



**COMMISSARIO DELEGATO PER L'EMERGENZA DELLA  
MOBILITA' RIGUARDANTE LA A4 (TRATTO VENEZIA - TRIESTE)  
ED IL RACCORDO VILLESSE - GORIZIA**

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri  
n° 3702 del 05 settembre 2008 e s.m.i.

VIA LAZZARETTO VECCHIO, 26 - 34123 TRIESTE  
Tel 040 3189542 - 0432 925542 - Fax 040 3189545 commissario@autovie.it

**AUTOSTRADA A4**

**RIFACIMENTO BARRIERE ESISTENTI**

**ADEGUAMENTO FUNZIONALE BARRIERA DEL LISERT**

**PROGETTO DEFINITIVO**

(Decreto Comm. Delegato n°231 del 22 marzo 2013)

**OPERE D'ARTE MINORI**

Muri di sostegno in c.a.  
Relazione di calcolo

TEMATICA

**H**

N. ALLEGATO e SUB.ALL.

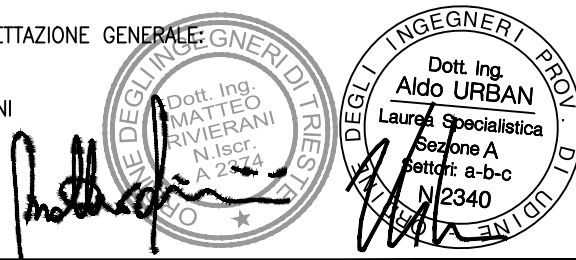
**01.00.0.0**

REV.	DATA	DESCRIZIONE DELLA REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
3					
2					
1					
0	07/01/2015	PRIMA EMISSIONE	DM	MSC	EP

**COORDINAMENTO E PROGETTAZIONE GENERALE:**

S.p.A. AUTOVIE VENETE :

dott. ing. Matteo RIVIERANI  
dott. ing. Aldo URBAN



**PROGETTAZIONE SPECIALISTICA:**

dott. ing. Marco SCAGNETTI

Collaboratori  
dott. ing. Diego MOZINA



**SUPPORTO TECNICO OPERATIVO LOGISTICO**

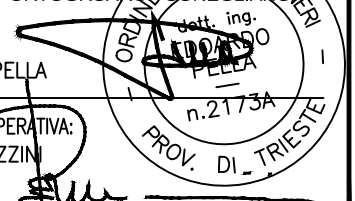
**S.p.A. AUTOVIE VENETE**

34143 TRIESTE - Via V. Locchi, 19 - tel. 040/3189111  
Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento da parte di  
Friulia S.p.A. - Finanziaria Regionale Friuli-Venezia Giulia

CONCESSIONARIA AUTOSTRADE  
A4 VENEZIA - TRIESTE  
A23 PALMANOVA UDINE  
A28 PORTOGRUARO CONEGLIANO

IL CAPO COMMESSA:  
dott.ing. Edoardo PELLA

IL DIRETTORE AREA OPERATIVA:  
dott.ing. Enrico RAZZINI



**COMMISSARIO DELEGATO  
PER L'EMERGENZA**

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO  
dott.ing. Enrico RAZZINI



NOME FILE:  
1319H0100000.dwg  
1319H0100000.PLT

DATA PROGETTO:  
02.06.2014

21A193

CODICE MASTRO

13

19

0

ANNO N.PROGETTO REVISIONE

## SOMMARIO

### SOMMARIO I

<b>1</b>	<b>PREMESSE</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE DEL TERRENO DI FONDAZIONE</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>CRITERI DI VERIFICA</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>STATI LIMITE CONSIDERATI</b>	<b>7</b>
6.1	STATI LIMITE ULTIMI.....	7
6.2	STATI LIMITE DI ESERCIZIO .....	7
6.3	SISMICA .....	8
6.3.1	Categoria del suolo di fondazione .....	8
6.3.2	Vita Nominale e Classe d'Uso .....	8
6.3.3	Parametri sismici .....	8
<b>7</b>	<b>MURO A</b>	<b>9</b>
7.1	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E DATI DI PROGETTO.....	9
7.2	VERIFICHE GEOTECNICHE E DI EQUILIBRIO DI CORPO RIGIDO .....	12
7.2.1	Concio A1 .....	12
7.2.2	Concio A2 .....	18
7.2.3	Concio A3 .....	24
7.2.4	Muro d'ala .....	30
7.3	VERIFICHE STRUTTURALI .....	36
7.3.1	Concio A1 .....	36
7.3.2	Concio A2 .....	41
7.3.3	Concio A3 .....	45
7.3.4	Muro d'ala .....	51
<b>8</b>	<b>MURO B</b>	<b>56</b>
8.1	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E DATI DI PROGETTO.....	56
8.1	VERIFICHE GEOTECNICHE E DI EQUILIBRIO DI CORPO RIGIDO .....	57
8.1	VERIFICHE STRUTTURALI .....	65

## **1       PREMESSE**

Oggetto della presente relazione illustrativa e di calcolo sono le opere strutturali da realizzarsi presso il nuovo casello autostradale del Lisert nel comune di Doberdò del Lago in provincia di Gorizia.

In particolare le strutture oggetto della presente relazione sono le seguenti:

1. il muro di sostegno tipo A (comprensivo del muro d'ala);
2. il muro di sostegno tipo B;

Tutti i calcoli e le verifiche sono stati svolti secondo le regole della scienza delle costruzioni con il metodo degli stati limite.

Le unità di misura adottate sono quelle del S.I.

Alla presente relazione sono allegate le tavole di progetto, alle quali si rimanda per una descrizione più completa e dettagliata delle opere.

## **2       NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- L. n° 1086, 5/11/1971 e relative istruzioni emanate con Circ. n.11951 del 14/02/1974 - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso e per le strutture metalliche;
- L. n° 64 del 2/02/1974 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;

*Azioni sulle costruzioni:*

- D.M. 14/01/2008-cap. 2, cap. 7 - Norme tecniche per le costruzioni;
- CIRCOLARE 2-2-2009, cap.2, cap.7 – istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al decreto ministeriale 14/01/2008;
- UNI EN 1998-1, 2005 - Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici;
- UNI EN 1998-5, 2005 - Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici;

*Norme per opere in c.a. e c.a.p.:*

- D.M. 14/01/2008 cap.4, cap.7 - Norme tecniche per le costruzioni;
- CIRCOLARE 2-2-2009, cap.4, cap.7 – istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al decreto ministeriale 14/01/2008;
- UNI EN 1992-1-1, 2005- Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;

*Norme per le opere di fondazione:*

- D.M. 14/01/2008, cap. 6, cap. 7 - Norme tecniche per le costruzioni;
- CIRCOLARE 2-2-2009, cap.6, cap.7 – istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al decreto ministeriale 14/01/2008;

*Specifiche calcestruzzo:*

- UNI EN 206-1, 2006 - Calcestruzzo - Parte 1: specificazione, prestazione, produzione e conformità;

- UNI 11104, 2004 - Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1;
- UNI ENV 13670-1, 2001 - Esecuzione di strutture di calcestruzzo - Requisiti comuni;

Specifiche acciaio da armatura:

- UNI EN 10293, 2006 - Getti di acciaio per impieghi tecnici generali;

### 3 CARATTERISTICHE DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Sulla base dei dati geotecnici disponibili (vedi elab. 1319C0000000 – Indagini geognostiche, geofisiche e relazione geologica/geotecnica), si osserva che la situazione stratigrafica è caratterizzata, entro i primi due metri di terreno al di sotto del piano campagna attuale, da limi argillosi debolmente sabbiosi con elementi di ghiaia molto compatti, e, più in profondità, da calcare micritico grigio da fortemente a scarsamente fratturato.

Per quanto riguarda la determinazione delle spinte sul muro, tenuto conto anche del fatto che la gran parte del terreno sostenuto a monte è costituito da materiale da rilevato (tra 6 e 8 metri), ai fini del calcolo si considera un terreno equivalente uniforme drenato, caratterizzato dai seguenti parametri geotecnici caratteristici:

$\gamma$	$\phi'$	$c'$	$c_u$
$\text{kN/m}^3$	°	kPa	kPa
19,00	31,00	0,00	0,00

dove:

- $\gamma_{\text{sat}}$ : peso dell'unità di volume saturo;
- $\gamma$ : peso dell'unità di volume;
- $\gamma'$ : peso dell'unità di volume efficace;
- $\phi$ : angolo di resistenza al taglio;
- $c'$ : coesione efficace;
- $c_u$ : resistenza non drenata.

La quota di falda rilevata è di 3 metri sotto il piano campagna.

Ai fini della valutazione degli effetti sismici, si classifica il terreno come appartenente alla categoria di profilo stratigrafico di tipo B.

## 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### *Calcestruzzi non armati PER STRUTTURE DI SOTTOFONDAZIONE C12/15*

Con riferimento alla classificazione di cui al §3.1 della UNI 11104, la classe di esposizione prevista è **X0**: il calcestruzzo dovrà essere conforme alle caratteristiche di cui al Prospetto 4 della UNI 11104 e alle seguenti prescrizioni:

- massimo rapporto acqua/cemento: 0,70
- contenuto minimo di cemento: 200 kg/m<sup>3</sup>
- consistenza del calcestruzzo "semifluida" di classe S3
- aggregati di tipo non gelivo vagliato e lavato
- diametro massimo inerte: 25 mm
- contenuto massimo di cloruri: 1,00%
- cemento Portland composito tipo II 32,5 R

resistenza caratteristica cubica	$R_{ck} =$	15,00	MPa
resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 0,83 * R_{ck} =$	12,45	MPa

### *Calcestruzzo C32/40 PER OPERE DI FONDAZIONE E IN ELEVAZIONE*

Con riferimento alla classificazione di cui al §3.1 della UNI 11104 la classe di esposizione prevista è **XF2**: il calcestruzzo dovrà essere conforme alle caratteristiche di cui al Prospetto 4 della UNI 11104 e alle seguenti prescrizioni:

- massimo rapporto acqua/cemento: 0,50
- contenuto minimo di cemento: 340 Kg/m<sup>3</sup>
- consistenza del calcestruzzo "fluida" di classe S4
- aggregati di tipo non gelivo vagliato e lavato
- diametro massimo inerte: 25 mm
- contenuto massimo di cloruri: 0,20%;
- cemento Portland composito tipo II 32,5 R

- resistenza caratteristica cubica	$R_{ck} =$	30,00	MPa
- resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 0,83 * R_{ck} =$	24,90	MPa
- contenuto minimo in aria:		3,0	%

### *Armature*

Si impiega un acciaio in barre ad aderenza migliorata controllato in stabilimento del tipo B450C, con le seguenti caratteristiche:

- tensione caratteristica a rottura	$f_{tk} =$	540,00	MPa
- tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} =$	450,00	MPa
- modulo di Young	$E_s =$	210.000,00	MPa

- $f_y > f_{y \text{ nom}}$
- $f_{tk} > f_{t \text{ nom}}$
- $(A_{gt})_k \geq 7,5\%$
- $(f_y / f_{y \text{ nom}}) \leq 1,25$
- $1,15 \leq (f_t / f_y)_k \leq 1,35$

## 5 CRITERI DI VERIFICA

Si eseguono le verifiche di sicurezza relative agli stati limite ultimi (SLU) e le analisi relative alle condizioni di esercizio (SLE).

Nei confronti degli stati limiti ultimi deve essere rispettata la condizione  $E_d \leq R_d$

La resistenza  $R_d$  degli elementi strutturali va determinata con riferimento ai valori caratteristici dei parametri geotecnici di resistenza, divisi per il coefficiente parziale  $\gamma_m$  specificato a seguire.

La struttura risulta sottoposta alle azioni indotte dalle seguenti condizioni di carico elementare:

- Peso proprio delle strutture;
- Spinta del terreno;
- Spinta dovuta al sovraccarico accidentale;
- Spinta sismica del terreno e forza d'inerzia;
- Urto del muro.

Si effettuano le verifiche a scorrimento sul piano di posa, a collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno e strutturali secondo l'APPROCCIO 2 (A1+M1+R3) (cap. 6.5.3.1.1 N.T.C.2008).

Si effettua la verifica a ribaltamento utilizzando i coefficienti parziali per le azioni relativi allo stato limite EQU con i coefficienti dei materiali M2 (cap. 6.5 N.T.C.2008).

La verifica di stabilità globale dell'insieme manufatto-terreno in condizioni ultime viene effettuata secondo l'APPROCCIO 1 - COMBINAZIONE 2 (A2+M2+R2) (cap. 6.5 N.T.C.2008).

Per quanto riguarda la determinazione della spinta del terreno in condizione sismica, trattandosi di opere con stato tensionale e deformativo del terreno prossimo alle condizioni di spinta attiva, si impiega la formulazione di Mononobe-Okabe.

Tab. 6.2.1 - Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto	Coeff. Parziale	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

Tab. 6.2.II - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan(\phi'k)$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_{\gamma}$	1,0	1,0

Tab. 6.5.I - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno

Verifica	Coefficiente parziale (R1)	Coefficiente parziale (R2)	Coefficiente parziale (R3)
Capacità portante della fondazione	1,0	1,0	1,4
Scorrimento	1,0	1,0	1,1
Resistenza del terreno a valle	1,0	1,0	1,4

Tab. 6.8.I - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

Coefficiente	R2
$\gamma_R$	1,1

## 6 STATI LIMITE CONSIDERATI

### 6.1 STATI LIMITE ULTIMI

Gli stati limite ultimi considerati sono riferiti alle seguenti combinazioni:

SLU combinazione A1+M1:  $\gamma_{G1}G_1 + \gamma_{G2}G_2 + \gamma_Q Q + \gamma_Q \sum \psi_{0i} Q_i$

SLU combinazione SISMICA:  $E + G_1 + G_2 + \sum \psi_{2i} Q_i$

Per il caso in esame, i coefficienti adottati sono:

$\gamma_{G1} = 1.3$  se A1+M1; 1 se favorevole

$\gamma_{G2} = 1.5$  se A1+M1; 0 se favorevole

$\gamma_Q = 1.5$  se A1+M1; 0 se favorevole

Per le combinazioni in esame, le sollecitazioni risultanti vanno confrontate con la resistenza a rottura delle sezioni in calcestruzzo armato.

### 6.2 STATI LIMITE DI ESERCIZIO

Le strutture rientrano nella classe di esposizione XF2 riferibile a condizioni ambientali aggressive. L'armatura è di tipo poco sensibile. In considerazione di ciò, gli stati limite di esercizio considerati sono:

SLE combinazione RARA:  $G_1 + G_2 + Q_1 + \sum \psi_{0i} Q_i$



Limiti tensionali:  $\sigma_c = 0.60 \cdot f_{ck}$      $\sigma_s = 0.80 \cdot f_{yk}$

SLE combinazione FREQUENTE:  $G_1 + G_2 + \psi_1 Q_1 + \sum \psi_{2i} Q_i$

Limiti fessurativi:  $w_d \leq 0.3 \text{ mm}$

SLE combinazione QUASI PERMANENTE:  $G_1 + G_2 + \sum \psi_{2i} Q_i$

Limiti tensionali:  $\sigma_c = 0.45 \cdot f_{ck}$

Limiti fessurativi:  $w_d \leq 0.2 \text{ mm}$

## 6.3 SISMICA

### 6.3.1 Categoria del suolo di fondazione

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto sulla base delle indagini svolte, i terreni sono ascrivibili alla Categoria B (cap. 3.2.2 N.T.C.2008).

### 6.3.2 Vita Nominale e Classe d'Uso

Le NTC adottano un approccio prestazionale alla progettazione delle strutture; in tale ottica si effettuano le seguenti ipotesi di progetto relative agli aspetti di funzionalità richiesti alle opere in esame:

- Vita nominale dell'opera:  $V_N = 100$  anni
- Classe d'uso dell'opera: IV ( $C_U = 2$ )
- Periodo di riferimento dell'opera:  $V_R = V_N \cdot C_U = 200$  anni

### 6.3.3 Parametri sismici

Ricerca per coordinate

Ricerca per comune

Isole

Nodi del reticolo

10990

10991

11212

11213

Longitudine:

Latitudine:

Parametri interpolati

TR	ag	Fo	Tc*
30	0,041	2,500	0,226
50	0,054	2,499	0,253
72	0,064	2,497	0,270
101	0,075	2,513	0,280
140	0,088	2,491	0,288
201	0,104	2,428	0,303
475	0,146	2,465	0,327
975	0,190	2,519	0,340
2475	0,259	2,579	0,355

Le sigle individuano nodi per i quali è necessaria una validazione ad hoc.  
Elaborazione aprile 2004

$V_R$   Stalo Limite  →  $a_g$    $F_o$    $T_c^*$

Suolo   $S_s$   Topo   $h/H$    $S_T$

$a_{max}$    $g$   $\beta_m$    $k_h$    $k_v$

## 7 MURO A

Oggetto del presente capitolo della relazione illustrativa e di calcolo è la verifica strutturale del **muro di sostegno tipo A**, posizionato a valle del piazzale di casello e della rampa di uscita per Monfalcone.

Il muro ha uno sviluppo longitudinale complessivo di 74 m. con un'altezza variabile tra 6,60 e 7,90 m. (fuori terra tra 6,10 e 7,00 m.).

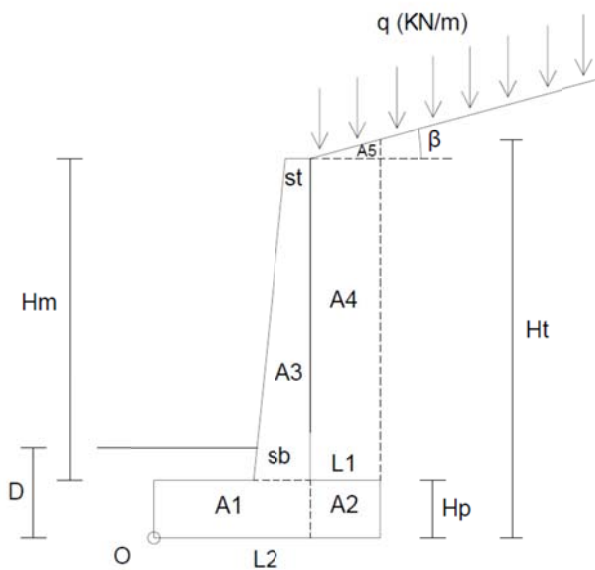
Data la variabilità dell'altezza il muro viene suddiviso in tre conci (A1, A2 e A3) di lunghezze pari a 24,40 m. (A1), 28,55 m. (A2) e 21,90 m. (A3). I conci A1, A2 e A3 presentano mensole di altezze massime pari a 6,85 m., 7,30 m. e 7,90 m. rispettivamente.

All'estremità est del concio A3 è presente un muro d'ala a sostegno del rilevato stradale che si innesta perpendicolarmente sul muro principale. La parte di muro d'ala sovrastante la fondazione del muro principale si ritiene verificata per il vincolo di incastro presente e per l'estensione della fondazione. Si verificherà per cui una sezione del muro d'ala non influenzata dalla fondazione del muro principale.

### 7.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E DATI DI PROGETTO

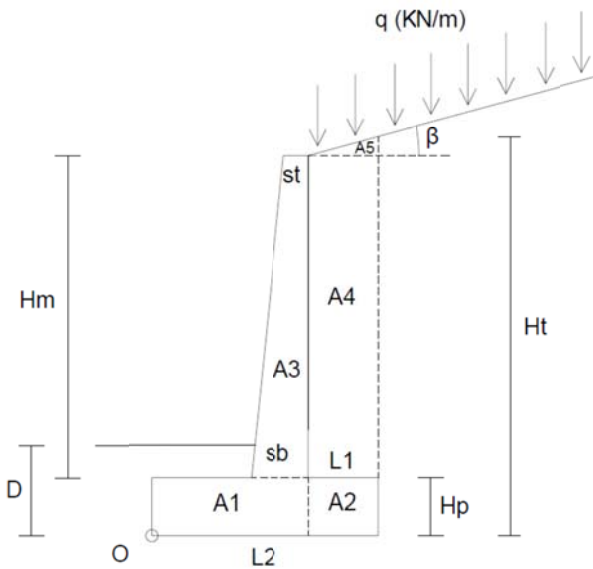
Si riportano le caratteristiche geometriche dei conci del muro:

- **Concio A1**



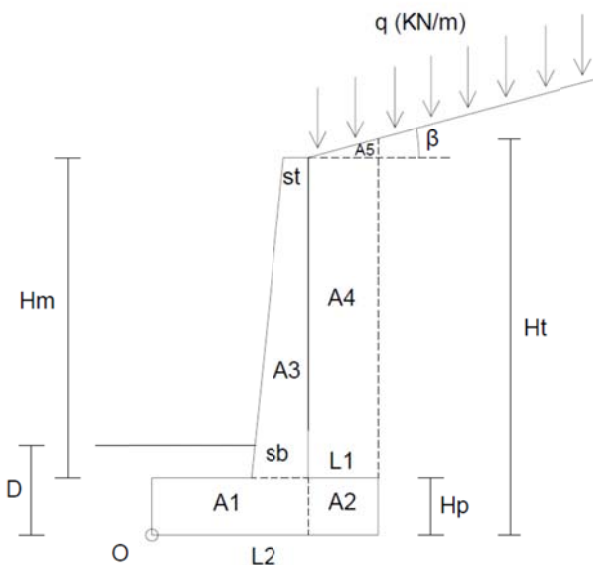
Descrizione	Elemento	Quantità	Unità di misura
altezza mensola	Hm	6,85	m
altezza plinto	Hp	1,20	m
spessore mensola in testa	st	0,70	m
spessore mensola alla base	sb	1,35	m
larghezza plinto lato rilevato	L1	1,70	m
larghezza totale plinto fondazione	L2	5,50	m
profondità fondazione	D	2,10	m
angolo inclinazione terreno a monte	$\beta$	0,00	°
peso di volume terreno	$\gamma_t$	19,00	KN/m <sup>3</sup>
peso di volume cls	$\gamma_{cls}$	25,00	KN/m <sup>3</sup>
carico accidentale	q	20,00	KN/m
angolo attrito terreno	$\phi'k$	31	°
quota falda da base fondazione	hw	0,00	m
angolo attrito terreno-muro	$\delta$	20,67	°
peso specifico acqua	$\gamma_w$	10,00	KN/m <sup>3</sup>
altezza tot muro	Hm+Hp	8,05	m
altezza terreno spingente	Ht	8,05	m
altezza mensola fuori terra	Hft	5,95	m
peso fondazione A1	GA1	114,00	KN/m
peso fondazione A2	GA2	51,00	KN/m
peso fondazione totale	GA1+GA2	165,00	KN/m
peso mensola A3	GA3	175,53	KN/m
peso zavorra terreno A4	GA4	221,26	KN/m
peso zavorra terreno A5	GA5	0,00	KN/m
peso zavorra terreno totale	GA4+GA5	221,26	KN/m
distanza x baricentro mensola da O	dgxo	3,27	m
distanza y baricentro mensola da O	dgyo	4,26	m
y baricentro mensola	dgy	3,06	m
x baricentro mensola	dgx	0,82	m

- **Concio A2**



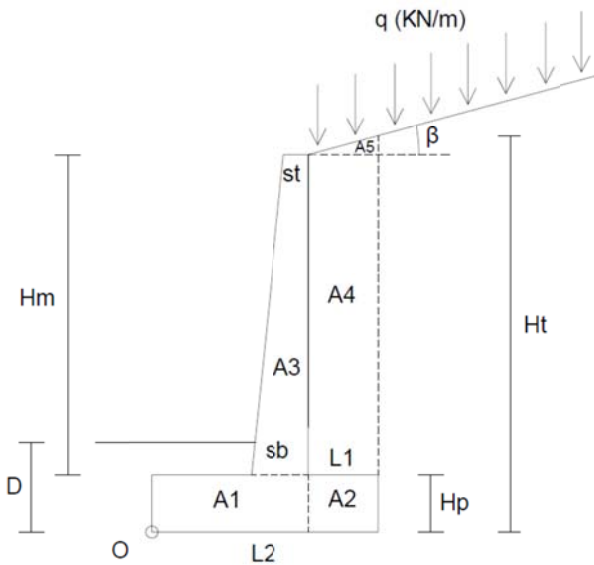
Descrizione	Elemento	Quantità	Unità di misura
altezza mensola	Hm	7,30	m
altezza plinto	Hp	1,20	m
spessore mensola in testa	st	0,70	m
spessore mensola alla base	sb	1,40	m
larghezza plinto lato rilevato	L1	1,70	m
larghezza totale plinto fondazione	L2	5,50	m
profondità fondazione	D	2,20	m
angolo inclinazione terreno a monte	$\beta$	0,00	°
peso di volume terreno	$\gamma_t$	19,00	KN/m <sup>3</sup>
peso di volume cls	$\gamma_{cls}$	25,00	KN/m <sup>3</sup>
carico accidentale	q	20,00	KN/m
angolo attrito terreno	$\phi'k$	31	°
quota falda da base fondazione	hw	0,00	m
angolo attrito terreno-muro	$\delta$	20,67	°
peso specifico acqua	$\gamma_w$	10,00	KN/m <sup>3</sup>
altezza tot muro	Hm+Hp	8,50	m
altezza terreno spingente	Ht	8,50	m
altezza mensola fuori terra	Hft	6,30	m
peso fondazione A1	GA1	114,00	KN/m
peso fondazione A2	GA2	51,00	KN/m
<b>peso fondazione totale</b>	<b>GA1+GA2</b>	<b>165,00</b>	<b>KN/m</b>
<b>peso mensola A3</b>	<b>GA3</b>	<b>191,63</b>	<b>KN/m</b>
peso zavorra terreno A4	GA4	235,79	KN/m
peso zavorra terreno A5	GA5	0,00	KN/m
<b>peso zavorra terreno totale</b>	<b>GA4+GA5</b>	<b>235,79</b>	<b>KN/m</b>
distanza x baricentro mensola da O	dgxo	3,26	m
distanza y baricentro mensola da O	dgyo	4,44	m
y baricentro mensola	dgy	3,24	m
x baricentro mensola	dgx	0,86	m

- **Concio A3**



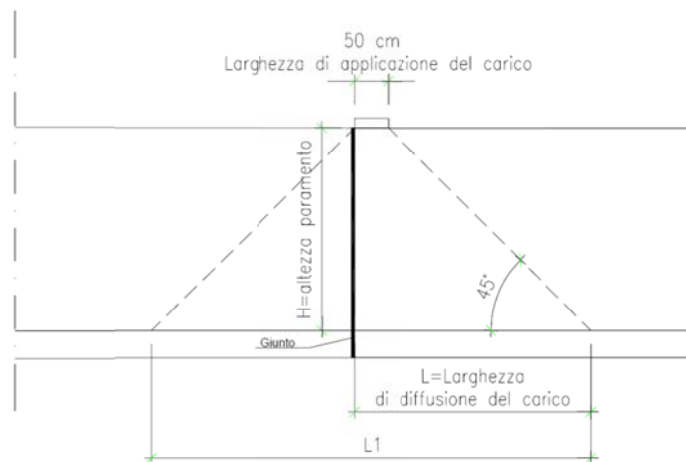
Descrizione	Elemento	Quantità	Unità di misura
altezza mensola	Hm	7,90	m
altezza plinto	Hp	1,40	m
spessore mensola in testa	st	0,70	m
spessore mensola alla base	sb	1,50	m
larghezza plinto lato rilevato	L1	1,70	m
larghezza totale plinto fondazione	L2	5,50	m
profondità fondazione	D	2,30	m
angolo inclinazione terreno a monte	$\beta$	0,00	°
peso di volume terreno	$\gamma_t$	19,00	KN/m <sup>3</sup>
peso di volume cls	$\gamma_{cls}$	25,00	KN/m <sup>3</sup>
carico accidentale	q	20,00	KN/m
angolo attrito terreno	$\phi'k$	31	°
quota falda da base fondazione	hw	0,00	m
angolo attrito terreno-muro	$\delta$	20,67	°
peso specifico acqua	$\gamma_w$	10,00	KN/m <sup>3</sup>
altezza tot muro	Hm+Hp	9,30	m
altezza terreno spingente	Ht	9,30	m
altezza mensola fuori terra	Hft	7,00	m
peso fondazione A1	GA1	133,00	KN/m
peso fondazione A2	GA2	59,50	KN/m
<b>peso fondazione totale</b>	<b>GA1+GA2</b>	<b>192,50</b>	<b>KN/m</b>
<b>peso mensola A3</b>	<b>GA3</b>	<b>217,25</b>	<b>KN/m</b>
peso zavorra terreno A4	GA4	255,17	KN/m
peso zavorra terreno A5	GA5	0,00	KN/m
<b>peso zavorra terreno totale</b>	<b>GA4+GA5</b>	<b>255,17</b>	<b>KN/m</b>
distanza x baricentro mensola da O	dgxo	3,23	m
distanza y baricentro mensola da O	dgyo	4,87	m
y baricentro mensola	dgy	3,47	m
x baricentro mensola	dgx	0,93	m

• Muro d'ala



Descrizione	Elemento	Quantità	Unità di misura
altezza mensola	Hm	5,86	m
altezza plinto	Hp	0,80	m
spessore mensola in testa	st	0,65	m
spessore mensola alla base	sb	0,65	m
larghezza plinto lato rilevato	L1	1,70	m
larghezza totale plinto fondazione	L2	3,75	m
profondità fondazione	D	1,70	m
angolo inclinazione terreno a monte	$\beta$	0,00	°
peso di volume terreno	$\gamma_t$	19,00	KN/m <sup>3</sup>
peso di volume cls	$\gamma_{cls}$	25,00	KN/m <sup>3</sup>
carico accidentale	q	20,00	KN/m
angolo attrito terreno	$\phi'k$	31	°
quota falda da base fondazione	hw	0,00	m
angolo attrito terreno-muro	$\delta$	20,67	°
peso specifico acqua	$\gamma_w$	10,00	KN/m <sup>3</sup>
altezza tot muro	Hm+Hp	6,66	m
altezza terreno spingente	Ht	6,66	m
altezza mensola fuori terra	Hft	4,96	m
peso fondazione A1	GA1	41,00	KN/m
peso fondazione A2	GA2	34,00	KN/m
peso fondazione totale	GA1+GA2	75,00	KN/m
peso mensola A3	GA3	95,23	KN/m
peso zavorra terreno A4	GA4	189,28	KN/m
peso zavorra terreno A5	GA5	0,00	KN/m
peso zavorra terreno totale	GA4+GA5	189,28	KN/m
distanza x baricentro mensola da O	dgxo	1,73	m
distanza y baricentro mensola da O	dgyo	3,73	m
y baricentro mensola	dgy	2,93	m
x baricentro mensola	dgx	0,33	m

Qualora presente il sicurvia in sommità al muro di sostegno verrà considerato un carico accidentale pari a 100 kN posto a 1 m dal piano viabile. Per la verifica strutturale si considererà il carico distribuito a 45° sull'altezza del muro; data la possibile presenza del giunto strutturale, si considera una larghezza pari a  $L < L1$  come da figura:



## 7.2 VERIFICHE GEOTECNICHE E DI EQUILIBRIO DI CORPO RIGIDO

### 7.2.1 Concio A1

DATI SISMICI			
coeff. sismico orizzontale	kh	0,0850	
coeff. sismico verticale	kv	0,0425	
kh/(1-kv)	tanθ-	0,089	
kh/(1+kv)	tanθ+	0,082	
	θ-	5,07	°
	θ+	4,66	°

- Verifica a ribaltamento:

EQU+M2			
	tan(φ'd)	0,481	
angolo di attrito terreno di calcolo	φ'd	25,7	°
angolo di attrito terreno-muro	δd	20,7	°
coefficiente di spinta attiva (Coulomb)	Ka	0,348	
gamma terreno di calcolo	γtd	19	KN/m <sup>3</sup>
spinta attiva terreno	Sat	235,9	KN/m
spinta sovraccarico	Saq	84,12	KN/m
Spinta idrostatica	Sw	0,00	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno	Sth	220,69	KN/m
Componente verticale spinta terreno	Stv	83,25	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico	Sqh	78,70	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico	Sqv	29,69	KN/m
momento ribaltante	Mr	287,8	KNm/m
momento stabilizzante	Ms	1851,0	KNm/m
coeff. Di sicurezza al ribaltamento	Ms/Mr	6,4	
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>			

URTO			
coefficiente di spinta attiva (Coulomb)	Ka	0,348	
Spinta terreno Ht-Hp	St	214,4	KN/m
urto	Fd	11,70	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno	Sth	200,63	KN/m
Componente verticale spinta terreno	Stv	75,68	KN/m
momento ribaltante	Mr	228,0	KNm/m
momento stabilizzante	Ms	2056,6	KNm/m
coeff. Di sicurezza al ribaltamento	Ms/Mr	9,0	
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>			

SISMA		-	+	
	$\tan(\phi'd)$	0,481	0,481	
angolo di attrito terreno di calcolo	$\phi'd$	25,7	25,7	°
angolo di attrito terreno-muro	$\delta d$	20,7	20,7	°
<b>coefficiente di spinta attiva (Mononobe - Okabe)</b>	<b>Kae</b>	<b>0,4163</b>	<b>0,4102</b>	
Spinta terreno solo mensola Ht-Hp	St	245,4	263,2	KN/m
Spinta sovraccarico	Sq	0,0	0,0	KN/m
Spinta statica terreno solo mensola Ht-Hp	<b>St stat</b>	<b>214,43</b>	<b>214,43</b>	KN/m
Spinta statica sovraccarico	<b>Sq stat</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	KN/m
Spinta sismica delle terre	<b>Ss</b>	<b>30,97</b>	<b>48,80</b>	KN/m
Spinta forze d'inerzia	<b>Si</b>	<b>47,75</b>	<b>47,75</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno solo mensola	Sth	200,63	200,63	KN/m
Componente verticale spinta terreno solo mensola	Stv	75,68	75,68	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico solo mensola	Sqh	0,00	0,00	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico solo mensola	Sqv	0,00	0,00	KN/m
Componente orizzontale spinta sismica	Ssh	28,98	45,66	KN/m
Componente verticale spinta sismica	Ssv	10,93	17,22	KN/m
<b>momento ribaltante</b>	<b>Mr</b>	<b>298,8</b>	<b>308,9</b>	KNm/m
<b>momento stabilizzante</b>	<b>Ms</b>	<b>1969,22</b>	<b>2144,04</b>	KNm/m
coeff. Di sicurezza al ribaltamento	<b>Ms/Mr</b>	<b>6,6</b>	<b>6,9</b>	
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>				

- Verifica a scorrimento sul piano di posa:

APPROCCIO 2			
<b>(A1+M1+R3)</b>			
	$\tan(\phi'd)$	0,601	
angolo di attrito terreno di calcolo	$\phi'd$	31,0	°
angolo di attrito terreno-muro	$\delta d$	20,7	°
<b>coefficiente di spinta attiva (Coulomb)</b>	<b>Ka</b>	<b>0,286</b>	
gamma terreno di calcolo	$\gamma t d$	19	KN/m <sup>3</sup>
spinta attiva terreno	<b>Sat</b>	<b>228,9</b>	KN/m
spinta sovraccarico	<b>Saq</b>	<b>69,06</b>	KN/m
Spinta idrostatica	<b>Sw</b>	<b>0,00</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno	Sth	214,14	KN/m
Componente verticale spinta terreno	Stv	80,77	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico	Sqh	64,62	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico	Sqv	24,37	KN/m
taglio sul piano di fondazione	<b>V</b>	<b>278,75</b>	KN/m
azione assiale sul piano di fondazione	<b>N</b>	<b>666,93</b>	KN/m
<b>azione di progetto</b>	<b>Ed</b>	<b>278,75</b>	KN/m
<b>resistenza di progetto</b>	<b>Rd</b>	<b>364,30</b>	KN/m
coefficiente di sicurezza allo scorrimento	<b>c.scor.</b>	<b>1,307</b>	
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>			

APPROCCIO 2			
<b>URTO</b>			
<b>(M1+R3)</b>			
<b>coefficiente di spinta attiva (Coulomb)</b>	<b>Ka</b>	<b>0,286</b>	
Spinta terreno solo mensola Ht-Hp	<b>St</b>	<b>176,0</b>	KN/m
urto	<b>Fd</b>	<b>11,70</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno solo mensola	Sth	164,72	KN/m
Componente verticale spinta terreno solo mensola	Stv	62,13	KN/m
taglio sul piano di fondazione	<b>V</b>	<b>176,42</b>	KN/m
azione assiale sul piano di fondazione	<b>N</b>	<b>623,92</b>	KN/m
<b>azione di progetto</b>	<b>Ed</b>	<b>176,42</b>	KN/m
<b>resistenza di progetto</b>	<b>Rd</b>	<b>340,81</b>	KN/m
coefficiente di sicurezza allo scorrimento	<b>c.scor.</b>	<b>1,932</b>	
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>			

		APP. 2 (A1+M1+R3)		
SISMA		-	+	
	tan( $\phi'd$ )	0,601	0,601	
angolo di attrito terreno di calcolo	$\phi'd$	31,0	31,0	°
angolo di attrito terreno-muro	$\delta d$	20,7	20,7	°
<b>coefficiente di spinta attiva (Mononobe - Okabe)</b>	<b>Kae</b>	<b>0,345</b>	<b>0,339</b>	
Spinta terreno solo mensola Ht-Hp	St	203,2	217,9	KN/m
Spinta sovraccarico	Sq	0,0	0,0	KN/m
Spinta statica terreno solo mensola Ht-Hp	<b>St stat</b>	<b>176,05</b>	<b>176,05</b>	KN/m
Spinta statica sovraccarico	<b>Sq stat</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	KN/m
Spinta sismica delle terre	<b>Ss</b>	<b>27,17</b>	<b>41,83</b>	KN/m
Spinta forze d'inerzia	<b>Si</b>	<b>47,75</b>	<b>47,75</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno solo mensola	Sth	164,72	164,72	KN/m
Componente verticale spinta terreno solo mensola	Stv	62,13	62,13	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico solo mensola	Sqh	0,00	0,00	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico solo mensola	Sqv	0,00	0,00	KN/m
Componente orizzontale spinta sismica	Ssh	25,42	39,14	KN/m
Componente verticale spinta sismica	Ssv	9,59	14,76	KN/m
taglio sul piano di fondazione	<b>V</b>	<b>237,89</b>	<b>251,61</b>	KN/m
azione assiale sul piano di fondazione	<b>N</b>	<b>657,38</b>	<b>662,56</b>	KN/m
<b>azione di progetto</b>	<b>Ed</b>	<b>237,89</b>	<b>251,61</b>	KN/m
<b>resistenza di progetto</b>	<b>Rd</b>	<b>359,09</b>	<b>361,91</b>	KN/m
coefficiente di sicurezza allo scorrimento	<b>c.scor.</b>	<b>1,509</b>	<b>1,438</b>	
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>				

- Verifica a collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno:

<b>APPROCCIO 2</b>			
<b>STR - Combinazione (A1+M1+R3)</b>			
	<b>tan(<math>\phi'</math>'d)</b>	<b>0,601</b>	
angolo di attrito terreno di calcolo	<b><math>\phi'</math>'d</b>	<b>31,0</b>	°
angolo di attrito terreno-muro	<b><math>\delta</math>d</b>	<b>20,7</b>	°
<b>coefficiente di spinta attiva (Coulomb)</b>			
	<b>Ka</b>	<b>0,286</b>	
gamma terreno di calcolo	<b><math>\gamma</math>'d</b>	<b>19</b>	KN/m <sup>3</sup>
spinta attiva terreno	<b>Sat</b>	<b>228,9</b>	KN/m
spinta sovraccarico	<b>Saq</b>	<b>69,06</b>	KN/m
Spinta idrostatica	<b>Sw</b>	<b>0,00</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno	<b>Sth</b>	<b>214,14</b>	KN/m
Componente verticale spinta terreno	<b>Stv</b>	<b>80,77</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico	<b>Sqh</b>	<b>64,62</b>	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico	<b>Sqv</b>	<b>24,37</b>	KN/m
taglio sul piano di fondazione	<b>V</b>	<b>278,75</b>	KN/m
<b>azione assiale sul piano di fondazione</b>	<b>N</b>	<b>666,93</b>	KN/m
momento ribaltante rispetto ad O	<b>Mr</b>	<b>256,4</b>	KNm/m
momento stabilizzante rispetto ad O	<b>Ms</b>	<b>2056,6</b>	KNm/m
momento totale rispetto ad O	<b>Mtot</b>	<b>1800,26</b>	KNm/m
braccio rispetto ad O	<b>x</b>	<b>2,699</b>	m
eccentricità rispetto asse di fondazione	<b>e</b>	<b>0,051</b>	m
<b>momento totale rispetto asse di fondazione</b>	<b>M</b>	<b>33,8</b>	KNm/m
<b>SEZIONE INTERAMENTE REAGENTE - TENSIONE TRAPEZOIDALE</b>			
sezione compressa della base	<b>b</b>	<b>5,50</b>	m
tensione massima di compressione	<b><math>\sigma</math>max</b>	<b>127,97</b>	KN/m <sup>2</sup>
<b>CALCOLO DEL CARICO LIMITE</b>			
fattore di capacità portante	<b>Nq</b>	<b>20,63</b>	
fattore di capacità portante	<b>Ny</b>	<b>23,59</b>	
larghezza equivalente fondazione	<b>B'</b>	<b>5,40</b>	m
fattore di inclinazione del carico	<b>iy</b>	<b>0,197</b>	
fattore di inclinazione del carico	<b>iq</b>	<b>0,339</b>	
sovraccarico profondità	<b>qp</b>	<b>39,90</b>	KN/m <sup>2</sup>
<b>carico limite terreno di fondazione</b>	<b>Qim</b>	<b>2425,41</b>	KN
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>			
pressione sul terreno ideale su B'	<b><math>\sigma</math>t</b>	<b>123,54</b>	KN/m <sup>2</sup>
percentuale compressa di terreno	<b>%c</b>	<b>98,16%</b>	
distanza dal bordo compresso	<b>u</b>	<b>2,70</b>	m
<b>momento fondazione a valle</b>	<b>Mv</b>	<b>280,73</b>	KNm/m
<b>momento fondazione a monte</b>	<b>Mm</b>	<b>73,56</b>	KNm/m



		<b>APPROCCIO 2</b>	
<b>URTO</b>		<b>(M1+R3)</b>	
coefficiente di spinta attiva (Coulomb)	<b>Ka</b>	<b>0,286</b>	
Spinta terreno solo mensola Ht-Hp	<b>St</b>	<b>176,0</b>	KN/m
urto	<b>Fd</b>	<b>11,70</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno solo mensola	<b>Sth</b>	<b>164,72</b>	KN/m
Componente verticale spinta terreno solo mensola	<b>Stv</b>	<b>62,13</b>	KN/m
taglio sul piano di fondazione	<b>V</b>	<b>176,42</b>	KN/m
<b>azione assiale sul piano di fondazione</b>	<b>N</b>	<b>623,92</b>	KN/m
momento ribaltante rispetto ad O	<b>Mr</b>	<b>206,11</b>	KNm/m
momento stabilizzante rispetto ad O	<b>Ms</b>	<b>2056,63</b>	KNm/m
momento totale rispetto ad O	<b>Mtot</b>	<b>1850,52</b>	KNm/m
braccio rispetto ad O	<b>x</b>	<b>2,966</b>	m
eccentricità rispetto asse di fondazione	<b>e</b>	<b>0,216</b>	m
<b>momento totale rispetto asse di fondazione</b>	<b>M</b>	<b>134,7</b>	KNm/m
SEZIONE REAGENTE		A TRAPEZIO	
sezione compressa della base	<b>b</b>	<b>5,50</b>	m
tensione massima di compressione	$\sigma_{max}$	<b>140,16</b>	KN/m <sup>2</sup>
<b>CALCOLO DEL CARICO LIMITE</b>			
fattore di capacità portante	<b>Nq</b>	<b>20,63</b>	
fattore di capacità portante	<b>Ny</b>	<b>23,59</b>	
larghezza equivalente fondazione	<b>B'</b>	<b>5,07</b>	m
fattore di inclinazione del carico	<b>iy</b>	<b>0,369</b>	
fattore di inclinazione del carico	<b>iq</b>	<b>0,514</b>	
sovraccarico profondità	<b>qp</b>	<b>39,90</b>	KN/m <sup>2</sup>
<b>carico limite terreno di fondazione</b>	<b>Qlim</b>	<b>3663,36</b>	KN
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>			
pressione sul terreno	<b>ot</b>	<b>123,11</b>	KN/m <sup>2</sup>
percentuale compressa di terreno	<b>%c</b>	<b>92,15%</b>	
distanza dal bordo compresso	<b>u</b>	<b>2,53</b>	m
<b>momento fondazione a valle</b>	<b>Mv</b>	<b>279,44</b>	KNm/m
<b>momento fondazione a monte</b>	<b>Mm</b>	<b>132,43</b>	KNm/m

		APP. 2 (A1+M1+R3)		
<b>SISMA</b>		-	+	
	tan( $\phi'd$ )	0,601	0,601	
angolo di attrito terreno di calcolo	$\phi'd$	31,0	31,0	°
angolo di attrito terreno-muro	$\delta d$	20,7	20,7	°
<b>coefficiente di spinta attiva (Mononobe - Okabe)</b>	<b>Kae</b>	<b>0,3447</b>	<b>0,3395</b>	
Spinta terreno solo mensola Ht-Hp	St	203,2	217,9	KN/m
Spinta sovraccarico	Sq	0,0	0,0	KN/m
Spinta statica terreno solo mensola Ht-Hp	<b>St stat</b>	<b>176,05</b>	<b>176,05</b>	KN/m
Spinta statica sovraccarico	<b>Sq stat</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	KN/m
Spinta sismica delle terre	<b>Ss</b>	<b>27,17</b>	<b>41,83</b>	KN/m
Spinta forze d'inerzia	<b>Si</b>	<b>47,75</b>	<b>47,75</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno solo mensola	Sth	164,72	164,72	KN/m
Componente verticale spinta terreno solo mensola	Stv	62,13	62,13	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico solo mensola	Sqh	0,00	0,00	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico solo mensola	Sqv	0,00	0,00	KN/m
Componente orizzontale spinta sismica	Ssh	25,42	39,14	KN/m
Componente verticale spinta sismica	Ssv	9,59	14,76	KN/m
momento ribaltante rispetto ad O	Mr	274,7	283,1	KNm/m
momento stabilizzante rispetto ad O	Ms	1969,22	2144,04	KNm/m
taglio sul piano di fondazione	<b>V</b>	<b>237,89</b>	<b>251,61</b>	KN/m
<b>azione assiale sul piano di fondazione</b>	<b>N</b>	<b>609,63</b>	<b>662,56</b>	KN/m
momento totale rispetto ad O	Mtot	1694,48	1860,95	KNm/m
braccio rispetto ad O	x	2,780	2,809	m
eccentricità rispetto asse di fondazione	e	0,030	0,059	m
<b>momento totale rispetto asse di fondazione</b>	<b>M</b>	<b>18,00</b>	<b>38,91</b>	KNm/m
SEZIONE REAGENTE		A TRAPEZIO	A TRAPEZIO	
sezione compressa della base	b	5,50	5,50	m
tensione massima di compressione	$\sigma_{max}$	114,41	128,18	KN/m <sup>2</sup>
<b>CALCOLO DEL CARICO LIMITE</b>				
fattore di capacità portante	<b>Nq</b>	<b>20,63</b>	<b>20,63</b>	
fattore di capacità portante	<b>Ny</b>	<b>23,59</b>	<b>23,59</b>	
larghezza equivalente fondazione	<b>B'</b>	<b>5,44</b>	<b>5,38</b>	m
fattore di inclinazione del carico	<b>iy</b>	<b>0,227</b>	<b>0,239</b>	
fattore di inclinazione del carico	<b>iq</b>	<b>0,372</b>	<b>0,385</b>	
sovraccarico profondità	<b>qp</b>	<b>39,90</b>	<b>39,90</b>	KN/m <sup>2</sup>
<b>carico limite terreno di fondazione</b>	<b>Q<sub>lim</sub></b>	<b>2693,86</b>	<b>2766,80</b>	KN
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>				
pressione sul terreno	$\sigma_t$	112,04	123,09	KN/m <sup>2</sup>
percentuale compressa di terreno	%c	98,93%	97,86%	
distanza dal bordo compresso	u	2,72	2,69	m
<b>momento fondazione a valle</b>	<b>Mv</b>	<b>246,24</b>	<b>279,40</b>	KNm/m
<b>momento fondazione a monte</b>	<b>Mm</b>	<b>80,56</b>	<b>77,28</b>	KNm/m

- Verifica a **stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno** (con metodo dei conci di Fellenius): la verifica a stabilità globale del complesso muro-terreno è effettuata mediante il metodo semplificato di Fellenius, mediante la scelta di un numero di superfici di rottura circolari e la discretizzazione del volume di terreno in conci prismatici. La combinazione prevista dalle NTC2008 per questa verifica è l'approccio 1 combinazione 2, A2+M2+R2. Le superfici di rottura sono state scelte con un denominatore comune, ovvero il passaggio per lo spigolo inferiore della ciabatta di monte; essendo impossibile che la superficie di rottura intersechi il muro, i centri di rotazione delle superfici di rottura sono limitati lungo l'asse X a L/2 (metà fondazione) e a -L/2 con punto di origine lo spigolo inferiore della ciabatta di valle; per quanto riguarda la limitazione in Y del centro di rotazione delle superfici di rottura, il punto di partenza è limitato inferiormente all'estremo superiore del paramento verticale, per evitare di avere superfici di rottura con tangente > 90° tra l'estremo di monte della superficie di rottura e la linea di pendio. Vengono valutate 100 superfici di rottura e viene riportato il minimo coefficiente di sicurezza e le coordinate del centro di rotazione ed il raggio:



- Verifica a **ribaltamento**:

<b>EQU+M2</b>			
	tan( $\phi'd$ )	0,481	
angolo di attrito terreno di calcolo	$\phi'd$	25,7	°
angolo di attrito terreno-muro	$\delta d$	20,7	°
<b>coefficiente di spinta attiva (Coulomb)</b>	<b>Ka</b>	<b>0,348</b>	
gamma terreno di calcolo	$\gamma td$	19	KN/m <sup>3</sup>
spinta attiva terreno	<b>Sat</b>	<b>263,0</b>	KN/m
spinta sovraccarico	<b>Saq</b>	<b>88,82</b>	KN/m
Spinta idrostatica	<b>Sw</b>	<b>0,00</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno	Sth	246,06	KN/m
Componente verticale spinta terreno	Stv	92,81	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico	Sqh	83,10	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico	Sqv	31,35	KN/m
<b>momento ribaltante</b>	<b>Mr</b>	<b>367,5</b>	KNm/m
<b>momento stabilizzante</b>	<b>Ms</b>	<b>1956,6</b>	KNm/m
coeff. Di sicurezza al ribaltamento	<b>Ms/Mr</b>	<b>5,3</b>	
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>			

<b>URTO</b>			
<b>coefficiente di spinta attiva (Coulomb)</b>	<b>Ka</b>	<b>0,348</b>	
Spinta terreno Ht-Hp	<b>St</b>	<b>239,1</b>	KN/m
urto	<b>Fd</b>	<b>11,11</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno	Sth	223,69	KN/m
Componente verticale spinta terreno	Stv	84,38	KN/m
<b>momento ribaltante</b>	<b>Mr</b>	<b>275,3</b>	KNm/m
<b>momento stabilizzante</b>	<b>Ms</b>	<b>2174,0</b>	KNm/m
coeff. Di sicurezza al ribaltamento	<b>Ms/Mr</b>	<b>7,9</b>	
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>			

<b>SISMA</b>				
		-	+	
	tan( $\phi'd$ )	0,481	0,481	
angolo di attrito terreno di calcolo	$\phi'd$	25,7	25,7	°
angolo di attrito terreno-muro	$\delta d$	20,7	20,7	°
<b>coefficiente di spinta attiva (Mononobe - Okabe)</b>	<b>Kae</b>	<b>0,4163</b>	<b>0,4102</b>	
Spinta terreno solo mensola Ht-Hp	<b>St</b>	<b>273,6</b>	<b>293,5</b>	KN/m
Spinta sovraccarico	<b>Sq</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	KN/m
Spinta statica terreno solo mensola Ht-Hp	<b>St stat</b>	<b>239,07</b>	<b>239,07</b>	KN/m
Spinta statica sovraccarico	<b>Sq stat</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	KN/m
Spinta sismica delle terre	<b>Ss</b>	<b>34,53</b>	<b>54,41</b>	KN/m
Spinta forze d'inerzia	<b>Si</b>	<b>50,36</b>	<b>50,36</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno solo mensola	Sth	223,69	223,69	KN/m
Componente verticale spinta terreno solo mensola	Stv	84,38	84,38	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico solo mensola	Sqh	0,00	0,00	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico solo mensola	Sqv	0,00	0,00	KN/m
Componente orizzontale spinta sismica	Ssh	32,31	50,91	KN/m
Componente verticale spinta sismica	Ssv	12,19	19,20	KN/m
<b>momento ribaltante</b>	<b>Mr</b>	<b>372,2</b>	<b>386,4</b>	KNm/m
<b>momento stabilizzante</b>	<b>Ms</b>	<b>2081,62</b>	<b>2266,42</b>	KNm/m
coeff. Di sicurezza al ribaltamento	<b>Ms/Mr</b>	<b>5,6</b>	<b>5,9</b>	
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>				

- Verifica a **scorrimento sul piano di posa**:

<b>APPROCCIO 2</b>			
<b>(A1+M1+R3)</b>			
	<b>tan(<math>\phi'</math>'d)</b>	<b>0,601</b>	
angolo di attrito terreno di calcolo	<b><math>\phi'</math>'d</b>	<b>31,0</b>	°
angolo di attrito terreno-muro	<b><math>\delta</math>d</b>	<b>20,7</b>	°
<b>coefficiente di spinta attiva (Coulomb)</b>	<b>Ka</b>	<b>0,286</b>	
gamma terreno di calcolo	<b><math>\gamma</math>td</b>	<b>19</b>	KN/m <sup>3</sup>
spinta attiva terreno	<b>Sat</b>	<b>255,2</b>	KN/m
spinta sovraccarico	<b>Saq</b>	<b>72,92</b>	KN/m
Spinta idrostatica	<b>Sw</b>	<b>0,00</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno	<b>Sth</b>	<b>238,75</b>	KN/m
Componente verticale spinta terreno	<b>Stv</b>	<b>90,06</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico	<b>Sqh</b>	<b>68,23</b>	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico	<b>Sqv</b>	<b>25,74</b>	KN/m
taglio sul piano di fondazione	<b>V</b>	<b>306,97</b>	KN/m
azione assiale sul piano di fondazione	<b>N</b>	<b>708,21</b>	KN/m
<b>azione di progetto</b>	<b>Ed</b>	<b>306,97</b>	KN/m
<b>resistenza di progetto</b>	<b>Rd</b>	<b>386,85</b>	KN/m
coefficiente di sicurezza allo scorrimento	<b>c.scor.</b>	<b>1,260</b>	
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>			

<b>APPROCCIO 2</b>			
<b>(M1+R3)</b>			
<b>URTO</b>			
<b>coefficiente di spinta attiva (Coulomb)</b>	<b>Ka</b>	<b>0,286</b>	
Spinta terreno solo mensola Ht-Hp	<b>St</b>	<b>196,3</b>	KN/m
urto	<b>Fd</b>	<b>11,11</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno solo mensola	<b>Sth</b>	<b>183,65</b>	KN/m
Componente verticale spinta terreno solo mensola	<b>Stv</b>	<b>69,27</b>	KN/m
taglio sul piano di fondazione	<b>V</b>	<b>194,76</b>	KN/m
azione assiale sul piano di fondazione	<b>N</b>	<b>661,69</b>	KN/m
<b>azione di progetto</b>	<b>Ed</b>	<b>194,76</b>	KN/m
<b>resistenza di progetto</b>	<b>Rd</b>	<b>361,44</b>	KN/m
coefficiente di sicurezza allo scorrimento	<b>c.scor.</b>	<b>1,856</b>	
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>			

<b>APP. 2 (A1+M1+R3)</b>				
<b>SISMA</b>		<b>-</b>	<b>+</b>	
	<b>tan(<math>\phi'</math>'d)</b>	<b>0,601</b>	<b>0,601</b>	
angolo di attrito terreno di calcolo	<b><math>\phi'</math>'d</b>	<b>31,0</b>	<b>31,0</b>	°
angolo di attrito terreno-muro	<b><math>\delta</math>d</b>	<b>20,7</b>	<b>20,7</b>	°
<b>coefficiente di spinta attiva (Mononobe - Okabe)</b>	<b>Kae</b>	<b>0,345</b>	<b>0,339</b>	
Spinta terreno solo mensola Ht-Hp	<b>St</b>	<b>226,6</b>	<b>242,9</b>	KN/m
Spinta sovraccarico	<b>Sq</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	KN/m
Spinta statica terreno solo mensola Ht-Hp	<b>St stat</b>	<b>196,28</b>	<b>196,28</b>	KN/m
Spinta statica sovraccarico	<b>Sq stat</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	KN/m
Spinta sismica delle terre	<b>Ss</b>	<b>30,29</b>	<b>46,64</b>	KN/m
Spinta forze d'inerzia	<b>Si</b>	<b>50,36</b>	<b>50,36</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno solo mensola	<b>Sth</b>	<b>183,65</b>	<b>183,65</b>	KN/m
Componente verticale spinta terreno solo mensola	<b>Stv</b>	<b>69,27</b>	<b>69,27</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico solo mensola	<b>Sqh</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico solo mensola	<b>Sqv</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta sismica	<b>Ssh</b>	<b>28,34</b>	<b>43,64</b>	KN/m
Componente verticale spinta sismica	<b>Ssv</b>	<b>10,69</b>	<b>16,46</b>	KN/m
taglio sul piano di fondazione	<b>V</b>	<b>262,35</b>	<b>277,64</b>	KN/m
azione assiale sul piano di fondazione	<b>N</b>	<b>697,56</b>	<b>703,33</b>	KN/m
<b>azione di progetto</b>	<b>Ed</b>	<b>262,35</b>	<b>277,64</b>	KN/m
<b>resistenza di progetto</b>	<b>Rd</b>	<b>381,03</b>	<b>384,18</b>	KN/m
coefficiente di sicurezza allo scorrimento	<b>c.scor.</b>	<b>1,452</b>	<b>1,384</b>	
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>				

- Verifica a collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno:

<b>APPROCCIO 2</b>			
<b>STR - Combinazione (A1+M1+R3)</b>			
	<b>tan(<math>\phi'd</math>)</b>	<b>0,601</b>	
angolo di attrito terreno di calcolo	<b><math>\phi'd</math></b>	<b>31,0</b>	°
angolo di attrito terreno-muro	<b><math>\delta d</math></b>	<b>20,7</b>	°
<b>coefficiente di spinta attiva (Coulomb)</b>	<b>Ka</b>	<b>0,286</b>	
gamma terreno di calcolo	<b><math>\gamma td</math></b>	<b>19</b>	KN/m <sup>3</sup>
spinta attiva terreno	<b>Sat</b>	<b>255,2</b>	KN/m
spinta sovraccarico	<b>Saq</b>	<b>72,92</b>	KN/m
Spinta idrostatica	<b>Sw</b>	<b>0,00</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno	<b>Sth</b>	<b>238,75</b>	KN/m
Componente verticale spinta terreno	<b>Stv</b>	<b>90,06</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico	<b>Sqh</b>	<b>68,23</b>	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico	<b>Sqv</b>	<b>25,74</b>	KN/m
taglio sul piano di fondazione	<b>V</b>	<b>306,97</b>	KN/m
<b>azione assiale sul piano di fondazione</b>	<b>N</b>	<b>708,21</b>	KN/m
momento ribaltante rispetto ad O	<b>Mr</b>	<b>329,6</b>	KNm/m
momento stabilizzante rispetto ad O	<b>Ms</b>	<b>2174,0</b>	KNm/m
momento totale rispetto ad O	<b>Mtot</b>	<b>1844,46</b>	KNm/m
braccio rispetto ad O	<b>x</b>	<b>2,604</b>	m
eccentricità rispetto asse di fondazione	<b>e</b>	<b>0,146</b>	m
<b>momento totale rispetto asse di fondazione</b>	<b>M</b>	<b>103,1</b>	KNm/m
<b>SEZIONE INTERAMENTE REAGENTE - TENSIONE TRAPEZOIDALE</b>			
sezione compressa della base	<b>b</b>	<b>5,50</b>	m
tensione massima di compressione	<b><math>\sigma_{max}</math></b>	<b>149,22</b>	KN/m <sup>2</sup>
<b>CALCOLO DEL CARICO LIMITE</b>			
fattore di capacità portante	<b>Nq</b>	<b>20,63</b>	
fattore di capacità portante	<b>Ny</b>	<b>23,59</b>	
larghezza equivalente fondazione	<b>B'</b>	<b>5,21</b>	m
fattore di inclinazione del carico	<b>iy</b>	<b>0,182</b>	
fattore di inclinazione del carico	<b>iq</b>	<b>0,321</b>	
sovraccarico profondità	<b>qp</b>	<b>41,80</b>	KN/m <sup>2</sup>
<b>carico limite terreno di fondazione</b>	<b>Q<sub>lim</sub></b>	<b>2231,60</b>	KN
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>			
pressione sul terreno ideale su B'	<b><math>\sigma t</math></b>	<b>135,96</b>	KN/m <sup>2</sup>
percentuale compressa di terreno	<b>%c</b>	<b>94,71%</b>	
distanza dal bordo compresso	<b>u</b>	<b>2,60</b>	m
<b>momento fondazione a valle</b>	<b>Mv</b>	<b>305,17</b>	KNm/m
<b>momento fondazione a monte</b>	<b>Mm</b>	<b>108,85</b>	KNm/m

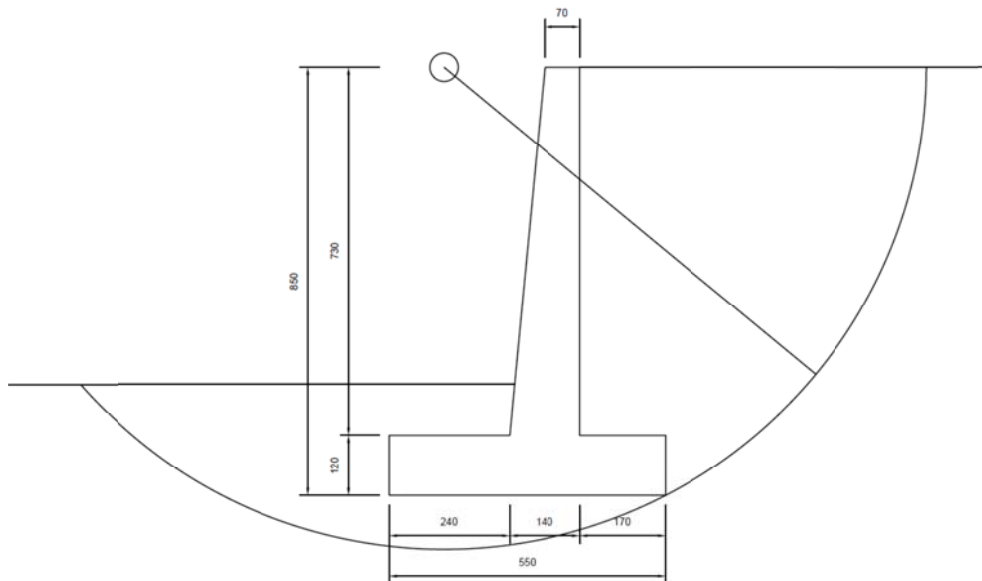
		<b>APPROCCIO 2</b>	
<b>URTO</b>		<b>(M1+R3)</b>	
coefficiente di spinta attiva (Coulomb)	<b>Ka</b>	<b>0,286</b>	
Spinta terreno solo mensola Ht-Hp	<b>St</b>	<b>196,3</b>	KN/m
urto	<b>Fd</b>	<b>11,11</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno solo mensola	<b>Sth</b>	<b>183,65</b>	KN/m
Componente verticale spinta terreno solo mensola	<b>Stv</b>	<b>69,27</b>	KN/m
taglio sul piano di fondazione	<b>V</b>	<b>194,76</b>	KN/m
<b>azione assiale sul piano di fondazione</b>	<b>N</b>	<b>661,69</b>	KN/m
momento ribaltante rispetto ad O	<b>Mr</b>	<b>244,89</b>	KNm/m
momento stabilizzante rispetto ad O	<b>Ms</b>	<b>2174,02</b>	KNm/m
momento totale rispetto ad O	<b>Mtot</b>	<b>1929,13</b>	KNm/m
braccio rispetto ad O	<b>x</b>	<b>2,915</b>	m
eccentricità rispetto asse di fondazione	<b>e</b>	<b>0,165</b>	m
<b>momento totale rispetto asse di fondazione</b>	<b>M</b>	<b>109,5</b>	KNm/m
SEZIONE REAGENTE		A TRAPEZIO	
sezione compressa della base	<b>b</b>	<b>5,50</b>	m
tensione massima di compressione	$\sigma_{max}$	<b>142,02</b>	KN/m <sup>2</sup>
<b>CALCOLO DEL CARICO LIMITE</b>			
fattore di capacità portante	<b>Nq</b>	<b>20,63</b>	
fattore di capacità portante	<b>Ny</b>	<b>23,59</b>	
larghezza equivalente fondazione	<b>B'</b>	<b>5,17</b>	m
fattore di inclinazione del carico	<b>iy</b>	<b>0,351</b>	
fattore di inclinazione del carico	<b>iq</b>	<b>0,498</b>	
sovraccarico profondità	<b>qp</b>	<b>41,80</b>	KN/m <sup>2</sup>
<b>carico limite terreno di fondazione</b>	<b>Qlim</b>	<b>3722,68</b>	KN
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>			
pressione sul terreno	$\sigma_t$	<b>128,01</b>	KN/m <sup>2</sup>
percentuale compressa di terreno	%c	<b>93,98%</b>	
distanza dal bordo compresso	<b>u</b>	<b>2,58</b>	m
<b>momento fondazione a valle</b>	<b>Mv</b>	<b>282,27</b>	KNm/m
<b>momento fondazione a monte</b>	<b>Mm</b>	<b>123,80</b>	KNm/m

		APP. 2 (A1+M1+R3)		
<b>SISMA</b>		-	+	
	tan( $\phi'd$ )	0,601	0,601	
angolo di attrito terreno di calcolo	$\phi'd$	31,0	31,0	°
angolo di attrito terreno-muro	$\delta d$	20,7	20,7	°
<b>coefficiente di spinta attiva (Mononobe - Okabe)</b>	<b>Kae</b>	<b>0,3447</b>	<b>0,3395</b>	
Spinta terreno solo mensola Ht-Hp	St	226,6	242,9	KN/m
Spinta sovraccarico	Sq	0,0	0,0	KN/m
Spinta statica terreno solo mensola Ht-Hp	<b>St stat</b>	<b>196,28</b>	<b>196,28</b>	KN/m
Spinta statica sovraccarico	<b>Sq stat</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	KN/m
Spinta sismica delle terre	<b>Ss</b>	<b>30,29</b>	<b>46,64</b>	KN/m
Spinta forze d'inerzia	<b>Si</b>	<b>50,36</b>	<b>50,36</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno solo mensola	Sth	183,65	183,65	KN/m
Componente verticale spinta terreno solo mensola	Stv	69,27	69,27	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico solo mensola	Sqh	0,00	0,00	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico solo mensola	Sqv	0,00	0,00	KN/m
Componente orizzontale spinta sismica	Ssh	28,34	43,64	KN/m
Componente verticale spinta sismica	Ssv	10,69	16,46	KN/m
momento ribaltante rispetto ad O	Mr	338,9	350,5	KNm/m
momento stabilizzante rispetto ad O	Ms	2081,62	2266,42	KNm/m
taglio sul piano di fondazione	V	262,35	277,64	KN/m
<b>azione assiale sul piano di fondazione</b>	<b>N</b>	<b>647,20</b>	<b>703,33</b>	KN/m
momento totale rispetto ad O	Mtot	1742,77	1915,96	KNm/m
braccio rispetto ad O	x	2,693	2,724	m
eccentricità rispetto asse di fondazione	e	0,057	0,026	m
<b>momento totale rispetto asse di fondazione</b>	<b>M</b>	<b>37,03</b>	<b>18,19</b>	KNm/m
SEZIONE REAGENTE		A TRAPEZIO	A TRAPEZIO	
sezione compressa della base	b	5,50	5,50	m
tensione massima di compressione	$\sigma_{max}$	125,02	131,48	KN/m <sup>2</sup>
<b>CALCOLO DEL CARICO LIMITE</b>				
fattore di capacità portante	<b>Nq</b>	<b>20,63</b>	<b>20,63</b>	
fattore di capacità portante	<b>Ny</b>	<b>23,59</b>	<b>23,59</b>	
larghezza equivalente fondazione	<b>B'</b>	<b>5,39</b>	<b>5,45</b>	m
fattore di inclinazione del carico	<b>iy</b>	<b>0,210</b>	<b>0,222</b>	
fattore di inclinazione del carico	<b>iq</b>	<b>0,354</b>	<b>0,366</b>	
sovraccarico profondità	<b>qp</b>	<b>41,80</b>	<b>41,80</b>	KN/m <sup>2</sup>
<b>carico limite terreno di fondazione</b>	<b>Q<sub>lim</sub></b>	<b>2539,84</b>	<b>2704,34</b>	KN
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>				
pressione sul terreno	$\sigma_t$	120,17	129,09	KN/m <sup>2</sup>
percentuale compressa di terreno	%c	97,92%	99,06%	
distanza dal bordo compresso	u	2,69	2,72	m
<b>momento fondazione a valle</b>	<b>Mv</b>	<b>259,70</b>	<b>285,38</b>	KNm/m
<b>momento fondazione a monte</b>	<b>Mm</b>	<b>92,71</b>	<b>68,41</b>	KNm/m

- Verifica a **stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno** (con metodo dei conci di Fellenius): la verifica a stabilità globale del complesso muro-terreno è effettuata mediante il metodo semplificato di Fellenius, mediante la scelta di un numero di superfici di rottura circolari e la discretizzazione del volume di terreno in conci prismatici. La combinazione prevista dalle NTC2008 per questa verifica è l'approccio 1 combinazione 2, A2+M2+R2. Le superfici di rottura sono state scelte con un denominatore comune, ovvero il passaggio per lo spigolo inferiore della ciabatta di monte; essendo impossibile che la superficie di rottura intersechi il muro, i centri di rotazione delle superfici di rottura sono limitati lungo l'asse X a L/2 (metà fondazione) e a -L/2 con punto di origine lo spigolo inferiore della ciabatta di valle; per quanto riguarda la limitazione in Y del centro di rotazione delle superfici di rottura, il punto di partenza è limitato inferiormente all'estremo superiore del paramento verticale, per evitare di avere superfici di rottura con tangente > 90° tra l'estremo di monte della superficie di rottura e la linea di pendio. Vengono valutate 100 superfici di rottura e viene riportato il minimo coefficiente di sicurezza e le coordinate del centro di rotazione ed il raggio:



centro		raggio																									
x	y	(m)	Posizione	foncio (m)	Striscia	xp (m)	hm (m)	gt (KN)	qt(KN)	xgt (m)	tan α	α °	ΔT (KN)	ΔN (KN)	gt*kh	gt*(1+kv)	gt*(1-kv)	ΔT (KN)+	ΔN (KN)+	ΔT (KN)-	ΔN (KN)-						
1,10	8,50	9,57	MONTE	0,517	0	5,50																					
					1	6,017	8,36	82,10	10,34	5,76	1,794	60,9				46,53	40,11	6,98	85,59	78,61	47,77	37,57	44,38	34,64			
					2	6,534	8,05	79,05	10,34	6,28	1,554	57,2				50,04	37,39	6,72	82,41	75,69	50,24	35,06	46,60	32,35			
					3	7,051	7,69	75,53	10,34	6,79	1,350	53,5				52,95	34,37	6,42	78,74	72,32	52,02	32,26	48,20	29,78			
					4	7,569	7,28	71,48	10,34	7,31	1,172	49,5				55,14	31,05	6,08	74,52	68,45	53,00	29,14	49,06	26,92			
					5	8,086	6,80	66,80	10,34	7,83	1,011	45,3				56,44	27,42	5,68	69,64	63,96	53,02	25,72	49,02	23,78			
					6	8,603	6,24	61,34	10,34	8,34	0,862	40,8				56,65	23,47	5,21	63,95	58,73	51,84	21,97	47,90	20,33			
					7	9,120	5,58	54,86	10,34	8,86	0,719	35,7				55,45	19,17	4,66	57,19	52,53	49,15	17,87	45,36	16,57			
					8	9,637	4,78	46,93	10,34	9,38	0,577	30,0				52,29	14,50	3,99	48,92	44,93	44,37	13,41	40,91	12,45			
					9	10,154	3,72	36,51	10,34	9,90	0,422	22,9				46,02	9,34	3,10	38,06	34,96	36,27	8,49	33,41	7,91			
					10	10,671	1,57	15,40	10,34	10,41	0,168	9,6				28,45	2,30	1,31	16,06	14,75	16,05	1,90	14,76	1,80			
								3,80								499,96	239,14				453,73	223,39	419,60	206,51			
						CIABATT A MONTE	0,57	A	4,37	9,09	101,94	11,33	4,08	3,047	71,8	36,39	53,29	8,67	106,28	97,61	41,38	49,84	38,67	45,88			
								B	4,93	8,88	99,72	11,33	4,65	2,502	68,2	42,47	51,09	8,48	103,96	95,49	46,45	47,92	43,31	44,13			
								C	5,50	8,64	97,05	11,33	5,22	2,098	64,5	48,10	48,50	8,25	101,18	92,93	50,99	45,61	47,44	42,03			
								2,40								126,96	152,88				138,81	143,36	129,41	132,04			
						MENSOL A+FOND	1,40	P1	3,80	9,33	255,77	0	3,10	4,666	77,9	53,60	120,22	21,74	266,64	244,90	77,13	127,52	72,58	117,30			
									0,00							53,60	120,22				77,13	127,52	72,58	117,30			
						CIABATT A VALLE	0,80	H	0,80	9,54	54,97	0	0,40	-13,625	-85,8	-4,02	26,35	4,67	57,30	52,63	0,47	27,31	0,81	25,07			
								K	1,60	9,56	55,35	0	1,20	95,625	89,4	0,58	26,60	4,70	57,70	53,00	5,31	27,76	5,26	25,50			
								J	2,40	9,52	54,71	0	2,00	10,578	84,6	5,15	26,18	4,65	57,04	52,39	10,00	27,51	9,56	25,28			
								1,70								1,70	79,14				15,77	82,57	15,63	75,84			
						VALLE	0,611	0	0,00																		
								1	-0,611	9,46	36,69	0	-0,31	-6,734	-81,6	-5,39	17,44	3,12	38,25	35,13	-2,53	17,97	-2,08	16,48			
								2	-1,221	9,35	35,40	0	-0,92	-4,639	-77,8	-7,46	16,63	3,01	36,90	33,89	-4,83	17,04	-4,20	15,62			
								3	-1,832	9,20	33,62	0	-1,53	-3,502	-74,1	-9,23	15,54	2,86	35,05	32,19	-6,88	15,82	-6,09	14,50			
								4	-2,442	9,00	31,34	0	-2,14	-2,781	-70,2	-10,60	14,18	2,66	32,67	30,01	-8,55	14,34	-7,65	13,14			
								5	-3,053	8,76	28,51	0	-2,75	-2,276	-66,3	-11,47	12,55	2,42	29,72	27,30	-9,74	12,61	-8,76	11,55			
								6	-3,663	8,46	25,09	0	-3,36	-1,898	-62,2	-11,69	10,67	2,13	26,15	24,02	-10,30	10,65	-9,31	9,74			
								7	-4,274	8,11	21,01	0	-3,97	-1,600	-58,0	-11,13	8,56	1,79	21,90	20,12	-10,09	8,47	-9,15	7,75			
								8	-4,884	7,70	16,18	0	-4,58	-1,355	-53,6	-9,61	6,26	1,38	16,87	15,50	-8,91	6,13	-8,09	5,60			
								9	-5,495	7,20	10,48	0	-5,19	-1,145	-48,9	-6,89	3,79	0,89	10,92	10,03	-6,51	3,67	-5,93	3,35			
								10	-6,106	6,62	3,69	0	-5,80	-0,959	-43,8	-2,67	1,23	0,31	3,85	3,54	-2,56	1,17	-2,33	1,07			
																-86,15	106,86						-70,91	107,88	-63,59	98,80	
																596,08	698,24						614,54	684,72	573,63	630,49	
																STATICA		SISMICA									
						x	y	raggio	Fatt Sic	1,171	x	y	raggio	Fatt Sic	1,114	Fatt Sic	1,099										
						1,10	8,50	9,57	VERIFICATO		1,10	8,50	9,57	VERIFICATO		1,114	Fatt Sic	VERIFICATO									



### 7.2.3 Concio A3

DATI SISMICI			
coeff. sismico orizzontale	kh	0,0850	
coeff. sismico verticale	kv	0,0425	
kh/(1-kv)	tanθ-	0,089	
kh/(1+kv)	tanθ+	0,082	
	θ-	5,07	°
	θ+	4,66	°

- Verifica a ribaltamento:

<b>EQU+M2</b>			
	tan( $\phi'$ d)	0,481	
angolo di attrito terreno di calcolo	$\phi'$ d	25,7	°
angolo di attrito terreno-muro	$\delta$ d	20,7	°
<b>coefficiente di spinta attiva (Coulomb)</b>	<b>Ka</b>	<b>0,348</b>	
gamma terreno di calcolo	$\gamma$ td	19	KN/m <sup>3</sup>
spinta attiva terreno	Sat	314,8	KN/m
spinta sovraccarico	Saq	97,18	KN/m
Spinta idrostatica	Sw	0,00	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno	Sth	294,55	KN/m
Componente verticale spinta terreno	Stv	111,11	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico	Sqh	90,93	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico	Sqv	34,30	KN/m
<b>momento ribaltante</b>	<b>Mr</b>	<b>536,2</b>	KNm/m
<b>momento stabilizzante</b>	<b>Ms</b>	<b>2175,0</b>	KNm/m
coeff. Di sicurezza al ribaltamento	Ms/Mr	4,1	
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>			

<b>URTO</b>			
<b>coefficiente di spinta attiva (Coulomb)</b>	<b>Ka</b>	<b>0,348</b>	
Spinta terreno Ht-Hp	St	286,2	KN/m
urto	Fd	10,20	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno	Sth	267,78	KN/m
Componente verticale spinta terreno	Stv	101,01	KN/m
<b>momento ribaltante</b>	<b>Mr</b>	<b>379,7</b>	KNm/m
<b>momento stabilizzante</b>	<b>Ms</b>	<b>2416,7</b>	KNm/m
coeff. Di sicurezza al ribaltamento	Ms/Mr	6,4	
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>			

<b>SISMA</b>				
		-	+	
	tan( $\phi'$ d)	0,481	0,481	
angolo di attrito terreno di calcolo	$\phi'$ d	25,7	25,7	°
angolo di attrito terreno-muro	$\delta$ d	20,7	20,7	°
<b>coefficiente di spinta attiva (Mononobe - Okabe)</b>	<b>Kae</b>	<b>0,4163</b>	<b>0,4102</b>	
Spinta terreno solo mensola Ht-Hp	St	327,5	351,3	KN/m
Spinta sovraccarico	Sq	0,0	0,0	KN/m
Spinta statica terreno solo mensola Ht-Hp	St stat	286,19	286,19	KN/m
Spinta statica sovraccarico	Sq stat	0,00	0,00	KN/m
Spinta sismica delle terre	Ss	41,33	65,14	KN/m
Spinta forze d'inerzia	Si	56,52	56,52	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno solo mensola	Sth	267,78	267,78	KN/m
Componente verticale spinta terreno solo mensola	Stv	101,01	101,01	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico solo mensola	Sqh	0,00	0,00	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico solo mensola	Sqv	0,00	0,00	KN/m
Componente orizzontale spinta sismica	Ssh	38,67	60,94	KN/m
Componente verticale spinta sismica	Ssv	14,59	22,99	KN/m
<b>momento ribaltante</b>	<b>Mr</b>	<b>531,7</b>	<b>554,5</b>	KNm/m
<b>momento stabilizzante</b>	<b>Ms</b>	<b>2314,00</b>	<b>2519,42</b>	KNm/m
coeff. Di sicurezza al ribaltamento	Ms/Mr	4,4	4,5	
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>				

- Verifica a scorrimento sul piano di posa:

<b>APPROCCIO 2</b>			
<b>(A1+M1+R3)</b>			
	<b>tan(<math>\phi'</math>d)</b>	<b>0,601</b>	
angolo di attrito terreno di calcolo	<b><math>\phi'</math>d</b>	<b>31,0</b>	°
angolo di attrito terreno-muro	<b><math>\delta</math>d</b>	<b>20,7</b>	°
<b>coefficiente di spinta attiva (Coulomb)</b>	<b>Ka</b>	<b>0,286</b>	
gamma terreno di calcolo	<b><math>\gamma</math>d</b>	<b>19</b>	KN/m <sup>3</sup>
spinta attiva terreno	<b>Sat</b>	<b>305,5</b>	KN/m
spinta sovraccarico	<b>Saq</b>	<b>79,78</b>	KN/m
Spinta idrostatica	<b>Sw</b>	<b>0,00</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno	<b>Sth</b>	<b>285,80</b>	KN/m
Componente verticale spinta terreno	<b>Stv</b>	<b>107,81</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico	<b>Sqh</b>	<b>74,65</b>	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico	<b>Sqv</b>	<b>28,16</b>	KN/m
taglio sul piano di fondazione	<b>V</b>	<b>360,45</b>	KN/m
azione assiale sul piano di fondazione	<b>N</b>	<b>800,88</b>	KN/m
<b>azione di progetto</b>	<b>Ed</b>	<b>360,45</b>	KN/m
<b>resistenza di progetto</b>	<b>Rd</b>	<b>437,47</b>	KN/m
coefficiente di sicurezza allo scorrimento	<b>c.scor.</b>	<b>1,214</b>	
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>			

<b>APPROCCIO 2</b>			
<b>(M1+R3)</b>			
<b>URTO</b>			
<b>coefficiente di spinta attiva (Coulomb)</b>	<b>Ka</b>	<b>0,286</b>	
Spinta terreno solo mensola Ht-Hp	<b>St</b>	<b>235,0</b>	KN/m
urto	<b>Fd</b>	<b>10,20</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno solo mensola	<b>Sth</b>	<b>219,85</b>	KN/m
Componente verticale spinta terreno solo mensola	<b>Stv</b>	<b>82,93</b>	KN/m
taglio sul piano di fondazione	<b>V</b>	<b>230,05</b>	KN/m
azione assiale sul piano di fondazione	<b>N</b>	<b>747,85</b>	KN/m
<b>azione di progetto</b>	<b>Ed</b>	<b>230,05</b>	KN/m
<b>resistenza di progetto</b>	<b>Rd</b>	<b>408,50</b>	KN/m
coefficiente di sicurezza allo scorrimento	<b>c.scor.</b>	<b>1,776</b>	
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>			

<b>APP. 2 (A1+M1+R3)</b>				
<b>SISMA</b>		<b>-</b>	<b>+</b>	
	<b>tan(<math>\phi'</math>d)</b>	<b>0,601</b>	<b>0,601</b>	
angolo di attrito terreno di calcolo	<b><math>\phi'</math>d</b>	<b>31,0</b>	<b>31,0</b>	°
angolo di attrito terreno-muro	<b><math>\delta</math>d</b>	<b>20,7</b>	<b>20,7</b>	°
<b>coefficiente di spinta attiva (Mononobe - Okabe)</b>	<b>Kae</b>	<b>0,345</b>	<b>0,339</b>	
Spinta terreno solo mensola Ht-Hp	<b>St</b>	<b>271,2</b>	<b>290,8</b>	KN/m
Spinta sovraccarico	<b>Sq</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	KN/m
Spinta statica terreno solo mensola Ht-Hp	<b>St stat</b>	<b>234,97</b>	<b>234,97</b>	KN/m
Spinta statica sovraccarico	<b>Sq stat</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	KN/m
Spinta sismica delle terre	<b>Ss</b>	<b>36,26</b>	<b>55,83</b>	KN/m
Spinta forze d'inerzia	<b>Si</b>	<b>56,52</b>	<b>56,52</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno solo mensola	<b>Sth</b>	<b>219,85</b>	<b>219,85</b>	KN/m
Componente verticale spinta terreno solo mensola	<b>Stv</b>	<b>82,93</b>	<b>82,93</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico solo mensola	<b>Sqh</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico solo mensola	<b>Sqv</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta sismica	<b>Ssh</b>	<b>33,93</b>	<b>52,24</b>	KN/m
Componente verticale spinta sismica	<b>Ssv</b>	<b>12,80</b>	<b>19,70</b>	KN/m
taglio sul piano di fondazione	<b>V</b>	<b>310,29</b>	<b>328,60</b>	KN/m
azione assiale sul piano di fondazione	<b>N</b>	<b>788,90</b>	<b>795,81</b>	KN/m
<b>azione di progetto</b>	<b>Ed</b>	<b>310,29</b>	<b>328,60</b>	KN/m
<b>resistenza di progetto</b>	<b>Rd</b>	<b>430,93</b>	<b>434,70</b>	KN/m
coefficiente di sicurezza allo scorrimento	<b>c.scor.</b>	<b>1,389</b>	<b>1,323</b>	
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>				

- Verifica a collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno:

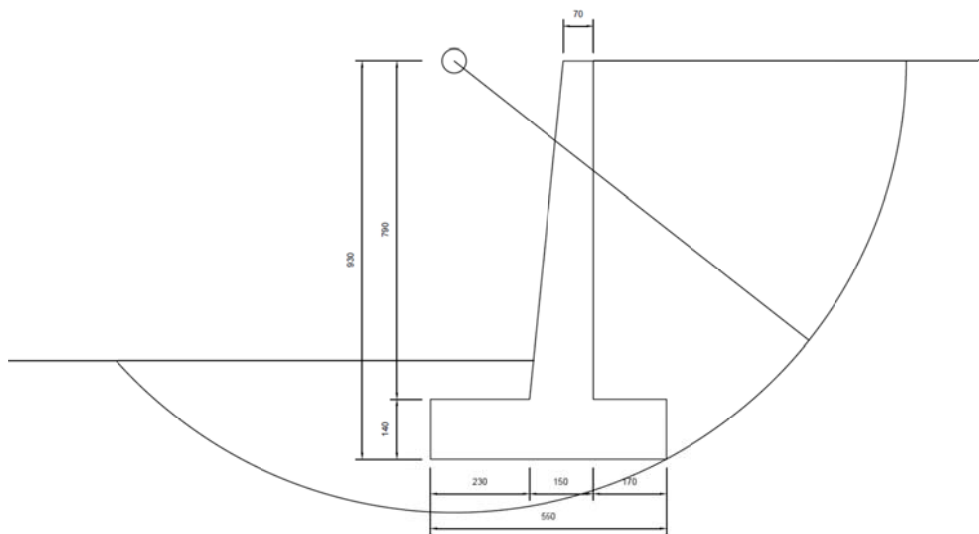
<b>APPROCCIO 2</b>			
<b>STR - Combinazione (A1+M1+R3)</b>			
	<b>tan(<math>\phi'</math>'d)</b>	<b>0,601</b>	
angolo di attrito terreno di calcolo	<b><math>\phi'</math>'d</b>	<b>31,0</b>	°
angolo di attrito terreno-muro	<b><math>\delta</math>d</b>	<b>20,7</b>	°
<b>coefficiente di spinta attiva (Coulomb)</b>			
	<b>Ka</b>	<b>0,286</b>	
gamma terreno di calcolo	<b><math>\gamma</math>'d</b>	<b>19</b>	KN/m <sup>3</sup>
spinta attiva terreno	<b>Sat</b>	<b>305,5</b>	KN/m
spinta sovraccarico	<b>Saq</b>	<b>79,78</b>	KN/m
Spinta idrostatica	<b>Sw</b>	<b>0,00</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno	<b>Sth</b>	<b>285,80</b>	KN/m
Componente verticale spinta terreno	<b>Stv</b>	<b>107,81</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico	<b>Sqh</b>	<b>74,65</b>	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico	<b>Sqv</b>	<b>28,16</b>	KN/m
taglio sul piano di fondazione	<b>V</b>	<b>360,45</b>	KN/m
<b>azione assiale sul piano di fondazione</b>	<b>N</b>	<b>800,88</b>	KN/m
momento ribaltante rispetto ad O	<b>Mr</b>	<b>485,3</b>	KNm/m
momento stabilizzante rispetto ad O	<b>Ms</b>	<b>2416,7</b>	KNm/m
momento totale rispetto ad O	<b>Mtot</b>	<b>1931,40</b>	KNm/m
braccio rispetto ad O	<b>x</b>	<b>2,412</b>	m
eccentricità rispetto asse di fondazione	<b>e</b>	<b>0,338</b>	m
<b>momento totale rispetto asse di fondazione</b>	<b>M</b>	<b>271,0</b>	KNm/m
<b>SEZIONE INTERAMENTE REAGENTE - TENSIONE TRAPEZOIDALE</b>			
sezione compressa della base	<b>b</b>	<b>5,50</b>	m
tensione massima di compressione	<b><math>\sigma</math>max</b>	<b>199,37</b>	KN/m <sup>2</sup>
<b>CALCOLO DEL CARICO LIMITE</b>			
fattore di capacità portante	<b>Nq</b>	<b>20,63</b>	
fattore di capacità portante	<b>Ny</b>	<b>23,59</b>	
larghezza equivalente fondazione	<b>B'</b>	<b>4,82</b>	m
fattore di inclinazione del carico	<b>iy</b>	<b>0,166</b>	
fattore di inclinazione del carico	<b>iq</b>	<b>0,302</b>	
sovraccarico profondità	<b>qp</b>	<b>43,70</b>	KN/m <sup>2</sup>
<b>carico limite terreno di fondazione</b>	<b>Qim</b>	<b>1934,42</b>	KN
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>			
pressione sul terreno ideale su B'	<b><math>\sigma</math>t</b>	<b>166,05</b>	KN/m <sup>2</sup>
percentuale compressa di terreno	<b>%c</b>	<b>87,69%</b>	
distanza dal bordo compresso	<b>u</b>	<b>2,41</b>	m
<b>momento fondazione a valle</b>	<b>Mv</b>	<b>346,62</b>	KNm/m
<b>momento fondazione a monte</b>	<b>Mm</b>	<b>180,55</b>	KNm/m

		<b>APPROCCIO 2</b>	
<b>URTO</b>		<b>(M1+R3)</b>	
coefficiente di spinta attiva (Coulomb)	<b>Ka</b>	<b>0,286</b>	
Spinta terreno solo mensola Ht-Hp	<b>St</b>	<b>235,0</b>	KN/m
urto	<b>Fd</b>	<b>10,20</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno solo mensola	<b>Sth</b>	<b>219,85</b>	KN/m
Componente verticale spinta terreno solo mensola	<b>Stv</b>	<b>82,93</b>	KN/m
taglio sul piano di fondazione	<b>V</b>	<b>230,05</b>	KN/m
<b>azione assiale sul piano di fondazione</b>	<b>N</b>	<b>747,85</b>	KN/m
momento ribaltante rispetto ad O	<b>Mr</b>	<b>330,53</b>	KNm/m
momento stabilizzante rispetto ad O	<b>Ms</b>	<b>2416,71</b>	KNm/m
momento totale rispetto ad O	<b>Mtot</b>	<b>2086,18</b>	KNm/m
braccio rispetto ad O	<b>x</b>	<b>2,790</b>	m
eccentricità rispetto asse di fondazione	<b>e</b>	<b>0,040</b>	m
<b>momento totale rispetto asse di fondazione</b>	<b>M</b>	<b>29,6</b>	KNm/m
SEZIONE REAGENTE		A TRAPEZIO	
sezione compressa della base	<b>b</b>	<b>5,50</b>	m
tensione massima di compressione	$\sigma_{max}$	<b>141,84</b>	KN/m <sup>2</sup>
<b>CALCOLO DEL CARICO LIMITE</b>			
fattore di capacità portante	<b>Nq</b>	<b>20,63</b>	
fattore di capacità portante	<b>Ny</b>	<b>23,59</b>	
larghezza equivalente fondazione	<b>B'</b>	<b>5,42</b>	m
fattore di inclinazione del carico	<b>iy</b>	<b>0,332</b>	
fattore di inclinazione del carico	<b>iq</b>	<b>0,479</b>	
sovraccarico profondità	<b>qp</b>	<b>43,70</b>	KN/m <sup>2</sup>
<b>carico limite terreno di fondazione</b>	<b>Qlim</b>	<b>3904,28</b>	KN
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>			
pressione sul terreno	$\sigma_t$	<b>137,96</b>	KN/m <sup>2</sup>
percentuale compressa di terreno	%c	<b>98,56%</b>	
distanza dal bordo compresso	<b>u</b>	<b>2,71</b>	m
<b>momento fondazione a valle</b>	<b>Mv</b>	<b>272,32</b>	KNm/m
<b>momento fondazione a monte</b>	<b>Mm</b>	<b>86,26</b>	KNm/m

		APP. 2 (A1+M1+R3)		
<b>SISMA</b>		-	+	
	tan( $\phi'd$ )	0,601	0,601	
angolo di attrito terreno di calcolo	$\phi'd$	31,0	31,0	°
angolo di attrito terreno-muro	$\delta d$	20,7	20,7	°
<b>coefficiente di spinta attiva (Mononobe - Okabe)</b>	<b>Kae</b>	<b>0,3447</b>	<b>0,3395</b>	
Spinta terreno solo mensola Ht-Hp	St	271,2	290,8	KN/m
Spinta sovraccarico	Sq	0,0	0,0	KN/m
Spinta statica terreno solo mensola Ht-Hp	<b>St stat</b>	<b>234,97</b>	<b>234,97</b>	KN/m
Spinta statica sovraccarico	<b>Sq stat</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	KN/m
Spinta sismica delle terre	<b>Ss</b>	<b>36,26</b>	<b>55,83</b>	KN/m
Spinta forze d'inerzia	<b>Si</b>	<b>56,52</b>	<b>56,52</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno solo mensola	Sth	219,85	219,85	KN/m
Componente verticale spinta terreno solo mensola	Stv	82,93	82,93	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico solo mensola	Sqh	0,00	0,00	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico solo mensola	Sqv	0,00	0,00	KN/m
Componente orizzontale spinta sismica	Ssh	33,93	52,24	KN/m
Componente verticale spinta sismica	Ssv	12,80	19,70	KN/m
momento ribaltante rispetto ad O	Mr	477,7	496,4	KNm/m
momento stabilizzante rispetto ad O	Ms	2314,00	2519,42	KNm/m
taglio sul piano di fondazione	<b>V</b>	<b>310,29</b>	<b>328,60</b>	KN/m
<b>azione assiale sul piano di fondazione</b>	<b>N</b>	<b>732,38</b>	<b>795,81</b>	KN/m
momento totale rispetto ad O	Mtot	1836,34	2022,99	KNm/m
braccio rispetto ad O	x	2,507	2,542	m
eccentricità rispetto asse di fondazione	e	0,243	0,208	m
<b>momento totale rispetto asse di fondazione</b>	<b>M</b>	<b>177,71</b>	<b>165,49</b>	KNm/m
<b>SEZIONE REAGENTE</b>		A TRAPEZIO	A TRAPEZIO	
sezione compressa della base	b	5,50	5,50	m
tensione massima di compressione	$\sigma_{max}$	168,41	177,52	KN/m <sup>2</sup>
<b>CALCOLO DEL CARICO LIMITE</b>				
fattore di capacità portante	<b>Nq</b>	<b>20,63</b>	<b>20,63</b>	
fattore di capacità portante	<b>Ny</b>	<b>23,59</b>	<b>23,59</b>	
larghezza equivalente fondazione	<b>B'</b>	<b>5,01</b>	<b>5,08</b>	m
fattore di inclinazione del carico	<b>iy</b>	<b>0,191</b>	<b>0,202</b>	
fattore di inclinazione del carico	<b>iq</b>	<b>0,332</b>	<b>0,345</b>	
sovraccarico profondità	<b>qp</b>	<b>43,70</b>	<b>43,70</b>	KN/m <sup>2</sup>
<b>carico limite terreno di fondazione</b>	<b>Q<sub>lim</sub></b>	<b>2151,50</b>	<b>2300,66</b>	KN
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>				
pressione sul terreno	$\sigma_t$	146,05	156,53	KN/m <sup>2</sup>
percentuale compressa di terreno	%c	91,18%	92,44%	
distanza dal bordo compresso	u	2,51	2,54	m
<b>momento fondazione a valle</b>	<b>Mv</b>	<b>293,72</b>	<b>321,44</b>	KNm/m
<b>momento fondazione a monte</b>	<b>Mm</b>	<b>159,72</b>	<b>138,42</b>	KNm/m

- Verifica a **stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno** (con metodo dei conci di Fellenius): la verifica a stabilità globale del complesso muro-terreno è effettuata mediante il metodo semplificato di Fellenius, mediante la scelta di un numero di superfici di rottura circolari e la discretizzazione del volume di terreno in conci prismatici. La combinazione prevista dalle NTC2008 per questa verifica è l'approccio 1 combinazione 2, A2+M2+R2. Le superfici di rottura sono state scelte con un denominatore comune, ovvero il passaggio per lo spigolo inferiore della ciabatta di monte; essendo impossibile che la superficie di rottura intersechi il muro, i centri di rotazione delle superfici di rottura sono limitati lungo l'asse X a L/2 (metà fondazione) e a -L/2 con punto di origine lo spigolo inferiore della ciabatta di valle; per quanto riguarda la limitazione in Y del centro di rotazione delle superfici di rottura, il punto di partenza è limitato inferiormente all'estremo superiore del paramento verticale, per evitare di avere superfici di rottura con tangente > 90° tra l'estremo di monte della superficie di rottura e la linea di pendio. Vengono valutate 100 superfici di rottura e viene riportato il minimo coefficiente di sicurezza e le coordinate del centro di rotazione ed il raggio:

centro		raggio	Posizione	conco	Striscia	xp (m)	hm (m)	gt (KN)	qt(KN)	xgt (m)	tan α	α °	ΔT (KN)	ΔN (KN)	gt*kh	gt*(1+kv)	gt*(1-kv)	ΔT (KN)+	ΔN (KN)+	ΔT (KN)-	ΔN (KN)-				
0,55	9,30	10,54	MONTE	0,559	0	5,50																			
					1	6,059	9,14	97,00	11,17	5,78	1,748	60,2	55,38	46,53	8,24	101,12	92,87	57,37	44,16	53,28	40,72				
					2	6,617	8,80	93,35	11,17	6,34	1,520	56,7	59,29	43,32	7,93	97,32	89,38	60,12	41,18	55,76	37,99				
					3	7,176	8,40	89,16	11,17	6,90	1,324	52,9	62,49	39,77	7,58	92,95	85,37	62,07	37,85	57,50	34,94				
					4	7,734	7,95	84,35	11,17	7,45	1,151	49,0	64,84	35,88	7,17	87,94	80,77	63,08	34,17	58,38	31,57				
					5	8,293	7,43	78,80	11,17	8,01	0,995	44,9	66,16	31,64	6,70	82,15	75,45	62,96	30,13	58,21	27,86				
					6	8,851	6,82	72,33	11,17	8,57	0,850	40,4	66,19	27,03	6,15	75,40	69,26	61,44	25,72	56,76	23,81				
					7	9,410	6,09	64,67	11,17	9,13	0,710	35,4	64,56	22,04	5,50	67,42	61,92	58,15	20,92	53,67	19,39				
					8	9,968	5,21	55,30	11,17	9,69	0,570	29,7	60,65	16,62	4,70	57,65	52,95	52,41	15,69	48,33	14,57				
					9	10,527	4,05	43,01	11,17	10,25	0,418	22,7	53,08	10,66	3,66	44,84	41,18	42,78	9,93	39,41	9,26				
			10	11,085	1,71	18,13	11,17	10,81	0,167	9,5	32,21	2,58	1,54	18,90	17,36	18,89	2,22	17,37	2,10						
								3,80								584,85	276,08				539,28	261,97	498,66	242,20	
						CIABATT A MONTE	0,57	A	4,37	9,92	111,57	11,33	4,08	2,808	70,4	42,38	57,19	9,48	116,31	106,83	47,96	54,20	44,78	49,90	
								B	4,93	9,70	109,20	11,33	4,65	2,366	67,1	48,25	54,87	9,28	113,84	104,55	52,87	52,14	49,26	48,03	
								C	5,50	9,44	106,40	11,33	5,22	2,023	63,7	53,68	52,20	9,04	110,92	101,88	57,26	49,72	53,25	45,83	
									2,30							144,31	164,26				158,09	156,06	147,29	143,76	
						MENSOL A+FOND	1,50	P1	3,80	10,21	295,55	0	3,05	4,082	76,2	70,32	137,99	25,12	308,11	282,99	97,71	146,72	91,73	135,00	
									0,00							70,32	137,99				97,71	146,72	91,73	135,00	
						CIABATT A VALLE	0,77	H	0,77	10,53	57,82	0	0,38	-63,162	-89,1	-0,92	27,79	4,91	60,27	55,36	3,96	28,93	4,04	26,57	
								K	1,53	10,51	57,59	0	1,15	17,519	86,7	3,28	27,64	4,89	60,03	55,14	8,31	28,94	8,03	26,60	
								J	2,30	10,44	56,54	0	1,92	7,638	82,5	7,34	26,95	4,81	58,94	54,13	12,42	28,39	11,79	26,10	
																9,71	82,37				24,68	86,27	23,86	79,27	
						VALLE	0,732	0	0,00																
								1	-0,732	10,49	48,55	0	-0,37	-11,449	-85,0	-4,22	23,25	4,13	50,61	46,48	-0,29	24,06	0,07	22,09	
								2	-1,465	10,40	47,30	0	-1,10	-6,308	-81,0	-7,41	22,45	4,02	49,31	45,29	-3,75	23,11	-3,12	21,20	
								3	-2,197	10,26	45,30	0	-1,83	-4,308	-76,9	-10,24	21,21	3,85	47,23	43,38	-6,93	21,70	-6,06	19,89	
								4	-2,929	10,06	42,54	0	-2,56	-3,231	-72,8	-12,58	19,54	3,62	44,35	40,74	-9,66	19,85	-8,59	18,19	
								5	-3,662	9,80	38,97	0	-3,30	-2,549	-68,6	-14,23	17,44	3,31	40,62	37,31	-11,76	17,60	-10,55	16,11	
								6	-4,394	9,48	34,51	0	-4,03	-2,071	-64,2	-15,01	14,94	2,93	35,97	33,04	-13,00	14,96	-11,73	13,69	
								7	-5,126	9,09	29,07	0	-4,76	-1,712	-59,7	-14,66	12,07	2,47	30,31	27,84	-13,15	11,98	-11,91	10,95	
								8	-5,859	8,62	22,52	0	-5,49	-1,426	-55,0	-12,93	8,86	1,91	23,48	21,56	-11,91	8,71	-10,81	7,96	
								9	-6,591	8,05	14,66	0	-6,23	-1,189	-49,9	-9,44	5,39	1,25	15,29	14,04	-8,89	5,24	-8,08	4,78	
								10	-7,324	7,37	5,19	0	-6,96	-0,982	-44,5	-3,70	1,75	0,44	5,41	4,97	-3,55	1,67	-3,24	1,52	
																-104,43	146,90				-82,89	148,87	-74,02	136,39	
																704,76	807,59				736,87	799,90	687,53	736,62	
								STATICA										SISMICA							
								x	y	raggio						x	y	raggio							
								0,55	9,30	10,54	Fatt Sic	1,146				0,55	9,30	10,54	Fatt Sic	1,086	Fatt Sic	1,071			
								VERIFICATO								VERIFICATO		VERIFICATO							



## 7.2.4 Muro d'ala

DATI SISMICI			
coeff. sismico orizzontale	kh	0,0850	
coeff. sismico verticale	kv	0,0425	
kh/(1-kv)	tanθ-	0,089	
kh/(1+kv)	tanθ+	0,082	
	θ-	5,07	°
	θ+	4,66	°

- Verifica a ribaltamento:

<b>EQU+M2</b>			
	tan( $\phi'd$ )	0,481	
angolo di attrito terreno di calcolo	$\phi'd$	25,7	°
angolo di attrito terreno-muro	$\delta d$	20,7	°
<b>coefficiente di spinta attiva (Coulomb)</b>	<b>Ka</b>	<b>0,348</b>	
gamma terreno di calcolo	$\gamma td$	19	KN/m <sup>3</sup>
spinta attiva terreno	<b>Sat</b>	<b>161,4</b>	KN/m
spinta sovraccarico	<b>Saq</b>	<b>69,59</b>	KN/m
Spinta idrostatica	<b>Sw</b>	<b>0,00</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno	Sth	151,06	KN/m
Componente verticale spinta terreno	Stv	56,98	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico	Sqh	65,11	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico	Sqv	24,56	KN/m
<b>momento ribaltante</b>	<b>Mr</b>	<b>246,4</b>	KNm/m
<b>momento stabilizzante</b>	<b>Ms</b>	<b>768,4</b>	KNm/m
coeff. Di sicurezza al ribaltamento	<b>Ms/Mr</b>	<b>3,1</b>	
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>			

<b>SISMA</b>				
		-	+	
	tan( $\phi'd$ )	0,481	0,481	
angolo di attrito terreno di calcolo	$\phi'd$	25,7	25,7	°
angolo di attrito terreno-muro	$\delta d$	20,7	20,7	°
<b>coefficiente di spinta attiva (Mononobe - Okabe)</b>	<b>Kae</b>	<b>0,4163</b>	<b>0,4102</b>	
Spinta terreno solo mensola Ht-Hp	St	168,0	180,2	KN/m
Spinta sovraccarico	Sq	0,0	0,0	KN/m
Spinta statica terreno solo mensola Ht-Hp	<b>St stat</b>	<b>146,77</b>	<b>146,77</b>	KN/m
Spinta statica sovraccarico	<b>Sq stat</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	KN/m
Spinta sismica delle terre	<b>Ss</b>	<b>21,20</b>	<b>33,40</b>	KN/m
Spinta forze d'inerzia	<b>Si</b>	<b>30,56</b>	<b>30,56</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno solo mensola	Sth	137,33	137,33	KN/m
Componente verticale spinta terreno solo mensola	Stv	51,80	51,80	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico solo mensola	Sqh	0,00	0,00	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico solo mensola	Sqv	0,00	0,00	KN/m
Componente orizzontale spinta sismica	Ssh	19,83	31,25	KN/m
Componente verticale spinta sismica	Ssv	7,48	11,79	KN/m
<b>momento ribaltante</b>	<b>Mr</b>	<b>219,3</b>	<b>228,5</b>	KNm/m
<b>momento stabilizzante</b>	<b>Ms</b>	<b>817,51</b>	<b>890,08</b>	KNm/m
coeff. Di sicurezza al ribaltamento	<b>Ms/Mr</b>	<b>3,7</b>	<b>3,9</b>	
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>				

- Verifica a scorrimento sul piano di posa:



<b>APPROCCIO 2</b>			
<b>(A1+M1+R3)</b>			
	<b>tan(<math>\phi'</math>'d)</b>	<b>0,601</b>	
angolo di attrito terreno di calcolo	<b><math>\phi'</math>'d</b>	<b>31,0</b>	°
angolo di attrito terreno-muro	<b><math>\delta</math>d</b>	<b>20,7</b>	°
<b>coefficiente di spinta attiva (Coulomb)</b>	<b>Ka</b>	<b>0,286</b>	
gamma terreno di calcolo	<b><math>\gamma</math>td</b>	<b>19</b>	KN/m <sup>3</sup>
spinta attiva terreno	<b>Sat</b>	<b>156,7</b>	KN/m
spinta sovraccarico	<b>Saq</b>	<b>57,14</b>	KN/m
Spinta idrostatica	<b>Sw</b>	<b>0,00</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno	<b>Sth</b>	<b>146,57</b>	KN/m
Componente verticale spinta terreno	<b>Stv</b>	<b>55,29</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico	<b>Sqh</b>	<b>53,46</b>	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico	<b>Sqv</b>	<b>20,17</b>	KN/m
taglio sul piano di fondazione	<b>V</b>	<b>200,03</b>	KN/m
azione assiale sul piano di fondazione	<b>N</b>	<b>434,95</b>	KN/m
<b>azione di progetto</b>	<b>Ed</b>	<b>200,03</b>	KN/m
<b>resistenza di progetto</b>	<b>Rd</b>	<b>237,59</b>	KN/m
coefficiente di sicurezza allo scorrimento	<b>c.scor.</b>	<b>1,188</b>	
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>			

<b>SISMA</b>	<b>APP. 2 (A1+M1+R3)</b>		
		<b>-</b>	<b>+</b>
	<b>tan(<math>\phi'</math>'d)</b>	<b>0,601</b>	<b>0,601</b>
angolo di attrito terreno di calcolo	<b><math>\phi'</math>'d</b>	<b>31,0</b>	<b>31,0</b>
angolo di attrito terreno-muro	<b><math>\delta</math>d</b>	<b>20,7</b>	<b>20,7</b>
<b>coefficiente di spinta attiva (Mononobe - Okabe)</b>	<b>Kae</b>	<b>0,345</b>	<b>0,339</b>
Spinta terreno solo mensola Ht-Hp	<b>St</b>	<b>139,1</b>	<b>149,1</b>
Spinta sovraccarico	<b>Sq</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
Spinta statica terreno solo mensola Ht-Hp	<b>St stat</b>	<b>120,50</b>	<b>120,50</b>
Spinta statica sovraccarico	<b>Sq stat</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Spinta sismica delle terre	<b>Ss</b>	<b>18,59</b>	<b>28,63</b>
Spinta forze d'inerzia	<b>Si</b>	<b>30,56</b>	<b>30,56</b>
Componente orizzontale spinta terreno solo mensola	<b>Sth</b>	<b>112,75</b>	<b>112,75</b>
Componente verticale spinta terreno solo mensola	<b>Stv</b>	<b>42,53</b>	<b>42,53</b>
Componente orizzontale spinta sovraccarico solo mensola	<b>Sqh</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Componente verticale spinta sovraccarico solo mensola	<b>Sqv</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Componente orizzontale spinta sismica	<b>Ssh</b>	<b>17,40</b>	<b>26,79</b>
Componente verticale spinta sismica	<b>Ssv</b>	<b>6,56</b>	<b>10,10</b>
taglio sul piano di fondazione	<b>V</b>	<b>160,70</b>	<b>170,09</b>
azione assiale sul piano di fondazione	<b>N</b>	<b>423,87</b>	<b>427,42</b>
<b>azione di progetto</b>	<b>Ed</b>	<b>160,70</b>	<b>170,09</b>
<b>resistenza di progetto</b>	<b>Rd</b>	<b>231,54</b>	<b>233,47</b>
coefficiente di sicurezza allo scorrimento	<b>c.scor.</b>	<b>1,441</b>	<b>1,373</b>
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>			

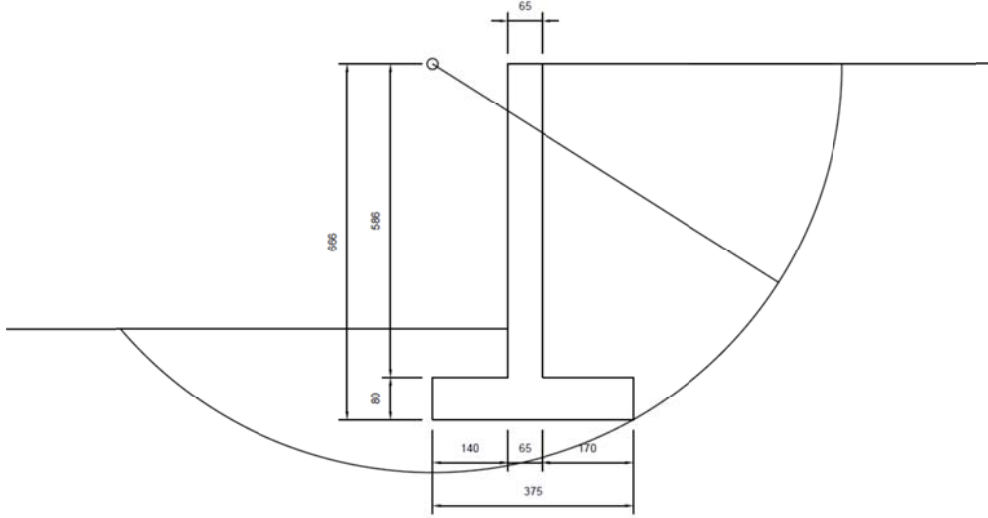
- Verifica a collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno:

<b>APPROCCIO 2</b>			
<b>STR - Combinazione (A1+M1+R3)</b>			
	<b>tan(<math>\phi'</math>'d)</b>	<b>0,601</b>	
angolo di attrito terreno di calcolo	<b><math>\phi'</math>'d</b>	<b>31,0</b>	°
angolo di attrito terreno-muro	<b><math>\delta</math>d</b>	<b>20,7</b>	°
<b>coefficiente di spinta attiva (Coulomb)</b>			
	<b>Ka</b>	<b>0,286</b>	
gamma terreno di calcolo	<b><math>\gamma</math>td</b>	<b>19</b>	KN/m <sup>3</sup>
spinta attiva terreno	<b>Sat</b>	<b>156,7</b>	KN/m
spinta sovraccarico	<b>Saq</b>	<b>57,14</b>	KN/m
Spinta idrostatica	<b>Sw</b>	<b>0,00</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno	<b>Sth</b>	<b>146,57</b>	KN/m
Componente verticale spinta terreno	<b>Stv</b>	<b>55,29</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico	<b>Sqh</b>	<b>53,46</b>	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico	<b>Sqv</b>	<b>20,17</b>	KN/m
taglio sul piano di fondazione	<b>V</b>	<b>200,03</b>	KN/m
<b>azione assiale sul piano di fondazione</b>	<b>N</b>	<b>434,95</b>	KN/m
momento ribaltante rispetto ad O	<b>Mr</b>	<b>220,5</b>	KNm/m
momento stabilizzante rispetto ad O	<b>Ms</b>	<b>853,8</b>	KNm/m
momento totale rispetto ad O	<b>Mtot</b>	<b>633,33</b>	KNm/m
braccio rispetto ad O	<b>x</b>	<b>1,456</b>	m
eccentricità rispetto asse di fondazione	<b>e</b>	<b>0,419</b>	m
<b>momento totale rispetto asse di fondazione</b>	<b>M</b>	<b>182,2</b>	KNm/m
<b>SEZIONE INTERAMENTE REAGENTE - TENSIONE TRAPEZOIDALE</b>			
sezione compressa della base	<b>b</b>	<b>3,75</b>	m
tensione massima di compressione	<b><math>\sigma</math>max</b>	<b>193,73</b>	KN/m <sup>2</sup>
<b>CALCOLO DEL CARICO LIMITE</b>			
fattore di capacità portante	<b>Nq</b>	<b>20,63</b>	
fattore di capacità portante	<b>Ny</b>	<b>23,59</b>	
larghezza equivalente fondazione	<b>B'</b>	<b>2,91</b>	m
fattore di inclinazione del carico	<b>iy</b>	<b>0,158</b>	
fattore di inclinazione del carico	<b>iq</b>	<b>0,292</b>	
sovraccarico profondità	<b>qp</b>	<b>32,30</b>	KN/m <sup>2</sup>
<b>carico limite terreno di fondazione</b>	<b>Qim</b>	<b>780,03</b>	KN
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>			
pressione sul terreno ideale su B'	<b><math>\sigma</math>t</b>	<b>149,36</b>	KN/m <sup>2</sup>
percentuale compressa di terreno	<b>%C</b>	<b>77,66%</b>	
distanza dal bordo compresso	<b>u</b>	<b>1,46</b>	m
<b>momento fondazione a valle</b>	<b>Mv</b>	<b>126,77</b>	KNm/m
<b>momento fondazione a monte</b>	<b>Mm</b>	<b>134,27</b>	KNm/m

		APP. 2 (A1+M1+R3)		
<b>SISMA</b>		-	+	
	$\tan(\phi'd)$	0,601	0,601	
angolo di attrito terreno di calcolo	$\phi'd$	31,0	31,0	°
angolo di attrito terreno-muro	$\delta d$	20,7	20,7	°
<b>coefficiente di spinta attiva (Mononobe - Okabe)</b>	<b>Kae</b>	<b>0,3447</b>	<b>0,3395</b>	
Spinta terreno solo mensola Ht-Hp	St	139,1	149,1	KN/m
Spinta sovraccarico	Sq	0,0	0,0	KN/m
Spinta statica terreno solo mensola Ht-Hp	<b>St stat</b>	<b>120,50</b>	<b>120,50</b>	KN/m
Spinta statica sovraccarico	<b>Sq stat</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	KN/m
Spinta sismica delle terre	<b>Ss</b>	<b>18,59</b>	<b>28,63</b>	KN/m
Spinta forze d'inerzia	<b>Si</b>	<b>30,56</b>	<b>30,56</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno solo mensola	Sth	112,75	112,75	KN/m
Componente verticale spinta terreno solo mensola	Stv	42,53	42,53	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico solo mensola	Sqh	0,00	0,00	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico solo mensola	Sqv	0,00	0,00	KN/m
Componente orizzontale spinta sismica	Ssh	17,40	26,79	KN/m
Componente verticale spinta sismica	Ssv	6,56	10,10	KN/m
momento ribaltante rispetto ad O	Mr	197,6	205,1	KNm/m
momento stabilizzante rispetto ad O	Ms	817,51	890,08	KNm/m
taglio sul piano di fondazione	V	160,70	170,09	KN/m
<b>azione assiale sul piano di fondazione</b>	<b>N</b>	<b>393,32</b>	<b>427,42</b>	KN/m
momento totale rispetto ad O	Mtot	619,93	684,94	KNm/m
braccio rispetto ad O	x	1,576	1,603	m
eccentricità rispetto asse di fondazione	e	0,299	0,272	m
<b>momento totale rispetto asse di fondazione</b>	<b>M</b>	<b>117,54</b>	<b>116,47</b>	KNm/m
SEZIONE REAGENTE		A TRAPEZIO	A TRAPEZIO	
sezione compressa della base	b	3,75	3,75	m
tensione massima di compressione	$\sigma_{max}$	155,03	163,67	KN/m <sup>2</sup>
<b>CALCOLO DEL CARICO LIMITE</b>				
fattore di capacità portante	<b>Nq</b>	<b>20,63</b>	<b>20,63</b>	
fattore di capacità portante	<b>Ny</b>	<b>23,59</b>	<b>23,59</b>	
larghezza equivalente fondazione	<b>B'</b>	<b>3,15</b>	<b>3,21</b>	m
fattore di inclinazione del carico	<b>iy</b>	<b>0,207</b>	<b>0,218</b>	
fattore di inclinazione del carico	<b>iq</b>	<b>0,350</b>	<b>0,362</b>	
sovraccarico profondità	<b>qp</b>	<b>32,30</b>	<b>32,30</b>	KN/m <sup>2</sup>
<b>carico limite terreno di fondazione</b>	<b>Qim</b>	<b>985,50</b>	<b>1055,29</b>	KN
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>				
pressione sul terreno	$\sigma_t$	124,77	133,36	KN/m <sup>2</sup>
percentuale compressa di terreno	%c	84,06%	85,47%	
distanza dal bordo compresso	u	1,58	1,60	m
<b>momento fondazione a valle</b>	<b>Mv</b>	<b>102,67</b>	<b>111,09</b>	KNm/m
<b>momento fondazione a monte</b>	<b>Mm</b>	<b>113,98</b>	<b>100,83</b>	KNm/m

- Verifica a **stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno** (con metodo dei conci di Fellenius): la verifica a stabilità globale del complesso muro-terreno è effettuata mediante il metodo semplificato di Fellenius, mediante la scelta di un numero di superfici di rottura circolari e la discretizzazione del volume di terreno in conci prismatici. La combinazione prevista dalle NTC2008 per questa verifica è l'approccio 1 combinazione 2, A2+M2+R2. Le superfici di rottura sono state scelte con un denominatore comune, ovvero il passaggio per lo spigolo inferiore della ciabatta di monte; essendo impossibile che la superficie di rottura intersechi il muro, i centri di rotazione delle superfici di rottura sono limitati lungo l'asse X a L/2 (metà fondazione) e a -L/2 con punto di origine lo spigolo inferiore della ciabatta di valle; per quanto riguarda la limitazione in Y del centro di rotazione delle superfici di rottura, il punto di partenza è limitato inferiormente all'estremo superiore del paramento verticale, per evitare di avere superfici di rottura con tangente > 90° tra l'estremo di monte della superficie di rottura e la linea di pendio. Vengono valutate 100 superfici di rottura e viene riportato il minimo coefficiente di sicurezza e le coordinate del centro di rotazione ed il raggio:

centro		raggio																								
x	y	(m)	Posizione	conco (m)	Striscia	xp (m)	hm (m)	gt (KN)	qt (KN)	xgt (m)	tan α	α °	ΔT (KN)	ΔN (KN)	gt*kh	gt*(1+kv)	gt*(1-kv)	ΔT (KN)+	ΔN (KN)+	ΔT (KN)-	ΔN (KN)-					
0,00	6,66	7,64	MONTE	0,389	0	3,75																				
					1	4,139	6,54	48,40	7,79	3,94	1,659	58,9	30,21	24,09	4,11	50,45	46,34	29,57	21,79	27,45	20,10					
					2	4,529	6,29	46,54	7,79	4,33	1,452	55,4	32,14	22,43	3,96	48,51	44,56	30,78	20,28	28,54	18,72					
					3	4,918	6,00	44,41	7,79	4,72	1,271	51,8	33,72	20,60	3,77	46,30	42,52	31,59	18,61	29,26	17,19					
					4	5,307	5,68	41,98	7,79	5,11	1,110	48,0	34,87	18,61	3,57	43,77	40,20	31,94	16,78	29,56	15,50					
					5	5,697	5,30	39,19	7,79	5,50	0,963	43,9	35,52	16,44	3,33	40,85	37,52	31,74	14,78	29,34	13,66					
					6	6,086	4,86	35,95	7,79	5,89	0,825	39,5	35,54	14,09	3,06	37,48	34,42	30,85	12,60	28,50	11,66					
					7	6,475	4,34	32,12	7,79	6,28	0,691	34,7	34,75	11,55	2,73	33,49	30,76	29,10	10,23	26,85	9,49					
					8	6,865	3,71	27,45	7,79	6,67	0,556	29,1	32,83	8,78	2,33	28,62	26,28	26,14	7,67	24,10	7,12					
					9	7,254	2,88	21,34	7,79	7,06	0,409	22,2	29,12	5,72	1,81	22,25	20,43	21,28	4,85	19,60	4,52					
					10	7,643	1,22	9,02	7,79	7,45	0,164	9,3	18,89	1,49	0,77	9,41	8,64	9,41	1,09	8,65	1,04					
								2,05								317,61	143,80				272,41	128,69	251,84	119,00		
						CIABATT A MONTE	0,57	A	2,62	7,27	81,02	11,33	2,33	3,117	72,2	29,25	43,83	6,89	84,46	77,57	32,36	39,67	30,26	36,52		
					B			3,18	7,07	78,79	11,33	2,90	2,436	67,7	35,51	41,59	6,70	82,14	75,44	37,38	37,75	34,84	34,77			
					C			3,75	6,80	75,98	11,33	3,47	1,963	63,0	41,18	38,85	6,46	79,21	72,75	41,71	35,34	38,78	32,57			
								1,40								105,95	124,27				111,46	112,75	103,88	103,86		
						MENSOL A+FOND	0,65	P1	2,05	7,44	117,84	0	1,73	4,312	76,9	26,62	55,18	10,02	122,85	112,83	37,51	58,61	35,25	53,92		
									0,00									26,62	55,18			37,51	58,61	35,25	53,92	
						CIABATT A VALLE	0,47	H	0,47	7,64	25,97	0	0,23	32,726	88,2	0,79	12,48	2,21	27,07	24,86	3,03	13,04	2,97	11,98		
									K	0,93	7,61	25,71	0	0,70	10,868	84,7	2,36	12,31	2,19	26,81	24,62	4,63	12,93	4,43	11,88	
									J	1,40	7,55	25,20	0	1,17	6,471	81,2	3,85	11,97	2,14	26,28	24,13	6,13	12,64	5,80	11,62	
																		7,00	36,76			13,80	38,61	13,20	35,48	
						VALLE	0,582	0	0,00																	
										1	-0,582	7,63	29,52	0	-0,29	-26,249	-87,8	-1,12	14,18	2,51	30,78	28,27	1,34	14,74	1,43	13,53
										2	-1,163	7,59	29,03	0	-0,87	-8,699	-83,4	-3,32	13,86	2,47	30,27	27,80	-1,01	14,32	-0,72	13,14
										3	-1,745	7,50	28,04	0	-1,45	-5,157	-79,0	-5,34	13,23	2,38	29,23	26,85	-3,22	13,58	-2,77	12,45
										4	-2,326	7,36	26,53	0	-2,04	-3,617	-74,5	-7,07	12,29	2,25	27,66	25,40	-5,20	12,52	-4,60	11,48
										5	-2,908	7,17	24,47	0	-2,62	-2,742	-70,0	-8,38	11,05	2,08	25,51	23,43	-6,79	11,18	-6,07	10,24
										6	-3,489	6,93	21,82	0	-3,20	-2,168	-65,2	-9,14	9,52	1,85	22,74	20,89	-7,84	9,55	-7,06	8,74
										7	-4,071	6,63	18,50	0	-3,78	-1,755	-60,3	-9,16	7,73	1,57	19,29	17,72	-8,18	7,68	-7,40	7,03
										8	-4,652	6,27	14,44	0	-4,36	-1,437	-55,2	-8,25	5,70	1,23	15,05	13,82	-7,59	5,60	-6,89	5,12
										9	-5,234	5,82	9,47	0	-4,94	-1,177	-49,6	-6,13	3,47	0,81	9,87	9,07	-5,78	3,37	-5,26	3,07
										10	-5,815	5,27	3,37	0	-5,52	-0,953	-43,6	-2,44	1,12	0,29	3,51	3,23	-2,35	1,07	-2,14	0,97
																-60,35	92,15				-46,62	93,60	-41,49	85,77		
																396,82	452,16				388,55	432,26	362,68	398,03		
STATICA												SISMICA														
x	y	raggio	Fatt Sic									x	y	raggio	Fatt Sic											
0,00	6,66	7,64	1,139									0,00	6,66	7,64	1,112											
VERIFICATO												VERIFICATO														



### 7.3 VERIFICHE STRUTTURALI

Si riportano le sollecitazioni agenti alla base dell'elevazione e in corrispondenza della soletta di base lato valle.

La verifica SLU di tipo strutturale sono state condotte secondo l'Approccio 2 (comb. A1+M1+R3,  $\gamma_{R3}=1$ ). La verifica in condizione sismica non risulta dimensionante e pertanto non viene riportata.

Per le verifiche SLE (limiti tensionali e fessurazione) è stata analizzata la sola combinazione rara, la verifica a fessurazione risulta verificata con limite 0,2 mm.

#### 7.3.1 Concio A1

- Verifica SLU alla base elevazione:

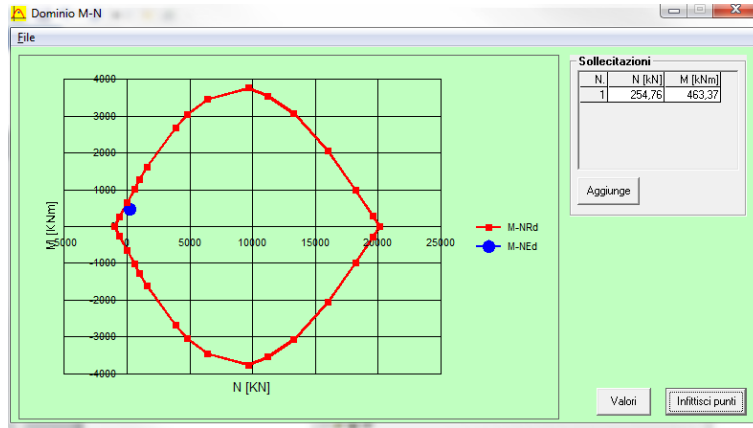
STR (A1+M1) - SOLO MENSOLA			
coefficiente di spinta attiva (Coulomb)	Ka	0,286	
Spinta terreno solo mensola Ht-Hp	St	165,72	KN/m
Spinta sovraccarico	Sq	58,77	KN/m
Spinta idrostatica	Sw	0,00	KN/m
Spinta idrostatica su mensola	Swm	0,00	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno solo mensola	Sth	155,05	KN/m
Componente verticale spinta terreno solo mensola	Stv	58,49	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico solo mensola	Sqh	54,98	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico solo mensola	Sqv	20,74	KN/m
Sforzo normale alla base della mensola	N	254,76	KN
Sforzo di taglio alla base della mensola	V	210,04	KN
Momento alla base della mensola	M	463,37	KNm

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. Key sections include:

- Titolo:** Empty text field.
- N° strati barre:** 2
- Table 1:**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	135
- Table 2:**

N°	As [cm²]	d [cm]
1	12,72	4
2	12,72	131
- Sollecitazioni:**
  - S.L.U. / Metodo n
  - N<sub>Ed</sub>: 254,76 kN
  - M<sub>xEd</sub>: 463,37 kNm
  - M<sub>yEd</sub>: 0
- P.to applicazione N:**
  - Centro / Baricentro cls
  - Coord. [cm]: xN=0, yN=0
- Materiali:**
  - B450C:  $E_{su}$  67,5‰,  $f_{yd}$  391,3 N/mm²,  $E_s$  200.000 N/mm²,  $E_s/E_c$  15,  $E_{syd}$  1.957‰,  $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²
  - C25/30:  $\epsilon_{c2}$  2‰,  $\epsilon_{cu}$  3,5,  $f_{cd}$  14,17,  $f_{cc}/f_{cd}$  0,8,  $\sigma_{c,adm}$  9,75
- Calcolo:**
  - M<sub>Rd</sub>: 804,5 kNm
  - $\sigma_c$ : -14,17 N/mm²
  - $\sigma_s$ : 391,3 N/mm²
  - $\epsilon_c$ : 2,834‰
  - $\epsilon_s$ : 67,5‰
  - d: 131 cm
  - x: 5,279, x/d: 0,0403
  - $\delta$ : 0,7
- Metodo di calcolo:** S.L.U. + / Metodo n
- Tipo flessione:** Retta / Deviata
- Calcoli:** Calcola MRd, Dominio M-N, L<sub>0</sub>: 0 cm, Col. modello
- Precompresso:** Checked

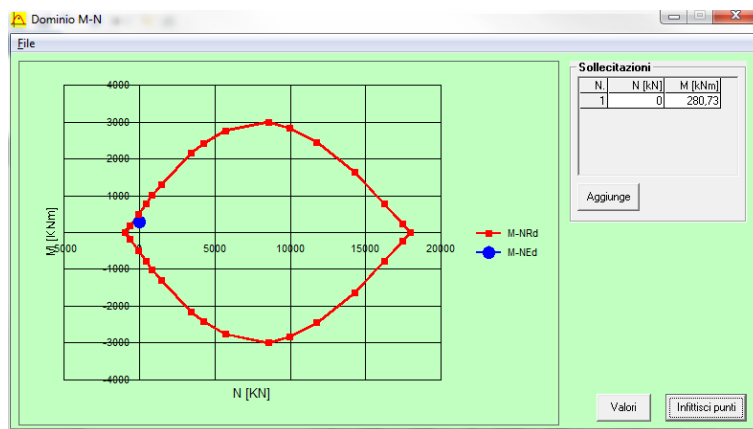


- Verifica SLU della soletta (per l'entità del momento sollecitante vedasi la verifica a collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno):

N*	b [cm]	h [cm]	N*	As [cm²]	d [cm]
1	100	120	1	12,06	4
2			2	12,06	116

Proprietà	B450C	C25/30
$\epsilon_{su}$	67,5 ‰	2 ‰
$f_{yd}$	391,3 N/mm²	3,5
$E_s$	200.000 N/mm²	14,17
$E_s/E_c$	15	0,8
$\epsilon_{syd}$	1,957 ‰	9,75
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	0,6
$\tau_{c1}$		1,829

$M_{xRd} = 538,8$  kNm  
 $\sigma_c = -14,17$  N/mm²  
 $\sigma_s = 391,3$  N/mm²  
 $\epsilon_c = 2,536$  ‰  
 $\epsilon_s = 67,5$  ‰  
 $d = 116$  cm  
 $x = 4,2$      $x/d = 0,03621$   
 $\delta = 0,7$



- Verifica SLU a taglio alla base elevazione:

DATI SEZIONE RETTANGOLARE			
GEOMETRIA DELLA SEZIONE		MATERIALI:	
Base sezione: b=	1000 mm	CALCESTRUZZO	
Altezza sezione: h =	1350 mm	Classe cls	C25/30
Copriferro: c =	40 mm	f <sub>ck</sub>	25 Mpa
DATI ARMATURA		f <sub>cd</sub>	14 Mpa
Armatura Longitudinale		γ <sub>c</sub>	1,5
Diametro armatura tesa=	18 mm	ACCIAIO	
N° barre tese =	5	f <sub>yk</sub>	450 Mpa
Diametro armatura compressa =	18 mm	f <sub>yd</sub>	391 Mpa
N° barre compresse =	5	γ <sub>s</sub>	1,15
Armatura Trasversale		AZIONI	
Diametro armatura a Taglio (// alla sezione)=	0 mm	N <sub>Ed</sub> =	254,76 kN
Passo armatura a Taglio=	200 mm	V=	210,04 kN
N° bracci delle staffe=	2	γ <sub>Rd</sub> =	1,50
Inclinazione staffe : α=	90 °	V <sub>Ed</sub> = V * γ <sub>Rd</sub> =	315,06 kN
Inclinazione puntone : θ=	45 °		
<b>VERIFICA A TAGLIO (4.1.2.1.3.1/2 DM_14/01/2008)</b>			
Resistenza sezioni non armate a taglio	V <sub>Rd</sub>		413,07 kN
$V_{Rd} = \{0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp}\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$			NON NECESSITA ARMATURA A TAGLIO

- Verifica SLE – Combinazione RARA - alla base elevazione:

SLE - Rara			
Spinta terreno solo mensola Ht-Hp	St	127,47	KN/m
Spinta sovraccarico	Sq	39,18	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno solo mensola	Sth	119,27	KN/m
Componente verticale spinta terreno solo mensola	Stv	44,99	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico solo mensola	Sqh	36,66	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico solo mensola	Sqv	13,83	KN/m
Sforzo normale alla base della mensola	N	234,35	KN
Sforzo di taglio alla base della mensola	V	155,93	KN
Momento alla base della mensola	M	332,67	KNm

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. The main window displays the following data:

- Titolo:** (empty)
- N° strati barre:** 2
- Materiali:** B450C and C25/30. Properties for B450C:  $E_{su} = 67,5$  %,  $f_{yd} = 391,3$  N/mm<sup>2</sup>,  $E_s = 200.000$  N/mm<sup>2</sup>,  $E_s/E_c = 15$ ,  $\sigma_{s,adm} = 255$  N/mm<sup>2</sup>. Properties for C25/30:  $\epsilon_{c2} = 2$  %,  $\epsilon_{cu} = 3,5$ ,  $f_{cd} = 14,17$ ,  $\sigma_{c,adm} = 9,75$ ,  $\tau_{co} = 0,6$ ,  $\tau_{c1} = 1,829$ .
- Section Geometry:** b [cm] = 100, h [cm] = 135. Reinforcement: 1 (12,72 cm<sup>2</sup>, 4 cm), 2 (12,72 cm<sup>2</sup>, 131 cm).
- Loads:** N<sub>Ed</sub> = 234,35 kN, M<sub>xEd</sub> = 0, M<sub>yEd</sub> = 0.
- Calculation Results:**  $\sigma_c = -2,427$  N/mm<sup>2</sup>,  $\sigma_s = 126,5$  N/mm<sup>2</sup>,  $\epsilon_s = 0,6324$  %, d = 131 cm, x = 29,28, x/d = 0,2235,  $\delta = 0,7194$ .
- Method of Calculation:** S.L.U. + (selected), Metodo n.
- Verification:** N° iterazioni: 5. Precompresso:

## VERIFICA DI FESSURAZIONE

### Caratteristiche materiali

Tipo cls   
 $E_{cm} = 31447$  MPa  
 $E_s = 210000$  MPa

### Specifiche esigenze

Condiz. Ambientali   
 Comb. Azioni   
 Sensibilità barre

### Caratteristiche sezione

$h = 1350$ mm	Altezza	$\phi_{max} = 18$ mm	Dianetro massimo armatura
$b = 1000$ mm	Base	$n_{\phi_{max}} = 5$	Numero di barre $\phi_{max}$
$c = 40$ mm	Ricoprimento	$\phi_{min} = 0$ mm	Dianetro minimo armatura
$d = 1301,0$ mm	Altezza utile	$n_{\phi_{max}} = 0$	Numero di barre $\phi_{min}$
$x = 292,80$ mm	Asse neutro	$\phi_{st} = 0$ mm	Dianetro armatura staffe
$\sigma_s = 126,5$ MPa		$A_s = 1272$ mm <sup>2</sup>	Area totale armatura tesa
		$s = 200$ mm	spaziatura massima tra le barre

dove  $\sigma_s$  è la tensione nell'armatura tesa valutata considerando la sezione fessurata

### Grandezze derivate e parametri di verifica

$\alpha_e = 6,68$  - è il rapporto  $\varepsilon_s/E_{cm}$   
 $A_{c,eff} = 165375$  mm<sup>2</sup>  
 $h_{c,ef} = 123$  mm  
 $\rho_{eff} = 0,0077$  - è pari a  $A_s/A_{c,eff}$   
 $k_1 = 0,4$  -   
 $\phi_{eq} = 18,0$  mm  
 $k_1 = 0,8$  -   
 $k_2 = 0,5$  -   
 $k_3 = 3,4$  -  
 $k_4 = 0,425$  -

### Verifica a fessurazione

$\Delta_{smax} = 533,73$  mm per zona con spaziatura barre inferiore a  $5(c + \psi/2)$   
 $\Delta_{smax} = -$  - per zona con spaziatura barre superiore a  $5(c + \psi/2)$   
 $\varepsilon_{sm} = 0,00036$  -  
 $w_{lim} = 0,200$  mm = w1  
 $w_d = 0,193$  mm **Verificato**

## VERIFICA DELLE TENSIONI V1

### Verifica delle tensioni di esercizio

$\sigma_{c,rara} = 2,5$ MPa	$< 0,60 f_{ck} = 14,9$ MPa	<b>Verificato</b>
$\sigma_{c,Qperm} = 2,5$ MPa	$< 0,45 f_{ck} = 11,2$ MPa	<b>Verificato</b>
$\sigma_{s,rara} = 126,5$ MPa	$< 0,80 f_{yk} = 313,0$ MPa	<b>Verificato</b>

- Verifica SLE – Combinazione RARA - della soletta:



Verifica C.A. S.L.U. - File: \_\_\_\_\_

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: \_\_\_\_\_

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	120	1	12,06	4
			2	12,06	116

Tipologia Sezione:  
 Rettang. re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Diagramma della sezione:

Sollecitazioni:  
 S.L.U. Metodo n  
 N<sub>Ed</sub> 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 kNm

P.to applicazione N:  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord. [cm] xN 0 yN 0

Materiali:  
 B450C C25/30  
 ε<sub>su</sub> 67,5 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
 f<sub>yd</sub> 391,3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3,5 ‰  
 E<sub>s</sub> 200.000 N/mm² f<sub>cd</sub> 14,17 MPa  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0,8  
 ε<sub>syd</sub> 1,957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 9,75 MPa  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0,6  
 τ<sub>c1</sub> 1,829 MPa

σ<sub>c</sub> -1,599 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 134,7 N/mm²  
 ε<sub>s</sub> 0,6737 ‰  
 d 116 cm  
 x 17,53 x/d 0,1511  
 δ 0,7

Metodo di calcolo:  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Verifica N° iterazioni: 5

Precompresso

## VERIFICA DI FESSURAZIONE

### Caratteristiche materiali

Typo cls C25/30  
 E<sub>cm</sub> = 31447 MPa  
 E<sub>s</sub> = 210000 MPa

### Specifiche esigenze

Condiz. Ambientali Aggressive  
 Comb. Azioni Frequente  
 Sensibilità barre Sensibile

### Caratteristiche sezione

h = 1200 mm	Altezza
b = 1000 mm	Base
c = 40 mm	Ricoprimento
d = 1152,0 mm	Altezza utile
x = 175,30 mm	Asse neutro
σ <sub>s</sub> = 134,7 MPa	

φ <sub>max</sub> = 16 mm	Diametro massimo armatura
n <sub>φmax</sub> = 6	Numero di barre φ <sub>max</sub>
φ <sub>min</sub> = 0 mm	Diametro minimo armatura
n <sub>φmin</sub> = 0	Numero di barre φ <sub>min</sub>
φ <sub>st</sub> = 0 mm	Diametro armatura staffe
A <sub>s</sub> = 1206 mm²	Area totale armatura tesa
s = 160 mm	spaziatura massima tra le barre

dove σ<sub>s</sub> è la tensione nell'armatura tesa valutata considerando la sezione fessurata

### Grandezze derivate e parametri di verifica

α<sub>e</sub> = 6,68 - è il rapporto ε<sub>s</sub>/ε<sub>cm</sub>  
 A<sub>c,eff</sub> = 144000 mm²  
 h<sub>c,ef</sub> = 120 mm  
 ρ<sub>eff</sub> = 0,0084 - è pari a A<sub>s</sub>/A<sub>c,eff</sub>  
 k<sub>1</sub> = 0,4 - Carichi di lunga durata  
 φ<sub>eq</sub> = 16,0 mm - Barre ad aderenza migliorata  
 k<sub>1</sub> = 0,8 - Caso di flessione  
 k<sub>2</sub> = 0,5 -  
 k<sub>3</sub> = 3,4 -  
 k<sub>4</sub> = 0,425 -

### Verifica a fessurazione

Δ<sub>smax</sub> = 460,68 mm per zona con spaziatura barre inferiore a 5(c + φ/2)  
 Δ<sub>smax</sub> = - - per zona con spaziatura barre superiore a 5(c + φ/2)  
 ε<sub>sm</sub> = 0,00038 -  
 w<sub>lim</sub> = 0,200 mm = w<sub>1</sub>  
 w<sub>d</sub> = 0,177 mm **Verificato**

## VERIFICA DELLE TENSIONI V1

### Verifica delle tensioni di esercizio

σ <sub>c,rara</sub> = 1,6 MPa	< 060 f <sub>ck</sub> = 14,9 MPa	<b>Verificato</b>
σ <sub>c,Qperm</sub> = 1,6 MPa	< 045 f <sub>ck</sub> = 11,2 MPa	<b>Verificato</b>
σ <sub>s,rara</sub> = 134,7 MPa	< 080 f <sub>yk</sub> = 313,0 MPa	<b>Verificato</b>

### 7.3.2 Concio A2

- Verifica SLU alla base elevazione:

STR (A1+M1) - SOLO MENSOLA			
coefficiente di spinta attiva (Coulomb)	Ka	0,286	
Spinta terreno solo mensola Ht-Hp	St	188,20	KN/m
Spinta sovraccarico	Sq	62,63	KN/m
Spinta idrostatica	Sw	0,00	KN/m
Spinta idrostatica su mensola	Swm	0,00	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno solo mensola	Sth	176,09	KN/m
Componente verticale spinta terreno solo mensola	Stv	66,42	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico solo mensola	Sqh	58,60	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico solo mensola	Sqv	22,10	KN/m
Sforzo normale alla base della mensola	N	280,15	KN
Sforzo di taglio alla base della mensola	V	234,69	KN
Momento alla base della mensola	M	550,60	KNm

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo: \_\_\_\_\_

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	140	1	15,27	4
			2	15,27	136

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 280,15 0 kN  
M<sub>xEd</sub> 550,6 0 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 0

P.to applicazione N: Centro Baricentro cls  
Coord. [cm]: xN 0, yN 0

Tipo rottura: Lato acciaio - Acciaio snervato

M<sub>Rd</sub> 984,1 kN m

Materiali: B450C C25/30

ε<sub>su</sub> 67,5 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
f<sub>yd</sub> 391,3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3,5 ‰  
E<sub>s</sub> 200.000 N/mm² f<sub>cd</sub> 14,17 ‰  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0,8  
ε<sub>syd</sub> 1,957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 9,75  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0,6  
τ<sub>c1</sub> 1,829

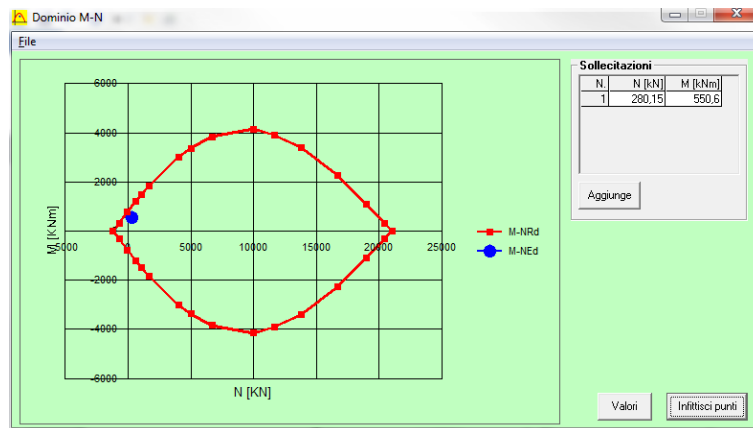
σ<sub>c</sub> -14,17 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 391,3 N/mm²  
ε<sub>c</sub> 2,912 ‰  
ε<sub>s</sub> 67,5 ‰  
d 136 cm  
x 5,624 x/d 0,04135  
δ 0,7

Tipo Sezione: Rettan.re Trapezi  
a T Circolare  
Rettangoli Coord.

Metodo di calcolo: S.L.U. + S.L.U. Metodo n

Tipo flessione: Retta Deviata

N° rett. 100  
Calcola MRd Dominio M-N  
L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello  
Precompresso



- Verifica SLU della soletta (per l'entità del momento sollecitante vedasi la verifica a collasso

per carico limite dell'insieme fondazione-terreno):

Verifica C.A. S.L.U. - File:

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo: \_\_\_\_\_

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	120	1	17,81	4
			2	17,81	116

Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Retta  Deviata  
 N° rett. 100  
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello  
 Precompresso

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. Metodo n  
 N<sub>Ed</sub> 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 305,17 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0

**Materiali**  
 B450C C25/30  
 ε<sub>su</sub> 67,5‰ ε<sub>c2</sub> 2‰  
 f<sub>yd</sub> 391,3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3,5‰  
 E<sub>s</sub> 200.000 N/mm² f<sub>cd</sub> 14,17  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0,8  
 ε<sub>syd</sub> 1,957‰ σ<sub>c,adm</sub> 9,75  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0,6  
 τ<sub>c1</sub> 1,829

**P.to applicazione N**  
 Tipo rottura  
 Lato acciaio - Acciaio snervato  
 M<sub>xRd</sub> 791,3 kNm  
 σ<sub>c</sub> -14,17 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 391,3 N/mm²  
 ε<sub>c</sub> 2,903‰  
 ε<sub>s</sub> 67,5‰  
 d 116 cm  
 x 4,783 x/d 0,04123  
 δ 0,7

**Diagramma Dominio M-N**  
 M<sub>Ed</sub> [kNm] vs N [kN]  
 Sollecitazioni:  

N.	N [kN]	M [kNm]
1	0	305,17

 Aggiunge  
 Valori Infiltrici punti

- Verifica SLU a taglio alla base elevazione:

DATI SEZIONE RETTANGOLARE			
GEOMETRIA DELLA SEZIONE		MATERIALI:	
Base sezione: b=	1000 mm	CALCESTRUZZO	
Altezza sezione: h =	1400 mm	Classe cls	C25/30
Copriferro: c =	40 mm	f <sub>ck</sub>	25 Mpa
DATI ARMATURA		f <sub>cd</sub>	14 Mpa
Armatura Longitudinale		γ <sub>c</sub>	1,5
Diametro armatura tesa=	18 mm	ACCIAIO	
N° barre tese =	6	f <sub>yk</sub>	450 Mpa
Diametro armatura compressa =	18 mm	f <sub>yd</sub>	391 Mpa
N° barre compresse =	6	γ <sub>s</sub>	1,15
Armatura Trasversale		AZIONI	
Diametro armatura a Taglio (// alla sezione)=	0 mm	N <sub>Ed</sub> =	280,15 kN
Passo armatura a Taglio=	200 mm	V=	234,69 kN
N° bracci delle staffe=	2	γ <sub>Rd</sub> =	1,50
Inclinazione staffe : α=	90 °	V <sub>Ed</sub> = V * γ <sub>Rd</sub> =	352,04 kN
Inclinazione puntone : θ=	45 °		
<b>VERIFICA A TAGLIO (4.1.2.1.3.1/2 DM_14/01/2008)</b>			
Resistenza sezioni non armate a taglio	V <sub>Rd</sub>		442,02 kN
$V_{Rd} = \{0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp}\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$		NON NECESSITA ARMATURA A TAGLIO	

- Verifica SLE – Combinazione RARA - alla base elevazione:

SLE - Rara			
Spinta terreno solo mensola Ht-Hp	St	144,77	KN/m
Spinta sovraccarico	Sq	41,75	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno solo mensola	Sth	135,46	KN/m
Componente verticale spinta terreno solo mensola	Stv	51,09	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico solo mensola	Sqh	39,06	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico solo mensola	Sqv	14,74	KN/m
Sforzo normale alla base della mensola	N	257,45	KN
Sforzo di taglio alla base della mensola	V	174,52	KN
Momento alla base della mensola	M	396,31	KNm

The screenshot shows the software interface for structural verification. The window title is "Verifica C.A. S.L.U. - File:". The menu bar includes "File", "Materiali", "Opzioni", "Visualizza", "Progetto Sez. Rett.", "Sismica", and "Normativa: NTC 2008". The main area shows input fields for section geometry (b=100, h=140), materials (B450C, C25/30), and actions (N=257,45 kN, V=174,52 kN, M=396,31 kNm). A diagram on the right shows a rectangular section with reinforcement bars. The bottom right corner has a "Verifica" button and "N° iterazioni: 5".

## VERIFICA DI FESSURAZIONE

### Caratteristiche materiali

Tipo cls   
 $E_{cm} = 31447$  MPa  
 $E_s = 210000$  MPa

### Specifiche esigenze

Condiz. Ambientali   
 Comb. Azioni   
 Sensibilità barre

### Caratteristiche sezione

$h = 1400$ mm	Altezza	$\phi_{max} = 18$ mm	Diametro massimo armatura
$b = 1000$ mm	Base	$n_{\phi_{max}} = 6$	Numero di barre $\phi_{max}$
$c = 40$ mm	Ricoprimento	$\phi_{min} = 0$ mm	Diametro minimo armatura
$d = 1351,0$ mm	Altezza utile	$n_{\phi_{max}} = 0$	Numero di barre $\phi_{min}$
$x = 315,70$ mm	Asse neutro	$\phi_{st} = 0$ mm	Diametro armatura staffe
$\sigma_s = 125,2$ MPa		$A_s = 1527$ mm <sup>2</sup>	Area totale armatura tesa
		$s = 160$ mm	spaziatura massima tra le barre

dove  $\sigma_s$  è la tensione nell'armatura tesa valutata considerando la sezione fessurata

### Grandezze derivate e parametri di verifica

$\alpha_e = 6,68$  - è il rapporto  $\varepsilon_s/E_{cm}$   
 $A_{c,eff} = 171500$  mm<sup>2</sup>  
 $h_{c,ef} = 123$  mm  
 $\rho_{eff} = 0,0089$  - è pari a  $A_s/A_{c,eff}$   
 $k_1 = 0,4$  -   
 $\phi_{eq} = 18,0$  mm  
 $k_1 = 0,8$  -   
 $k_2 = 0,5$  -   
 $k_3 = 3,4$  -  
 $k_4 = 0,425$  -

### Verifica a fessurazione

$\Delta_{smax} = 479,72$  mm per zona con spaziatura barre inferiore a  $5(c + \psi/2)$   
 $\Delta_{smax} = -$  - per zona con spaziatura barre superiore a  $5(c + \psi/2)$   
 $\varepsilon_{sm} = 0,00036$  -  
 $w_{lim} = 0,200$  mm = w1  
 $w_d = 0,172$  mm **Verificato**

## VERIFICA DELLE TENSIONI V1

### Verifica delle tensioni di esercizio

$\sigma_{c,rara} = 2,5$ MPa	$< 0,60 f_{ck} = 14,9$ MPa	<b>Verificato</b>
$\sigma_{c,Qperm} = 2,5$ MPa	$< 0,45 f_{ck} = 11,2$ MPa	<b>Verificato</b>
$\sigma_{s,rara} = 125,2$ MPa	$< 0,80 f_{yk} = 313,0$ MPa	<b>Verificato</b>

- Verifica SLE – Combinazione RARA - della soletta:

## VERIFICA DI FESSURAZIONE

### Caratteristiche materiali

Tipo cls   
 $E_{cm} = 31447$  MPa  
 $E_s = 210000$  MPa

### Specifiche esigenze

Condiz. Ambientali   
 Comb. Azioni   
 Sensibilità barre

### Caratteristiche sezione

$h = 1200$ mm	Altezza	$\phi_{max} = 18$ mm	Diametro massimo armatura
$b = 1000$ mm	Base	$n_{\phi_{max}} = 7$	Numero di barre $\phi_{max}$
$c = 40$ mm	Ricoprimento	$\phi_{min} = 0$ mm	Diametro minimo armatura
$d = 1151,0$ mm	Altezza utile	$n_{\phi_{max}} = 0$	Numero di barre $\phi_{min}$
$x = 216,50$ mm	Asse neutro	$\phi_{st} = 0$ mm	Diametro armatura staffe
$\sigma_s = 128,1$ MPa		$A_s = 1781$ mm <sup>2</sup>	Area totale armatura tesa
		$s = 160$ mm	spaziatura massima tra le barre

dove  $\sigma_s$  è la tensione nell'armatura tesa valutata considerando la sezione fessurata

### Grandezze derivate e parametri di verifica

$\alpha_e = 6,68$  - è il rapporto  $E_s/E_{cm}$   
 $A_{c,eff} = 147000$  mm<sup>2</sup>  
 $h_{c,ef} = 123$  mm  
 $\rho_{eff} = 0,0121$  - è pari a  $A_s/A_{c,eff}$   
 $k_1 = 0,4$  -   
 $\phi_{eq} = 18,0$  mm  
 $k_1 = 0,8$  -   
 $k_2 = 0,5$  -   
 $k_3 = 3,4$  -  
 $k_4 = 0,425$  -

### Verifica a fessurazione

$\Delta_{s,max} = 388,53$  mm per zona con spaziatura barre inferiore a  $5(c + \phi/2)$   
 $\Delta_{s,max} = -$  - per zona con spaziatura barre superiore a  $5(c + \phi/2)$   
 $\epsilon_{sm} = 0,00037$  -  
 $w_{lim} = 0,200$  mm =  $w_1$   
 $w_d = 0,142$  mm **Verificato**

## VERIFICA DELLE TENSIONI V1

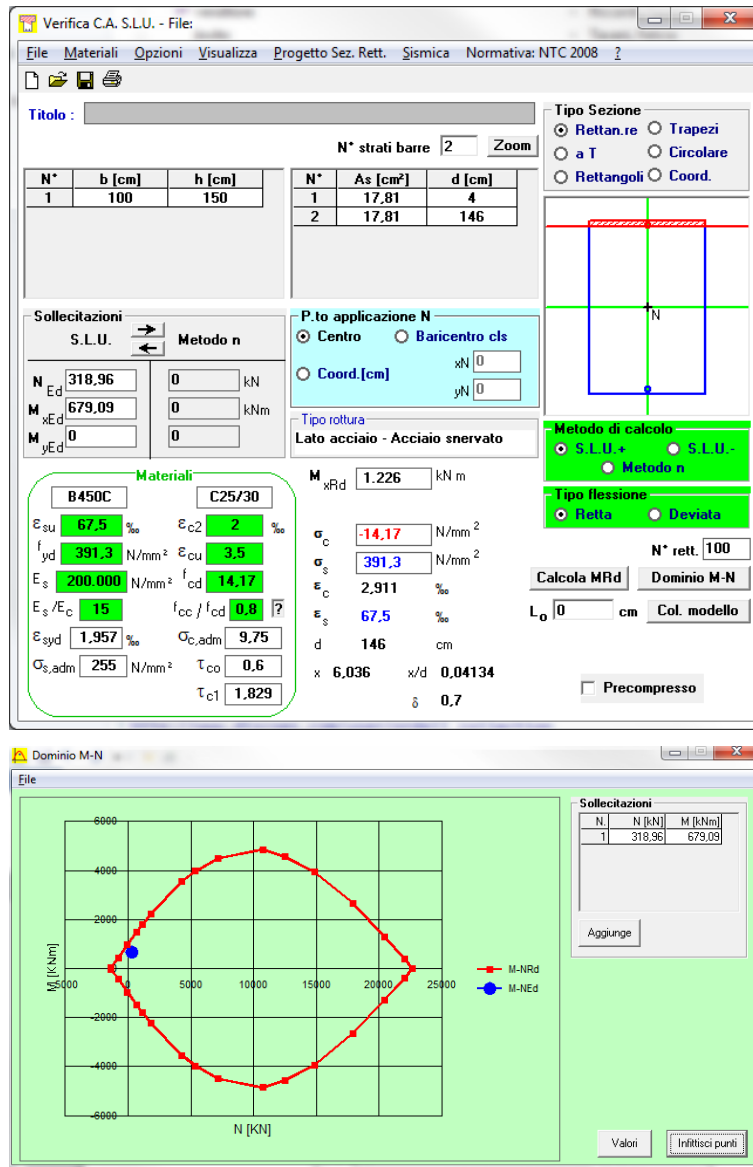
### Verifica delle tensioni di esercizio

$\sigma_{c,rara} = 2,0$ MPa	$< 0,60 f_{ck} = 14,9$ MPa	<b>Verificato</b>
$\sigma_{c,Qperm} = 2,0$ MPa	$< 0,45 f_{ck} = 11,2$ MPa	<b>Verificato</b>
$\sigma_{s,rara} = 128,1$ MPa	$< 0,80 f_{yk} = 313,0$ MPa	<b>Verificato</b>

### 7.3.3 Concio A3

- Verifica SLU alla base elevazione:

STR (A1+M1) - SOLO MENSOLA			
coefficiente di spinta attiva (Coulomb)	<b>Ka</b>	<b>0,286</b>	
Spinta terreno solo mensola Ht-Hp	<b>St</b>	<b>220,41</b>	KN/m
Spinta sovraccarico	<b>Sq</b>	<b>67,77</b>	KN/m
Spinta idrostatica	<b>Sw</b>	<b>0,00</b>	KN/m
Spinta idrostatica su mensola	<b>Swm</b>	<b>0,00</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno solo mensola	<b>Sth</b>	<b>206,23</b>	KN/m
Componente verticale spinta terreno solo mensola	<b>Stv</b>	<b>77,79</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico solo mensola	<b>Sqh</b>	<b>63,41</b>	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico solo mensola	<b>Sqv</b>	<b>23,92</b>	KN/m
Sforzo normale alla base della mensola	<b>N</b>	<b>318,96</b>	KN
Sforzo di taglio alla base della mensola	<b>V</b>	<b>269,64</b>	KN
Momento alla base della mensola	<b>M</b>	<b>679,09</b>	KNm



- Verifica SLU della soletta (per l'entità del momento sollecitante vedasi la verifica a collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno):

Verifica C.A. S.L.U. - File:

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: \_\_\_\_\_

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	140	1	17,81	4
			2	17,81	136

Tipologia Sezione:  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Diagramma della sezione rettangolare con la forza normale N applicata al centro.

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
M<sub>xEd</sub> 346,62 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 kNm

P.to applicazione N:  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipologia rottura: Lato acciaio - Acciaio snervato

Metodo di calcolo:  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Tipologia flessione:  
 Retta  Deviata

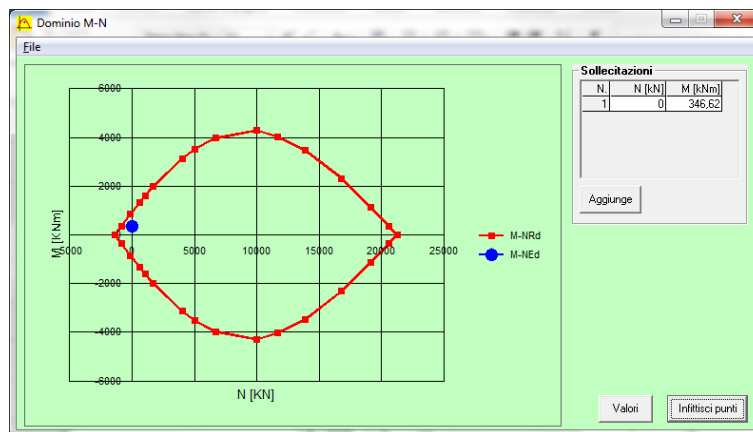
Materiali: B450C C25/30

$\epsilon_{su}$ 67,5 ‰	$\epsilon_{c2}$ 2 ‰
$f_{yd}$ 391,3 N/mm <sup>2</sup>	$\epsilon_{cu}$ 3,5 ‰
$E_s$ 200.000 N/mm <sup>2</sup>	$f_{cd}$ 14,17
$E_s/E_c$ 15	$f_{cc}/f_{cd}$ 0,8
$\epsilon_{syd}$ 1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 9,75
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm <sup>2</sup>	$\tau_{co}$ 0,6
	$\tau_{c1}$ 1,829

M<sub>xRd</sub> 930,4 kNm

$\sigma_c$  -14,17 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$  391,3 N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_c$  2,549 ‰  
 $\epsilon_s$  67,5 ‰  
d 136 cm  
x 4,95 x/d 0,03639  
 $\delta$  0,7

N° rett. 100  
Calcola MRd Dominio M-N  
L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello  
 Precompresso



- Verifica SLU a taglio alla base elevazione:



DATI SEZIONE RETTANGOLARE			
GEOMETRIA DELLA SEZIONE		MATERIALI:	
Base sezione: b=	1000 mm	CALCESTRUZZO	
Altezza sezione: h =	1500 mm	Classe cls	C25/30
Copriferro: c =	40 mm	f <sub>ck</sub>	25 Mpa
DATI ARMATURA		f <sub>cd</sub>	14 Mpa
Armatura Longitudinale		γ <sub>c</sub>	1,5
Diametro armatura tesa=	18 mm	ACCIAIO	
N° barre tese =	7	f <sub>yk</sub>	450 Mpa
Diametro armatura compressa =	18 mm	f <sub>yd</sub>	391 Mpa
N° barre compresse =	7	γ <sub>s</sub>	1,15
Armatura Trasversale		AZIONI	
Diametro armatura a Taglio (// alla sezione)=	0 mm	N <sub>Ed</sub> =	318,96 kN
Passo armatura a Taglio=	200 mm	V=	269,64 kN
N° bracci delle staffe=	2	γ <sub>Rd</sub> =	1,50
Inclinazione staffe : α=	90 °	V <sub>Ed</sub> = V * γ <sub>Rd</sub> =	404,46 kN
Inclinazione puntone : θ=	45 °		
VERIFICA A TAGLIO (4.1.2.1.3.1/2 DM_14/01/2008)			
Resistenza sezioni non armate a taglio	V <sub>Rd</sub>		485,10 kN
V <sub>Rd</sub> = {0.18·k·(100·ρ <sub>1</sub> ·f <sub>ck</sub> ) <sup>1/3</sup> /γ <sub>c</sub> +0.15·σ <sub>cp</sub> }·b <sub>w</sub> ·d ≥ (v <sub>min</sub> + 0.15 · σ <sub>cp</sub> )·b <sub>w</sub> ·d		NON NECESSITA ARMATURA A TAGLIO	

- Verifica SLE – Combinazione RARA - alla base elevazione:

SLE - Rara			
Spinta terreno solo mensola Ht-Hp	St	169,55	KN/m
Spinta sovraccarico	Sq	45,18	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno solo mensola	Sth	158,64	KN/m
Componente verticale spinta terreno solo mensola	Stv	59,84	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico solo mensola	Sqh	42,28	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico solo mensola	Sqv	15,95	KN/m
Sforzo normale alla base della mensola	N	293,04	KN
Sforzo di taglio alla base della mensola	V	200,91	KN
Momento alla base della mensola	M	489,71	KNm

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. The main window displays the following information:

- Titolo:** (Empty field)
- N° strati barre:** 2
- Materiali:** B450C (Steel) and C25/30 (Concrete).
- Proprietà dei materiali:**
  - Steel (B450C): E<sub>su</sub> = 67,5 ‰, f<sub>yd</sub> = 391,3 N/mm<sup>2</sup>, E<sub>s</sub> = 200.000 N/mm<sup>2</sup>, E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> = 15, E<sub>syd</sub> = 1,957 ‰, σ<sub>s,adm</sub> = 255 N/mm<sup>2</sup>, τ<sub>co</sub> = 0,6, τ<sub>c1</sub> = 1,829.
  - Concrete (C25/30): E<sub>c2</sub> = 2 ‰, ε<sub>cu</sub> = 3,5 ‰, f<sub>cd</sub> = 14,17 N/mm<sup>2</sup>, f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> = 0,8, σ<sub>c,adm</sub> = 9,75 N/mm<sup>2</sup>, τ<sub>c1</sub> = 1,829.
- Geometria della sezione:** b = 100 cm, h = 150 cm, d = 146 cm.
- Carichi e Sollecitazioni:** N<sub>Ed</sub> = 293,04 kN, V<sub>Ed</sub> = 200,91 kN, M<sub>Ed</sub> = 489,71 kNm.
- Calcolo:** σ<sub>c</sub> = -2,609 N/mm<sup>2</sup>, σ<sub>s</sub> = 125 N/mm<sup>2</sup>, ε<sub>s</sub> = 0,6251 ‰, x = 34,81 cm, x/d = 0,2384, δ = 0,738.
- Metodo di calcolo:** S.L.U. + Metodo n.
- Verifica:** N° iterazioni: 5.
- Precompresso:** (Checked box)

## VERIFICA DI FESSURAZIONE

### Caratteristiche materiali

Tipo cls   
 $E_{cm} = 31447$  MPa  
 $E_s = 210000$  MPa

### Specifiche esigenze

Condiz. Ambientali   
 Comb. Azioni   
 Sensibilità barre

### Caratteristiche sezione

$h = 1500$ mm	Altezza	$\phi_{max} = 18$ mm	Dianetro massimo armatura
$b = 1000$ mm	Base	$n_{\phi_{max}} = 7$	Numero di barre $\phi_{max}$
$c = 40$ mm	Ricoprimento	$\phi_{min} = 0$ mm	Dianetro minimo armatura
$d = 1451,0$ mm	Altezza utile	$n_{\phi_{max}} = 0$	Numero di barre $\phi_{min}$
$x = 348,10$ mm	Asse neutro	$\phi_{st} = 0$ mm	Dianetro armatura staffe
$\sigma_s = 125,0$ MPa		$A_s = 1781$ mm <sup>2</sup>	Area totale armatura tesa
		$s = 160$ mm	spaziatura massima tra le barre

dove  $\sigma_s$  è la tensione nell'armatura tesa valutata considerando la sezione fessurata

### Grandezze derivate e parametri di verifica

$\alpha_e = 6,68$  - è il rapporto  $\varepsilon_s/E_{cm}$   
 $A_{c,eff} = 183750$  mm<sup>2</sup>  
 $h_{c,ef} = 123$  mm  
 $\rho_{eff} = 0,0097$  - è pari a  $A_s/A_{c,eff}$   
 $k_1 = 0,4$  -   
 $\phi_{eq} = 18,0$  mm  
 $k_1 = 0,8$  -   
 $k_2 = 0,5$  -   
 $k_3 = 3,4$  -  
 $k_4 = 0,425$  -

### Verifica a fessurazione

$\Delta_{smax} = 451,66$  mm per zona con spaziatura barre inferiore a  $5(c + \psi/2)$   
 $\Delta_{smax} = -$  - per zona con spaziatura barre superiore a  $5(c + \psi/2)$   
 $\varepsilon_{sm} = 0,00036$  -  
 $w_{lim} = 0,200$  mm = w1  
 $w_d = 0,161$  mm **Verificato**

## VERIFICA DELLE TENSIONI V1

### Verifica delle tensioni di esercizio

$\sigma_{c,rara} = 2,6$ MPa	$< 0,60 f_{ck} = 14,9$ MPa	<b>Verificato</b>
$\sigma_{c,Qperm} = 2,6$ MPa	$< 0,45 f_{ck} = 11,2$ MPa	<b>Verificato</b>
$\sigma_{s,rara} = 125,0$ MPa	$< 0,80 f_{yk} = 313,0$ MPa	<b>Verificato</b>

- Verifica SLE – Combinazione RARA - della soletta:

Verifica C.A. S.L.U. - File: Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo:

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	140	1	17,81	4
2			2	17,81	136

Tipologia Sezione:  
 Rettang. re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
M<sub>xEd</sub>  kNm  
M<sub>yEd</sub>  kNm

P.to applicazione N:  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord. [cm] xN  yN

Metodo di calcolo:  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Materiali: B450C C25/30

$\epsilon_{su}$	67,5 ‰	$\epsilon_{c2}$	2 ‰	$\sigma_c$	-1,85 N/mm <sup>2</sup>
$f_{yd}$	391,3 N/mm <sup>2</sup>	$\epsilon_{cu}$	3,5 ‰	$\sigma_s$	139,8 N/mm <sup>2</sup>
$E_s$	200.000 N/mm <sup>2</sup>	$f_{cd}$	14,17	$\epsilon_s$	0,6991 ‰
$E_s/E_c$	15	$f_{cc}/f_{cd}$	0,8	d	136 cm
$\epsilon_{syd}$	1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	9,75	x	22,52
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm <sup>2</sup>	$\tau_{co}$	0,6	x/d	0,1656
		$\tau_{c1}$	1,829	$\delta$	0,7

Verifica  N° iterazioni:

Precompresso

## VERIFICA DI FESSURAZIONE

### Caratteristiche materiali

Typo cls   
 $E_{cm} = 31447$  MPa  
 $E_s = 210000$  MPa

### Specifiche esigenze

Condiz. Ambientali   
Comb. Azioni   
Sensibilità barre

### Caratteristiche sezione

h = 1400 mm	Altezza	$\phi_{max} = 18$ mm	Diametro massimo armatura
b = 1000 mm	Base	$n_{\phi_{max}} = 7$	Numero di barre $\phi_{max}$
c = 40 mm	Ricoprimento	$\phi_{min} = 0$ mm	Diametro minimo armatura
d = 1351,0 mm	Altezza utile	$n_{\phi_{min}} = 0$	Numero di barre $\phi_{min}$
x = 225,20 mm	Asse neutro	$\phi_{st} = 0$ mm	Diametro armatura staffe
$\sigma_s = 139,8$ MPa		$A_s = 1781$ mm <sup>2</sup>	Area totale armatura tesa
		s = 160 mm	spaziatura massima tra le barre

dove  $\sigma_s$  è la tensione nell'armatura tesa valutata considerando la sezione fessurata

### Grandezze derivate e parametri di verifica

$\alpha_e = 6,68$  - è il rapporto  $\epsilon_s/E_{cm}$   
 $A_{c,eff} = 171500$  mm<sup>2</sup>  
 $h_{c,ef} = 123$  mm  
 $\rho_{eff} = 0,0104$  - è pari a  $A_s/A_{c,eff}$   
 $k_1 = 0,4$  -   
 $\phi_{eq} = 18,0$  mm  
 $k_1 = 0,8$  -   
 $k_2 = 0,5$  -   
 $k_3 = 3,4$  -  
 $k_4 = 0,425$  -

### Verifica a fessurazione

$\Delta_{smax} = 430,61$  mm per zona con spaziatura barre inferiore a  $5(c + \phi/2)$   
 $\Delta_{smax} = -$  per zona con spaziatura barre superiore a  $5(c + \phi/2)$   
 $\epsilon_{sm} = 0,00040$  -  
 $w_{lim} = 0,200$  mm = w1  
 $w_d = 0,172$  mm **Verificato**

## VERIFICA DELLE TENSIONI V1

### Verifica delle tensioni di esercizio

$\sigma_{c,rara} = 1,9$ MPa	< 060 $f_{ck} = 14,9$ MPa	<b>Verificato</b>
$\sigma_{c,Qperm} = 1,9$ MPa	< 045 $f_{ck} = 11,2$ MPa	<b>Verificato</b>
$\sigma_{s,rara} = 139,8$ MPa	< 080 $f_{yk} = 313,0$ MPa	<b>Verificato</b>

### 7.3.4 Muro d'ala

- Verifica SLU alla base elevazione:

STR (A1+M1) - SOLO MENSOLA			
coefficiente di spinta attiva (Coulomb)	Ka	0,286	
Spinta terreno solo mensola Ht-Hp	St	121,28	KN/m
Spinta sovraccarico	Sq	50,27	KN/m
Spinta idrostatica	Sw	0,00	KN/m
Spinta idrostatica su mensola	Swm	0,00	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno solo mensola	Sth	113,47	KN/m
Componente verticale spinta terreno solo mensola	Stv	42,80	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico solo mensola	Sqh	47,04	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico solo mensola	Sqv	17,74	KN/m
Sforzo normale alla base della mensola	N	155,77	KN
Sforzo di taglio alla base della mensola	V	160,51	KN
Momento alla base della mensola	M	339,79	KNm

Verifica C.A. S.L.U. - File

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo: \_\_\_\_\_

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	65	1	18,10	4
			2	18,10	61

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 155,77 139,98 kN  
M<sub>xEd</sub> 339,79 247,84 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 0

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M<sub>Rd</sub> 459 kN m

Materiali B450C C25/30

ε<sub>su</sub> 67,5 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
f<sub>yd</sub> 391,3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3,5 ‰  
E<sub>s</sub> 200.000 N/mm² f<sub>cd</sub> 14,17 ‰  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0,8 ‰  
ε<sub>syd</sub> 1,957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 9,75 ‰  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0,6 ‰  
τ<sub>c1</sub> 1,829 ‰

σ<sub>c</sub> -14,17 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 391,3 N/mm²  
ε<sub>c</sub> 3,5 ‰  
ε<sub>s</sub> 38,26 ‰  
d 61 cm  
x 5,113 x/d 0,08382  
δ 0,7

Metodo di calcolo  S.L.U.  S.L.U.  Metodo n

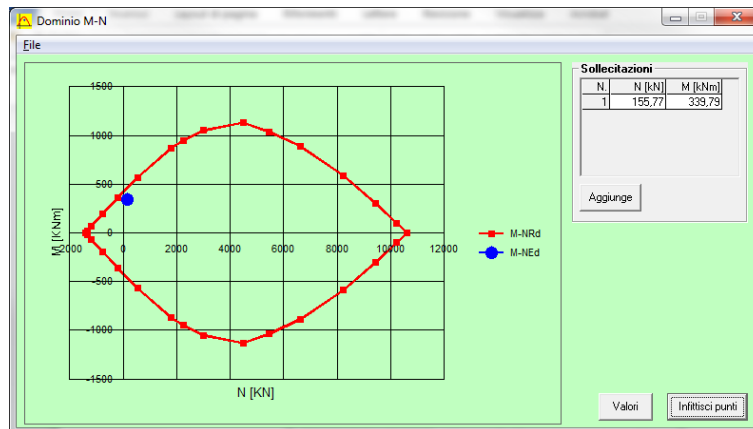
Tipo flessione  Retta  Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello

Precompresso



- Verifica SLU della soletta (per l'entità del momento sollecitante vedasi la verifica a collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno):

Verifica C.A. S.L.U. - File: [ ]

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : [ ]

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	80	1	17,81	4
			2	17,81	76

Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Retta  Deviata

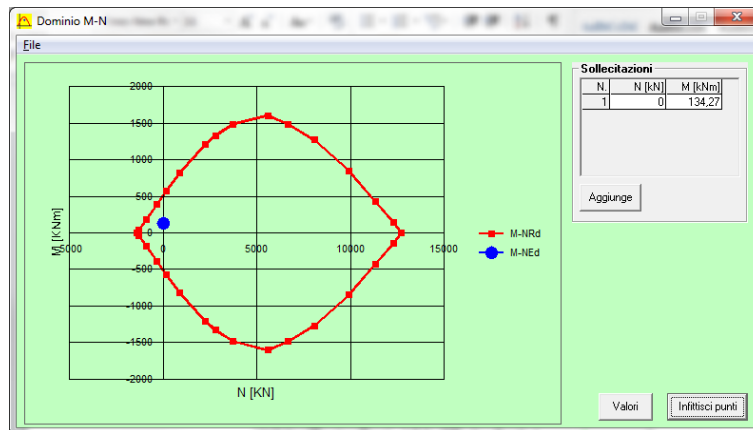
Sollecitazioni S.L.U. Metodo n  
 N Ed 0 0 kN  
 M xEd 134,27 42,71 kNm  
 M yEd 0 0

P.to applicazione N  
 Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M xRd 512,7 kN m  
 $\sigma_c$  -14,17 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$  391,3 N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_c$  3,5 ‰  
 $\epsilon_s$  54,18 ‰  
 d 76 cm  
 x 4,611 x/d 0,06068  
 $\delta$  0,7

Materiali B450C C25/30  
 $\epsilon_{su}$  67,5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391,3 N/mm<sup>2</sup>  $\epsilon_{cu}$  3,5 ‰  
 $E_s$  200.000 N/mm<sup>2</sup>  $f_{cd}$  14,17  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0,8  
 $\epsilon_{syd}$  1,957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  9,75  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm<sup>2</sup>  $\tau_{co}$  0,6  
 $\tau_{c1}$  1,829

Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello  
 Precompresso



- Verifica SLU a taglio alla base elevazione:

DATI SEZIONE RETTANGOLARE			
GEOMETRIA DELLA SEZIONE		MATERIALI:	
Base sezione: b=	1000 mm	CALCESTRUZZO	
Altezza sezione: h =	650 mm	Classe cls	C25/30
Copriferro: c =	40 mm	f <sub>ck</sub>	25 Mpa
DATI ARMATURA		f <sub>cd</sub>	14 Mpa
Armatura Longitudinale		γ <sub>c</sub>	1,5
Diametro armatura tesa=	16 mm	ACCIAIO	
N° barre tese =	9	f <sub>yk</sub>	450 Mpa
Diametro armatura compressa =	16 mm	f <sub>yd</sub>	391 Mpa
N° barre compresse =	9	γ <sub>s</sub>	1,15
Armatura Trasversale		AZIONI	
Diametro armatura a Taglio (// alla sezione)=	0 mm	N <sub>Ed</sub> =	155,77 kN
Passo armatura a Taglio=	200 mm	V=	160,51 kN
N° bracci delle staffe=	2	γ <sub>Rd</sub> =	1,50
Inclinazione staffe : α=	90 °	V <sub>Ed</sub> = V * γ <sub>Rd</sub> =	240,77 kN
Inclinazione puntone : θ=	45 °		
<b>VERIFICA A TAGLIO (4.1.2.1.3.1/2 DM_14/01/2008)</b>			
Resistenza sezioni non armate a taglio	V <sub>Rd</sub>		304,71 kN
$V_{Rd} = \{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$			NON NECESSITA ARMATURA A TAGLIO

- Verifica SLE – Combinazione RARA - alla base elevazione:

SLE - Rara			
Spinta terreno solo mensola Ht-Hp	St	93,29	KN/m
Spinta sovraccarico	Sq	33,52	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno solo mensola	Sth	87,29	KN/m
Componente verticale spinta terreno solo mensola	Stv	32,92	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico solo mensola	Sqh	31,36	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico solo mensola	Sqv	11,83	KN/m
Sforzo normale alla base della mensola	N	139,98	KN
Sforzo di taglio alla base della mensola	V	118,65	KN
Momento alla base della mensola	M	247,84	KNm

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. The main window displays the following data:

- Titolo:** [Empty field]
- N° strati barre:** 2
- Materiali:** B450C and C25/30.
- Proprietà materiali:**
  - ε<sub>su</sub>: 67,5 ‰; ε<sub>c2</sub>: 2 ‰
  - f<sub>yd</sub>: 391,3 N/mm<sup>2</sup>; ε<sub>cu</sub>: 3,5 ‰
  - E<sub>s</sub>: 200.000 N/mm<sup>2</sup>; f<sub>cd</sub>: 14,17
  - E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>: 15; f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>: 0,8
  - ε<sub>syd</sub>: 1,957 ‰; σ<sub>c,adm</sub>: 9,75
  - σ<sub>s,adm</sub>: 255 N/mm<sup>2</sup>; τ<sub>co</sub>: 0,6
  - τ<sub>c1</sub>: 1,829
- Geometria:** b [cm]: 100; h [cm]: 65; N°: 1, 2; As [cm<sup>2</sup>]: 18,10, 18,10; d [cm]: 4, 61.
- Carichi:** N<sub>Ed</sub>: 139,98 kN; M<sub>xEd</sub>: 134,27; M<sub>yEd</sub>: 0.
- Calcolo:** σ<sub>c</sub>: -5,047 N/mm<sup>2</sup>; σ<sub>s</sub>: 207,3 N/mm<sup>2</sup>; ε<sub>s</sub>: 1,037 ‰; d: 61 cm; x: 16,32; x/d: 0,2675; δ: 0,7744.
- Metodo di calcolo:** S.L.U. + (selected), S.L.U. -, Metodo n.
- Verifica:** N° iterazioni: 4.
- Precompresso:** [Checked]

## VERIFICA DI FESSURAZIONE

### Caratteristiche materiali

Tipo cls   
 $E_{cm} = 31447$  MPa  
 $E_s = 210000$  MPa

### Specifiche esigenze

Condiz. Ambientali   
 Comb. Azioni   
 Sensibilità barre

### Caratteristiche sezione

$h = 650$ mm	Altezza	$\phi_{max} = 16$ mm	Diametro massimo armatura
$b = 1000$ mm	Base	$n_{\phi_{max}} = 9$	Numero di barre $\phi_{max}$
$c = 40$ mm	Ricoprimento	$\phi_{min} = 0$ mm	Diametro minimo armatura
$d = 602,0$ mm	Altezza utile	$n_{\phi_{max}} = 0$	Numero di barre $\phi_{min}$
$x = 163,20$ mm	Asse neutro	$\phi_{st} = 0$ mm	Diametro armatura staffe
$\sigma_s = 207,3$ MPa		$A_s = 1810$ mm <sup>2</sup>	Area totale armatura tesa
		$s = 160$ mm	spaziatura massima tra le barre

dove  $\sigma_s$  è la tensione nell'armatura tesa valutata considerando la sezione fessurata

### Grandezze derivate e parametri di verifica

$\alpha_e = 6,68$  - è il rapporto  $\varepsilon_s/E_{cm}$   
 $A_{c,eff} = 78000$  mm<sup>2</sup>  
 $h_{c,ef} = 120$  mm  
 $\rho_{eff} = 0,0232$  - è pari a  $A_s/A_{c,eff}$   
 $k_1 = 0,4$  -   
 $\phi_{eq} = 16,0$  mm  
 $k_1 = 0,8$  -   
 $k_2 = 0,5$  -   
 $k_3 = 3,4$  -  
 $k_4 = 0,425$  -

### Verifica a fessurazione

$\Delta_{smax} = 253,24$  mm per zona con spaziatura barre inferiore a  $5(c + \phi/2)$   
 $\Delta_{smax} = -$  - per zona con spaziatura barre superiore a  $5(c + \phi/2)$   
 $\varepsilon_{sm} = 0,00074$  -  
 $w_{lim} = 0,200$  mm = w1  
 $w_d = 0,189$  mm **Verificato**

## VERIFICA DELLE TENSIONI V1

### Verifica delle tensioni di esercizio

$\sigma_{c,rara} = 5,0$ MPa	$< 0,60 f_{ck} = 14,9$ MPa	<b>Verificato</b>
$\sigma_{c,perm} = 5,0$ MPa	$< 0,45 f_{ck} = 11,2$ MPa	<b>Verificato</b>
$\sigma_{s,rara} = 207,3$ MPa	$< 0,80 f_{yk} = 313,0$ MPa	<b>Verificato</b>

- Verifica SLE – Combinazione RARA - della soletta:

Verifica C.A. S.L.U. - File: [ ]

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: [ ]

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	80	1	17,81	4
			2	17,81	76

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Sollecitazioni  
 S.L.U.  Metodo n

N<sub>Ed</sub> 155,77 0 kN  
M<sub>xEd</sub> 339,79 111,1 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 0

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Materiali  
B450C C25/30  
 $\epsilon_{su}$  67,5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391,3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3,5 ‰  
 $E_s$  200.000 N/mm²  $f_{cd}$  14,17  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0,8  
 $\epsilon_{syd}$  1,957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  9,75  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0,6  
 $\tau_{c1}$  1,829

$\sigma_c$  -1,565 N/mm²  
 $\sigma_s$  87,95 N/mm²  
 $\epsilon_s$  0,4397 ‰  
d 76 cm  
x 16,01 x/d 0,2107  
 $\delta$  0,7033

Verifica N° iterazioni: 5  
 Precompresso

## VERIFICA DI FESSURAZIONE

### Caratteristiche materiali

Tipo cls C25/30  
 $E_{cm} = 31447$  MPa  
 $E_s = 210000$  MPa

### Specifiche esigenze

Condiz. Ambientali Aggressive  
Comb. Azioni Frequente  
Sensibilità barre Sensibile

### Caratteristiche sezione

h = 800 mm	Altezza
b = 1000 mm	Base
c = 40 mm	Ricoprimento
d = 751,0 mm	Altezza utile
x = 160,10 mm	Asse neutro
$\sigma_s = 88,0$ MPa	

$\phi_{max} = 18$ mm	Dianetro massimo armatura
$n_{\phi_{max}} = 7$	Numero di barre $\phi_{max}$
$\phi_{min} = 0$ mm	Dianetro minimo armatura
$n_{\phi_{min}} = 0$	Numero di barre $\phi_{min}$
$\phi_{st} = 0$ mm	Dianetro armatura staffe
$A_s = 1781$ mm²	Area totale armatura tesa
s = 160 mm	spaziatura massima tra le barre

dove  $\sigma_s$  è la tensione nell'armatura tesa valutata considerando la sezione fessurata

### Grandezze derivate e parametri di verifica

$\alpha_e = 6,68$  - è il rapporto  $\bar{\epsilon}_s/E_{cm}$   
 $A_{c,eff} = 98000$  mm²  
 $h_{c,ef} = 123$  mm  
 $\rho_{eff} = 0,0182$  - è pari a  $A_s/A_{c,eff}$   
 $k_1 = 0,4$  - Carichi di lunga durata  
 $\phi_{eq} = 18,0$  mm  
 $k_1 = 0,8$  - Barre ad aderenza migliorata  
 $k_2 = 0,5$  - Caso di flessione  
 $k_3 = 3,4$  -  
 $k_4 = 0,425$  -

### Verifica a fessurazione

$\Delta_{s,max} = 304,35$  mm per zona con spaziatura barre inferiori a  $5(c + \psi/2)$   
 $\Delta_{s,max} = -$  - per zona con spaziatura barre superiore a  $5(c + \psi/2)$   
 $\epsilon_{sm} = 0,00025$  -  
 $w_{lim} = 0,200$  mm = w1  
 $w_d = 0,076$  mm **Verificato**

## VERIFICA DELLE TENSIONI V1

### Verifica delle tensioni di esercizio

$\sigma_{c,rara} = 1,6$ MPa	< 060 $f_{ck} = 14,9$ MPa	<b>Verificato</b>
$\sigma_{c,Qperm} = 1,6$ MPa	< 045 $f_{ck} = 11,2$ MPa	<b>Verificato</b>
$\sigma_{s,rara} = 88,0$ MPa	< 080 $f_{yk} = 313,0$ MPa	<b>Verificato</b>



## 8 MURO B

Oggetto del presente capitolo della relazione illustrativa e di calcolo è la verifica strutturale del **muro di sostegno tipo B**, posizionato a valle del piazzale di casello e a monte della rampa di uscita per Monfalcone.

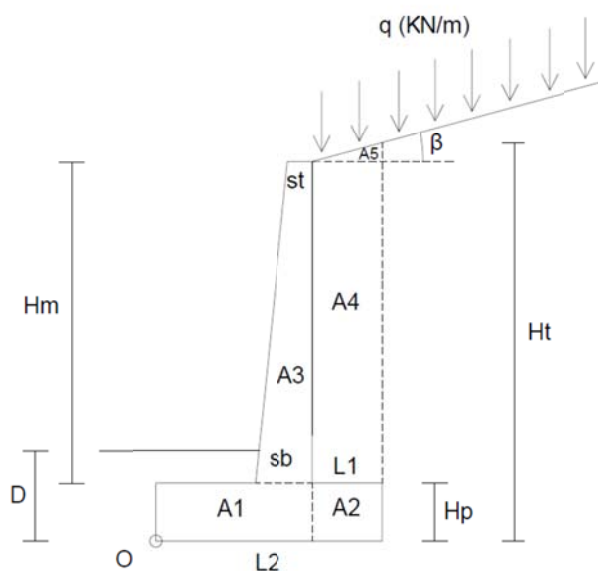
Il muro ha uno sviluppo longitudinale complessivo di 40,95 m. con un'altezza variabile tra 1,50 e 3,54 m.

Data la variabilità dell'altezza il muro viene suddiviso in tre conci (B1, B2 e B3) di lunghezze pari a 14,60 m. (B1), 10,94 m. (B2) e 15,42 m. (B3). I conci B1, B2 e B3 presentano mensole di altezze massime pari a 2,39 m., 2,73 m. e 3,54 m. rispettivamente.

Ai fini delle verifiche si ritiene sufficiente verificare il muro solamente sulla sezione che presenta la massima altezza della parete.

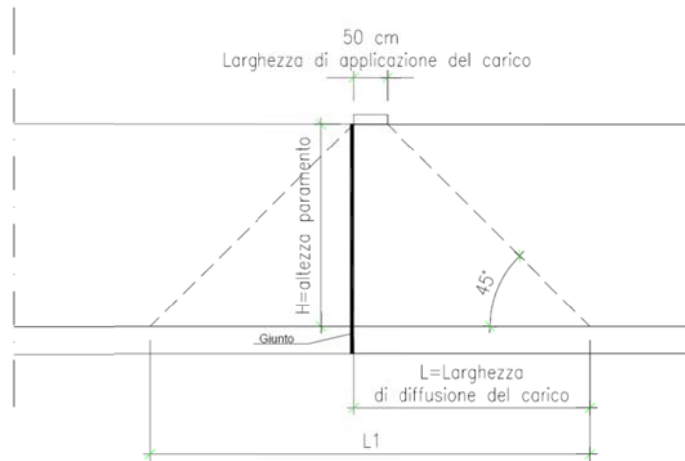
### 8.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E DATI DI PROGETTO

Si riportano le caratteristiche geometriche del muro:



Descrizione	Elemento	Quantità	Unità di misura
altezza mensola	Hm	3,54	m
altezza plinto	Hp	0,70	m
spessore mensola in testa	st	0,70	m
spessore mensola alla base	sb	0,70	m
larghezza plinto lato rilevato	L1	1,50	m
larghezza totale plinto fondazione	L2	2,60	m
profondità fondazione	D	1,70	m
angolo inclinazione terreno a monte	$\beta$	0,00	°
peso di volume terreno	$\gamma_t$	19,00	KN/m <sup>3</sup>
peso di volume cls	$\gamma_{cls}$	25,00	KN/m <sup>3</sup>
carico accidentale	q	20,00	KN/m
angolo attrito terreno	$\phi'_k$	31	°
quota falda da base fondazione	hw	0,00	m
angolo attrito terreno-muro	$\delta$	20,67	°
peso specifico acqua	$\gamma_w$	10,00	KN/m <sup>3</sup>
altezza tot muro	Hm+Hp	4,24	m
altezza terreno spingente	Ht	4,24	m
altezza mensola fuori terra	Hft	2,54	m
peso fondazione A1	GA1	19,25	KN/m
peso fondazione A2	GA2	26,25	KN/m
peso fondazione totale	GA1+GA2	45,50	KN/m
peso mensola A3	GA3	61,95	KN/m
peso zavorra terreno A4	GA4	100,89	KN/m
peso zavorra terreno A5	GA5	0,00	KN/m
peso zavorra terreno totale	GA4+GA5	100,89	KN/m
distanza x baricentro mensola da O	dgxo	0,75	m
distanza y baricentro mensola da O	dgyo	2,47	m
y baricentro mensola	dgy	1,77	m
x baricentro mensola	dgx	0,35	m

Qualora presente il sicurvia in sommità al muro di sostegno verrà considerato un carico accidentale pari a 100 kN posto a 1 m dal piano viabile. Per la verifica strutturale si considererà il carico distribuito a 45° sull'altezza del muro; data la possibile presenza del giunto strutturale, si considera una larghezza pari a  $L < L1$  come da figura:



## 8.1 VERIFICHE GEOTECNICHE E DI EQUILIBRIO DI CORPO RIGIDO

DATI SISMICI			
coeff. sismico orizzontale	kh	0,0850	
coeff. sismico verticale	kv	0,0425	
kh/(1-kv)	tanθ-	0,089	
kh/(1+kv)	tanθ+	0,082	
	θ-	5,07	°
	θ+	4,66	°

- Verifica a **ribaltamento**:

EQU+M2			
	tan(φ'd)	0,481	
angolo di attrito terreno di calcolo	φ'd	25,7	°
angolo di attrito terreno-muro	δd	20,7	°
<b>coefficiente di spinta attiva (Coulomb)</b>	<b>Ka</b>	<b>0,348</b>	
gamma terreno di calcolo	γtd	19	KN/m <sup>3</sup>
spinta attiva terreno	Sat	65,4	KN/m
spinta sovraccarico	Saq	44,31	KN/m
Spinta idrostatica	Sw	0,00	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno	Sth	61,23	KN/m
Componente verticale spinta terreno	Stv	23,09	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico	Sqh	41,45	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico	Sqv	15,64	KN/m
<b>momento ribaltante</b>	<b>Mr</b>	<b>73,7</b>	KNm/m
<b>momento stabilizzante</b>	<b>Ms</b>	<b>263,0</b>	KNm/m
coeff. Di sicurezza al ribaltamento	Ms/Mr	3,6	
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>			

URTO			
<b>coefficiente di spinta attiva (Coulomb)</b>	<b>Ka</b>	<b>0,348</b>	
Spinta terreno Ht-Hp	St	59,5	KN/m
urto	Fd	21,10	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno	Sth	55,66	KN/m
Componente verticale spinta terreno	Stv	20,99	KN/m
<b>momento ribaltante</b>	<b>Mr</b>	<b>134,6</b>	KNm/m
<b>momento stabilizzante</b>	<b>Ms</b>	<b>292,3</b>	KNm/m
coeff. Di sicurezza al ribaltamento	Ms/Mr	2,2	
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>			

SISMA		-	+	
	$\tan(\phi'd)$	0,481	0,481	
angolo di attrito terreno di calcolo	$\phi'd$	25,7	25,7	°
angolo di attrito terreno-muro	$\delta d$	20,7	20,7	°
coefficiente di spinta attiva (Mononobe - Okabe)	Kae	0,4163	0,4102	
Spinta terreno solo mensola Ht-Hp	St	68,1	73,0	KN/m
Spinta sovraccarico	Sq	0,0	0,0	KN/m
Spinta statica terreno solo mensola Ht-Hp	St stat	59,49	59,49	KN/m
Spinta statica sovraccarico	Sq stat	0,00	0,00	KN/m
Spinta sismica delle terre	Ss	8,59	13,54	KN/m
Spinta forze d'inerzia	Si	17,71	17,71	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno solo mensola	Sth	55,66	55,66	KN/m
Componente verticale spinta terreno solo mensola	Stv	20,99	20,99	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico solo mensola	Sqh	0,00	0,00	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico solo mensola	Sqv	0,00	0,00	KN/m
Componente orizzontale spinta sismica	Ssh	8,04	12,67	KN/m
Componente verticale spinta sismica	Ssv	3,03	4,78	KN/m
<b>momento ribaltante</b>	Mr	63,1	65,1	KNm/m
<b>momento stabilizzante</b>	Ms	279,84	304,68	KNm/m
coeff. Di sicurezza al ribaltamento	Ms/Mr	4,4	4,7	
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>				

- Verifica a scorrimento sul piano di posa:

APPROCCIO 2			
(A1+M1+R3)			
	$\tan(\phi'd)$	0,601	
angolo di attrito terreno di calcolo	$\phi'd$	31,0	°
angolo di attrito terreno-muro	$\delta d$	20,7	°
coefficiente di spinta attiva (Coulomb)	Ka	0,286	
gamma terreno di calcolo	$\gamma td$	19	KN/m <sup>3</sup>
spinta attiva terreno	Sat	63,5	KN/m
spinta sovraccarico	Saq	36,38	KN/m
Spinta idrostatica	Sw	0,00	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno	Sth	59,41	KN/m
Componente verticale spinta terreno	Stv	22,41	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico	Sqh	34,03	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico	Sqv	12,84	KN/m
taglio sul piano di fondazione	V	93,44	KN/m
azione assiale sul piano di fondazione	N	243,59	KN/m
<b>azione di progetto</b>	Ed	93,44	KN/m
<b>resistenza di progetto</b>	Rd	133,06	KN/m
coefficiente di sicurezza allo scorrimento	<b>c.scor.</b>	1,424	
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>			

APPROCCIO 2			
(M1+R3)			
coefficiente di spinta attiva (Coulomb)	Ka	0,286	
Spinta terreno solo mensola Ht-Hp	St	48,8	KN/m
urto	Fd	21,10	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno solo mensola	Sth	45,70	KN/m
Componente verticale spinta terreno solo mensola	Stv	17,24	KN/m
taglio sul piano di fondazione	V	66,79	KN/m
azione assiale sul piano di fondazione	N	225,58	KN/m
<b>azione di progetto</b>	Ed	66,79	KN/m
<b>resistenza di progetto</b>	Rd	123,22	KN/m
coefficiente di sicurezza allo scorrimento	<b>c.scor.</b>	1,845	
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>			

		APP. 2 (A1+M1+R3)		
SISMA		-	+	
	$\tan(\phi'd)$	0,601	0,601	
angolo di attrito terreno di calcolo	$\phi'd$	31,0	31,0	°
angolo di attrito terreno-muro	$\delta d$	20,7	20,7	°
coefficiente di spinta attiva (Mononobe - Okabe)	Kae	0,345	0,339	
Spinta terreno solo mensola Ht-Hp	St	56,4	60,4	KN/m
Spinta sovraccarico	Sq	0,0	0,0	KN/m
Spinta statica terreno solo mensola Ht-Hp	St stat	48,84	48,84	KN/m
Spinta statica sovraccarico	Sq stat	0,00	0,00	KN/m
Spinta sismica delle terre	Ss	7,54	11,60	KN/m
Spinta forze d'inerzia	Si	17,71	17,71	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno solo mensola	Sth	45,70	45,70	KN/m
Componente verticale spinta terreno solo mensola	Stv	17,24	17,24	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico solo mensola	Sqh	0,00	0,00	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico solo mensola	Sqv	0,00	0,00	KN/m
Componente orizzontale spinta sismica	Ssh	7,05	10,86	KN/m
Componente verticale spinta sismica	Ssv	2,66	4,10	KN/m
taglio sul piano di fondazione	V	70,46	74,26	KN/m
azione assiale sul piano di fondazione	N	237,09	238,53	KN/m
azione di progetto	Ed	70,46	74,26	KN/m
resistenza di progetto	Rd	129,51	130,29	KN/m
coefficiente di sicurezza allo scorrimento	c.scor.	1,838	1,754	
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>				

- Verifica a collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno:

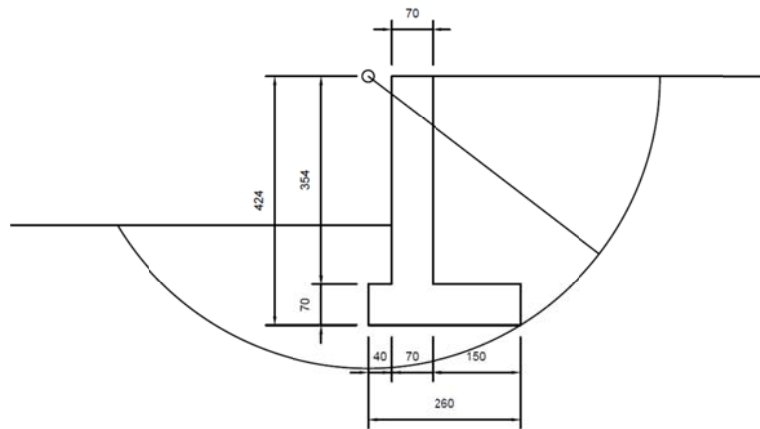
<b>APPROCCIO 2</b>			
<b>STR - Combinazione (A1+M1+R3)</b>			
	<b>tan(<math>\phi'</math>'d)</b>	<b>0,601</b>	
angolo di attrito terreno di calcolo	<b><math>\phi'</math>'d</b>	<b>31,0</b>	°
angolo di attrito terreno-muro	<b><math>\delta</math>d</b>	<b>20,7</b>	°
<b>coefficiente di spinta attiva (Coulomb)</b>			
	<b>Ka</b>	<b>0,286</b>	
gamma terreno di calcolo	<b><math>\gamma</math>td</b>	<b>19</b>	KN/m <sup>3</sup>
spinta attiva terreno	<b>Sat</b>	<b>63,5</b>	KN/m
spinta sovraccarico	<b>Saq</b>	<b>36,38</b>	KN/m
Spinta idrostatica	<b>Sw</b>	<b>0,00</b>	KN/m
<b>Componente orizzontale spinta terreno</b>			
	<b>Sth</b>	<b>59,41</b>	KN/m
<b>Componente verticale spinta terreno</b>			
	<b>Stv</b>	<b>22,41</b>	KN/m
<b>Componente orizzontale spinta sovraccarico</b>			
	<b>Sqh</b>	<b>34,03</b>	KN/m
<b>Componente verticale spinta sovraccarico</b>			
	<b>Sqv</b>	<b>12,84</b>	KN/m
<b>taglio sul piano di fondazione</b>			
	<b>V</b>	<b>93,44</b>	KN/m
<b>azione assiale sul piano di fondazione</b>			
	<b>N</b>	<b>243,59</b>	KN/m
<b>momento ribaltante rispetto ad O</b>			
	<b>Mr</b>	<b>64,5</b>	KNm/m
<b>momento stabilizzante rispetto ad O</b>			
	<b>Ms</b>	<b>292,3</b>	KNm/m
<b>momento totale rispetto ad O</b>			
	<b>Mtot</b>	<b>227,79</b>	KNm/m
<b>braccio rispetto ad O</b>			
	<b>x</b>	<b>0,935</b>	m
<b>eccentricità rispetto asse di fondazione</b>			
	<b>e</b>	<b>0,365</b>	m
<b>momento totale rispetto asse di fondazione</b>			
	<b>M</b>	<b>88,9</b>	KNm/m
<b>SEZIONE INTERAMENTE REAGENTE - TENSIONE TRAPEZOIDALE</b>			
<b>sezione compressa della base</b>			
	<b>b</b>	<b>2,60</b>	m
<b>tensione massima di compressione</b>			
	<b><math>\sigma</math>max</b>	<b>172,57</b>	KN/m <sup>2</sup>
<b>CALCOLO DEL CARICO LIMITE</b>			
<b>fattore di capacità portante</b>			
	<b>Nq</b>	<b>20,63</b>	
<b>fattore di capacità portante</b>			
	<b>Ny</b>	<b>23,59</b>	
<b>larghezza equivalente fondazione</b>			
	<b>B'</b>	<b>1,87</b>	m
<b>fattore di inclinazione del carico</b>			
	<b>iy</b>	<b>0,234</b>	
<b>fattore di inclinazione del carico</b>			
	<b>iq</b>	<b>0,380</b>	
<b>sovraccarico profondità</b>			
	<b>qp</b>	<b>32,30</b>	KN/m <sup>2</sup>
<b>carico limite terreno di fondazione</b>			
	<b>Qim</b>	<b>604,66</b>	KN
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>			
<b>pressione sul terreno ideale su B'</b>			
	<b><math>\sigma</math>t</b>	<b>130,24</b>	KN/m <sup>2</sup>
<b>percentuale compressa di terreno</b>			
	<b>%c</b>	<b>71,93%</b>	
<b>distanza dal bordo compresso</b>			
	<b>u</b>	<b>0,94</b>	m
<b>momento fondazione a valle</b>			
	<b>Mv</b>	<b>9,02</b>	KNm/m
<b>momento fondazione a monte</b>			
	<b>Mm</b>	<b>56,72</b>	KNm/m

		<b>APPROCCIO 2</b>	
<b>URTO</b>		<b>(M1+R3)</b>	
coefficiente di spinta attiva (Coulomb)	<b>Ka</b>	<b>0,286</b>	
Spinta terreno solo mensola HT-Hp	<b>St</b>	<b>48,8</b>	KN/m
urto	<b>Fd</b>	<b>21,10</b>	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno solo mensola	<b>Sth</b>	<b>45,70</b>	KN/m
Componente verticale spinta terreno solo mensola	<b>Stv</b>	<b>17,24</b>	KN/m
taglio sul piano di fondazione	<b>V</b>	<b>66,79</b>	KN/m
azione assiale sul piano di fondazione	<b>N</b>	<b>225,58</b>	KN/m
momento ribaltante rispetto ad O	<b>Mr</b>	<b>130,32</b>	KNm/m
momento stabilizzante rispetto ad O	<b>Ms</b>	<b>292,26</b>	KNm/m
momento totale rispetto ad O	<b>Mtot</b>	<b>161,94</b>	KNm/m
braccio rispetto ad O	<b>x</b>	<b>0,718</b>	m
eccentricità rispetto asse di fondazione	<b>e</b>	<b>0,582</b>	m
momento totale rispetto asse di fondazione	<b>M</b>	<b>131,3</b>	KNm/m
SEZIONE REAGENTE		PARZIALIZZATA	
sezione compressa della base	<b>b</b>	<b>2,15</b>	m
tensione massima di compressione	<b>σmax</b>	<b>209,48</b>	KN/m <sup>2</sup>
<b>CALCOLO DEL CARICO LIMITE</b>			
fattore di capacità portante	<b>Nq</b>	<b>20,63</b>	
fattore di capacità portante	<b>Ny</b>	<b>23,59</b>	
larghezza equivalente fondazione	<b>B'</b>	<b>1,44</b>	m
fattore di inclinazione del carico	<b>iy</b>	<b>0,349</b>	
fattore di inclinazione del carico	<b>iq</b>	<b>0,495</b>	
sovraccarico profondità	<b>qp</b>	<b>32,30</b>	KN/m <sup>2</sup>
carico limite terreno di fondazione	<b>Qlim</b>	<b>589,15</b>	KN
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>			
pressione sul terreno	<b>σt</b>	<b>157,11</b>	KN/m <sup>2</sup>
percentuale compressa di terreno	<b>%c</b>	<b>55,22%</b>	
distanza dal bordo compresso	<b>u</b>	<b>0,49</b>	m
momento fondazione a valle	<b>Mv</b>	<b>11,17</b>	KNm/m
momento fondazione a monte	<b>Mm</b>	<b>95,36</b>	KNm/m

		APP. 2 (A1+M1+R3)		
<b>SISMA</b>		-	+	
	tan( $\phi'd$ )	0,601	0,601	
angolo di attrito terreno di calcolo	$\phi'd$	31,0	31,0	°
angolo di attrito terreno-muro	$\delta d$	20,7	20,7	°
coefficiente di spinta attiva (Mononobe - Okabe)	Kae	0,3447	0,3395	
Spinta terreno solo mensola Ht-Hp	St	56,4	60,4	KN/m
Spinta sovraccarico	Sq	0,0	0,0	KN/m
Spinta statica terreno solo mensola Ht-Hp	St stat	48,84	48,84	KN/m
Spinta statica sovraccarico	Sq stat	0,00	0,00	KN/m
Spinta sismica delle terre	Ss	7,54	11,60	KN/m
Spinta forze d'inerzia	Si	17,71	17,71	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno solo mensola	Sth	45,70	45,70	KN/m
Componente verticale spinta terreno solo mensola	Stv	17,24	17,24	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico solo mensola	Sqh	0,00	0,00	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico solo mensola	Sqv	0,00	0,00	KN/m
Componente orizzontale spinta sismica	Ssh	7,05	10,86	KN/m
Componente verticale spinta sismica	Ssv	2,66	4,10	KN/m
momento ribaltante rispetto ad O	Mr	58,4	60,0	KNm/m
momento stabilizzante rispetto ad O	Ms	279,84	304,68	KNm/m
taglio sul piano di fondazione	V	70,46	74,26	KN/m
azione assiale sul piano di fondazione	N	219,38	238,53	KN/m
momento totale rispetto ad O	Mtot	221,48	244,67	KNm/m
braccio rispetto ad O	x	1,010	1,026	m
eccentricità rispetto asse di fondazione	e	0,290	0,274	m
momento totale rispetto asse di fondazione	M	63,72	65,41	KNm/m
SEZIONE REAGENTE		A TRAPEZIO	A TRAPEZIO	
sezione compressa della base	b	2,60	2,60	m
tensione massima di compressione	$\sigma_{max}$	140,93	149,80	KN/m <sup>2</sup>
<b>CALCOLO DEL CARICO LIMITE</b>				
fattore di capacità portante	Nq	20,63	20,63	
fattore di capacità portante	Ny	23,59	23,59	
larghezza equivalente fondazione	B'	2,02	2,05	m
fattore di inclinazione del carico	iy	0,313	0,327	
fattore di inclinazione del carico	iq	0,461	0,474	
sovraccarico profondità	qp	32,30	32,30	KN/m <sup>2</sup>
carico limite terreno di fondazione	Qim	728,68	771,16	KN
<b>VERIFICA SODDISFATTA</b>				
pressione sul terreno	$\sigma_t$	108,65	116,27	KN/m <sup>2</sup>
percentuale compressa di terreno	%c	77,66%	78,90%	
distanza dal bordo compresso	u	1,01	1,03	m
momento fondazione a valle	Mv	7,29	7,90	KNm/m
momento fondazione a monte	Mm	49,46	42,72	KNm/m

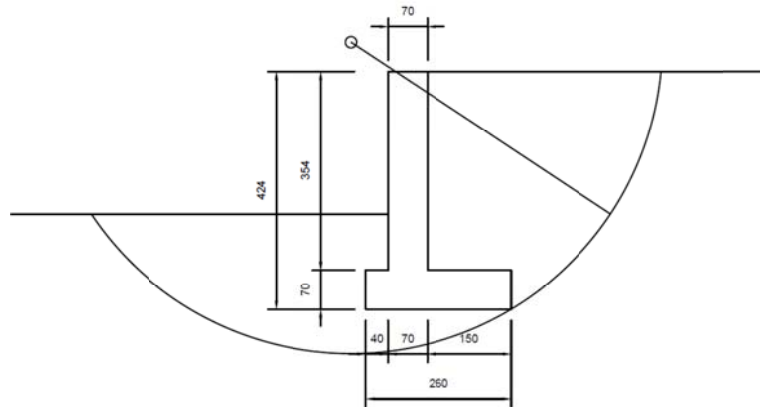
- Verifica a **stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno** (con metodo dei conci di Fellenius): la verifica a stabilità globale del complesso muro-terreno è effettuata mediante il metodo semplificato di Fellenius, mediante la scelta di un numero di superfici di rottura circolari e la discretizzazione del volume di terreno in conci prismatici. La combinazione prevista dalle NTC2008 per questa verifica è l'approccio 1 combinazione 2, A2+M2+R2. Le superfici di rottura sono state scelte con un denominatore comune, ovvero il passaggio per lo spigolo inferiore della ciabatta di monte; essendo impossibile che la superficie di rottura intersechi il muro, i centri di rotazione delle superfici di rottura sono limitati lungo l'asse X a L/2 (metà fondazione) e a -L/2 con punto di origine lo spigolo inferiore della ciabatta di valle; per quanto riguarda la limitazione in Y del centro di rotazione delle superfici di rottura, il punto di partenza è limitato inferiormente all'estremo superiore del paramento verticale, per evitare di avere superfici di rottura con tangente > 90° tra l'estremo di monte della superficie di rottura e la linea di pendio. Vengono valutate 100 superfici di rottura e viene riportato il minimo coefficiente di sicurezza e le coordinate del centro di rotazione ed il raggio:

centro		raggio													
x	y	(m)	Posizione	toncio (m)	Striscia	xp (m)	hm (m)	gt (KN)	qt(KN)	xgt (m)	tan α	α °	ΔT (KN)	ΔN (KN)	
0,00	4,24	4,97	MONTE	0,237	0	2,60									
					1	2,837	4,16	18,77	4,75	2,72	1,531	56,9	13,64	10,04	
					2	3,075	4,00	18,03	4,75	2,96	1,352	53,5	14,39	9,35	
					3	3,312	3,81	17,18	4,75	3,19	1,193	50,0	15,00	8,60	
					4	3,549	3,60	16,22	4,75	3,43	1,049	46,4	15,46	7,79	
					5	3,787	3,35	15,13	4,75	3,67	0,914	42,4	15,72	6,91	
					6	4,024	3,07	13,86	4,75	3,91	0,787	38,2	15,74	5,96	
					7	4,262	2,74	12,37	4,75	4,14	0,662	33,5	15,46	4,92	
					8	4,499	2,34	10,57	4,75	4,38	0,535	28,1	14,76	3,79	
					9	4,736	1,82	8,21	4,75	4,62	0,394	21,5	13,38	2,53	
					1,10							143,09	60,63		
			CIABATT A MONTE	0,50	A	1,60	4,78	47,51	10,00	1,35	3,541	74,2	16,45	27,99	
		B			2,10	4,61	45,89	10,00	1,85	2,491	68,1	21,93	26,27		
		C			2,60	4,37	43,66	10,00	2,35	1,861	61,8	26,81	23,99		
					0,40								65,19	78,25	
			MENSOL A+FOND	0,70	P1	1,10	4,90	83,03	0	0,75	6,539	81,3	12,55	39,45	
						0,00									12,55
			CIABATT A VALLE	0,13	H	0,13	4,97	6,72	0	0,07	74,593	89,2	0,09	3,23	
					K	0,27	4,97	6,71	0	0,20	24,846	87,7	0,27	3,22	
					J	0,40	4,96	6,70	0	0,33	14,886	86,2	0,45	3,21	
													0,81	9,67	
			VALLE	0,428	0	0,00									
					1	-0,428	4,96	19,70	0	-0,21	-23,219	-87,5	-0,85	9,46	
					2	-0,855	4,93	19,40	0	-0,64	-7,682	-82,6	-2,50	9,25	
					3	-1,283	4,85	18,79	0	-1,07	-4,539	-77,6	-4,04	8,82	
					4	-1,710	4,74	17,86	0	-1,50	-3,166	-72,5	-5,38	8,19	
					5	-2,138	4,58	16,58	0	-1,92	-2,380	-67,2	-6,42	7,35	
					6	-2,566	4,38	14,92	0	-2,35	-1,861	-61,7	-7,06	6,32	
					7	-2,993	4,12	12,81	0	-2,78	-1,481	-56,0	-7,17	5,10	
					8	-3,421	3,79	10,17	0	-3,21	-1,182	-49,8	-6,57	3,73	
					9	-3,849	3,38	6,83	0	-3,63	-0,930	-42,9	-5,00	2,24	
			10	-4,276	2,85	2,48	0	-4,06	-0,700	-35,0	-2,03	0,68			
6	1												-47,02	61,13	
													174,63	249,14	
STATICA															
x	y	raggio													
0,00	4,24	4,97	Fatt Sic												
												1,427			
VERIFICATO															





centro		raggio																										
x	y	(m)	Posizione	concio (m)	Striscia	xp (m)	hm (m)	gt (KN)	qt(KN)	xgt (m)	tan α	α °	gt*kh	gt*(1+kv)	gt*(1-kv)	ΔT (KN)+	ΔN (KN)+	ΔT (KN)-	ΔN (KN)-									
-0,26	4,76	5,55	MONTE	0,267	0	2,60																						
					1	2,867	4,67	21,07	5,34	2,73	1,562	57,4	1,79	21,96	20,17	13,35	9,35	12,39	8,63									
					2	3,134	4,49	20,14	5,34	3,00	1,378	54,0	1,71	21,00	19,29	13,72	8,65	12,71	7,99									
					3	3,401	4,29	19,09	5,34	3,27	1,215	50,5	1,62	19,91	18,28	13,90	7,88	12,87	7,28									
					4	3,667	4,05	17,90	5,34	3,53	1,068	46,9	1,52	18,66	17,14	13,87	7,05	12,83	6,51									
					5	3,934	3,78	16,54	5,34	3,80	0,931	43,0	1,41	17,25	15,84	13,58	6,15	12,55	5,68									
					6	4,201	3,47	14,97	5,34	4,07	0,803	38,7	1,27	15,61	14,34	12,97	5,17	11,98	4,79									
					7	4,468	3,11	13,13	5,34	4,33	0,677	34,1	1,12	13,69	12,57	11,96	4,13	11,04	3,83									
					8	4,735	2,67	10,90	5,34	4,60	0,549	28,8	0,93	11,36	10,44	10,41	3,02	9,59	2,80									
					9	5,002	2,10	8,02	5,34	4,87	0,410	22,3	0,68	8,36	7,67	7,99	1,83	7,36	1,70									
					10	5,269	1,15	3,18	5,34	5,14	0,213	12,0	0,27	3,32	3,05	3,30	0,46	3,04	0,43									
								1,10											115,05	53,69	106,36	49,66						
						CIABATT A MONTE	0,50	A	1,60	5,31	52,53	10,00	1,35	3,297	73,1	4,46	54,76	50,30	20,17	25,81	18,87	23,76						
								B	2,10	5,13	50,83	10,00	1,85	2,431	67,6	4,32	52,99	48,67	24,15	24,35	22,51	22,43						
								C	2,60	4,89	48,59	10,00	2,35	1,875	61,9	4,13	50,65	46,52	27,48	22,42	25,54	20,67						
								0,40												71,80	72,58	66,92	66,85					
						MENSOL A+FOND	0,70	P1	1,10	5,45	90,28	0	0,75	5,395	79,5	7,67	94,12	86,44	24,70	45,15	23,30	41,53						
									0,00											24,70	45,15	23,30	41,53					
						CIABATT A VALLE	0,13	H	0,13	5,54	8,17	0	0,07	16,969	86,6	0,69	8,52	7,82	1,19	4,11	1,15	3,77						
								K	0,27	5,53	8,14	0	0,20	12,030	85,2	0,69	8,49	7,80	1,39	4,09	1,34	3,76						
								J	0,40	5,52	8,11	0	0,33	9,305	83,9	0,69	8,46	7,77	1,59	4,08	1,52	3,75						
																				4,18	12,28	4,00	11,28					
						VALLE	0,489	0	0,00																			
								1	-0,489	5,55	23,13	0	-0,24	362,553	89,8	1,97	24,12	22,15	2,03	11,59	2,03	10,65						
								2	-0,979	5,53	22,94	0	-0,73	-11,659	-85,1	1,95	23,92	21,97	-0,10	11,38	0,07	10,44						
								3	-1,468	5,46	22,35	0	-1,22	-5,670	-80,0	1,90	23,30	21,40	-2,18	10,87	-1,85	9,97						
								4	-1,958	5,35	21,33	0	-1,71	-3,685	-74,8	1,81	22,23	20,42	-4,07	10,09	-3,60	9,25						
								5	-2,447	5,20	19,86	0	-2,20	-2,675	-69,5	1,69	20,70	19,02	-5,67	9,04	-5,08	8,28						
								6	-2,936	4,99	17,90	0	-2,69	-2,050	-64,0	1,52	18,66	17,14	-6,81	7,74	-6,15	7,08						
								7	-3,426	4,71	15,38	0	-3,18	-1,614	-58,2	1,31	16,03	14,73	-7,33	6,22	-6,65	5,69						
								8	-3,915	4,37	12,20	0	-3,67	-1,282	-52,0	1,04	12,71	11,68	-7,00	4,51	-6,37	4,12						
								9	-4,405	3,94	8,17	0	-4,16	-1,010	-45,3	0,69	8,51	7,82	-5,50	2,67	-5,01	2,44						
								10	-4,894	3,38	2,96	0	-4,65	-0,770	-37,6	0,25	3,08	2,83	-2,29	0,81	-2,09	0,73						
			5	3																								
																			STATICA		SISMICA							
			x	y	raggio	x	y	raggio	x	y	raggio																	
			-0,26	4,76	5,55	-0,26	4,76	5,55																				
																			Fatt Sic		Fatt Sic							
																			1,463		1,434							
																			VERIFICATO		VERIFICATO							



## 8.1 VERIFICHE STRUTTURALI

Si riportano le sollecitazioni agenti alla base dell'elevazione e in corrispondenza della soletta di base lato valle.

La verifica SLU di tipo strutturale sono state condotte secondo l'Approccio 2 (comb. A1+M1+R3,  $\gamma_{R3}=1$ ). La verifica in condizione sismica non risulta dimensionante e pertanto non viene riportata.

Per le verifiche SLE (limiti tensionali e fessurazione) è stata analizzata la sola combinazione rara, la verifica a fessurazione risulta verificata con limite 0,2 mm.

- Verifica SLU alla base elevazione:

URTO			
coefficiente di spinta attiva (Coulomb)	Ka	0,286	
Spinta terreno solo mensola Ht-Hp	St	34,04	KN/m
urto	Fd	24,75	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno solo mensola	Sth	31,85	KN/m
Componente verticale spinta terreno solo mensola	Stv	12,02	KN/m
Sforzo normale alla base della mensola	N	73,97	KN
Sforzo di taglio alla base della mensola	V	56,61	KN
Momento alla base della mensola	M	145,76	KNm

Verifica C.A. S.L.U. - File:

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: \_\_\_\_\_

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	70	1	7,70	4
			2	7,70	66

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 73,97 0 kN  
M<sub>xEd</sub> 145,76 0 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 0

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Tipo flessione  
 Retta  Deviata

N° rett. 100  
Calcola MRd Dominio M-N  
L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello

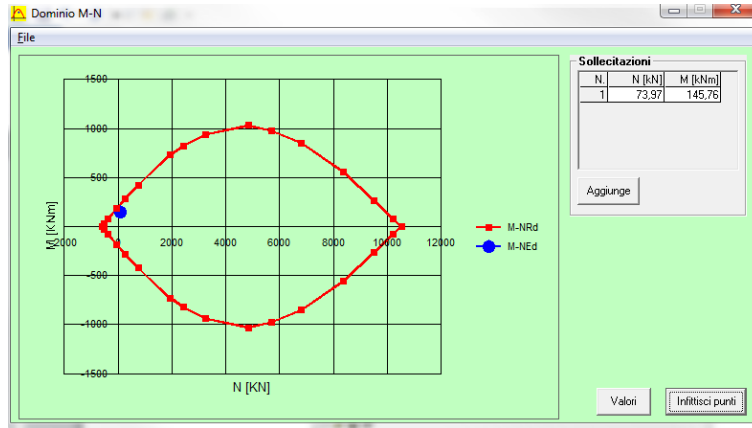
Precompresso

Materiali

B450C		C25/30	
E <sub>su</sub>	67,5 ‰	E <sub>c2</sub>	2 ‰
f <sub>yd</sub>	391,3 N/mm²	E <sub>cu</sub>	3,5
E <sub>s</sub>	200.000 N/mm²	f <sub>cd</sub>	14,17
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>	15	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub>	0,8
E <sub>syd</sub>	1,957 ‰	σ <sub>c,adm</sub>	9,75
σ <sub>s,adm</sub>	255 N/mm²	τ <sub>co</sub>	0,6
		τ <sub>c1</sub>	1,829

M<sub>xRd</sub> 220,1 kN m

σ<sub>c</sub> -14,17 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 391,3 N/mm²  
ε<sub>c</sub> 3,5 ‰  
ε<sub>s</sub> 59,44 ‰  
d 66 cm  
x 3,67 x/d 0,05561  
δ 0,7

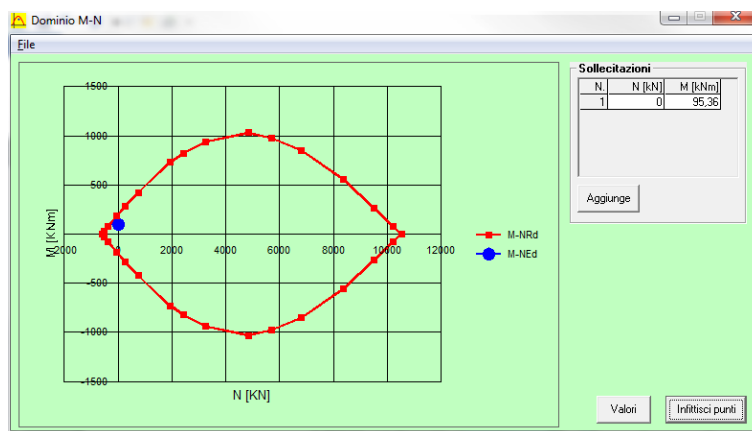


- Verifica SLU della soletta di valle (per l'entità del momento sollecitante vedasi la verifica a collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno):

N*	b [cm]	h [cm]	N*	As [cm²]	d [cm]
1	100	70	1	7,70	4
			2	7,70	66

Materiali	
B450C	C25/30
$\epsilon_{su}$ 67,5 ‰	$\epsilon_{c2}$ 2 ‰
$f_{yd}$ 391,3 N/mm²	$\epsilon_{cu}$ 3,5 ‰
$E_s$ 200.000 N/mm²	$f_{cd}$ 14,17
$E_s/E_c$ 15	$f_{cc}/f_{cd}$ 0,8
$\epsilon_{syd}$ 1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 9,75
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm²	$\tau_{co}$ 0,6
	$\tau_{c1}$ 1,829

$M_{xRd}$  196,9 kNm  
 $\sigma_c$  -14,17 N/mm²  
 $\sigma_s$  391,3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3,5 ‰  
 $\epsilon_s$  64,21 ‰  
 $d$  66 cm  
 $x$  3,412     $x/d$  0,05169  
 $\delta$  0,7



- Verifica SLU a taglio alla base elevazione:

DATI SEZIONE RETTANGOLARE			
GEOMETRIA DELLA SEZIONE		MATERIALI:	
Base sezione: b=	1000 mm	CALCESTRUZZO	
Altezza sezione: h =	700 mm	Classe cls	C25/30
Copriferro: c =	40 mm	f <sub>ck</sub>	25 Mpa
DATI ARMATURA		f <sub>cd</sub>	14 Mpa
Armatura Longitudinale		γ <sub>c</sub>	1,5
Diametro armatura tesa=	14 mm	ACCIAIO	
N° barre tese =	5	f <sub>yk</sub>	450 Mpa
Diametro armatura compressa =	14 mm	f <sub>yd</sub>	391 Mpa
N° barre compresse =	5	γ <sub>s</sub>	1,15
Armatura Trasversale		AZIONI	
Diametro armatura a Taglio (// alla sezione)=	0 mm	N <sub>Ed</sub> =	88,29 kN
Passo armatura a Taglio=	200 mm	V=	69,83 kN
N° bracci delle staffe=	2	γ <sub>Rd</sub> =	1,50
Inclinazione staffe : α=	90 °	V <sub>Ed</sub> = V * γ <sub>Rd</sub> =	104,75 kN
Inclinazione puntone : θ=	45 °		
VERIFICA A TAGLIO (4.1.2.1.3.1/2 DM_14/01/2008)			
Resistenza sezioni non armate a taglio	V <sub>Rd</sub>		235,48 kN
$V_{Rd} = \{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$			NON NECESSITA ARMATURA A TAGLIO

- Verifica SLE – Combinazione RARA - alla base elevazione:

SLE - Rara			
Spinta terreno solo mensola Ht-Hp	St	34,04	KN/m
Spinta sovraccarico	Sq	20,25	KN/m
Componente orizzontale spinta terreno solo mensola	Sth	31,85	KN/m
Componente verticale spinta terreno solo mensola	Stv	12,02	KN/m
Componente orizzontale spinta sovraccarico solo mensola	Sqh	18,94	KN/m
Componente verticale spinta sovraccarico solo mensola	Sqv	7,15	KN/m
Sforzo normale alla base della mensola	N	81,11	KN
Sforzo di taglio alla base della mensola	V	50,80	KN
Momento alla base della mensola	M	64,41	KNm

Verifica C.A. S.L.U. - File: [ ]

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo: [ ]

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	70	1	7.70	4
			2	7.70	66

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 81,11 81,11 kN  
M<sub>xEd</sub> 64,41 64,41 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 0

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  Metodo n

Materiali

B450C		C25/30	
ε <sub>su</sub>	67,5 ‰	ε <sub>c2</sub>	2 ‰
f <sub>yd</sub>	391,3 N/mm²	ε <sub>cu</sub>	3,5 ‰
E <sub>s</sub>	200.000 N/mm²	f <sub>cd</sub>	14,17
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>	15	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub>	0,8
ε <sub>syd</sub>	1,957 ‰	σ <sub>c,adm</sub>	9,75
σ <sub>s,adm</sub>	255 N/mm²	τ <sub>co</sub>	0,6
		τ <sub>c1</sub>	1,829

σ<sub>c</sub> -1,722 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 85,33 N/mm²  
ε<sub>s</sub> 0,4266 ‰  
d 66 cm  
x 15,34 x/d 0,2324  
δ 0,7305

Verifica N° iterazioni: 5

Precompresso

## VERIFICA DI FESSURAZIONE

### Caratteristiche materiali

Tipo cls   
 $E_{cm} = 31447$  MPa  
 $E_s = 210000$  MPa

### Specifiche esigenze

Condiz. Ambientali   
 Comb. Azioni   
 Sensibilità barre

### Caratteristiche sezione

$h = 700$ mm	Altezza	$\phi_{max} = 14$ mm	Diametro massimo armatura
$b = 1000$ mm	Base	$n_{\phi_{max}} = 5$	Numero di barre $\phi_{max}$
$c = 40$ mm	Ricoprimento	$\phi_{min} = 0$ mm	Diametro minimo armatura
$d = 653,0$ mm	Altezza utile	$n_{\phi_{max}} = 0$	Numero di barre $\phi_{min}$
$x = 153,40$ mm	Asse neutro	$\phi_{st} = 0$ mm	Diametro armatura staffe
$\sigma_s = 85,3$ MPa		$A_s = 770$ mm <sup>2</sup>	Area totale armatura tesa
		$s = 200$ mm	spaziatura massima tra le barre

dove  $\sigma_s$  è la tensione nell'armatura tesa valutata considerando la sezione fessurata

### Grandezze derivate e parametri di verifica

$\alpha_e = 6,68$  - è il rapporto  $\varepsilon_s/E_{cm}$   
 $A_{c,eff} = 82250$  mm<sup>2</sup>  
 $h_{c,ef} = 118$  mm  
 $\rho_{eff} = 0,0094$  - è pari a  $A_s/A_{c,eff}$   
 $k_1 = 0,4$  -   
 $\phi_{eq} = 14,0$  mm  
 $k_1 = 0,8$  -   
 $k_2 = 0,5$  -   
 $k_3 = 3,4$  -  
 $k_4 = 0,425$  -

### Verifica a fessurazione

$\Delta_{s,max} = 390,33$  mm per zona con spaziatura barre inferiore a  $5(c + \psi/2)$   
 $\Delta_{s,max} = -$  - per zona con spaziatura barre superiore a  $5(c + \psi/2)$   
 $\varepsilon_{sm} = 0,00024$  -  
 $w_{lim} = 0,200$  mm = w1  
 $w_d = 0,095$  mm **Verificato**

## VERIFICA DELLE TENSIONI V1

### Verifica delle tensioni di esercizio

$\sigma_{c,rara} = 1,7$ MPa	$< 0,60 f_{ck} = 14,9$ MPa	<b>Verificato</b>
$\sigma_{c,perm} = 1,7$ MPa	$< 0,45 f_{ck} = 11,2$ MPa	<b>Verificato</b>
$\sigma_{s,rara} = 85,3$ MPa	$< 0,80 f_{yk} = 313,0$ MPa	<b>Verificato</b>

- Verifica SLE – Combinazione RARA - della soletta:

Verifica C.A. S.L.U. - File: [ ]

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	70	1	7,70	4
			2	7,70	66

Sollecitazioni  
 S.L.U.  Metodo n

N<sub>Ed</sub> 81,11 0 kN  
M<sub>xEd</sub> 64,41 42,71 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 0

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Materiali  
 B450C  C25/30

ε<sub>su</sub> 67,5 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
f<sub>yd</sub> 391,3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3,5 ‰  
E<sub>s</sub> 200.000 N/mm² f<sub>cd</sub> 14,17  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0,8  
ε<sub>syd</sub> 1,957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 9,75  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0,6  
τ<sub>c1</sub> 1,829

σ<sub>c</sub> -1,136 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 88,88 N/mm²

Verifica  
N° iterazioni: 5

ε<sub>s</sub> 0,4444 ‰  
d 66 cm  
x 10,61 x/d 0,1608  
δ 0,7

Precompresso

## VERIFICA DI FESSURAZIONE

### Caratteristiche materiali

Tipo cls C25/30  
E<sub>cm</sub> = 31447 MPa  
E<sub>s</sub> = 210000 MPa

### Specifiche esigenze

Condiz. Ambientali Aggressive  
Comb. Azioni Frequente  
Sensibilità barre Sensibile

### Caratteristiche sezione

h = 700 mm	Altezza	φ <sub>max</sub> = 14 mm	Diametro massimo armatura
b = 1000 mm	Base	n <sub>φmax</sub> = 5	Numero di barre φ <sub>max</sub>
c = 40 mm	Ricoprimento	φ <sub>min</sub> = 0 mm	Diametro minimo armatura
d = 653,0 mm	Altezza utile	n <sub>φmin</sub> = 0	Numero di barre φ <sub>min</sub>
x = 106,10 mm	Asse neutro	φ <sub>st</sub> = 0 mm	Diametro armatura staffe
σ <sub>s</sub> = 88,9 MPa		A <sub>s</sub> = 770 mm²	Area totale armatura tesa
		s = 200 mm	spaziatura massima tra le barre

dove σ<sub>s</sub> è la tensione nell'armatura tesa valutata considerando la sezione fessurata

### Grandezze derivate e parametri di verifica

α<sub>e</sub> = 6,68 - è il rapporto ε<sub>s</sub>/ε<sub>cm</sub>  
A<sub>c,eff</sub> = 82250 mm²  
h<sub>c,ef</sub> = 118 mm  
ρ<sub>eff</sub> = 0,0094 - è pari a A<sub>s</sub>/A<sub>c,eff</sub>  
k<sub>1</sub> = 0,4 - Carichi di lunga durata  
φ<sub>eq</sub> = 14,0 mm - Barre ad aderenza migliorata  
k<sub>1</sub> = 0,8 - Caso di flessione  
k<sub>2</sub> = 0,5 -  
k<sub>3</sub> = 3,4 -  
k<sub>4</sub> = 0,425 -

### Verifica a fessurazione

Δ<sub>smax</sub> = 390,33 mm per zona con spaziatura barre inferiore a 5(c + φ/2)  
Δ<sub>smax</sub> = - - per zona con spaziatura barre superiore a 5(c + φ/2)  
ε<sub>sm</sub> = 0,00025 -  
w<sub>lim</sub> = 0,200 mm = w<sub>1</sub>  
w<sub>d</sub> = 0,099 mm **Verificato**

## VERIFICA DELLE TENSIONI V1

### Verifica delle tensioni di esercizio

σ <sub>c,rara</sub> = 1,1 MPa	< 060 f <sub>ck</sub> = 14,9 MPa	<b>Verificato</b>
σ <sub>c,Qperm</sub> = 1,1 MPa	< 045 f <sub>ck</sub> = 11,2 MPa	<b>Verificato</b>
σ <sub>s,rara</sub> = 88,9 MPa	< 080 f <sub>yk</sub> = 313,0 MPa	<b>Verificato</b>