext}	M_{tot}	N_{ext}	N_{pp}	N_{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	1,70	5,46	3,61	0,00	9,07	0,00	10,63	10,63
e-e	1,28	2,30	2,03	0,00	4,34	0,00	7,97	7,97
f-f	0,85	0,68	0,90	0,00	1,59	0,00	5,31	5,31
g-g	0,43	0,09	0,23	0,00	0,31	0,00	2,66	2,66

condizione Quasi Permanente

sezione	h	Mt	Mq	M_{ext}	M_{tot}	N_{ext}	N_{pp}	N_{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	1,70	5,46	0,00	0,00	5,46	0,00	10,63	10,63
e-e	1,28	2,30	0,00	0,00	2,30	0,00	7,97	7,97
f-f	0,85	0,68	0,00	0,00	0,68	0,00	5,31	5,31

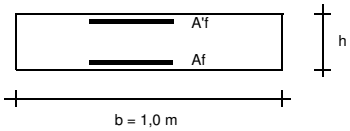
SCHEMA DELLE ARMATURE



ARMATURE

pos	n°/ml	ϕ	II strato	pos	n°/ml	ϕ	II strato
1	5,0	12		5	5,0	12	
2	0,0	16	☐	6	0,0	16	☐
3	0,0	12	☐	7	5,0	12	
4	5,0	12		8	0,0	12	☐
				9	0,0	16	☐

VERIFICHE



a-a	pos 1-2-3-4
b-b	pos 1-2-3-4
c-c	pos 1-4
d-d	pos 5-6-7-8-9
e-e	pos 5-6-7-8-9
f-f	pos 5-7-8
g-g	pos 5-7

condizione Frequente

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ^c	σ^f	wk	w_{amm}
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm^2)	(cm^2)	(N/mm^2)	(N/mm^2)	(mm)	(mm)
a - a	3,45	0,00	0,30	5,65	5,65	0,48	25,82	0,031	0,300
b - b	-7,77	0,00	0,30	5,65	5,65	1,09	58,10	0,070	0,300
c - c	-1,72	0,00	0,30	5,65	5,65	0,24	12,82	0,015	0,300
d - d	9,07	10,63	0,25	5,65	5,65	1,81	75,17	0,077	0,300
e -e	4,34	7,97	0,25	5,65	5,65	0,86	33,32	0,034	0,300
f - f	1,59	5,31	0,25	5,65	5,65	0,31	10,08	0,010	0,300
g - g	0,31	2,66	0,25	5,65	5,65	0,05	0,77	0,001	0,300

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

condizione Quasi Permanente

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σ^c	σ^f	wk	w_{amm}	
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm^2)	(cm^2)	(N/mm^2)	(N/mm^2)	(mm)	(mm)	
a - a	2,81	0,00	0,30	5,65	5,65	0,39	20,98	0,025	0,200	
b - b	-3,78	0,00	0,30	5,65	5,65	0,53	28,26	0,034	0,200	
c - c	-0,27	0,00	0,30	5,65	5,65	0,04	2,00	0,002	0,200	
d - d	5,46	10,63	0,25	5,65	5,65	1,08	41,43	0,042	0,200	
e -e	2,30	7,97	0,25	5,65	5,65	0,45	14,43	0,014	0,200	
f - f	0,68	5,31	0,25	5,65	5,65	0,12	2,00	0,002	0,200	
g - g	0,09	2,66	0,25	5,65	5,65	0,00	-	-	0,200	**sez. compressa**

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

VERIFICHE TENSIONE

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

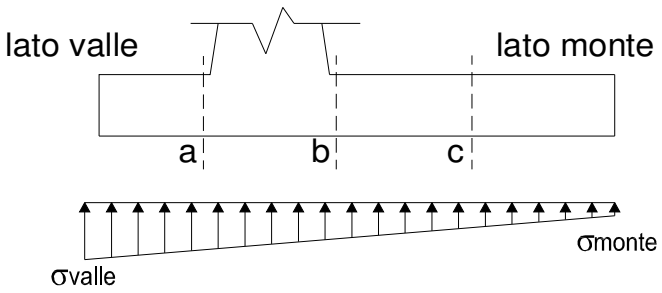
$\sigma valle = N / A + M / Wgg$
$\sigma monte = N / A - M / Wgg$

$A = 1.0*B = 2,60 \ (m^2)$

$Wgg = 1.0*B^2/6 = 1,13 \ (m^3)$

caso	N [kN]	M [kNm]	σvalle [kN/m²]	σmonte [kN/m²]
statico	93,03	-0,86	35,02	36,54
	111,53	-7,80	35,97	49,82
sisma+	95,60	-1,99	35,01	38,54
	95,60	-1,99	35,01	38,54
sisma-	90,45	-1,57	33,40	36,18
	90,45	-1,57	33,40	36,18

sezioni di verifica

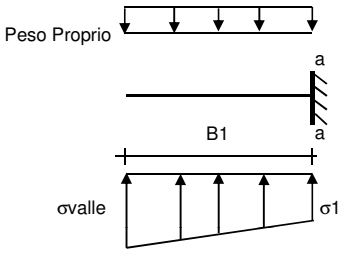


Mensola Lato Valle

Peso Proprio. PP = 7,50 (kN/m)

$Ma = \sigma1*B1^2/2 + (\sigma valle - \sigma1)*B1^2/3 - PP*B1^2/2*(1\pm kv)$

caso	σvalle [kN/m²]	σ1 [kN/m²]	Ma [kNm]
statico	35,02	35,31	3,45
	35,97	38,64	3,67
sisma+	35,01	35,69	3,44
	35,01	35,69	3,44
sisma-	33,40	33,93	3,29
	33,40	33,93	3,29



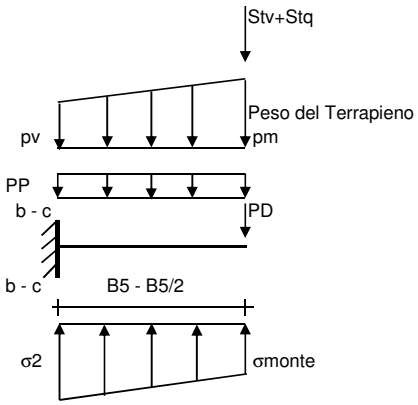
Mensola Lato Monte

PP = 7,50 (kN/m²) peso proprio soletta fondazione
PD = 0,00 (kN/m) peso proprio dente

	Nmin	N max stat	N max sism	
pm =	34,00	44,00	34,00	(kN/m²)
pvb =	34,00	44,00	34,00	(kN/m²)
pvc =	34,00	44,00	34,00	(kN/m²)

$Mb=(\sigma_{monte}-(pvb+PP)*(1\pm kv))*B5^2/2+(\sigma2b-\sigma_{monte})*B5^2/6-(pm-pvb))*(1\pm kv)*B5^2/3+$
$-(Stv+Sqv)*B5-PD*(1\pm kv)*(B5-Bd/2)-PD*kh*(Hd+H2/2)+Msp+Sp*H2/2$

$Mc=(\sigma_{monte}-(pvc+PP)*(1\pm kv))*(B5/2)^2/2+(\sigma2c-\sigma_{monte})*(B5/2)^2/6-(pm-pvc)*(1\pm kv)*(B5/2)^2/3+$
$-(Stv+Sqv)*(B5/2)-PD*(1\pm kv)*(B5/2-Bd/2)-PD*kh*(Hd+H2/2)+Msp+Sp*H2/2$



caso	σmonte [kN/m²]	σ2b [kN/m²]	Mb [kNm]	σ2c [kN/m²]	Mc [kNm]
statico	36,54	35,46	-9,10	36,00	-2,20
	49,82	39,97	-8,50	44,89	-1,42
sisma+	38,54	36,02	-8,47	37,28	-1,94
	38,54	36,02	-8,47	37,28	-1,94
sisma-	36,18	34,20	-8,27	35,19	-1,93
	36,18	34,20	-8,27	35,19	-1,93

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

Mt stat = ½ $Ka_{orizz.}$* γ*(1±kv)*h^2*h/3

Mt sism = ½ * γ *($Kas_{orizz.}$*(1±kv)-$Ka_{orizz.}$)*h^2*h/2 o *h/3

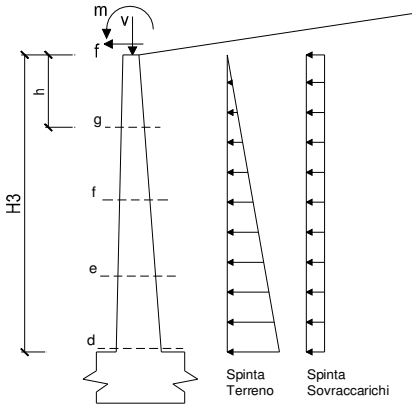
Mq = ½ Ka_{orizz}*q*h^2

M_{ext} = m+f*h

$M_{inerzia}$ = ΣPm_i*b_i*kh (solo con sisma)

N_{ext} = v

$N_{pp+inerzia}$ = ΣPm_i*(1±kv)



condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M_{ext}	M_{tot}	N_{ext}	N_{pp}	N_{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	1,70	5,46	4,82	0,00	10,28	0,00	10,63	10,63
e-e	1,28	2,30	2,71	0,00	5,01	0,00	7,97	7,97
f-f	0,85	0,68	1,20	0,00	1,89	0,00	5,31	5,31
g-g	0,43	0,09	0,30	0,00	0,39	0,00	2,66	2,66

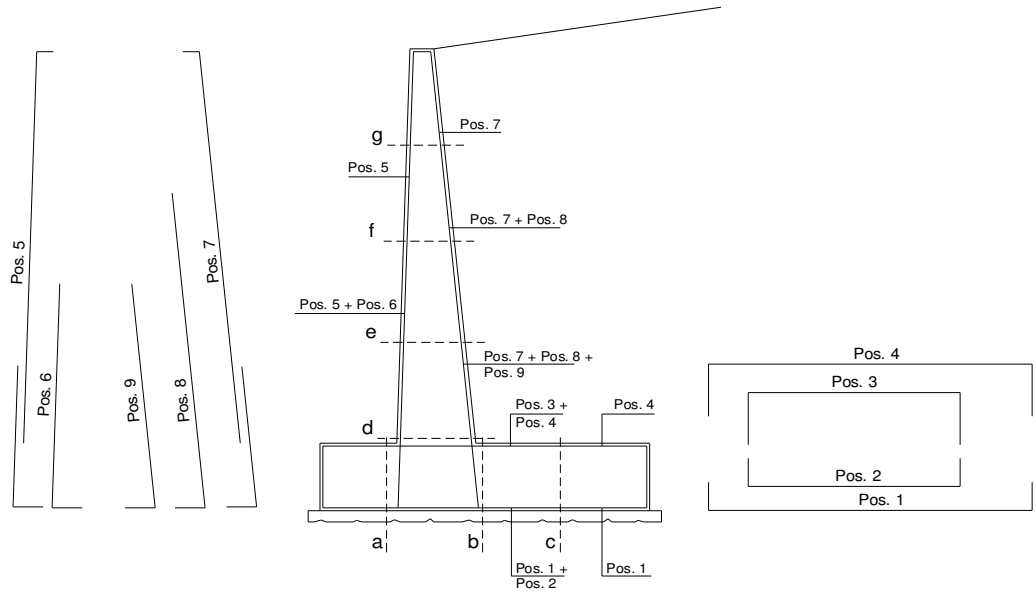
condizione sismica +

sezione	h	Mt stat	Mt sism	Mq	M_{ext}	$M_{inerzia}$	M_{tot}	N_{ext}	$N_{pp+inerzia}$	N_{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	1,70	5,46	0,70	0,00	0,00	0,50	6,66	0,00	10,92	10,92
e-e	1,28	2,30	0,30	0,00	0,00	0,28	2,88	0,00	8,19	8,19
f-f	0,85	0,68	0,09	0,00	0,00	0,13	0,90	0,00	5,46	5,46
g-g	0,43	0,09	0,01	0,00	0,00	0,03	0,13	0,00	2,73	2,73

condizione sismica -

sezione	h	Mt stat	Mt sism	Mq	M_{ext}	$M_{inerzia}$	M_{tot}	N_{ext}	$N_{pp+inerzia}$	N_{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	1,70	5,46	0,40	0,00	0,00	0,50	6,36	0,00	10,33	10,33
e-e	1,28	2,30	0,17	0,00	0,00	0,28	2,75	0,00	7,75	7,75
f-f	0,85	0,68	0,05	0,00	0,00	0,13	0,86	0,00	5,17	5,17
g-g	0,43	0,09	0,01	0,00	0,00	0,03	0,12	0,00	2,58	2,58

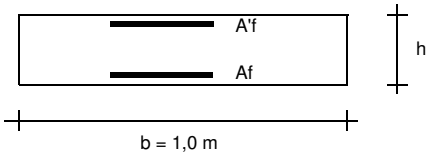
SCHEMA DELLE ARMATURE



ARMATURE

pos	n°/ml	ϕ	II strato	pos	n°/ml	ϕ	II strato
1	5,0	12		5	5,0	12	
2	0,0	16	☐	6	0,0	16	☐
3	0,0	12	☐	7	5,0	12	
4	5,0	12		8	0,0	12	☐
				9	0,0	16	☐

VERIFICHE



a-a	pos 1-2-3-4
b-b	pos 1-2-3-4
c-c	pos 1-4
d-d	pos 5-6-7-8-9
e-e	pos 5-6-7-8-9
f-f	pos 5-7-8
g-g	pos 5-7

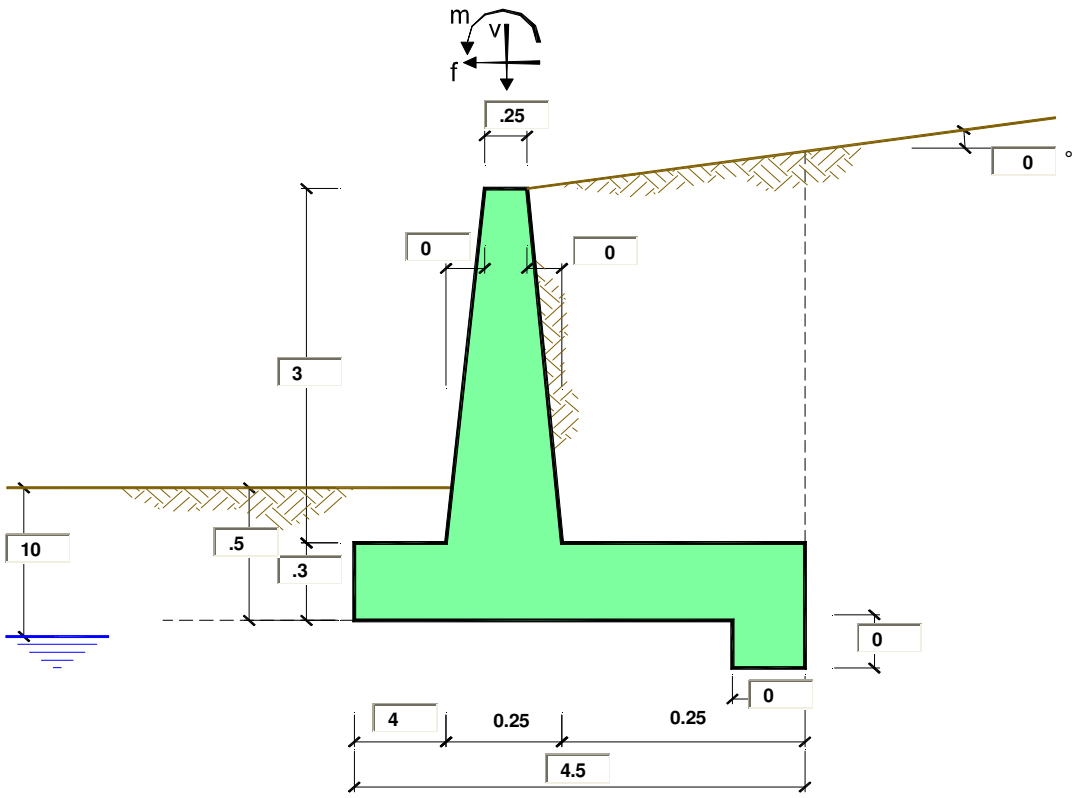
Condizione Statica

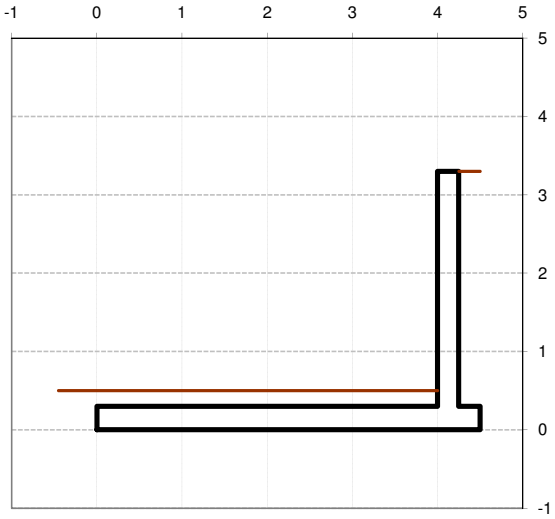
Sez.	M	N	h	Af	A'f	σc	σf
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm^2)	(cm^2)	(N/mm^2)	(N/mm^2)
a - a	3,67	0,00	0,30	5,65	5,65	0,51	27,43
b - b	-9,10	0,00	0,30	5,65	5,65	1,27	68,04
c - c	-2,20	0,00	0,30	5,65	5,65	0,31	16,43
d - d	10,28	10,63	0,25	5,65	5,65	2,05	86,43
e -e	5,01	7,97	0,25	5,65	5,65	1,00	39,64
f - f	1,89	5,31	0,25	5,65	5,65	0,37	12,87
g - g	0,39	2,66	0,25	5,65	5,65	0,07	1,37

Condizione Sismica

Sez.	M	N	h	Af	A'f	σc	σf
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm^2)	(cm^2)	(N/mm^2)	(N/mm^2)
a - a	3,44	0,00	0,30	5,65	5,65	0,48	25,72
b - b	-8,47	0,00	0,30	5,65	5,65	1,19	63,34
c - c	-1,94	0,00	0,30	5,65	5,65	0,27	14,50
d - d	6,66	10,33	0,25	5,65	5,65	1,33	52,92
e -e	2,88	7,75	0,25	5,65	5,65	0,57	19,97
f - f	0,90	5,17	0,25	5,65	5,65	0,17	3,92
g - g	0,13	2,58	0,25	5,65	5,65	0,02	-0,03

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)





OPERA Muri di Raccordo Scatolare (Parte Alta)

Combinazioni coefficienti parziali di verifica

SLU	Approccio 1	comb. 1	A1+M1+R1 EQU+M2	○
		comb. 2	A2+M2+R2 EQU+M2	○
	Approccio 2		A1+M1+R3 EQU+M2	○
SLE (DM88)				○
altro				◉

Peso Specifico del Calcestruzzo	γcls =	25,00	(kN/m3)

Carichi	Effetto	Coeff. Parziale	EQU	A1 (STR)	A2 (GEO)	SLE	altro
Permanenti	favorevole	γ_G	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,10	1,30	1,00	1,00	1,35
Variabili	favorevole	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevole		1,50	1,50	1,30	1,00	1,50

Parametro		Coeff. Parziale	M1	M2	SLE	altro
angolo d'attrito	tan φ'_k	$\gamma_{\varphi'}$	1,00	1,25	1,00	1,00
coesione	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25	1,00	1,00
resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,00	1,40	1,00	1,00
peso unità di volume	γ	γ_γ	1,00	1,00	1,00	1,00

	Coeff.					

Dati Geotecnici

				valori caratteristici SLE	valori di progetto STR/GEO	valori di progetto EQU
Dati Terrapieno	Angolo di attrito del terrapieno	(°)	φ'	30,00	30,00	30,00
	Peso Unità di Volume del terrapieno	(kN/m³)	γ'	20,00	20,00	20,00
	Angolo di attrito terreno-superficie ideale	(°)	δ	0,00	0,00	0,00
Dati Terreno Fondazione	Condizioni		○ drenate	◉ Non Drenate		
	Resistenza a Taglio non drenata	(kPa)	cu	45,00	45,00	45,00
	Angolo di attrito Terreno-Fondazione	(°)	φ1'	20,00	20,00	20,00
	Peso Unità di Volume del Terreno di Fondazione	(kN/m³)	γ1	19,00	19,00	19,00
	Peso Unità di Volume del Rinterro della Fondazione	(kN/m³)	γd	19,00	19,00	19,00
	Profondità "Significativa" (n.b.: consigliata H = 2*B)	(m)	Hs	10,00		
	Modulo di deformazione	(kN/m²)	E	150000		

Dati Sismici	Accelerazione sismica	a_g/g	0,157	(-)
	Coefficiente Amplificazione Stratigrafico	S_S	1,472	(-)
	Coefficiente Amplificazione Topografico	S_T	1	(-)
	Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima	β_s	0,24	(-)
	Coefficiente sismico orizzontale	kh	0,05546496	(-)
	Coefficiente sismico verticale	kv	0,0277	(-)
	Muro libero di traslare o ruotare	◉ si	○ no	

			SLE		STR/GEO		EQU	
Coefficienti di Spinta	Coeff. di Spinta Attiva Statico	ka	0,333		0,333		0,333	
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma +	kas+	0,366		0,366		0,366	
	Coeff. Di Spinta Attiva Sismica sisma -	kas-	0,368		0,368		0,368	
	Coeff. Di Spinta Passiva	kp	1,000		1,000		1,000	
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica sisma +	kps+	1,000		1,000		1,000	
	Coeff. Di Spinta Passiva Sismica sisma -	kps-	1,000		1,000		1,000	

Carichi Agenti

				valori caratteristici SLE - sisma	valori di progetto STR/GEO	valori di progetto EQU
Carichi permanenti	Sovraccarico permanente	(kN/m²)	qp	0,00	0,00	0,00
	Sovraccarico su zattera di monte ◉ si ○ no					
	Forza Orizzontale in Testa permanente	(kN/m)	fp	0,00	0,00	0,00
	Forza Verticale in Testa permanente	(kN/m)	vp	0,00	0,00	0,00
	Momento in Testa permanente	(kNm/m)	mp	0,00	0,00	0,00
Condizioni Statiche	Sovraccarico Accidentale in condizioni statiche	(kN/m²)	q	20,00	30,00	30,00
	Forza Orizzontale in Testa accidentale in condizioni statiche	(kN/m)	f	0,00	0,00	0,00
	Forza Verticale in Testa accidentale in condizioni statiche	(kN/m)	v	0,00	0,00	0,00
	Momento in Testa accidentale in condizioni statiche	(kNm/m)	m	0,00	0,00	0,00
	Coefficienti di combinazione condizione frequente Ψ1		0,75	condizione quasi permanente Ψ2		0,00
Condizioni Sismiche	Sovraccarico Accidentale in condizioni sismiche	(kN/m²)	qs	0,00		
	Forza Orizzontale in Testa accidentale in condizioni sismiche	(kN/m)	fs	0,00		
	Forza Verticale in Testa accidentale in condizioni sismiche	(kN/m)	vs	0,00		
	Momento in Testa accidentale in condizioni sismiche	(kNm/m)	ms	0,00		

Coefficienti di sicurezza

	Scorrimento	*Ribaltamento*	*Carico limite*
Statico	**0,30**	**2,02**	**9,26**
Sismico	**0,56**	**4,16**	**12,32**

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI

Calcestruzzo

classe cls C28/35

Rck	35	(MPa)
fck	28	(MPa)
fcm	36	(MPa)
Ec	32308	(MPa)
α_{cc}	0,85	
γc	1,50	
$f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma c$	15,87	(MPa)
$f_{ctm} = 0.30 * f_{ck}^{2/3}$	2,77	(MPa)

Tensioni limite (tensioni ammissibili)

condizioni statiche

σ_c	12,6	Mpa
σ_f	360	Mpa

condizioni sismiche

σ_c	12,6	Mpa
σ_f	360	Mpa

Valore limite di apertura delle fessure

Frequente	w2	0,3	mm
Quasi Permanente	w1	0,2	mm

Acciaio

tipo di acciaio B450C

fyk =	450	(MPa)
γs =	1,15	
fyd = fyk /γs / γE =	391,30	(MPa)
Es =	210000	(MPa)
ε_{ys} =	0,19%	

coefficiente omogeneizzazione acciaio n = 15

Copriferro (distanza asse armatura-bordo)

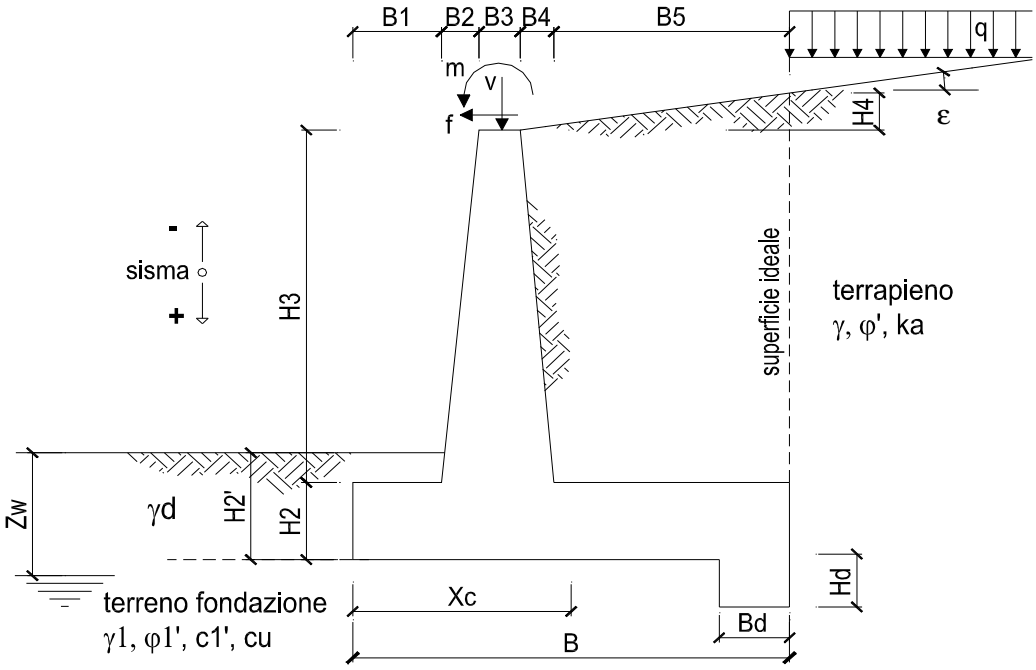
c = 4,30 (cm)

Copriferro minimo di normativa (ricoprimento armatura)

c_{min} = 3,50 (cm)

Interferro tra I e II strato

i_{I-II} 5,00 (cm)



OPERA Esempio

DATI DI PROGETTO:

Geometria del Muro

Elevazione	H3 =	3,00	(m)
Aggetto Valle	B2 =	0,00	(m)
Spessore del Muro in Testa	B3 =	0,25	(m)
Aggetto monte	B4 =	0,00	(m)

Geometria della Fondazione

Larghezza Fondazione	B =	4,50	(m)
Spessore Fondazione	H2 =	0,30	(m)
Suola Lato Valle	B1 =	4,00	(m)
Suola Lato Monte	B5 =	0,25	(m)
Altezza dente	Hd =	0,00	(m)
Larghezza dente	Bd =	0,00	(m)
Mezzeria Sezione	Xc =	2,25	(m)

Peso Specifico del Calcestruzzo	γcls =	25,00	(kN/m^3)

FORZE VERTICALI

			SLE	STR/GEO	EQU
- Peso del Muro (Pm)					
Pm1 =	(B2*H3*γcls)/2	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Pm2 =	(B3*H3*γcls)	(kN/m)	18,75	18,75	18,75
Pm3 =	(B4*H3*γcls)/2	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Pm4 =	(B*H2*γcls)	(kN/m)	33,75	33,75	33,75
Pm5 =	(Bd*Hd*γcls)	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Pm =	Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 + Pm5	(kN/m)	52,50	52,50	52,50
- Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt)					
Pt1 =	(B5*H3*γ')	(kN/m)	15,00	15,00	15,00
Pt2 =	(0,5*(B4+B5)*H4*γ')	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro

Sovr acc. Stat	q * (B4+B5)	(kN/m)	5	7,5
Sovr acc. Sism	qs * (B4+B5)	(kN/m)	0	

MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

			SLE	STR/GEO	EQU
- Muro (Mm)					
Mm1 =	Pm1*(B1+2/3 B2)	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
Mm2 =	Pm2*(B1+B2+0,5*B3)	(kNm/m)	77,34	77,34	77,34
Mm3 =	Pm3*(B1+B2+B3+1/3 B4)	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
Mm4 =	Pm4*(B/2)	(kNm/m)	75,94	75,94	75,94
Mm5 =	Pm5*(B - Bd/2)	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
Mm =	Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 +Mm5	(kNm/m)	153,28	153,28	153,28
- Terrapieno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro					
Mt1 =	Pt1*(B1+B2+B3+B4+0,5*B5)	(kNm/m)	65,63	65,63	65,63
Mt2 =	Pt2*(B1+B2+B3+2/3*(B4+B5))	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
Mt3 =	Pt3*(B1+B2+B3+2/3*B4)	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
Msovr =	Sovr*(B1+B2+B3+1/2*(B4+B5))	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
Mt =	Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msovr	(kNm/m)	65,63	65,63	65,63
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro					
Sovr acc. Stat	*(B1+B2+B3+1/2*(B4+B5))	(kNm/m)	21,875	32,8125	
Sovr acc. Sism	*(B1+B2+B3+1/2*(B4+B5))	(kNm/m)	0		

INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO

- Inerzia orizzontale e verticale del muro (Ps)

Ps h =	Pm*kh	(kN/m)	2,91
Ps v =	Pm*kv	(kN/m)	1,46

- Inerzia orizzontale e verticale del terrapieno a tergo del muro (Pts)

Ptsh =	Pt*kh	(kN/m)	0,83
Ptsv =	Pt*kv	(kN/m)	0,42

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs h)

MPs1 h=	kh*Pm1*(H2+H3/3)	(kNm/m)	0,00
MPs2 h=	kh*Pm2*(H2 + H3/2)	(kNm/m)	1,87
MPs3 h=	kh*Pm3*(H2+H3/3)	(kNm/m)	0,00
MPs4 h=	kh*Pm4*(H2/2)	(kNm/m)	0,28
MPs5 h=	-kh*Pm5*(Hd/2)	(kNm/m)	0,00
MPs h=	MPs1+MPs2+MPs3+MPs4+MPs5	(kNm/m)	2,15

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs v)

MPs1 v=	kv*Pm1*(B1+2/3*B2)	(kNm/m)	0,00
MPs2 v=	kv*Pm2*(B1+B2+B3/2)	(kNm/m)	2,14
MPs3 v=	kv*Pm3*(B1+B2+B3+B4/3)	(kNm/m)	0,00
MPs4 v=	kv*Pm4*(B/2)	(kNm/m)	2,11
MPs5 v=	kv*Pm5*(B-Bd/2)	(kNm/m)	0,00
MPs v=	MPs1+MPs2+MPs3+MPs4+MPs5	(kNm/m)	4,25

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts h)

MPts1 h=	kh*Pt1*(H2 + H3/2)	(kNm/m)	1,50
MPts2 h=	kh*Pt2*(H2 + H3 + H4/3)	(kNm/m)	0,00
MPts3 h=	kh*Pt3*(H2+H3*2/3)	(kNm/m)	0,00
MPts h=	MPts1 + MPts2 + MPts3	(kNm/m)	1,50

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts v)

MPts1 v=	kv*Pt1*((H2 + H3/2) - (B - B5/2)*0.5)	(kNm/m)	1,82
MPts2 v=	kv*Pt2*((H2 + H3 + H4/3) - (B - B5/3)*0.5)	(kNm/m)	0,00
MPts3 v=	kv*Pt3*((H2+H3*2/3)-(B1+B2+B3+2/3*B4)*0.5)	(kNm/m)	0,00
MPts v=	MPts1 + MPts2 + MPts3	(kNm/m)	1,82

CONDIZIONE STATICA

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO			SLE	STR/GEO	EQU
- Spinta totale condizione statica					
St =	$0,5*\gamma'*(H2+H3+H4+Hd)^2*ka$	(kN/m)	36,30	49,01	49,01
Sq perm =	q*(H2+H3+H4+Hd)*ka	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Sq acc =	q*(H2+H3+H4+Hd)*ka	(kN/m)	22,00	33,00	33,00
- Componente orizzontale condizione statica					
Sth =	St*cosδ	(kN/m)	36,30	49,01	49,01
Sqh perm =	Sq perm*cosδ	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Sqh acc =	Sq acc*cosδ	(kN/m)	22,00	33,00	33,00
- Componente verticale condizione statica					
Stv =	St*senδ	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Sqv perm=	Sq perm*senδ	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Sqv acc =	Sq acc*senδ	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
- Spinta passiva sul dente					
Sp=	$½*g1'*Hd2*ł ½*\gamma_1'*Hd^2*kp+(2*c_1'*kp^{0.5}+\gamma1'*kp*H2')*Hd$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO			SLE	STR/GEO	EQU
MSt1 =	Sth*((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)	(kNm/m)	39,93	53,91	53,91
MSt2 =	Stv*B	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSq1 perm=	Sqh perm*((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSq1 acc =	Sqh acc*((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)	(kNm/m)	36,30	54,45	54,45
MSq2 perm=	Sqv perm*B	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSq2 acc =	Sqv acc*B	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSp =	$\gamma1'*Hd^3*kp/3+(2*c1'*kp^{0.5}+\gamma1'*kp*H2')*Hd^2/2$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE					
Mfext1 =	mp + m	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
Mfext2 =	(fp + f)*(H3 + H2)	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
Mfext3 =	(vp+v)*(B1 +B2 + B3/2)	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO (STR/GEO)

Risultante forze verticali (N)

N = Pm + Pt + v + Stv + Sqv perm + Sqv acc — 67,50 (kN/m)

Risultante forze orizzontali (T)

T = Sth + Sqh + f — 82,01 (kN/m)

Coefficiente di attrito alla base (f)

f = tgφ1' — 0,36 (-)

Fs scorr. (N*f + Sp) / T — 0,30 > 0

VERIFICA AL RIBALTAMENTO (EQU)

Momento stabilizzante (Ms)

Ms = Mm + Mt + Mfext3 — 218,91 (kNm/m)

Momento ribaltante (Mr)

Mr = MSt + MSq + Mfext1+ Mfext2 + MSp — 108,36 (kNm/m)

Fs ribaltamento Ms / Mr — 2,02 > 1,4

VERIFICA CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE (STR/GEO)

		Nmin	Nmax	
Risultante forze verticali (N)				
N =	Pm + Pt + v + Stv + Sqv (+ Sovr acc)	67,50	75,00	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	Sth + Sqh + f - Sp	82,01	82,01	(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
MM =	ΣM	110,55	143,36	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
M =	Xc*N - MM	41,32	25,39	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitrario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$q_{lim} = c'N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0{,}5 \gamma_1 B N_\gamma i_\gamma$

cu	res. al taglio nd terreno di fondaz.	45,00		(kPa)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	19,00		(kN/m^3)
$q_0 = \gamma d * H2'$	sovraccarico stabilizzante	9,50		(kN/m^2)
e = M / N	eccentricità	0,61	0,34	(m)
B*= B - 2e	larghezza equivalente	3,28	3,82	(m)

I valori di Nc, Nq e Ng sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = tg^2(45 + \varphi'/2) * e^{(\pi * tg(\varphi'))}$	(1 in cond. nd)	1,00		(-)
$N_c = (N_q - 1)/tg(\varphi')$	(2+π in cond. nd)	5,14		(-)
$N_\gamma = 2*(N_q + 1)*tg(\varphi')$	(0 in cond. nd)	0,00		(-)

I valori di ic, iq e iγ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

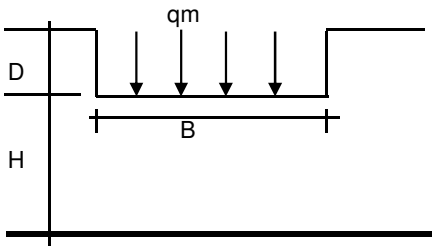
$i_q = (1 - T/(N + B*c'cotg\varphi'))^m$	(1 in cond. nd)	1,00	1,00	(-)
$i_c = (1 - m\,T / (B* cu*N_c))$		0,78	0,81	(-)
$i_\gamma = (1 - T/(N + B*c'cotg\varphi'))^{m+1}$		- -		(-)

(fondazione nastriforme m = 2)

qlim	(carico limite unitario)	190,80	197,97	(kN/m^2)

FS carico limite	**F = qlim*B*/ N**	Nmin	**9,26**	>	**1,4**
		Nmax	**10,09**	>	

CEDIMENTO DELLA FONDAZIONE



$\delta = \mu 0 * \mu 1 * qm * B^* / E$ (Christian e Carrier, 1976)

	N	67,50	(kN/m)
	M	0,12	(kNm/m)
	e=M/N	0,00	(m)
	B*	4,50	(m)
Profondità Piano di Posa della Fondazione	D =	0,50	(m)
	D/B* =	0,11	(m)
	Hs/B* =	2,22	(m)
Carico unitario medio (qm)	qm = N / (B - 2*e) = N / B* =	15,01	(kN/mq)
Coefficiente di forma $\mu 0$ = f(D/B)	$\mu 0$ =	0,958	(-)
Coefficiente di profondità $\mu 1$ = f(H/B)	$\mu 1$ =	0,71	(-)
Cedimento della fondazione	$\delta = \mu 0 * \mu 1 * qm * B^* / E$ =	0,31	(mm)

CONDIZIONE SISMICA +

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO			SLE	STR/GEO	EQU
- Spinta condizione sismica +					
Sst1 stat =	$0,5*\gamma'*(H2+H3+H4+Hd)^2*ka$	(kN/m)	36,30	36,30	36,30
Sst1 sism =	$0,5*\gamma'*(1+kv)*(H2+H3+H4+Hd)^2*kas^+$-Sst1 stat	(kN/m)	4,67	4,67	4,67
Ssq1 perm=	$qp*(H2+H3+H4+Hd)*kas^+$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Ssq1 acc =	$qs*(H2+H3+H4+Hd)*kas^+$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
- Componente orizzontale condizione sismica +					
Sst1h stat =	Sst1 stat*cosδ	(kN/m)	36,30	36,30	36,30
Sst1h sism =	Sst1 sism*cosδ	(kN/m)	4,67	4,67	4,67
Ssq1h perm=	Ssq1 perm*cosδ	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Ssq1h acc=	Ssq1 acc*cosδ	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
- Componente verticale condizione sismica +					
Sst1v stat =	Sst1 stat*senδ	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Sst1v sism =	Sst1 sism*senδ	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Ssq1v perm=	Ssq1 perm*senδ	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Ssq1v acc=	Ssq1 acc*senδ	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
- Spinta passiva sul dente					
$Sp=½*\gamma_1'(1+kv)\ Hd^2*kps^+$	$+(2*c_1'*kps^{+0.5}+\gamma 1'\ (1+kv)\ kps^{+}*H2')*Hd$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO			SLE	STR/GEO	EQU
- Condizione sismica +					
MSst1 stat =	Sst1h stat * ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)	(kNm/m)	39,93	39,93	39,93
MSst1 sism=	Sst1h sism* ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)	(kNm/m)	5,13	5,13	5,13
MSst2 stat =	Sst1v stat* B	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSst2 sism =	Sst1v sism* B	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSsq1 =	Ssq1h * ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSsq2 =	Ssq1v * B	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSp =	$\gamma_1'*Hd^3*kps^+/3+(2*c1'*kps^{+0.5}+\gamma 1'*kps^{+}*H2')*Hd^2/2$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	mp+ms	(kNm/m)		0,00
Mfext2 =	(fp+fs)*(H3 + H2)	(kNm/m)		0,00
Mfext3 =	(vp+vs)*(B1 +B2 + B3/2)	(kNm/m)		0,00

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N)

N =	Pm+ Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Ptsv	69,37	(kN/m)

Risultante forze orizzontali (T)

T =	Sst1h + Ssq1h + fp + fs +Ps h + Ptsh	44,71	(kN/m)

Coefficiente di attrito alla base (f)

f =	tgφ1'	0,36	(-)

Fs =	**(N*f + Sp) / T**	**0,56**	**>**	**0**

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)

Ms =	Mm + Mt + Mfext3	218,91	(kNm/m)

Momento ribaltante (Mr)

Mr = MSst MSsq Mfext1 Mfext2 MSp MPs Mpts 49,64 (kNm/m)

VERIFICA A CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE

		Nmin	Nmax	
Risultante forze verticali (N)				
N =	Pm+ Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Ptsv + (Sovr acc)	69,37	69,37	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	Sst1h + Ssq1h + fp + fs +Ps h + Ptsh - Sp	44,71		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
MM =	ΣM	176,27	176,27	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
M =	Xc*N - MM	-20,18	-20,18	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitrario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$q_{lim} = c'N_c i_c + q_0 N_q i_q + 0{,}5 \gamma_1 B N_\gamma i_\gamma$

cu	res. al taglio nd terreno di fondaz.	45,00		(kN/mq)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	19,00		(kN/m^3)
$q_0 = \gamma d * H2'$	sovraccarico stabilizzante	9,50		(kN/m^2)
e = M / N	eccentricità	-0,29	-0,29	(m)
B*= B - 2e	larghezza equivalente	3,92	3,92	(m)

I valori di Nc, Nq e Ng sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = tg^2(45 + \varphi'/2) * e^{(\pi * tg(\varphi'))}$	(1 in cond. nd)	1,00		(-)
$N_c = (N_q - 1)/tg(\varphi')$	(2+π in cond. nd)	5,14		(-)
$N_\gamma = 2*(N_q + 1)*tg(\varphi')$	(0 in cond. nd)	0,00		(-)

I valori di ic, iq e iγ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T/(N + B*c'cotg\varphi'))^m$	(1 in cond. nd)	1,00	1,00	(-)
$i_c = (1 - m\,T / (B^* cu * N_c))$		0,90	0,90	(-)
$i_\gamma = (1 - T/(N + B*c'cotg\varphi'))^{m+1}$		- -		(-)

(fondazione nastriforme m = 2)

qlim	(carico limite unitario)	218,05	218,05	(kN/m^2)

FS carico limite	**F = qlim*B*/ N**	Nmin	**12,32**	>	**1,4**
		Nmax	**12,32**	>	

CONDIZIONE SISMICA -

SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO			SLE	STR/GEO	EQU
- Spinta condizione sismica -					
Sst1 stat =	$0,5*\gamma'*(H2+H3+H4+Hd)^2*ka$	(kN/m)	36,30	36,30	36,30
Sst1 sism =	$0,5*\gamma'*(1-kv)*(H2+H3+H4+Hd)^2*kas^- - Sst1\ stat$	(kN/m)	2,66	2,66	2,66
Ssq1 perm=	$qp*(H2+H3+H4+Hd)*kas^-$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Ssq1 acc =	$qs*(H2+H3+H4+Hd)*kas^-$	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
- Componente orizzontale condizione sismica -					
Sst1h stat =	Sst1 stat*cosδ	(kN/m)	36,30	36,30	36,30
Sst1h sism =	Sst1 sism*cosδ	(kN/m)	2,66	2,66	2,66
Ssq1h perm=	Ssq1 perm*cosδ	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Ssq1h acc=	Ssq1 acc*cosδ	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
- Componente verticale condizione sismica -					
Sst1v stat =	Sst1 stat*senδ	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Sst1v sism =	Sst1 sism*senδ	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Ssq1v perm=	Ssq1 perm*senδ	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
Ssq1v acc=	Ssq1 acc*senδ	(kN/m)	0,00	0,00	0,00
- Spinta passiva sul dente					
$Sp=½*\gamma_1'(1-kv)\ Hd^2*kps^- +(2*c_1'*kps^{-0.5}+\gamma 1'\ (1-kv)\ kps^-*H2')*Hd$		(kN/m)	0,00	0,00	0,00

MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO			SLE	STR/GEO	EQU
- Condizione sismica -					
MSst1 stat =	Sst1h stat * ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)	(kNm/m)	39,93	39,93	39,93
MSst1 sism=	Sst1h sism* ((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)	(kNm/m)	2,93	2,93	2,93
MSst2 stat =	Sst1v stat* B	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSst2 sism =	Sst1v sism* B	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSsq1 =	Ssq1h * ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSsq2 =	Ssq1v * B	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00
MSp =	$\gamma_1'*Hd^3*kps^+/3+(2*c1'*kps^{+0.5}+\gamma 1'*kps^+*H2')*Hd^2/2$	(kNm/m)	0,00	0,00	0,00

MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 =	mp+ms	(kNm/m)	0,00	
Mfext2 =	(fp+fs)*(H3 + H2)	(kNm/m)	0,00	
Mfext3 =	(vp+vs)*(B1 +B2 + B3/2)	(kNm/m)	0,00	

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

Risultante forze verticali (N)

N =	Pm+ Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Ptsv	65,63	(kN/m)	

Risultante forze orizzontali (T)

T =	Sst1h + Ssq1h + fp + fs +Ps h + Ptsh	42,71	(kN/m)	

Coefficiente di attrito alla base (f)

f =	tgφ1'	0,36	(-)	
Fs =	**(N*f + Sp) / T**	**0,56**	**>**	**0**

VERIFICA AL RIBALTAMENTO

Momento stabilizzante (Ms)

Ms =	Mm + Mt + Mfext3	218,91	(kNm/m)

Fr = Ms / Mr **4,16** > **1,4**

VERIFICA A CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE

		Nmin	Nmax	
Risultante forze verticali (N)				
N =	Pm+ Pt + vp + vs + Sst1v + Ssq1v + Ps v + Ptsv	65,63	65,63	(kN/m)
Risultante forze orizzontali (T)				
T =	Sst1h + Ssq1h + fp + fs +Ps h + Ptsh - Sp	42,71		(kN/m)
Risultante dei momenti rispetto al piede di valle (MM)				
MM =	ΣM	166,33	166,33	(kNm/m)
Momento rispetto al baricentro della fondazione (M)				
M =	Xc*N - MM	-18,66	-18,66	(kNm/m)

Formula Generale per il Calcolo del Carico Limite Unitrario (Brinch-Hansen, 1970)

Fondazione Nastriforme

$q_{lim} = c'N_c*i_c + q_0*N_q*i_q + 0,5*\gamma_1*B*N_\gamma*i_\gamma$

cu	res. al taglio nd terreno di fondaz.	45,00		(kN/mq)
γ_1	peso unità di volume terreno fondaz.	19,00		(kN/m^3)
$q_0 = \gamma d*H2'$	sovraccarico stabilizzante	9,50		(kN/m^2)
e = M / N	eccentricità	-0,28	-0,28	(m)
B*= B - 2e	larghezza equivalente	3,93	3,93	(m)

I valori di Nc, Nq e Ng sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$N_q = tg^2(45 + \varphi'/2)*e^{(\pi*tg(\varphi'))}$	(1 in cond. nd)	1,00	(-)
$N_c = (N_q - 1)/tg(\varphi')$	(2+π in cond. nd)	5,14	(-)
$N_\gamma = 2*(N_q + 1)*tg(\varphi')$	(0 in cond. nd)	0,00	(-)

I valori di ic, iq e iγ sono stati valutati con le espressioni suggerite da Vesic (1975)

$i_q = (1 - T/(N + B*c'cotg\varphi'))^m$	(1 in cond. nd)	1,00	1,00	(-)
$i_c = (1 - m\ T / (B*\ cu*N_c))$		0,91	0,91	(-)
$i_\gamma = (1 - T/(N + B*c'cotg\varphi'))^{m+1}$		- -		(-)

(fondazione nastriforme m = 2)

qlim	(carico limite unitario)	219,15	219,15	(kN/m^2)

FS carico limite	**F = qlim*B*/ N**	Nmin	**13,13**	>	**1,4**
		Nmax	**13,13**	>	

Verifica allo Stato Limite Ultimo

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

$\sigma valle = N / A + M / Wgg$

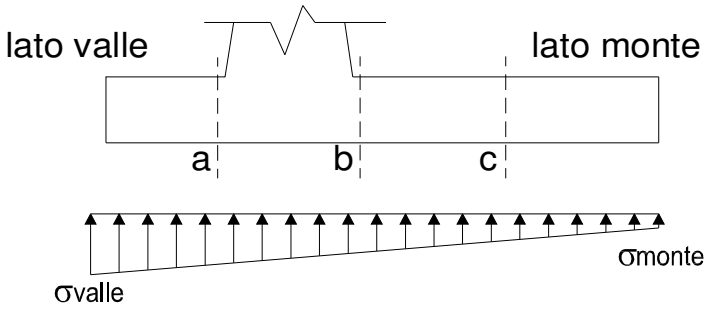
$\sigma monte = N / A - M / Wgg$

$A = 1.0*B = 4,50 \ (m^2)$

$Wgg = 1.0*B^2/6 = 3,38 \ (m^3)$

caso	N	M	σvalle	σmonte
	[kN]	[kNm]	[kN/m²]	[kN/m²]
statico	67,50	41,32	27,24	2,76
	75,00	25,39	24,19	9,14
sisma+	69,37	-20,18	9,44	21,39
	69,37	-20,18	9,44	21,39
sisma-	65,63	-18,66	9,05	20,11
	65,63	-18,66	9,05	20,11

sezioni di verifica



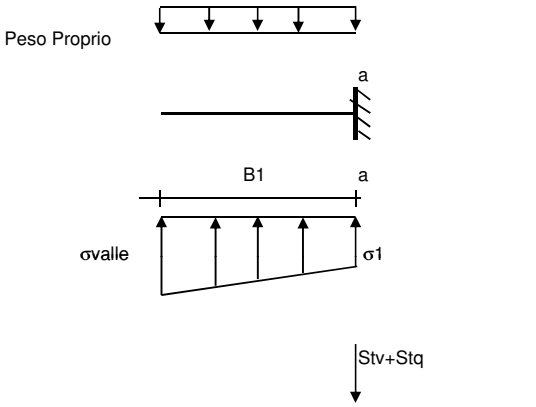
Mensola Lato Valle

Peso Proprio. $PP = 7,50 \ (kN/m)$

$Ma = \sigma1*B1^2/2 + (\sigma valle - \sigma1)*B1^2/3 - PP*B1^2/2*(1\pm kv)$

$Va = \sigma1*B1 + (\sigma valle - \sigma1)*B1/2 - PP*B1*(1\pm kv)$

caso	σvalle	σ1	Ma	Va
	[kN/m²]	[kN/m²]	[kNm]	[kN]
statico	27,24	5,48	99,91	35,44
	24,19	10,82	97,85	40,01
sisma+	9,44	20,07	42,18	44,12
	9,44	20,07	43,84	44,12
sisma-	9,05	18,89	40,31	39,79
	9,05	18,89	38,65	39,79

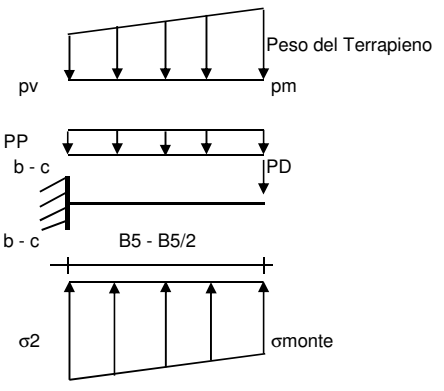


Mensola Lato Monte

$PP = 7,50 \ (kN/m^2)$ peso proprio soletta fondazione

$PD = 0,00 \ (kN/m)$ peso proprio dente

	Nmin	N max stat	N max sism	
pm =	60,00	90,00	60,00	(kN/m²)
pvb =	60,00	90,00	60,00	(kN/m²)
pvc =	60,00	90,00	60,00	(kN/m²)



$Mb=(\sigma_{monte}-(pvb+PP)*(1\pm kv))*B5^2/2+(\sigma2b-\sigma_{monte})*B5^2/6-(pm-pvb))*(1\pm kv)*B5^2/3+$
$-(Stv+Sqv)*B5-PD*(1\pm kv)*(B5-Bd/2)-PD*kh*(Hd+H2/2)+Msp+Sp*H2/2$

$Mc=(\sigma_{monte}-(pvc+PP)*(1\pm kv))*(B5/2)^2/2+(\sigma2c-\sigma_{monte})*(B5/2)^2/6-(pm-pvc)*(1\pm kv)*(B5/2)^2/3+$
$-(Stv+Sqv)*(B5/2)-PD*(1\pm kv)*(B5/2-Bd/2)-PD*kh*(Hd+H2/2)+Msp+Sp*H2/2$

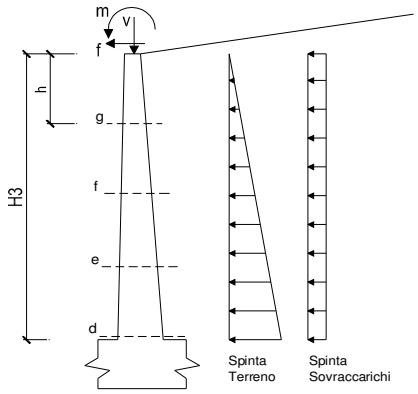
$Vb=(\sigma_{monte}-(pvb+PP)*(1\pm kv))*B5+(\sigma2b-\sigma_{monte})*B5/2-(pm-pvb))*(1\pm kv)*B5/2-(Stv+Sqv)-PD*(1\pm kv)$

$Vc=(\sigma_{monte}-(pvc+PP)*(1\pm kv))*(B5/2)+(\sigma2c-\sigma_{monte})*(B5/2)/2-(pm-pvc)*(1\pm kv)*(B5/2)/2-(Stv+Sqv)-PD*(1\pm kv)$

caso	σmonte	σ2b	Mb	Vb	σ2c	Mc	Vc
	[kN/m²]	[kN/m²]	[kNm]	[kN]	[kN/m²]	[kNm]	[kN]
statico	2,76	4,12	-2,01	-16,02	3,44	-0,50	-8,05
	9,14	9,98	-2,75	-21,98	9,56	-0,69	-11,02
sisma+	21,39	20,73	-1,51	-12,08	21,06	-0,38	-6,02
	21,39	20,73	-1,51	-12,08	21,06	-0,38	-6,02
sisma-	20,11	19,50	-1,43	-11,46	19,81	-0,36	-5,71
	20,11	19,50	-1,43	-11,46	19,81	-0,36	-5,71

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo



Mt stat = ½ $Ka_{orizz.}$* γ*(1±kv)*h^2*h/3

Mt sism = ½ * γ *($Kas_{orizz.}$*(1±kv)-$Ka_{orizz.}$)*h^2*h/2 o *h/3

Mq = ½ Ka_{orizz}*q*h^2

M_{ext} = m+f*h

$M_{inerzia}$ = ΣPm_i*b_i*kh

N_{ext} = v

$N_{pp+inerzia}$ = ΣPm_i*(1±kv)

Vt stat = ½ $Ka_{orizz.}$* γ*(1±kv)*h^2

Vt sism = ½ * γ *($Kas_{orizz.}$*(1±kv)-$Ka_{orizz.}$)*h^2

Vq = Ka_{orizz}*q*h

V_{ext} = f

$V_{inerzia}$ = ΣPm_i*kh

condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M_{ext}	M_{tot}	N_{ext}	N_{pp}	N_{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3,00	40,50	45,00	0,00	85,50	0,00	18,75	18,75
e-e	2,25	17,09	25,31	0,00	42,40	0,00	14,06	14,06
f-f	1,50	5,06	11,25	0,00	16,31	0,00	9,38	9,38
g-g	0,75	0,63	2,81	0,00	3,45	0,00	4,69	4,69

sezione	h	Vt	Vq	V_{ext}	V_{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3,00	40,50	30,00	0,00	70,50
e-e	2,25	22,78	22,50	0,00	45,28
f-f	1,50	10,13	15,00	0,00	25,13
g-g	0,75	2,53	7,50	0,00	10,03

condizione sismica +

sezione	h	Mt_{stat}	Mt_{sism}	Mq	M_{ext}	$M_{inerzia}$	M_{tot}	N_{ext}	$N_{pp+inerzia}$	N_{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3,00	30,00	3,86	0,00	0,00	1,56	35,42	0,00	19,27	19,27
e-e	2,25	12,66	1,63	0,00	0,00	0,88	15,16	0,00	14,45	14,45
f-f	1,50	3,75	0,48	0,00	0,00	0,39	4,62	0,00	9,63	9,63
g-g	0,75	0,47	0,06	0,00	0,00	0,10	0,63	0,00	4,82	4,82

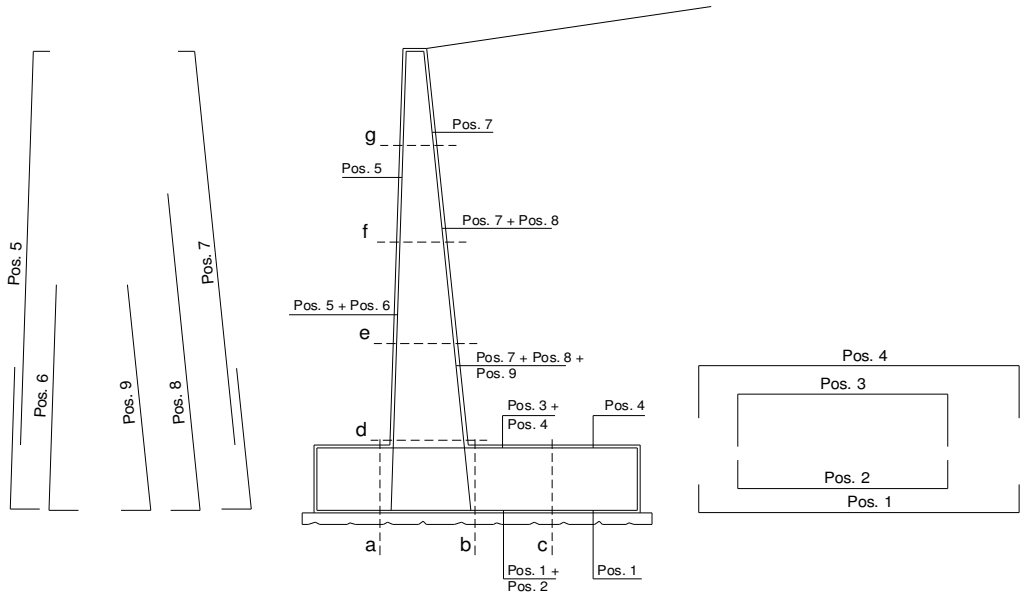
sezione	h	Vt_{stat}	Vt_{sism}	Vq	V_{ext}	$V_{inerzia}$	V_{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3,00	30,00	3,86	0,00	0,00	1,04	34,90
e-e	2,25	16,88	2,17	0,00	0,00	0,78	19,82
f-f	1,50	7,50	0,96	0,00	0,00	0,52	8,98
g-g	0,75	1,88	0,24	0,00	0,00	0,26	2,38

condizione sismica -

sezione	h	Mt_{stat}	Mt_{sism}	Mq	M_{ext}	$M_{inerzia}$	M_{tot}	N_{ext}	$N_{pp+inerzia}$	N_{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3,00	30,00	2,20	0,00	0,00	1,56	33,76	0,00	18,23	18,23
e-e	2,25	12,66	0,93	0,00	0,00	0,88	14,46	0,00	13,67	13,67
f-f	1,50	3,75	0,27	0,00	0,00	0,39	4,41	0,00	9,12	9,12
g-g	0,75	0,47	0,03	0,00	0,00	0,10	0,60	0,00	4,56	4,56

sezione	h	Vt_{stat}	Vt_{sism}	Vq	V_{ext}	$V_{inerzia}$	V_{tot}
	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3,00	30,00	2,20	0,00	0,00	1,04	33,24
e-e	2,25	16,88	1,24	0,00	0,00	0,78	18,89
f-f	1,50	7,50	0,55	0,00	0,00	0,52	8,57
g-g	0,75	1,88	0,14	0,00	0,00	0,26	2,27

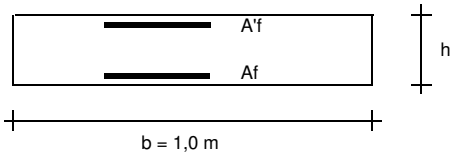
SCHEMA DELLE ARMATURE



ARMATURE

pos	n°/ml	ϕ	II strato	pos	n°/ml	ϕ	II strato
1	5,0	12		5	5,0	12	
2	3,0	16	☐	6	0,0	16	☐
3	0,0	12	☐	7	5,0	12	
4	5,0	12		8	0,0	12	☐
				9	3,0	16	☐

VERIFICHE



a-a	pos 1-2-3-4
b-b	pos 1-2-3-4
c-c	pos 1-4
d-d	pos 5-6-7-8-9
e-e	pos 5-6-7-8-9
f-f	pos 5-7-8
g-g	pos 5-7

Sez.	**M**	**N**	**h**	**Af**	**A'f**	**Mu**
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm^2)	(cm^2)	(kNm)
a - a	99,91	0,00	0,30	11,69	5,65	109,61
b - b	-2,75	0,00	0,30	5,65	11,69	58,35
c - c	-0,69	0,00	0,30	5,65	5,65	57,82
d - d	85,50	18,75	0,25	11,69	5,65	88,35
e -e	42,40	14,06	0,25	11,69	5,65	87,95
f - f	16,31	9,38	0,25	5,65	5,65	47,58
g - g	3,45	4,69	0,25	5,65	5,65	47,17

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

Sez.	**V_{Ed}**	**h**	**V_{rd}**	**ø staffe**	**i orizz.**	**i vert.**	**θ**	**V_{Rsd}**	
(-)	(kN)	(m)	(kN)	(mm)	(cm)	(cm)	(°)	(kN)	
a - a	44,12	0,30	135,54	8	20	20	21,8	284,34	**Armatura a taglio non necessaria**
b - b	21,98	0,30	122,90	8	20	20	21,8	284,34	**Armatura a taglio non necessaria**
c - c	11,02	0,30	122,90	8	20	20	21,8	284,34	**Armatura a taglio non necessaria**
d - d	70,50	0,25	125,95	8	20	20	21,8	229,02	**Armatura a taglio non necessaria**
e -e	45,28	0,25	125,37	8	20	20	21,8	229,02	**Armatura a taglio non necessaria**
f - f	25,13	0,25	108,21	8	20	20	21,8	229,02	**Armatura a taglio non necessaria**
g - g	10,03	0,25	107,63	8	20	20	21,8	229,02	**Armatura a taglio non necessaria**

VERIFICA A FESSURAZIONE

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

$\sigma valle = N / A + M / Wgg$

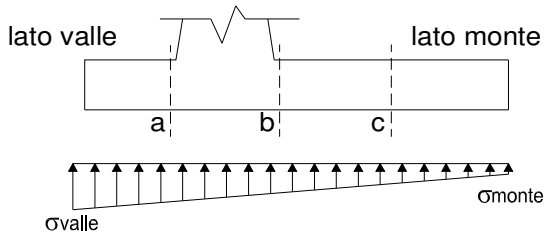
$\sigma monte = N / A - M / Wgg$

$A = 1.0*B = 4,50 \ (m^2)$

$Wgg = 1.0*B^2/6 = 3,38 \ (m^3)$

caso	N	M	σvalle	σmonte
	[kN]	[kNm]	[kN/m²]	[kN/m²]
Freq.	67,50	0,12	15,04	14,96
	71,25	-7,85	13,51	18,16
Q.P.	67,50	-27,10	6,97	23,03
	67,50	-27,10	6,97	23,03

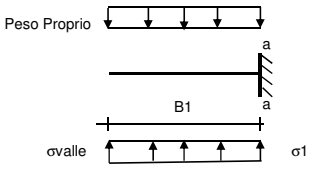
sezioni di verifica



Mensola Lato Valle

Peso Proprio. $PP = 7,50 \ (kN/m)$

$Ma = \sigma1*B1^2/2 + (\sigma valle - \sigma1)*B1^2/3 - PP*B1^2/2*(1\pm kv)$



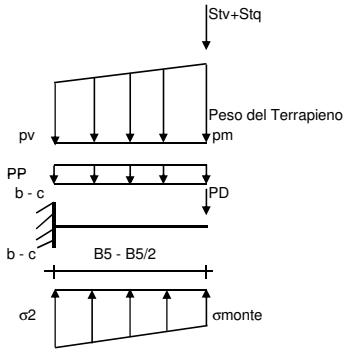
caso	σvalle	σ1	Ma
	[kN/m²]	[kN/m²]	[kNm]
Freq.	15,04	14,97	60,12
	13,51	17,64	59,09
Q.P.	6,97	21,25	33,83
	6,97	21,25	33,83

Mensola Lato Monte

$PP = 7,50 \ (kN/m^2)$ peso proprio soletta fondazione

$PD = 0,00 \ (kN/m)$ peso proprio dente

	Nmin	N max Freq	N max QP	
pm =	60,00	75,00	60,00	(kN/m²)
pvb =	60,00	75,00	60,00	(kN/m²)
pvc =	60,00	75,00	60,00	(kN/m²)



$Mb=(\sigma_{monte}-(pvb+PP))*B5^2/2+(\sigma2b-\sigma_{monte})*B5^2/6-(pm-pvb))*B5^2/3+$
$-(Stv+Sqv)*B5-PD*(B5-Bd/2)+Msp+Sp*H2/2$

$Mc =(\sigma_{monte}-(pvc+PP))*(B5/2)^2/2+(\sigma2c-\sigma_{monte})*(B5/2)^2/6-(pm-pvc)*(B5/2)^2/3+$
$-(Stv+Sqv)*(B5/2)-PD*(B5/2-Bd/2)+Msp+Sp*H2/2$

caso	σmonte	σ2b	Mb	σ2c	Mc
	[kN/m²]	[kN/m²]	[kNm]	[kN/m²]	[kNm]
Freq.	14,96	14,97	-1,64	14,97	-0,41
	18,16	17,90	-2,01	18,03	-0,50
Q.P.	23,03	22,14	-1,40	22,58	-0,35
	23,03	22,14	-1,40	22,58	-0,35

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

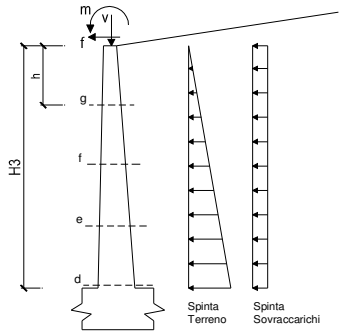
Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

$Mt = ½ Ka_{orizz.} * \gamma*h^2*h/3$

$Mq = ½ Ka_{orizz}*q*h^2$

$M_{ext} = m+f*h$

$N_{ext} = v$



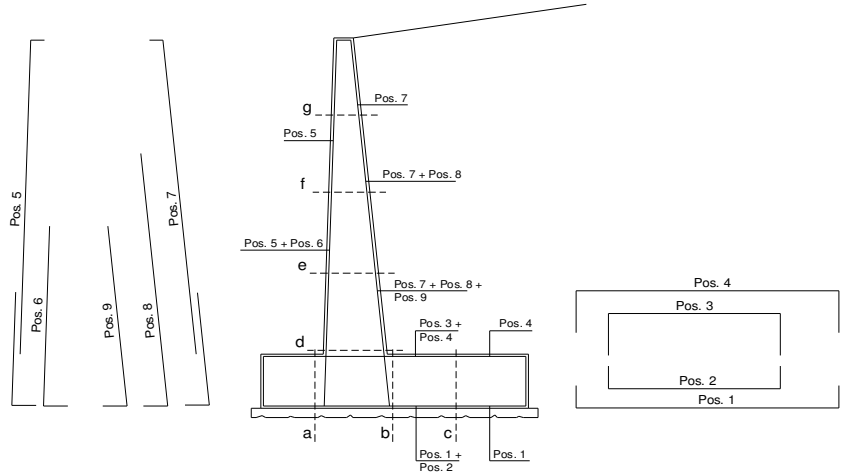
condizione Frequente

sezione	h	Mt	Mq	M_{ext}	M_{tot}	N_{ext}	N_{pp}	N_{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3,00	30,00	22,50	0,00	52,50	0,00	18,75	18,75
e-e	2,25	12,66	12,66	0,00	25,31	0,00	14,06	14,06
f-f	1,50	3,75	5,63	0,00	9,38	0,00	9,38	9,38
g-g	0,75	0,47	1,41	0,00	1,88	0,00	4,69	4,69

condizione Quasi Permanente

sezione	h	Mt	Mq	M_{ext}	M_{tot}	N_{ext}	N_{pp}	N_{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3,00	30,00	0,00	0,00	30,00	0,00	18,75	18,75
e-e	2,25	12,66	0,00	0,00	12,66	0,00	14,06	14,06
f-f	1,50	3,75	0,00	0,00	3,75	0,00	9,38	9,38

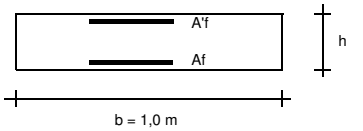
SCHEMA DELLE ARMATURE



ARMATURE

pos	n°/ml	ϕ	II strato	pos	n°/ml	ϕ	II strato
1	5,0	12		5	5,0	12	
2	3,0	16	☐	6	0,0	16	☐
3	0,0	12	☐	7	5,0	12	
4	5,0	12		8	0,0	12	☐
				9	3,0	16	☐

VERIFICHE



a-a	pos 1-2-3-4
b-b	pos 1-2-3-4
c-c	pos 1-4
d-d	pos 5-6-7-8-9
e-e	pos 5-6-7-8-9
f-f	pos 5-7-8
g-g	pos 5-7

condizione Frequente

Sez.	**M**	**N**	**h**	**Af**	**A'f**	**σc**	**σf**	**wk**	**w_{amm}**
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm^2)	(cm^2)	(N/mm^2)	(N/mm^2)	(mm)	(mm)
a - a	60,12	0,00	0,30	11,69	5,65	6,26	223,58	0,186	0,300
b - b	-2,01	0,00	0,30	5,65	11,69	0,27	15,11	0,018	0,300
c - c	-0,50	0,00	0,30	5,65	5,65	0,07	3,76	0,004	0,300
d - d	52,50	18,75	0,25	11,69	5,65	7,88	237,50	0,198	0,300
e -e	25,31	14,06	0,25	11,69	5,65	3,81	112,36	0,077	0,300
f - f	9,38	9,38	0,25	5,65	5,65	1,87	79,14	0,082	0,300
g - g	1,88	4,69	0,25	5,65	5,65	0,37	13,31	0,013	0,300

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

condizione Quasi Permanente

Sez.	**M**	**N**	**h**	**Af**	**A'f**	**σc**	**σf**	**wk**	**w_{amm}**
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm^2)	(cm^2)	(N/mm^2)	(N/mm^2)	(mm)	(mm)
a - a	33,83	0,00	0,30	11,69	5,65	3,52	125,80	0,097	0,200
b - b	-1,40	0,00	0,30	5,65	11,69	0,19	10,50	0,013	0,200
c - c	-0,35	0,00	0,30	5,65	5,65	0,05	2,61	0,003	0,200
d - d	30,00	18,75	0,25	11,69	5,65	4,52	132,28	0,090	0,200
e -e	12,66	14,06	0,25	11,69	5,65	1,92	53,20	0,036	0,200
f - f	3,75	9,38	0,25	5,65	5,65	0,74	26,62	0,027	0,200
g - g	0,47	4,69	0,25	5,65	5,65	0,08	0,80	0,001	0,200

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

VERIFICHE TENSIONE

CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA DI FONDAZIONE

Reazione del terreno

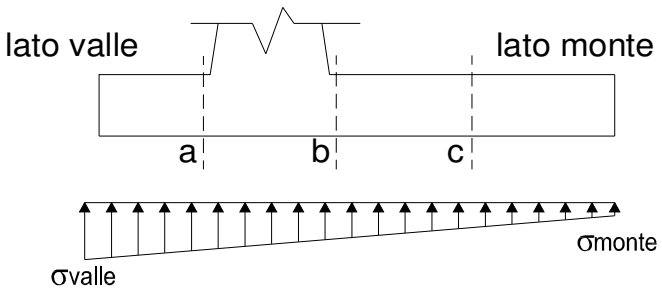
$\sigma valle = N / A + M / Wgg$
$\sigma monte = N / A - M / Wgg$

$A = 1.0*B$ = 4,50 (m^2)

$Wgg = 1.0*B^2/6$ = 3,38 (m^3)

caso	N [kN]	M [kNm]	σvalle [kN/m²]	σmonte [kN/m²]
statico	67,50	9,20	17,73	12,27
	72,50	-1,43	15,69	16,53
sisma+	69,37	-20,18	9,44	21,39
	69,37	-20,18	9,44	21,39
sisma-	65,63	-18,66	9,05	20,11
	65,63	-18,66	9,05	20,11

sezioni di verifica

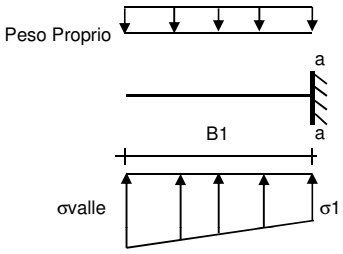


Mensola Lato Valle

Peso Proprio. PP = 7,50 (kN/m)

$Ma = \sigma1*B1^2/2 + (\sigma valle - \sigma1)*B1^2/3 - PP*B1^2/2*(1\pm kv)$

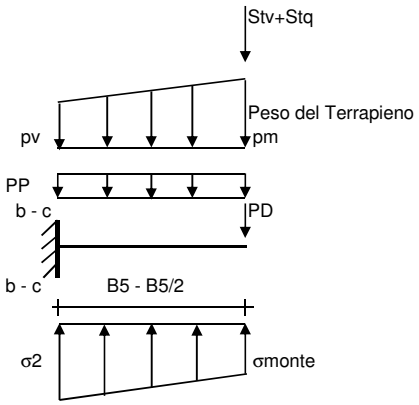
caso	σvalle [kN/m²]	σ1 [kN/m²]	Ma [kNm]
statico	17,73	12,88	68,88
	15,69	16,44	67,51
sisma+	9,44	20,07	42,18
	9,44	20,07	42,18
sisma-	9,05	18,89	40,31
	9,05	18,89	40,31



Mensola Lato Monte

PP = 7,50 (kN/m^2) peso proprio soletta fondazione
PD = 0,00 (kN/m) peso proprio dente

	Nmin	N max stat	N max sism	
pm =	60,00	80,00	60,00	(kN/m^2)
pvb =	60,00	80,00	60,00	(kN/m^2)
pvc =	60,00	80,00	60,00	(kN/m^2)



$Mb=(\sigma_{monte}-(pvb+PP)*(1\pm kv))*B5^2/2+(\sigma2b-\sigma_{monte})*B5^2/6-(pm-pvb))*(1\pm kv)*B5^2/3+$
$-(Stv+Sqv)*B5-PD*(1\pm kv)*(B5-Bd/2)-PD*kh*(Hd+H2/2)+Msp+Sp*H2/2$

$Mc=(\sigma_{monte}-(pvc+PP)*(1\pm kv))*(B5/2)^2/2+(\sigma2c-\sigma_{monte})*(B5/2)^2/6-(pm-pvc)*(1\pm kv)*(B5/2)^2/3+$
$-(Stv+Sqv)*(B5/2)-PD*(1\pm kv)*(B5/2-Bd/2)-PD*kh*(Hd+H2/2)+Msp+Sp*H2/2$

caso	σmonte [kN/m²]	σ2b [kN/m²]	Mb [kNm]	σ2c [kN/m²]	Mc [kNm]
statico	12,27	12,58	-1,72	12,43	-0,43
	16,53	16,49	-2,22	16,51	-0,55
sisma+	21,39	20,73	-1,51	21,06	-0,38
	21,39	20,73	-1,51	21,06	-0,38
sisma-	20,11	19,50	-1,43	19,81	-0,36
	20,11	19,50	-1,43	19,81	-0,36

CALCOLO SOLLECITAZIONI PARAMENTO VERTICALE DEL MURO

Azioni sulla parete e Sezioni di Calcolo

Mt stat = ½ $Ka_{orizz.}$* γ*(1±kv)*h^2*h/3

Mt sism = ½ * γ *($Kas_{orizz.}$*(1±kv)-$Ka_{orizz.}$)*h^2*h/2 o *h/3

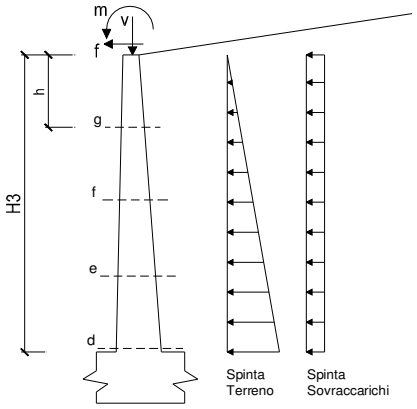
Mq = ½ Ka_{orizz}*q*h^2

M_{ext} = m+f*h

$M_{inerzia}$ = ΣPm_i*b_i*kh (solo con sisma)

N_{ext} = v

$N_{pp+inerzia}$ = ΣPm_i*(1±kv)



condizione statica

sezione	h	Mt	Mq	M_{ext}	M_{tot}	N_{ext}	N_{pp}	N_{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3,00	30,00	30,00	0,00	60,00	0,00	18,75	18,75
e-e	2,25	12,66	16,88	0,00	29,53	0,00	14,06	14,06
f-f	1,50	3,75	7,50	0,00	11,25	0,00	9,38	9,38
g-g	0,75	0,47	1,88	0,00	2,34	0,00	4,69	4,69

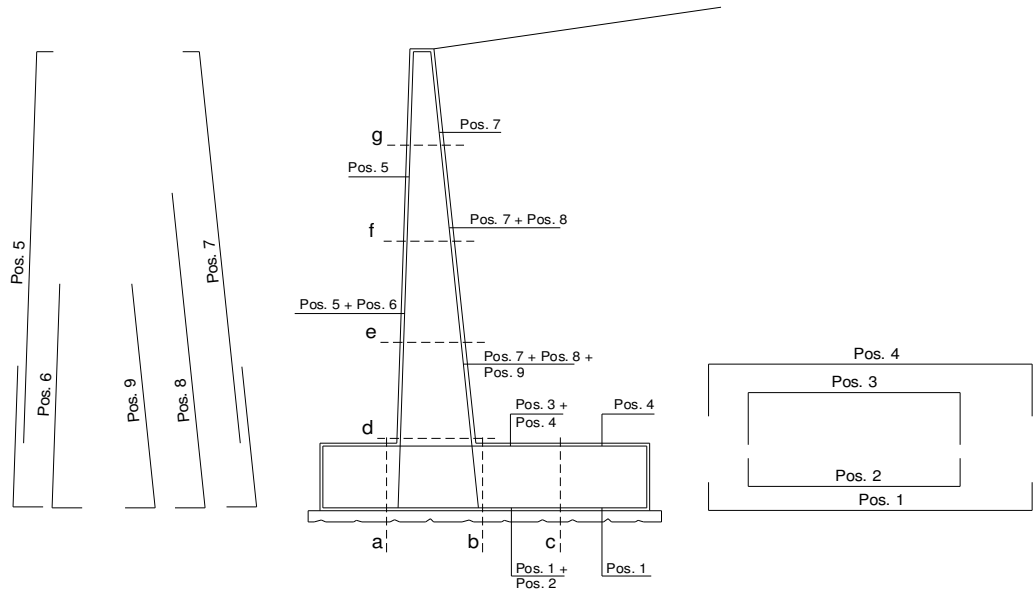
condizione sismica +

sezione	h	Mt stat	Mt sism	Mq	M_{ext}	$M_{inerzia}$	M_{tot}	N_{ext}	$N_{pp+inerzia}$	N_{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3,00	30,00	3,86	0,00	0,00	1,56	35,42	0,00	19,27	19,27
e-e	2,25	12,66	1,63	0,00	0,00	0,88	15,16	0,00	14,45	14,45
f-f	1,50	3,75	0,48	0,00	0,00	0,39	4,62	0,00	9,63	9,63
g-g	0,75	0,47	0,06	0,00	0,00	0,10	0,63	0,00	4,82	4,82

condizione sismica -

sezione	h	Mt stat	Mt sism	Mq	M_{ext}	$M_{inerzia}$	M_{tot}	N_{ext}	$N_{pp+inerzia}$	N_{tot}
	[m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
d-d	3,00	30,00	2,20	0,00	0,00	1,56	33,76	0,00	18,23	18,23
e-e	2,25	12,66	0,93	0,00	0,00	0,88	14,46	0,00	13,67	13,67
f-f	1,50	3,75	0,27	0,00	0,00	0,39	4,41	0,00	9,12	9,12
g-g	0,75	0,47	0,03	0,00	0,00	0,10	0,60	0,00	4,56	4,56

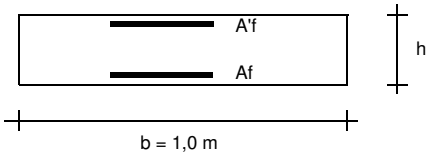
SCHEMA DELLE ARMATURE



ARMATURE

pos	n°/ml	ϕ	II strato	pos	n°/ml	ϕ	II strato
1	5,0	12		5	5,0	12	
2	3,0	16	☐	6	0,0	16	☐
3	0,0	12	☐	7	5,0	12	
4	5,0	12		8	0,0	12	☐
				9	3,0	16	☐

VERIFICHE



a-a	pos 1-2-3-4
b-b	pos 1-2-3-4
c-c	pos 1-4
d-d	pos 5-6-7-8-9
e-e	pos 5-6-7-8-9
f-f	pos 5-7-8
g-g	pos 5-7

Condizione Statica

Sez.	**M**	**N**	**h**	**Af**	**A'f**	**σc**	**σf**
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm^2)	(cm^2)	(N/mm^2)	(N/mm^2)
a - a	68,88	0,00	0,30	11,69	5,65	7,18	256,17
b - b	-2,22	0,00	0,30	5,65	11,69	0,30	16,64
c - c	-0,55	0,00	0,30	5,65	5,65	0,08	4,14
d - d	60,00	18,75	0,25	11,69	5,65	9,00	272,57
e -e	29,53	14,06	0,25	11,69	5,65	4,44	132,09
f - f	11,25	9,38	0,25	5,65	5,65	2,25	96,68
g - g	2,34	4,69	0,25	5,65	5,65	0,47	17,68

Condizione Sismica

Sez.	**M**	**N**	**h**	**Af**	**A'f**	**σc**	**σf**
(-)	(kNm)	(kN)	(m)	(cm^2)	(cm^2)	(N/mm^2)	(N/mm^2)
a - a	42,18	0,00	0,30	11,69	5,65	4,39	156,85
b - b	-1,51	0,00	0,30	5,65	11,69	0,20	11,30
c - c	-0,38	0,00	0,30	5,65	5,65	0,05	2,81
d - d	35,42	18,23	0,25	11,69	5,65	5,33	157,82
e -e	15,16	13,67	0,25	11,69	5,65	2,29	65,09
f - f	4,62	9,12	0,25	5,65	5,65	0,92	34,97
g - g	0,63	4,56	0,25	5,65	5,65	0,11	2,05

(n.b.: M+ tende le fibre di intradosso, M- tende le fibre di estradosso)

7. [A13] Piano di Manutenzione

7.1. INTRODUZIONE

Il piano di manutenzione è il documento complementare al progetto esecutivo che prevede, pianifica e programma, tenendo conto degli elaborati progettuali esecutivi effettivamente realizzati, l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico. Esso è composto dal manuale d'uso, dal manuale di manutenzione e dal programma di manutenzione.

7.2. SCATOLARE

Trattandosi di elementi prefabbricati si rimanda a quanto verrà dettagliato dal produttore degli stessi ma in questa sede si ritiene comunque opportuno ricordare alcune considerazioni tipiche di questi elementi per i quali il controllo, trattandosi di opere interrate, non risulta particolarmente agevole.

Le dimensioni degli elementi consentono l'ispezione interna (si potrà in ogni caso affidarsi a strumentazione idonea).

Le strutture interrate in oggetto saranno realizzate in calcestruzzo di buona qualità (il tutto secondo il piano di qualità aziendale della ditta produttrice) e per loro natura non potranno essere soggette ad alcuna manutenzione esterna; in particolare si porrà particolarmente attenzione alla classe del calcestruzzo e al copriferro minimo da considerare, secondo quanto meglio specificato nella relazione tecnica di calcolo e negli elaborati grafici strutturali allegati al progetto.

Internamente, viste le dimensioni degli elementi, è di fatto possibile un'accesso di personale qualificato e un controllo delle superficie interne dello scatolare.

Tutte le strutture in cemento armato presenti (superficie interna dei traversi e piedritti degli scatolari), potranno e saranno soggette ai seguenti controlli/interventi di manutenzione; tali strutture dovranno essere realizzate con calcestruzzo di idonea classe di resistenza e con copriferro idoneo secondo quanto meglio indicato nella relazione tecnica di calcolo e negli elaborati grafici strutturali allegati.

- Controllo visivo delle superfici interne dello scatolare con verifica di presenza di lesioni, o distacchi del copriferro (carbonatazione o fenomeni di ossidazione a carico delle armature metalliche) con cadenza quinquennale.

Dovranno essere rispettate le indicazioni di realizzazione (in stabilimento), movimentazione, trasporto, varo, reinterro (compattazione del terreno con mezzi meccanici) e utilizzo in esercizio, indicati nella relazione di calcolo.

7.3. MURI

Trattandosi, nel caso specifico, della progettazione di Opere di Sostegno con struttura in cemento armato, nel seguito si farà esplicito riferimento a questa particolare tipologia di opere, fornendo le indicazioni necessarie per una corretta manutenzione edile.

7.3.1. MANUALE D'USO

7.3.1.1. Descrizione e collocazione nell'intervento

Le Opere di Sostegno presenti hanno la funzione di assorbire la spinta del terreno, ovvero sostenere un fronte di terreno instabile quando quest'ultimo non si può disporre secondo la pendenza naturale di equilibrio.
Si tratta di opere per le quali i fenomeni di interazione terreno-struttura assumono un ruolo fondamentale, visto che il terreno costituisce sia il sistema di forze agenti, sia il sistema di reazioni che lo vincolano.
La scelta della tipologia di opere adottata è stata effettuata in funzione dei requisiti di funzionalità, delle caratteristiche meccaniche del terreno, delle sue condizioni di stabilità e di quella dei materiali di riporto.
Inoltre, si è tenuto conto dell'incidenza sulla sicurezza di dispositivi complementari, quali rinforzi, tiranti ed ancoraggi, e delle fasi costruttive. In presenza di questi ultimi particolari manufatti, è necessario che sia garantita la sicurezza dell'opera, con adeguati margini, nelle diverse combinazioni di carico delle azioni, anche nel caso di parziale perdita d'efficacia di questi particolari dispositivi.
Il terreno di riempimento a tergo del muro deve essere posto in opera con opportuna tecnica di costipamento e deve avere una opportuna granulometria, in modo da consentire efficace drenaggio nel tempo. E' consentito l'utilizzo di geotessili in tessuto non tessuto, da interporre tra il terreno in sede e quello di riempimento, con funzione di separazione e filtrazione.
Il materiale filtrante va posto in opera, evitando la separazione delle frazioni granulometriche, ed è consigliato eseguire regolari controlli della granulometria, durante la costruzione dell'opera stessa.
Riguardo alla tipologia delle opere di sostegno, si è scelto di realizzare un tipo di muri a mensola, la cui stabilità dipende dal peso di terreno sulla mensola della fondazione interna, realizzati in calcestruzzo armato.
Per i dettagli tecnici e per la collocazione delle diverse parti strutturali fare riferimento alle Tavole dei Disegni ed ai Particolari Costruttivi.

7.3.1.2. Elementi significativi

- Parete in elevazione: parete verticale in cemento armato, avente una faccia a vista, sul lato

a valle dell'opera, e l'altra faccia a contatto con il terreno a monte.

- Fondazioni interrate: strutture in cemento armato interrate, costituenti la base di appoggio del muro, con la specifica funzione di trasmettere le sollecitazioni provenienti dall'opera in elevazione, al terreno sottostante, aventi le caratteristiche geometriche riportate negli specifici elaborati di progetto.

7.3.1.3. Modalità di uso corretto

Non è consentito apportare modifiche o comunque compromettere l'integrità delle strutture per nessuna ragione, nè modificare le condizioni di impiego previste in progetto, in particolare per quanto riguarda i carichi agenti sul muro. Prima di effettuare eventuali modifiche occorrerà sempre contattare un tecnico abilitato.

Occorre controllare periodicamente il grado di usura delle parti a vista, al fine di riscontrare eventuali anomalie, come presenza di lesioni, rigonfiamenti, avallamenti, fessurazioni, disgregazioni, distacchi, riduzione del copriferro e relativa esposizione a processi di corrosione dei ferri d'armatura.

In caso di accertata anomalia occorre consultare al più presto un tecnico abilitato.

7.3.2. MANUALE DI MANUTENZIONE

7.3.2.1. Risorse necessarie per l'intervento manutentivo

Per eseguire le manutenzioni, contemplate nel presente piano di manutenzione dell'opera, occorre affidarsi ad idonea impresa edile.

7.3.2.2. Livello minimo delle prestazioni

Le opere in c.a. devono garantire la durabilità nel tempo in funzione della classe di esposizione prevista in fase di progetto, in modo da assicurare la giusta resistenza alle diverse sollecitazioni di esercizio, previste in fase di progettazione. Esse devono garantire stabilità, resistenza e durabilità nel tempo.

Gli elementi costituenti i muri di sostegno non dovranno presentare fessurazioni o altre alterazioni superficiali.

Per i livelli minimi prestazionali si rimanda alle norme vigenti in materia al momento della progettazione.

7.3.2.3. Anomalie riscontrabili

- Alveolazione: degradazione che si manifesta con la formazione di cavità di forme e dimensioni variabili. Gli alveoli sono spesso interconnessi e hanno distribuzione non uniforme. Nel caso in cui il fenomeno si sviluppa essenzialmente in profondità, con andamento a diverticoli, si può usare il termine "alveolizzazione a cariatura".
- Bolle d'aria: alterazione della superficie del calcestruzzo caratterizzata dalla presenza di fori

di grandezza e distribuzione irregolare, generati dalla formazione di bolle d'aria al momento del getto.

- Cavillature superficiali: sottile trama di fessure sulla superficie del calcestruzzo.
- Cedimenti: dissesti dovuti a cedimenti di natura e causa diverse, talvolta con manifestazioni dell'abbassamento del piano di imposta della fondazione.
- Crosta: deposito superficiale, duro e fragile, di spessore variabile, generalmente di colore nero.
- Decolorazione: alterazione cromatica della superficie.
- Deposito superficiale: accumulo di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei, di spessore variabile, poco coerente e poco aderente alla superficie del rivestimento.
- Disgregazione: decoesione caratterizzata da distacco di granuli o cristalli, per effetto di minime sollecitazioni meccaniche.
- Distacco: disgregazione e distacco di parti notevoli di materiale, che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.
- Efflorescenze: formazione di sostanze, generalmente di colore biancastro e di aspetto cristallino o polverulento o filamentoso, sulla superficie del manufatto. Nel caso di efflorescenze saline, la cristallizzazione può, talvolta, avvenire all'interno del materiale provocando spesso il distacco delle parti più superficiali. Il fenomeno prende, in tal caso, il nome di criptoefflorescenza o subefflorescenza.
- Erosione superficiale: asportazione di materiale dalla superficie, dovuta a processi di natura diversa. Quando siano note le cause del degrado, possono essere utilizzati anche termini come: erosione per abrasione o per corrasione (cause meccaniche), erosione per corrosione (cause chimiche e biologiche), erosione per usura (cause antropiche).
- Esposizione dei ferri di armatura: distacchi di parte di calcestruzzo superficiale (copriferro) ed esposizione dei relativi ferri di armatura a fenomeni di corrosione, per l'azione degli agenti atmosferici.
- Fessurazioni: degradazione che si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità del materiale, ovvero, presenza di rotture singole, ramificate, ortogonali o parallele all'armatura, che possono interessare l'intero spessore del manufatto (parete di elevazione, mensola di fondazione, pali, tiranti, etc.), ed implicare lo spostamento reciproco delle parti.
- Inefficienza dei fori di scolo: causata da occlusione dei canaletti di scolo, per effetto di infiltrazione di detriti.
- Intasamento dei filtri o dei drenaggi: dovuto a presenza di detriti e materiale incoerente, che comporta l'occlusione dei vuoti tra le particelle del materiale drenante.
- Lesioni: si manifestano con l'interruzione del tessuto murario. Le caratteristiche e

l'andamento ne caratterizzano l'importanza ed il tipo.

- Non perpendicolarità: specifica per muri a parete verticale, dovuta a dissesti o eventi di varia natura.
- Patina biologica: strato sottile, morbido e omogeneo, aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. La patina biologica è costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere e terriccio.
- Polverizzazione: decoesione, che si manifesta con la caduta spontanea dei materiali costituenti il manufatto, sottoforma di polvere o granuli.
- Presenza di vegetazione: presenza di vegetazione, caratterizzata dalla formazione di licheni, muschi e piante lungo le superfici esposte del manufatto.
- Rigonfiamento: variazione della sagoma che interessa l'intero spessore del materiale e che si manifesta soprattutto in elementi lastriformi. L'anomalia è ben riconoscibile, essendo caratterizzata dal tipico andamento "a bolla", combinato all'azione di gravità.
- Scheggiature: distacco di piccole parti di materiali lungo i bordi e gli spigoli degli elementi in calcestruzzo.
- Umidità: presenza di umidità dovuta spesso a risalita capillare, o comparsa di macchie dovute ad assorbimento di acqua.

7.3.2.4. Manutenzioni eseguibili direttamente dall'utente

Nessuna manutenzione può essere eseguita direttamente dall'utente, se non i controlli a vista dello stato di conservazione del manufatto, trattandosi di lavori da affidare a impresa edile.
In particolare, potrà essere individuata l'eventuale presenza di processi di corrosione con progressiva riduzione del copriferro, o la comparsa di lesioni e fessurazioni.

7.3.2.5. Manutenzioni eseguibili a cura di personale specializzato

- Consolidamento dell'opera: Una volta individuate la causa/effetto del dissesto, occorrerà procedere al consolidamento delle parti necessarie, a secondo del tipo di dissesto riscontrato.
- Interventi strutturali: interventi riparativi da effettuarsi in base al tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato effettuata da tecnico abilitato. In particolare, in seguito alla comparsa di segni di cedimenti strutturali (lesioni, fessurazioni, rotture), occorrerà effettuare accurati accertamenti per la diagnosi e la verifica delle strutture. Una volta individuate la causa/effetto del dissesto, occorrerà procedere al consolidamento delle parti necessarie, a secondo del tipo di dissesto riscontrato.
- Pulizia: mediante lavaggio a pressione e/o spazzolatura delle parti a vista del muro, per la rimozione di eventuali depositi superficiali.
- Ripristino copriferro: asportazione della parte degradata del calcestruzzo e irruvidimento

della superficie dell'intervento, anche mediante bocciardatrice o altri mezzi idonei; successiva asportazione della ruggine dell'armatura e trattamento della stessa con malta passivante; infine spazzolatura, per la pulitura della superficie d'intervento e rifacimento del copriferro con malta tixotropica antiritiro, avendo cura di realizzare il copriferro dello stesso spessore originario.

- Riparazione di fessure: sigillatura di lesioni tramite l'impiego di malta adesiva epossidica, previa spicconatura delle parti degradate, spazzolatura della superficie da trattare, pulitura a pressione e lavaggio delle parti scoperte.
- Ripristino dei sistemi di drenaggio: mediante pulitura dei canaletti di drenaggio.

7.3.3. PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

7.3.3.1. Sottoprogramma delle Prestazioni

Il sottoprogramma delle Prestazioni prende in considerazione, per ciascuna classe di requisito di seguito riportata, le prestazioni fornite dall'opera nel corso del suo ciclo di vita.

7.3.3.1.1. Protezione elettrica

Le strutture in sottosuolo devono impedire, in modo idoneo, eventuali dispersioni elettriche. Tutte le parti metalliche, facenti parte delle strutture in sottosuolo, devono essere connesse ad impianti di terra, mediante dispersori, in modo che esse vengano a trovarsi allo stesso potenziale elettrico del terreno.

7.3.3.1.2. Protezione dagli agenti chimici ed organici

Le strutture di contenimento, a seguito della presenza di organismi viventi (animali, vegetali, microrganismi), non devono subire riduzioni di copriferro.
Le strutture in sottosuolo non devono subire dissoluzioni o disgregazioni, nè mutamenti di aspetto, a causa dell'azione di agenti aggressivi chimici. Inoltre, devono conservare nel tempo, sotto l'azione di agenti chimici presenti in ambiente (anidride carbonica, solfati, ecc.), le proprie caratteristiche funzionali.

7.3.3.1.3. Protezione dagli agenti atmosferici

Le strutture in sottosuolo non devono subire disgregazioni e variazioni dimensionali o di aspetto, a causa della formazione di ghiaccio, e devono conservare nel tempo le proprie caratteristiche funzionali, se sottoposte a fenomeni di gelo e disgelo, o all'insorgere di pressioni interne che ne provocano la degradazione.

7.3.3.1.4. Stabilità

Le opere di sostegno, sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e variabili devono assicurare stabilità e resistenza. Deve essere garantita la stabilità rispetto a tutti i meccanismi di stato limite,

quali, scorrimento sul piano di posa, ribaltamento, rottura per carico limite dell'insieme fondazione-terreno, stabilità globale del complesso opera-terreno.

Le strutture in elevazione e nel sottosuolo devono essere in grado di contrastare le eventuali manifestazioni di deformazioni e cedimenti rilevanti, dovuti all'azione di sollecitazioni, quali ad esempio carichi e forze sismiche.

I cedimenti al di sotto della fondazione dell'opera devono essere controllati, considerando un adeguato spessore di terreno.

In presenza di costruzioni preesistenti, interagenti con l'opera di sostegno, il comportamento di quest'ultima deve garantirne i previsti livelli di funzionalità e stabilità. In particolare, si devono valutare gli spostamenti del terreno a tergo dell'opera e verificare la loro compatibilità con le condizioni di sicurezza e funzionalità delle costruzioni preesistenti.

L'installazione di opportuna strumentazione, che permetta la misurazione delle grandezze significative (spostamenti, tensioni, forze e pressioni interstiziali), prima, durante e dopo la realizzazione del manufatto, permette il monitoraggio del complesso opera-terreno e il controllo della sua funzionalità nel tempo.

7.3.3.2. Sottoprogramma dei Controlli

Il sottoprogramma dei Controlli definisce il programma delle verifiche e dei controlli, al fine di rilevare il livello prestazionale (qualitativo e quantitativo) nei successivi momenti della vita dell'opera. Per i controlli di seguito riportati è previsto, esclusivamente, un tipo di controllo a vista.

7.3.3.2.1. Controlli strutturali dettagliati

Controlli strutturali approfonditi vanno effettuati in occasione di manifestazioni e calamità naturali (sisma, nubifragi,ecc.) o manifestarsi di smottamenti circostanti. Frequenza del controllo: all'occorrenza.

7.3.3.2.2. Controllo efficienza dei canali di scolo

Lo stato dei canali di scolo deve essere controllato, soprattutto prima della stagione autunnale, quando inizia il periodo più piovoso. Frequenza del controllo: annuale.

7.3.3.2.3. Controllo della integrità delle opere in c.a.

Il controllo dell'integrità delle opere in c.a., va eseguito individuando la presenza di eventuali anomalie come: fessurazioni, disgregazioni, distacchi, riduzione del copriferro e relativa esposizione a processi di corrosione dei ferri d'armatura. Frequenza del controllo: annuale.

7.3.3.2.4. Controllo delle parti in vista dell'opera

Le parti in vista dell'opera, vanno controllate al fine di ricercare eventuali anomalie che possano anticipare l'insorgenza di fenomeni di dissesto e/o cedimenti strutturali (fessurazioni, lesioni, ecc.). Frequenza del controllo: annuale.

7.3.3.2.5. Verifica dello stato del calcestruzzo

La verifica dello stato del calcestruzzo, va effettuata controllando il degrado e/o eventuali processi di carbonatazione. Frequenza del controllo: annuale.

7.3.3.3. Sottoprogramma degli Interventi di Manutenzione

7.3.3.3.1. Canalizzazione delle acque superficiali

E' buona prassi raccogliere le acque superficiali di ruscellamento mediante canalizzazioni, in modo da ridurre la loro infiltrazione nel terreno a ridosso dell'opera di sostegno. Frequenza dell'intervento: all'occorrenza.

7.3.3.3.2. Consolidamento dell'opera

Consolidamento dell'opera, in seguito ad eventi straordinari (dissesti, cedimenti) o a cambiamenti di destinazione o dei sovraccarichi. Anche tale intervento va progettato da tecnico abilitato ed eseguito da impresa idonea. Frequenza dell'intervento: all'occorrenza.

7.3.3.3.3. Interventi riparativi sulle parti strutturali

Gli interventi riparativi devono effettuarsi, a seconda del tipo di anomalia riscontrata, e previa diagnosi delle cause del difetto accertato. La diagnosi deve essere resa dal tecnico abilitato, che riporterà, in elaborati esecutivi, gli interventi necessari. Frequenza dell'intervento: all'occorrenza.

7.3.3.3.4. Pulizia dei canali di scolo

Pulizia dei canali di scolo e rimozione di eventuali detriti che potrebbero crearne l'occlusione, soprattutto prima del periodo autunnale, delle forti piogge. Frequenza dell'intervento: annuale.

7.3.3.3.5. Pulizia della superficie del muro

Pulizia delle parti a vista del muro mediante lavaggio a pressione e/o spazzolatura, per la rimozione di depositi superficiali, anche al fine di effettuare controlli più approfonditi dello stato del manufatto. Frequenza dell'intervento: all'occorrenza.

7.3.3.3.6. Ripristino del Copriferro

In caso di necessità, effettuare il ripristino del copriferro con idonea malta cementizia, previa pulizia delle parti ammalorate. Frequenza dell'intervento: all'occorrenza.