

VARIANTE ALLA S.S. 1 "VIA AURELIA"  
Viabilità di accesso all'hub portuale di La Spezia  
Lavori di costruzione della variante alla S.S. 1 Via Aurelia - 3°Lotto  
2° Stralcio Funzionale B dallo Svincolo di Buon Viaggio allo Svincolo di San Venerio  
**COMPLETAMENTO**

PRECEDENTI LIVELLI DI PROGETTAZIONE DELL'APPALTO INTEGRATO ORIGINALE

PD n°1861 del 09/07/03 aggiornato al 10/12/08 - Delibera CIPE n°60 del 02/04/08

PE n° 103 del 14/07/2011 - D.A. CDG-103321-P del 20/07/11

PVT n°112 del 21/01/16 aggiornata al 28/10/16 - D.A. CDG-92950-P del 21/02/17

Progetto Esecutivo Cantierabile Opere da Completare

**PROGETTO ESECUTIVO**

**cod. GE266**

**PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI**

PROGETTISTA:

*Dott. Ing. Antonio Scalamandrè*  
*Ordine Ing. di Frosinone n. 1063*

IL GEOLOGO

*Dott. Geol. Flavio Capozucca*  
*Ordine Geol. del Lazio n. 1599*

COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

*Geom. Emiliano Paiella*

VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

*Dott. Ing. Fabrizio Cardone*

PROTOCOLLO

DATA

**OPERE D'ARTE MINORI**  
**SVINCOLO S. VENERIO**  
**MURO DI SOSTEGNO PREFABBRICATO IN DX RAMPA R (MU40)**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV. PROG.	V01OM04STRRE01A			
DPGE0266	E 20	CODICE ELAB.	V01OM04STRRE01	A	--
D					
C					
B					
A	Emissione		Giugno 2020	Ing.	Ing.
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Variante alla S.S.1 "Via Aurelia" Viabilità di accesso all'hub di La Spezia  
Lavori di costruzione della variante alla S.S.1 Aurelia – 3° Lotto  
2° Stralcio funzionale B dallo Svincolo di Buon Viaggio allo Svincolo di S. Venerio  
Completamento – PE  
Muro di sostegno prefabbricato in destra rampa R (MU40) – Relazione di calcolo

---

I

## INDICE

1.	INTRODUZIONE	1
----	--------------	---

## **1. INTRODUZIONE**

Il presente documento, facente parte del completamento del Progetto Esecutivo "Variante alla SS n. 1 Aurelia (Aurelia bis) - Viabilità di accesso all'hub portuale di La Spezia", riguarda le verifiche del Muro di sostegno prefabbricato in destra rampa R (MU40) dello svincolo di San Venerio.

Nella fattispecie, non essendo intervenute modifiche nel progetto delle opere in oggetto, nel seguito si ripropone integralmente la relazione di calcolo del Progetto Esecutivo.

## RELAZIONE DI CALCOLO

N° PROGETTO: <b>C287.A</b>			ELABORATO: <b>V03OM04STRRE01_B</b>		
<i>revisione</i>	<i>data</i>	<i>descrizione</i>	<i>redatto</i>	<i>controllato</i>	<i>approvato</i>
0	Marzo 2011	EMISSIONE	Olmedo	Franco	Fimiani
1	Giugno 2011	EMISSIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA ANAS	Olmedo	Franco	Fimiani
2					
3					
4					

## INDICE

<b>RELAZIONE ILLUSTRATIVA.....</b>	<b>1</b>
<b>1. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....</b>	<b>2</b>
1.1 CALCESTRUZZO .....	2
1.1.1 CALCESTRUZZO PREFABBRICATO PER PANNELLI – C35/45.....	2
1.1.2 CALCESTRUZZO IN OPERA PER SUOLA DI STABILIZZAZIONE – C20/25 .....	2
1.1.3 CALCESTRUZZO IN OPERA PER PIANO D’APPOGGIO – C16/20 .....	3
1.2 ACCIAIO B450C.....	3
<b>2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....</b>	<b>4</b>
<b>3. PARAMETRI GEOTECNICI.....</b>	<b>6</b>
3.1 TERRENO DI RIEMPIMENTO.....	6
3.2 TERRENO DI FONDAZIONE.....	6
<b>4. CARATTERIZZAZIONE DELLA STRUTTURA .....</b>	<b>7</b>
<b>5. CLASSIFICAZIONE DELLE AZIONI .....</b>	<b>8</b>
5.1 AZIONI PERMANENTI (G).....	8
5.2 AZIONI VARIABILI (Q) .....	8
5.3 AZIONI ECCEZIONALI (E).....	9
5.4 AZIONI SISMICHE (E) .....	9
<b>6. COMBINAZIONI DELLE AZIONI .....</b>	<b>10</b>
6.1 COMBINAZIONI SLU .....	10
6.2 COMBINAZIONI SLE.....	10
<b>7. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL MURO.....</b>	<b>11</b>
7.1 MURO DI ALTEZZA FINO A 7.70 M.....	11
<b>8. VERIFICHE DI STABILITA’ E VERIFICHE STRUTTURALI -SLU.....</b>	<b>13</b>
8.1 VERIFICA A CAPACITA’ PORTANTE.....	14
<b>9. COEFFICIENTI SULLE AZIONI <math>\gamma_F</math>.....</b>	<b>16</b>
<b>10. COEFFICIENTI SUI MATERIALI <math>\gamma_M</math>.....</b>	<b>17</b>
<b>11. COEFFICIENTI SULLE RESISTENZE <math>\gamma_R</math>.....</b>	<b>18</b>
<b>12. VERIFICHE S.L.E. ....</b>	<b>19</b>
12.1 VERIFICA A FESSURAZIONE .....	19
12.2 VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO.....	20
<b>13. VERIFICHE PANNELLO PREFABBRICATO .....</b>	<b>21</b>
13.1 VERIFICA A FLESSIONE NEL PIANO VERTICALE .....	21
13.2 VERIFICA A FLESSIONE NEL PIANO ORIZZONTALE .....	22
13.3 VERIFICA A TAGLIO .....	23
<b>14. SOLETTA DI FONDAZIONE .....</b>	<b>24</b>
14.1 VERIFICA A FLESSIONE.....	24
<b>15. VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE MURO-TERRENO.....</b>	<b>25</b>
15.1 METODO DI ANALISI.....	25

15.2	CONDIZIONI DI CARICO .....	27
15.3	DESCRIZIONE COMBINAZIONI DI CARICO.....	27
15.4	RISULTATI DELLE ANALISI .....	28

**ALLEGATI:**

- **ALLEGATO 1 – Calcolo dell’azione del vento**
- **ALLEGATO A – Sezione 1 H=3.30m**
- **ALLEGATO B – Sezione 2 H=4.40m**
- **ALLEGATO C – Sezione 3 H=5.50m**
- **ALLEGATO D – Sezione 4 H=6.60m**
- **ALLEGATO E – Sezione 5 H=7.70m**

## **RELAZIONE ILLUSTRATIVA**

La presente relazione illustra gli schemi statici e i dimensionamenti adottati per i pannelli prefabbricati.

## **1. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

### **1.1 CALCESTRUZZO**

#### **1.1.1 CALCESTRUZZO PREFABBRICATO PER PANNELLI – C35/45**

resistenza caratteristica cilindrica	fck =	350	kg/cmq
resistenza caratteristica cubica	fck(c) =	450	kg/cmq
valore medio resistenza caratteristica cilindrica	fcm =	430	kg/cmq
valore medio resistenza a trazione assiale	fctm =	32.1	kg/cmq
modulo di elasticità secante	Ecm =	340771	kg/cmq

#### **1.1.2 CALCESTRUZZO IN OPERA PER SUOLA DI STABILIZZAZIONE – C20/25**

resistenza caratteristica cilindrica	fck =	200	kg/cmq
resistenza caratteristica cubica	fck(c) =	250	kg/cmq
valore medio resistenza caratteristica cilindrica	fcm =	280	kg/cmq
valore medio resistenza a trazione assiale	fctm =	22.1	kg/cmq

modulo di elasticità secante  $E_{cm} = 299620 \text{ kg/cmq}$

### **1.1.3 CALCESTRUZZO IN OPERA PER PIANO D'APPOGGIO – C16/20**

resistenza caratteristica cilindrica  $f_{ck} = 160 \text{ kg/cmq}$

resistenza caratteristica cubica  $f_{ck(c)} = 200 \text{ kg/cmq}$

valore medio resistenza caratteristica cilindrica  $f_{cm} = 240 \text{ kg/cmq}$

valore medio resistenza a trazione assiale  $f_{ctm} = 19,05 \text{ kg/cmq}$

modulo di elasticità secante  $E_{cm} = 286079 \text{ kg/cmq}$

### **1.2 ACCIAIO B450C**

Tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk} = 4500 \text{ kg/cmq}$

Tensione caratteristica di rottura  $f_{tk} = 5400 \text{ kg/cmq}$

## **2. RIFERIMENTI NORMATIVI**

- D.M. 11/03/1998  
*"Norme riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".*
- Legge 05/11/1971 n.1086 e relative istruzioni emanate con Circ. n.11951 del 4/2/1974  
*"Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed alla struttura metallica".*
- D.M. Lavori Pubblici 14/02/1992  
*"Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche".*
- Legge 02/02/1974 n.64  
*"Provvedimenti per le costruzioni con particolari provvedimenti per le zone sismiche".*
- D.M. Lavori Pubblici 09/01/1996  
*"Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".*
- D.M. Lavori Pubblici 16/01/1996  
*"Norme tecniche relative ai criteri generali di verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".*
- D.M. Lavori Pubblici 16/01/1996  
*"Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".*
- Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici 04/07/1996 Istruzioni per l'applicazione delle *"Norme tecniche relative ai criteri generali di verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi"* di cui al D.M. 16/01/1996.
- D.M. Lavori Pubblici 03/12/1987

- "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate".*
- *Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n.31104 del 16/03/1989 Istruzioni in merito alle "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate".*
  - *Ordinanza P.C.M. 3431 del 03/05/05*  
*"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".*
  - *Decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile 21/10/2003*  
*"Disposizioni attuative dell'art.2, commi 2,3 e 4, dell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20/03/03".*
  - *D.M. Lavori Pubblici 14/01/2008*  
*"Norme tecniche per le costruzioni".*
  - *Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14/01/08.*
  - *UNI EN 1992-1-1. Novembre 2005*  
*Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.*
  - *UNI EN 1998-1-1. Ottobre 1997*  
*Eurocodice 8 – Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture – Parte 1-1: Regole generali – Azioni sismiche e requisiti generali per le strutture.*
  - *UNI EN 1998-5. Ottobre 1994*  
*Eurocodice 8 – Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.*
  - *UNI ENV 1997-1. Aprile 1997*  
*Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.*

### **3. PARAMETRI GEOTECNICI**

#### **3.1 TERRENO DI RIEMPIMENTO**

$\Phi = 32^\circ$	angolo di attrito interno
$\gamma = 1900 \text{ daN/mc}$	peso specifico del terreno
$c' = 0 \text{ daN/cm}^2$	coesione

#### **3.2 TERRENO DI FONDAZIONE**

$\Phi = 28^\circ$	angolo di attrito interno
$\gamma = 1800 \text{ daN/mc}$	peso specifico del terreno
$c' = 0 \text{ daN/cm}^2$	coesione

La falda si assume a profondità non significative per le verifiche dei muri.

#### **4. CARATTERIZZAZIONE DELLA STRUTTURA**

Secondo quanto prescritto dal D.M. 14/01/2008, ai fini delle verifiche di sicurezza di una struttura devono essere definiti i seguenti parametri:

- VITA NOMINALE: vista l'importanza strategica dell'opera si considera  $V_N \geq 50$  anni;
- CLASSE D'USO : III
- PERIODO DI RIFERIMENTO (per l'azione sismica): 75 anni.

## **5. CLASSIFICAZIONE DELLE AZIONI**

### **5.1 AZIONI PERMANENTI (G)**

- Pesi Propri : prefabbricato, fondazione e terreno sulla fondazione;
- Spinte del terreno: l'interazione terreno-struttura è tale da consentire che si sviluppi un regime di spinta attiva.

### **5.2 AZIONI VARIABILI (Q)**

- Sovraccarico accidentale dovuto alla presenza di veicoli di 2000 daN/mq (Q1).
- Azione del vento dovuta alla presenza di una barriera fonoassorbente di altezza 5 m (in allegato si riporta il calcolo della pressione del vento a meno del coefficiente di forma):
  - la pressione del vento viene considerata pari a 101 daN/mq
  - si considera un coefficiente di forma sopravento pari a 0,8
  - si considera un coefficiente di forma sottovento pari a -0,4

### 5.3 AZIONI ECCEZIONALI (E)

- Azione d'urto del mezzo in svio: si considera l'azione di collisione accidentale dei mezzi sopra i ponti pari a 100 kN agente 1.00 m sopra la testa muro, diffusa su almeno 4 pannelli dal cordolo gettato in opera.

### 5.4 AZIONI SISMICHE (E)

Parametri sismici adottati :

- TEMPO DI RITORNO :	712 anni
- CATEGORIA SOTTOSUOLO :	B
- CATEGORIA TOPOGRAFICA :	T1
- FATTORE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA :	1.0
- FATTORE DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA :	1.2
- ACC. ORIZZ. MASSIMA SU SITO RIGIDO:	0.142

## 6. COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Con riferimento al D.M. 14/01/2008 – par. 2.5.3 e tabella 2.5.I, si riportano i coefficienti di combinazione adottati:

### 6.1 COMBINAZIONI SLU

COMBINAZIONE	PERMANENTI		ACCIDENTALI		VENTO		SISMA		URTO	
	$\gamma$	$\psi$	$\gamma$	$\psi$	$\gamma$	$\psi$	$\gamma$	$\psi$	$\gamma$	$\psi$
Comb A1+M1	1.3	1.0	1.5	1.0	1.5	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Comb A1+M1	1.3	1.0	1.5	0.7	1.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Comb A2+M2	1.0	1.0	1.3	1.0	1.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Comb A2+M2	1.0	1.0	1.3	0.7	1.3	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Comb EQ	1.1	1.0	1.5	1.0	1.5	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Comb EQ	1.1	1.0	1.5	0.7	1.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma (ag/g=0.142)	1.0	1.0	1.0	0.3	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
URTO	1.0	1.0	1.0	0.3	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0

### 6.2 COMBINAZIONI SLE

COMBINAZIONE	PERMANENTI		ACCIDENTALI		VENTO		SISMA		URTO	
	$\gamma$	$\psi$	$\gamma$	$\psi$	$\gamma$	$\psi$	$\gamma$	$\psi$	$\gamma$	$\psi$
RARA	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
FREQUENTE	1.0	1.0	1.0	0.5	1.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Q. PERMANENTE	1.0	1.0	1.0	0.3	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

## **7. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL MURO**

### **7.1 MURO DI ALTEZZA FINO A 7.70 M**

L'analisi viene condotta prendendo come riferimento un **elemento modulare prefabbricato di larghezza 2.50 m**, considerando il contributo delle **due nervature di irrigidimento** a tergo del paramento verticale.

Le nervature di irrigidimento di spessore 15/18 cm presentano un primo tratto a sezione costante di altezza  $h=30$  cm ed un secondo ad altezza variabile secondo un'inclinazione del 20% sulla verticale. Il paramento può essere verticale o inclinato fino ad un massimo del 10%, anche se a favore di sicurezza nel dimensionamento si considera sempre verticale. Le due nervature sono collegate fra loro da una soletta di spessore costante  $s=10$  cm.

I bordi presentano un giunto "a sella" maschio-femmina in modo da trattenere i materiali e da permettere il montaggio degli elementi anche seguendo una curva, sia concava che convessa.

Alla base del muro le nervature presentano ciascuna un'apertura trasversale per il passaggio delle armature della trave di collegamento che si realizza fra i pannelli; l'altezza dell'apertura viene determinata in base all'altezza della suola di stabilizzazione,

assicurando un adeguato ricoprimento dell'armatura superiore della trave. I muri in oggetto sono tipo "T" dove il tipo di fondazione è sia a valle, sia a monte.

## 8. VERIFICHE DI STABILITA' E VERIFICHE STRUTTURALI -SLU

Secondo quanto riportato dal D.M. 14/01/2008 :

$$E_d \leq R_d \quad (6.2.1)$$

dove  $E_d$  è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione

$$E_d = E \left[ \gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right] \quad (6.2.2a)$$

ovvero

$$E_d = \gamma_E \cdot E \left[ F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right], \quad (6.2.2b)$$

con  $\gamma_E = \gamma_F$ , e dove  $R_d$  è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left[ \gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right]. \quad (6.2.3)$$

Per i muri di sostegno o per altre strutture miste ad essi assimilabili devono essere effettuate le verifiche con riferimento almeno ai seguenti stati limite:

- *SLU di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU)*
  - stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno;
  - scorrimento sul piano di posa;
  - collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;
  - ribaltamento;
- *SLU di tipo strutturale (STR)*
  - raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali,

accertando che la condizione (6.2.1) sia soddisfatta per ogni stato limite considerato.

Le verifiche sono condotte secondo l'approccio 2:

- Combinazione (A1+M1+R3)

Per la sola verifica a ribaltamento si considera la sola combinazione (EQ+M2+R2).

## 8.1 VERIFICA A CAPACITA' PORTANTE

La valutazione della capacità portante delle fondazioni superficiali viene condotta in accordo all'equazione:

$$q_{lim} = 0.5 \gamma_c B' N_\gamma s_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma + c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q N_q s_q d_q i_q b_q g_q$$

Le espressioni che forniscono i valori dei fattori di capacità portante (N) e dei fattori correttivi (s, i, b, g) sono riportate nella tabella seguente:

<b>Fattori di capacità portante</b>	$N_c$	$(N_q - 1) \cot \phi$	Hansen
	$N_\gamma$	$1,5 * (N_q - 1) \tan \phi$	Hansen
	$N_q$	$e^{\pi \tan \phi} \tan^2(45 + \phi/2)$	Hansen
<b>Fattori correttivi</b>	forma		
	$s_c$	1 per fondazioni nastriformi	Hansen
	$s_\gamma$	1 per fondazioni nastriformi	Hansen
	$s_q$	1 per fondazioni nastriformi	Hansen
	approfondimento		
	$d_c$	$1 + 0,4k$	Hansen e Vesic
$d_\gamma$	1	Hansen e Vesic	
$d_q$	$1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi) k$	Hansen e Vesic	

Inclinazione carico		
$i_c$	$i_q - (1 - i_q) / (Nq - 1)$	Hansen e Vesic
$i_\gamma$	$(1 - (0,7 * H) / (N + B' * c * \cot \phi))^5$	Hansen
$i_q$	$(1 - (0,5 * H) / (N + B' * c * \cot \phi))^5$	Hansen
Inclinazione fondazione*		
$b_c$	$1 - \eta / 147^\circ$	Hansen
$b_\gamma$	$\exp(-2,7 * \eta \tan \phi)$	Hansen
$b_q$	$\exp(-2 * \eta \tan \phi)$	Hansen
Inclinazione piano campagna**		
$g_c$	$gq - [(1 - gq) / (Nc * \tan \phi)]$	Hansen
$g_\gamma$	$(1 - \tan \beta)^2$	Hansen
$g_q$	$g_\gamma$	Hansen

\* $\eta$  = inclinazione base fondazione

\*\* $\beta$  = inclinazione pendio (dipende dall'angolo d'inclinazione del rilevato e dall'altezza del rilevato)

### Tabella 1 – Coefficienti per il calcolo della capacità portante in condizioni drenate

Le formule utilizzate si riferiscono alla fondazione efficace equivalente ovvero quella fondazione rispetto alla quale il carico verticale N risulta centrato; la fondazione equivalente è caratterizzata dalle dimensioni B' e L' valutate sulla base dei criteri proposti da Meyerhof.

Il coefficiente di sicurezza a capacità portante è dato da:

$$F_s = \frac{q_{lim} - q}{q_{amm} - q}$$

dove:

$q_{lim}$  = capacità portante limite del terreno

$q$  = pressione verticale efficace agente alla quota di imposta della fondazione

$q_{amm}$  = pressione verticale uniforme sulla fondazione di area ridotta (N/Br)

$F_s$  = coefficiente di sicurezza (R1;R2;R3 <  $k_p$ )

## 9. COEFFICIENTI SULLE AZIONI $\gamma_F$

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

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	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 <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{G3}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

## 10. COEFFICIENTI SUI MATERIALI $\gamma_M$

- Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_\varphi$	1,0	1,25
<i>Coesione efficace</i>	$c'_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
<i>Resistenza non drenata</i>	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	$\gamma$	$\gamma_r$	1,0	1,0

## 11. COEFFICIENTI SULLE RESISTENZE $\gamma_R$

- 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	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$

## 12. VERIFICHE S.L.E.

Due sono le verifiche condotte:

1. Verifiche a fessurazione;
2. Verifiche delle tensioni di esercizio

### 12.1 VERIFICA A FESSURAZIONE

Secondo le prescrizioni riportate nella norma UNI EN 206-1 il muro **Paver** può essere soggetto alle condizioni ambientali corrispondenti alle seguenti classi di esposizione : XD1 e XC3 (per le classi XF e XA è necessario fare riferimento ai parametri qualitativi del calcestruzzo).

Per la definizione del limite di apertura delle fessure si assumono i seguenti parametri:

- Condizioni ambientali aggressive
- Armature poco sensibili

Quindi:

combinazione frequente :  $w_k=1.7*w_m < w_2=0,3$  mm

combinazione quasi permanente :  $w_k=1.7*w_m < w_3=0,2$  mm

## 12.2 VERIFICA DELLE TENSIONI DI ESERCIZIO

Secondo quanto riportato dal D.M. 14/01/2008 :

### *Verifica delle tensioni di esercizio*

Valutate le azioni interne nelle varie parti della struttura, dovute alle combinazioni caratteristica e quasi permanente delle azioni, si calcolano le massime tensioni sia nel calcestruzzo sia nelle armature; si deve verificare che tali tensioni siano inferiori ai massimi valori consentiti di seguito riportati.

### *Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio*

La massima tensione di compressione del calcestruzzo  $\sigma_c$ , deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_c < 0,60 f_{ck} \text{ per combinazione caratteristica (rara)} \quad (4.1.40)$$

$$\sigma_c < 0,45 f_{ck} \text{ per combinazione quasi permanente.} \quad (4.1.41)$$

Nel caso di elementi piani (solette, pareti, ...) gettati in opera con calcestruzzi ordinari e con spessori di calcestruzzo minori di 50 mm i valori limite sopra scritti vanno ridotti del 20%.

### *Tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio*

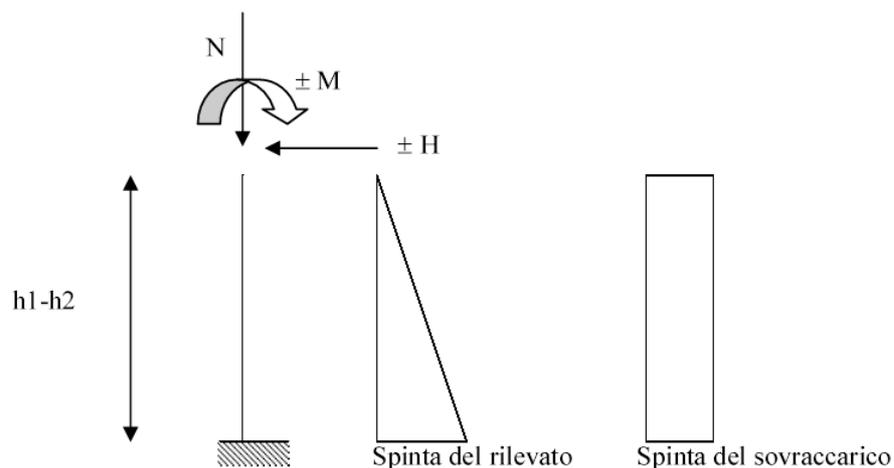
Per l'acciaio avente caratteristiche corrispondenti a quanto indicato al Cap. 11, la tensione massima,  $\sigma_s$ , per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_s < 0,8 f_{yk} \quad (4.1.42)$$

### 13. VERIFICHE PANNELLO PREFABBRICATO

#### 13.1 VERIFICA A FLESSIONE NEL PIANO VERTICALE

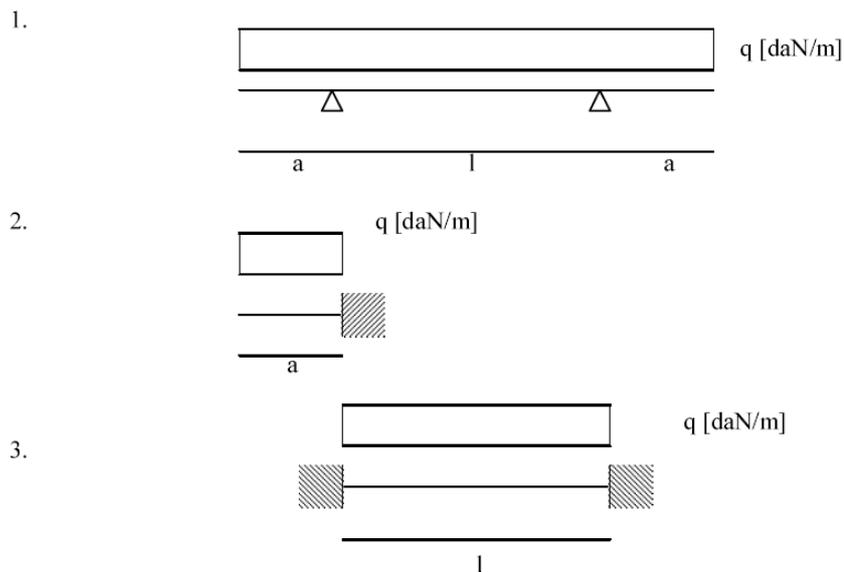
Si adotta lo schema statico di mensola incastrata nella fondazione, secondo lo schema seguente:



Viene condotta una verifica a presso flessione di un'equivalente sezione a T, con una sola nervatura data dalla somma delle due nervature, a partire dal bordo superiore del paramento prefabbricato, con passo di esplorazione "d"

### 13.2 VERIFICA A FLESSIONE NEL PIANO ORIZZONTALE

Gli schemi statici adottabili per la verifica della soletta nel piano orizzontale sono i seguenti :



In quanto per le caratteristiche geometriche del pannello è sempre  $a > l/2$  lo schema di carico più gravoso si ha per la condizione 2, per cui nel calcolo si adotta lo schema di mensola incastrata nella nervatura.

Viene valutato lo sforzo di flessione a cui sono sottoposti i due sbalzi laterali del pannello, alla sezione d'attacco con le nervature verticali.

### 13.3 VERIFICA A TAGLIO

Secondo quanto riportato dal D.M. 14/01/2008 :

*Elementi con armature trasversali resistenti al taglio*

La resistenza a taglio  $V_{Rd}$  di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati. L'inclinazione  $\theta$  dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti:

$$1 \leq \text{ctg } \theta \leq 2,5 \quad (4.1.16)$$

La verifica di resistenza (SLU) si pone con

$$V_{Rd} \geq V_{Ed} \quad (4.1.17)$$

dove  $V_{Ed}$  è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente.

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" si calcola con:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta) \cdot \sin \alpha \quad (4.1.18)$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" si calcola con

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta) / (1 + \text{ctg}^2 \theta) \quad (4.1.19)$$

La resistenza al taglio della trave è la minore delle due sopra definite:

$$V_{Rd} = \min (V_{Rsd}, V_{Rcd}) \quad (4.1.20)$$

dove  $d$ ,  $b_w$  e  $\sigma_{cp}$  hanno il significato già visto in § 4.1.2.1.3.1. e inoltre si è posto:

$A_{sw}$	area dell'armatura trasversale;	
$s$	interasse tra due armature trasversali consecutive;	
$\alpha$	angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;	
$f'_{cd}$	resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ( $f'_{cd} = 0,5 \cdot f_{cd}$ );	
$\alpha_c$	coefficiente maggiorativo pari a	
	1	per membrature non compresse
	$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$
	1,25	per $0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$
	$2,5(1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$	per $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

## **14. SOLETTA DI FONDAZIONE**

### **14.1 VERIFICA A FLESSIONE**

Si verifica la sezione resistente della soletta di fondazione, sollecitata a momento flettente per effetto del carico del terreno insistente su di essa, del sovraccarico e della reazione scambiata all'interfaccia con il terreno d'appoggio.

Si adotta lo schema statico di mensola incastrata nel cordolo armato passante nei fori delle nervature stesse.

## **15. VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE MURO-TERRENO**

### **15.1 METODO DI ANALISI**

In accordo con la normativa vigente, le verifiche di stabilità sia in condizioni statiche che sismiche sono state effettuate con l'Approccio 1- Combinazione 2: A2+M2+R2 tenendo conto dei vari coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I. In particolare per la condizione sismica i coefficienti parziali sulle azioni (A2) risultano essere unitari (paragrafo 7.11 NTC).

Le analisi sono state condotte con i metodi all'equilibrio limite. Il livello di sicurezza è espresso come rapporto tra la resistenza a taglio disponibile e lo sforzo di taglio mobilitato lungo la potenziale superficie di scorrimento. In particolare, nei metodi delle strisce la massa di terreno viene discretizzata in strisce verticali e si determina la superficie di scorrimento critica in corrispondenza della quale si ha il minimo coefficiente di sicurezza. La condizione di verifica  $E_d \leq R_d$  equivale ad avere un coefficiente di sicurezza in corrispondenza della superficie di scorrimento critica  $F_{min} \geq \gamma_R$ :

$$F = R_d/E_d \geq 1.1$$

Nelle analisi è stato adottato il metodo di Bishop: la superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 50.

In condizioni sismiche, la stabilità è stata analizzata mediante un approccio pseudostatico. Gli effetti del sisma sono stati quindi rappresentati con delle forze d'inerzia orizzontali e verticali applicate alla massa instabile:

$$F_h = k_h \cdot W$$

$$F_v = k_v \cdot W$$

W è il peso totale della massa di terreno al disopra della superficie di scorrimento. I coefficienti  $k_h$  e  $k_v$  vengono determinati mediante le seguenti espressioni:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{\max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

In base ai criteri progettuali riportati nel paragrafo 4 si sono determinati i parametri sismici impiegati nelle analisi:

$a_g$ (g) (SLV)	0.142
Categoria di sottosuolo	B
Coefficiente di amplificazione stratigrafica $S_s$	1.2
Coefficiente di amplificazione topografica $S_t$	1.2
$a_{\max}$ (g) attesa al sito	0.204
Coefficiente di riduzione dell' $a_{\max}$ attesa al sito $\beta_m$	0.24
$k_h$	0.049
$k_v$ (+/-)	0.025

**Tabella 15.1 – parametri azione sismica relativi alle analisi di stabilità**

I calcoli sono stati svolti mediante l'ausilio del codice di calcolo MAX 10.0 [Aztec Informatica].

## 15.2 CONDIZIONI DI CARICO

*Simbologia e convenzioni di segno adottate*

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

$X$  Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]

$X_i$  Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]

$X_f$  Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]

$Q_i$  Intensità del carico per  $x=X_i$  espressa in [kN/m]

$Q_f$  Intensità del carico per  $x=X_f$  espressa in [kN/m]

$D / C$  Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

### Condizione n° 1 (Accidentale)

D Profilo  $X_i=0,00$   $X_f=10,00$   $Q_i=20,0000$   $Q_f=20,0000$

Si è tenuto conto della presenza di un sovraccarico accidentale a monte del muro di sostegno.

## 15.3 DESCRIZIONE COMBINAZIONI DI CARICO

Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione

$\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

$C$  Coefficiente totale di partecipazione della condizione

### Combinazione n° 4 STAB

	$\gamma$	$\Psi$	$C$
Peso proprio	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	1,00	1,00	1,00
Accidentale	1.30	1,00	1.30

### Combinazione n° 11 STAB - Sisma Vert. positivo

	$\gamma$	$\Psi$	$C$
Peso proprio	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 12 STAB - Sisma Vert. negativo

	$\gamma$	$\Psi$	C
Peso proprio	1,00	1.00	1,00
Spinta terreno	1,00	1.00	1,00

## 15.4 RISULTATI DELLE ANALISI

I quadri riassuntivi dei coefficienti di sicurezza calcolati per le varie altezze sono di seguito riportati:

### *Simbologia adottata*

**C** Identificativo della combinazione

**Tipo** Tipo combinazione

**Sisma** Combinazione sismica

**CS<sub>STAB</sub>** Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS <sub>stab</sub>
4	STAB - [1]	--	1,39
11	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1,58
12	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1,57

**Tabella 15.2 – Stabilità globale H= 3.30m**

C	Tipo	Sisma	CS <sub>stab</sub>
4	STAB - [1]	--	1,34
11	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1,45
12	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1,45

**Tabella 15.3 – Stabilità globale H= 4.40m**

C	Tipo	Sisma	CS <sub>stab</sub>
4	STAB - [1]	--	1,28
11	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1,35
12	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1,34

**Tabella 15.4 – Stabilità globale H= 5.50m**

C	Tipo	Sisma	CS <sub>stab</sub>
4	STAB - [1]	--	1,28
11	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1,31
12	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1,31

**Tabella 15.5 – Stabilità globale H= 6.60m**

C	Tipo	Sisma	CSstab
4	STAB - [1]	--	1,24
11	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1,26
12	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1,26

**Tabella 15.6 – Stabilità globale H= 7.70m**

La verifica di stabilità è soddisfatta in entrambe le condizioni analizzate ( $F_{\min} \geq 1.1$ ).

I tabulati di calcolo sono riportati negli allegati in corrispondenza di ogni altezza di calcolo.

**ALLEGATO 1**  
**CALCOLO DELL'AZIONE DEL VENTO**

**7) Liguria**

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_a$ [1/s]
7	28	1000	0,015

$a_s$ (altitudine sul livello del mare [m])	120
---	-----

$$v_b = v_{b,0} \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0) \quad \text{per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$$

$v_b$ (velocità di riferimento [m/s])	28
---------------------------------------	----

$p$  (pressione del vento [N/mq]) =  $q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$   
 $q_b$  (pressione cinetica di riferimento [N/mq])  
 $c_e$  (coefficiente di esposizione)  
 $c_p$  (coefficiente di forma)  
 $c_d$  (coefficiente dinamico)



Pressione cinetica di riferimento

$$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 \quad (\rho = 1,25 \text{ kg/mc})$$

$q_b$ [N/mq]	490,00
--------------	--------

Coefficiente di forma

È il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

Coefficiente dinamico

Esso può essere assunto a utelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

Coefficiente di esposizione

Classe di rugosità del terreno

**C) Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D**

Categoria di esposizione

ZONE	1,2,3,4,5						
		costa	500m	750m			
		mare	2 km	10 km	30 km		
A	--	IV	IV	V	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV	IV
D	I	II	II	II	III	III	**

\* Categoria II in zona 1,2,3,4  
 Categoria III in zona 5  
 \*\* Categoria III in zona 2,3,4,5  
 Categoria IV in zona 1

ZONA 6						
	costa	500m				
	mare	2 km	10 km	30 km		
A	--	III	IV	V	V	V
B	--	II	III	IV	IV	IV
C	--	II	III	III	IV	IV
D	I	I	II	II	III	III

ZONE 7,8				
	mare	1,5 km	0,5 km	costa
A	--	--	--	IV
B	--	--	--	IV
C	--	--	--	III
D	I	II	II	*

\* Categoria II in zona 8  
 Categoria III in zona 7

ZONA 9		
	mare	costa
A	--	I
B	--	I
C	--	I
D	I	I

$z$ altezza edif. [m]	Zona	Classe di rugosità	$a_s$ [m]
5	7	C	120

Cat. Esposiz.	$k_r$	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]	$c_t$
III	0,2	0,1	5	1

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{min}) \quad \text{per } z < z_{min}$$

$c_e$	1,71
-------	------

La pressione del vento a meno del coefficiente di forma vale: 836,69 N/mq (0,8366 kN/mq)

## ALLEGATO A

Sezione 1 H=3.30m

**RELAZIONE TECNICA PER MURO DI SOSTEGNO PREFABBRICATO** **H = 3,30 m**

Approccio **2** Muro Tipo **T**

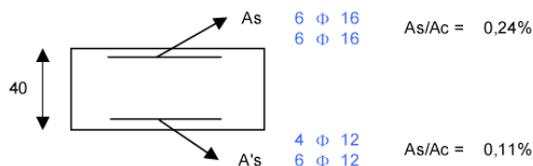
**1 DATI DI PROGETTO**

<b>1a)</b>	<b>Dati geotecnici</b>			
	Angolo di attrito interno	gradi	$\phi$	32
	Peso specifico	daN / m3	$\gamma$	1.900
	Angolo di attrito terra - muro (valore prudenziale)	gradi	$\delta$	21
	Angolo di inclinazione piano di campagna	gradi	$\varepsilon$	0
	Coesione	daN / cm2	c	0
<b>1b)</b>	<b>Carichi agenti</b>			
	Sovraccarico variabile stradale / ferroviario	daN / m2	qa	2.000
	Sovraccarico permanente	daN / m2	qp	0
	Forza orizzontale in testa variabile (positivo tende lato monte)	daN / elemento	fv	1.263
	Forza orizzontale in testa eccezionale (positivo tende lato monte)	daN / elemento	fe	2.500
	Sovraccarico sulla fondazione a monte	daN / m2	q1	0
	Momento in testa variabile (positivo tende lato monte)	daNm / elemento	momv	3.156
	Momento in testa eccezionale (positivo tende lato monte)	daNm / elemento	mome	2.500
	Forza verticale in testa (positivo di compressione)	daN / elemento	N	1.875
	Braccio di N rispetto al paramento verticale (positivo verso nervature)	m	braccio	0,35
<b>1c)</b>	<b>Dati sismici</b>			
	Classe d'Uso <b>III</b>		SLV	
	Vita Nominale	anni	Cu	1,5
	Periodo di Riferimento	anni	Vn	50
	Tempo di Ritorno	anni	Vr	75
	Accelerazione orizzontale massima su un sito rigido	[g]	Tr	712
	Categoria sottosuolo		ag(g)	0,142
	Categoria topografica			B
	Fattore di amplificazione stratigrafica		Ss	T1
	Fattore di amplificazione topografica		St	1,20
				1,00
<b>1d)</b>	<b>Morfologia del muro</b>			
	Altezza del muro	m	h1	3,30
	Distanza tra il punto di ribaltamento e il baricentro dell'elemento prefabbricato	m	X <sub>G</sub>	0,90
	Distanza tra il baricentro del pannello e la soletta	m		0,20
	Peso elemento prefabbricato	daN	P	3.300
	Angolo di inclinazione parete prefabbricato rispetto l'orizzontale	gradi	b	90
	Larghezza elemento prefabbricato	m	b1	2,50
	Dimensione appoggio muro	m	appoggio	0,70
	Altezza sezione in sommità (tratto a sezione costante)	m		0,30
	Pendenza nervatura	m	pendenza	0%
	Larghezza nervatura / e	m	s	0,36
	Spessore soletta	m	sol	0,10
<b>1e)</b>	<b>Morfologia della fondazione</b>			
	Spessore massimo soletta di fondazione	m	h2	0,40
	Spessore minimo soletta di fondazione lato monte	m	h3	0,40
	Spessore minimo soletta di fondazione lato valle	m	h4	0,40
	Larghezza fondazione	m	l	3,00
	Dimensione sbalzo anteriore	m	sbalzo	0,70
	Larghezza suola fondazione a monte	m	l1	2,20
	Larghezza suola fuori nervatura	m	fo	1,60
	Larghezza sottofondazione	m	lf	0,00
	Altezza sottofondazione	m	hf	0,00
	Sbalzo a valle sottofondazione	m	sbf	0,00
<b>1f)</b>	<b>Dati geotecnici terreno di fondazione</b>			
	Angolo di attrito interno	gradi	$\phi$	28
	Peso specifico	daN / m3	$\gamma$	1.800
	Coesione	daN / cm2	c	0
	Ricoprimento fondazione a valle	m	hr	0,70

**2 VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE**

<b>2a)</b>	<b>Verifica a traslazione</b>	combinazione dimensionante	A1+M1	$k_T$	1,30	> 1,10
<b>2b)</b>	<b>Verifica a ribaltamento</b>	combinazione dimensionante	EQ	$k_R$	1,77	> 1,00
<b>2c)</b>	<b>Verifica a capacità portante</b>	combinazione dimensionante	A1+M1	$k_P$	1,61	> 1,40
				$\sigma_{Tmax}$	1,28	daN / cm2
				$\sigma_{Tmin}$	0,00	daN / cm2

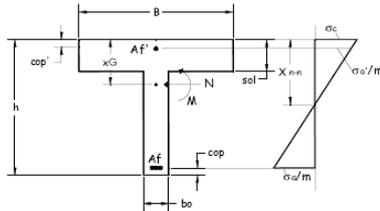
**3 VERIFICHE FONDAZIONE**



3a)	<u>Verifica fondazione di monte SLU (sezione d'incastro)</u>		$M_u / M_d$	1,35
	<u>Verifica fondazione di monte SISMICO (sezione d'incastro)</u>		$M_u / M_d$	5,45
3b)	<u>Verifica fondazione di valle SLU (sezione d'incastro)</u>		$M_u / M_d$	2,17
	<u>Verifica fondazione di valle SISMICO (sezione d'incastro)</u>		$M_u / M_d$	4,33
3c)	<u>Verifica fondazione di monte SLE RARA (sezione d'incastro)</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	0	< $\sigma_c$ lim 150
		$\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	20	< $\sigma_s$ lim 3520
	<u>Verifica fondazione di monte SLE FREQUENTE (sezione d'incastro)</u>	Mcr [daNm]	13.818	> Me -719,46
	<u>Verifica fondazione di monte SLE QUASI PERMANENTE (sezione d'incastro)</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	-3	< $\sigma_c$ lim 112,5
		Mcr [daNm]	13.818	> Me -1073,3

**4 VERIFICHE PREFABBRICATO :**

4a) Verifica prefabbricato



Af'	4	Φ 18		
Af 1	4	Φ 22		
Af 2	4	Φ 22	L 2	3,20 m
Af 3	0	Φ 0	L 3	0,00 m
Af 4	0	Φ 0	L 4	0,00 m
Af 5	0	Φ 0	L 5	0,00 m

SLU								STAFFE	diam. [mm]	passo [cm]
d	h	A <sub>c</sub>	A <sub>t</sub>	Ms <sub>d</sub>	Ns <sub>d</sub>	Ka	Mu/Ms <sub>d</sub>	Vrsd	Vrzd	Vsd
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm	>1.00	daN	daN	daN
13	30	15.21	10.18	6103	2025	14227	2.33	19299	43203	3549
26	70.0	15.21	10.18	6587	2175	36734	5.58	50055	112053	3867
290	70.0	15.21	10.18	29606	5175	37294	1.26	50055	112053	15857
3										
4										
5										

SISMICO								STAFFE	diam. [mm]	passo [cm]
d	h	A <sub>c</sub>	A <sub>t</sub>	Ms <sub>d</sub>	Ns <sub>d</sub>	Ka	Mu/Ms <sub>d</sub>	Vrsd	Vrzd	Vsd
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm	>1.00	daN	daN	daN
13	30	15.21	10.18	6093	2025	14227	2.33	19299	43203	3372
26	70.0	15.21	10.18	6548	2175	36734	5.61	50055	112053	3511
290	70.0	15.21	10.18	24219	5175	37294	1.54	50055	112053	11312
3										
4										
5										

SLE				FREQUENTE		RARA	
d	h	A <sub>c</sub>	A <sub>t</sub>	Mcr	sm	Me	esm
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	mm	daNm	mm
13	30	15.21	10.18	3998	-	6	-
26	70.0	15.21	10.18	15658	-	26	-
290	70.0	15.21	10.18	15658	-	7637	-
3							
4							
5							

QUASI PERMANENTE			
Me	esm-ecm	wk<0.2	$\sigma_c < 157,5$
daNm	mm	mm	daN/cm <sup>2</sup>
4	-	Mcr>Me	1
17	-	Mcr>Me	0
6560	-	Mcr>Me	9

4b)	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLU</u>		$M_u / M_d$	2,17
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO</u>		$M_u / M_d$	3,01
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE RARA</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	34	< $\sigma_c$ lim 210
		$\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	1.267	< $\sigma_s$ lim 3520
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE FREQUENTE</u>	Mcr [daNm]	57	> Me 27
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE QUASI PERMANENTE</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	28	< $\sigma_c$ lim 157,5
		Mcr [daNm]	57	> Me 25

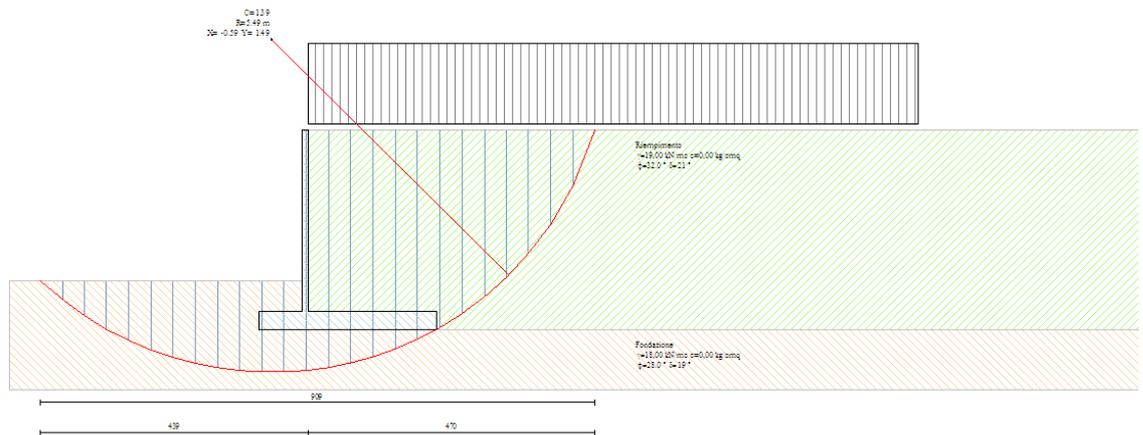
## VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE MURO-TERRENO ( H=3.30m)

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

### Simbologia adottata

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
<i>CS<sub>SCC</sub></i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<i>CS<sub>RIB</sub></i>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<i>CS<sub>QLM</sub></i>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<i>CS<sub>STAB</sub></i>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b>CS<sub>Stab</sub></b>
4	STAB - [1]	--	1,39
11	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1,58
12	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1,57



### Geometria muro e fondazione

#### Descrizione

Altezza del paramento	3,00 [m]
Spessore in sommità	0,10 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,10 [m]
Inclinazione paramento esterno	0,00 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	2,50 [m]
Spessore rivestimento	0,30 [m]
Peso sp. rivestimento	25,0000 [kN/mc]

#### Muro a mensola in c.a.

#### Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,70 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2,10 [m]
Lunghezza totale fondazione	2,90 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,30 [m]
Spessore magrone	0,15 [m]

### Contrafforti

Altezza contrafforti	3,00 [m]
Spessore contrafforti	0,15 [m]
Larghezza in sommità	0,20 [m]
Larghezza alla base	0,50 [m]
Interasse contrafforti	1,50 [m]
Numero contrafforti	2
Posizione :	Monte
Disposizione :	Sfalsati

### Materiali utilizzati per la struttura

<i>Calcestruzzo</i>	
Peso specifico	24,517 [kN/mc]
Resistenza caratteristica a compressione $R_{bk}$	250,0 [kg/cm <sup>2</sup> ]
<i>Acciaio</i>	
Tipo	FeB44K

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### *Simbologia adottata e sistema di riferimento*

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto  
 X ascissa del punto espressa in [m]  
 Y ordinata del punto espressa in [m]  
 A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	20,00	0,00	0,00

### Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,50	[m]

### Descrizione terreni

#### *Simbologia adottata*

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Riempimento	19,00	19,00	32,00	21,33	0,000	0,000
Fondazione	18,00	18,00	28,00	18,67	0,000	0,000

### Stratigrafia

Terreno spingente:	Riempimento
Terreno di fondazione:	Fondazione

### Stabilità globale muro + terreno

#### Combinazione n° 4

Le ascisse X sono considerate positive verso monte  
 Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto  
 Origine in testa al muro (spigolo contro terra)  
 W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
 c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm<sup>2</sup>]

$b$  larghezza della striscia espressa in [m]  
 $u$  pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro  $X[m]=-0,59$   $Y[m]= 1,49$

Raggio del cerchio  $R[m]= 5,49$

Ascissa a valle del cerchio  $Xi[m]=-4,39$

Ascissa a monte del cerchio  $Xs[m]= 4,70$

Larghezza della striscia  $dx[m]= 0,36$

Coefficiente di sicurezza  $C= 1.39$

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	1290.67	68.57	1201.42	1.00	26.56	0.000	0.000
2	1840.16	60.13	1595.64	0.73	26.56	0.000	0.000
3	2234.20	53.15	1787.85	0.61	26.56	0.000	0.000
4	2543.53	47.19	1866.11	0.54	26.56	0.000	0.000
5	2796.67	41.86	1866.09	0.49	26.56	0.000	0.000
6	3007.79	36.93	1807.40	0.46	26.56	0.000	0.000
7	3185.18	32.32	1702.80	0.43	26.56	0.000	0.000
8	3383.49	27.93	1584.54	0.41	23.65	0.000	0.000
9	3511.58	23.71	1411.82	0.40	23.04	0.000	0.000
10	3608.57	19.62	1211.72	0.39	23.04	0.000	0.000
11	3686.12	15.64	993.55	0.38	23.04	0.000	0.000
12	3745.53	11.73	761.44	0.37	23.04	0.000	0.000
13	3765.52	7.88	516.07	0.37	23.04	0.000	0.000
14	1591.85	4.06	112.72	0.36	23.04	0.000	0.000
15	1099.81	0.26	5.03	0.36	23.04	0.000	0.000
16	1035.12	-3.54	-63.83	0.36	23.04	0.000	0.000
17	1003.12	-7.35	-128.30	0.37	23.04	0.000	0.000
18	963.44	-11.19	-187.05	0.37	23.04	0.000	0.000
19	906.68	-15.09	-236.09	0.38	23.04	0.000	0.000
20	831.99	-19.07	-271.76	0.38	23.04	0.000	0.000
21	738.17	-23.13	-290.02	0.40	23.04	0.000	0.000
22	623.55	-27.33	-286.31	0.41	23.12	0.000	0.000
23	481.52	-31.70	-253.01	0.43	26.56	0.000	0.000
24	308.32	-36.28	-182.45	0.45	26.56	0.000	0.000
25	102.27	-41.15	-67.30	0.48	26.56	0.000	0.000

$\Sigma W_i= 473,5202$  [kN]

$\Sigma W_i\sin\alpha_i= 161,4011$  [kN]

$\Sigma W_i\tan\phi_i= 214,8474$  [kN]

$\Sigma\tan\alpha_i\tan\phi_i= 3.42$

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 11

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [ $^{\circ}$ ] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
 $c$  coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]  
 $b$  larghezza della striscia espressa in [m]  
 $u$  pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25  
 Cerchio critico  
 Coordinate del centro X[m]= -0,30 Y[m]= 1,49  
 Raggio del cerchio R[m]= 5,35  
 Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,88  
 Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,85  
 Larghezza della striscia dx[m]= 0,35  
 Coefficiente di sicurezza C= 1.58

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	299.53	68.46	278.62	0.95	26.56	0.000	0.000
2	803.49	59.96	695.57	0.70	26.56	0.000	0.000
3	1165.41	53.11	932.07	0.58	26.56	0.000	0.000
4	1450.74	47.24	1065.13	0.51	26.56	0.000	0.000
5	1684.90	41.97	1126.78	0.47	26.56	0.000	0.000
6	1880.67	37.11	1134.74	0.44	26.56	0.000	0.000
7	2045.56	32.55	1100.56	0.41	26.56	0.000	0.000
8	2191.63	28.21	1035.98	0.40	26.16	0.000	0.000
9	2356.29	24.04	959.93	0.38	23.04	0.000	0.000
10	2447.43	20.00	837.25	0.37	23.04	0.000	0.000
11	2520.77	16.07	697.75	0.36	23.04	0.000	0.000
12	2577.49	12.21	545.17	0.36	23.04	0.000	0.000
13	2618.44	8.41	382.90	0.35	23.04	0.000	0.000
14	2711.61	4.64	219.50	0.35	23.04	0.000	0.000
15	1369.49	0.90	21.46	0.35	23.04	0.000	0.000
16	962.12	-2.84	-47.73	0.35	23.04	0.000	0.000
17	891.55	-6.60	-102.43	0.35	23.04	0.000	0.000
18	846.79	-10.38	-152.57	0.36	23.04	0.000	0.000
19	797.92	-14.21	-195.86	0.36	23.04	0.000	0.000
20	732.96	-18.10	-227.76	0.37	23.04	0.000	0.000
21	650.90	-22.09	-244.76	0.38	23.04	0.000	0.000
22	549.83	-26.19	-242.66	0.39	24.52	0.000	0.000
23	423.25	-30.44	-214.45	0.41	26.56	0.000	0.000
24	271.35	-34.89	-155.21	0.43	26.56	0.000	0.000
25	91.15	-39.60	-58.09	0.45	26.56	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 336,7781$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 92,1043$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 152,2288$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.56$

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 12

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [ $^{\circ}$ ] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico  
 Coordinate del centro X[m]= -0,30 Y[m]= 1,49  
 Raggio del cerchio R[m]= 5,35  
 Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,88  
 Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,85

Larghezza della striscia  $dx[m]=0,35$   
 Coefficiente di sicurezza  $C=1,57$   
 Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	299.53	68.46	278.62	0.95	26.56	0.000	0.000
2	803.49	59.96	695.57	0.70	26.56	0.000	0.000
3	1165.41	53.11	932.07	0.58	26.56	0.000	0.000
4	1450.74	47.24	1065.13	0.51	26.56	0.000	0.000
5	1684.90	41.97	1126.78	0.47	26.56	0.000	0.000
6	1880.67	37.11	1134.74	0.44	26.56	0.000	0.000
7	2045.56	32.55	1100.56	0.41	26.56	0.000	0.000
8	2191.63	28.21	1035.98	0.40	26.16	0.000	0.000
9	2356.29	24.04	959.93	0.38	23.04	0.000	0.000
10	2447.43	20.00	837.25	0.37	23.04	0.000	0.000
11	2520.77	16.07	697.75	0.36	23.04	0.000	0.000
12	2577.49	12.21	545.17	0.36	23.04	0.000	0.000
13	2618.44	8.41	382.90	0.35	23.04	0.000	0.000
14	2711.61	4.64	219.50	0.35	23.04	0.000	0.000
15	1369.49	0.90	21.46	0.35	23.04	0.000	0.000
16	962.12	-2.84	-47.73	0.35	23.04	0.000	0.000
17	891.55	-6.60	-102.43	0.35	23.04	0.000	0.000
18	846.79	-10.38	-152.57	0.36	23.04	0.000	0.000
19	797.92	-14.21	-195.86	0.36	23.04	0.000	0.000
20	732.96	-18.10	-227.76	0.37	23.04	0.000	0.000
21	650.90	-22.09	-244.76	0.38	23.04	0.000	0.000
22	549.83	-26.19	-242.66	0.39	24.52	0.000	0.000
23	423.25	-30.44	-214.45	0.41	26.56	0.000	0.000
24	271.35	-34.89	-155.21	0.43	26.56	0.000	0.000
25	91.15	-39.60	-58.09	0.45	26.56	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 336,7781$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 92,1043$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 152,2288$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.56$

## ALLEGATO B

Sezione 2 H=4.40m

**RELAZIONE TECNICA PER MURO DI SOSTEGNO PREFABBRICATO** **H = 4,40 m**

Approccio **2** Muro Tipo **T**

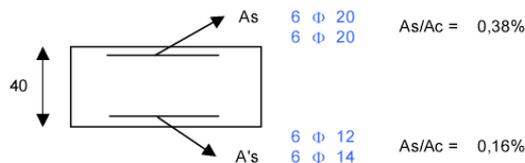
**1 DATI DI PROGETTO**

<b>1a)</b>	<b>Dati geotecnici</b>			
	Angolo di attrito interno	gradi	$\phi$	32
	Peso specifico	daN / m3	$\gamma$	1.900
	Angolo di attrito terra - muro (valore prudenziale)	gradi	$\delta$	21
	Angolo di inclinazione piano di campagna	gradi	$\varepsilon$	0
	Coesione	daN / cm2	c	0
<b>1b)</b>	<b>Carichi agenti</b>			
	Sovraccarico variabile stradale / ferroviario	daN / m2	qa	2.000
	Sovraccarico permanente	daN / m2	qp	0
	Forza orizzontale in testa variabile (positivo tende lato monte)	daN / elemento	fv	1.263
	Forza orizzontale in testa eccezionale (positivo tende lato monte)	daN / elemento	fe	2.500
	Sovraccarico sulla fondazione a monte	daN / m2	q1	0
	Momento in testa variabile (positivo tende lato monte)	daNm / elemento	momv	3.156
	Momento in testa eccezionale (positivo tende lato monte)	daNm / elemento	mome	2.500
	Forza verticale in testa (positivo di compressione)	daN / elemento	N	1.875
	Braccio di N rispetto al paramento verticale (positivo verso nervature)	m	braccio	0,35
<b>1c)</b>	<b>Dati sismici</b>			
	Classe d'Uso		SLV	
	Vita Nominale	anni	Cu	1,5
	Periodo di Riferimento	anni	Vn	50
	Tempo di Ritorno	anni	Vr	75
	Accelerazione orizzontale massima su un sito rigido	[g]	Tr	712
	Categoria sottosuolo		ag(g)	0,142
	Categoria topografica			B
	Fattore di amplificazione stratigrafica		Ss	1,20
	Fattore di amplificazione topografica		St	1,00
<b>1d)</b>	<b>Morfologia del muro</b>			
	Altezza del muro	m	h1	4,40
	Distanza tra il punto di ribaltamento e il baricentro dell'elemento prefabbricato	m	X <sub>G</sub>	0,91
	Distanza tra il baricentro del pannello e la soletta	m		0,21
	Peso elemento prefabbricato	daN	P	4.700
	Angolo di inclinazione parete prefabbricato rispetto l'orizzontale	gradi	b	90
	Larghezza elemento prefabbricato	m	b1	2,50
	Dimensione appoggio muro	m	appoggio	0,70
	Altezza sezione in sommità (tratto a sezione costante)	m		0,30
	Pendenza nervatura	m	pendenza	0%
	Larghezza nervatura / e	m	s	0,36
	Spessore soletta	m	sol	0,10
<b>1e)</b>	<b>Morfologia della fondazione</b>			
	Spessore massimo soletta di fondazione	m	h2	0,40
	Spessore minimo soletta di fondazione lato monte	m	h3	0,40
	Spessore minimo soletta di fondazione lato valle	m	h4	0,40
	Larghezza fondazione	m	l	3,50
	Dimensione sbalzo anteriore	m	sbalzo	0,70
	Larghezza suola fondazione a monte	m	l1	2,70
	Larghezza suola fuori nervatura	m	fo	2,10
	Larghezza sottofondazione	m	lf	0,00
	Altezza sottofondazione	m	hf	0,00
	Sbalzo a valle sottofondazione	m	sbf	0,00
<b>1f)</b>	<b>Dati geotecnici terreno di fondazione</b>			
	Angolo di attrito interno	gradi	$\phi$	28
	Peso specifico	daN / m3	$\gamma$	1.800
	Coesione	daN / cm2	c	0
	Ricoprimento fondazione a valle	m	hr	0,70

**2 VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE**

<b>2a)</b>	<b>Verifica a traslazione</b>	combinazione dimensionante	A1+M1	$k_T$	1,37	> 1,10
<b>2b)</b>	<b>Verifica a ribaltamento</b>	combinazione dimensionante	EQ	$k_R$	1,96	> 1,00
<b>2c)</b>	<b>Verifica a capacità portante</b>	combinazione dimensionante	A1+M1	$k_P$	1,43	> 1,40
				$\sigma_{Tmax}$	1,57	daN / cm2
				$\sigma_{Tmin}$	0,02	daN / cm2

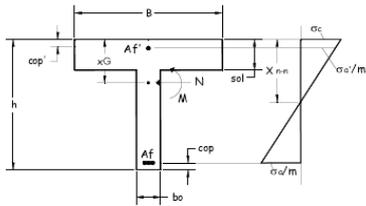
**3 VERIFICHE FONDAZIONE**



3a)	<u>Verifica fondazione di monte SLU (sezione d'incastro)</u>		$M_u / M_d$	1,05
	<u>Verifica fondazione di monte SISMICO (sezione d'incastro)</u>		$M_u / M_d$	3,20
3b)	<u>Verifica fondazione di valle SLU (sezione d'incastro)</u>		$M_u / M_d$	2,43
	<u>Verifica fondazione di valle SISMICO (sezione d'incastro)</u>		$M_u / M_d$	4,09
3c)	<u>Verifica fondazione di monte SLE RARA (sezione d'incastro)</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	7	< $\sigma_c$ lim 150
		$\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	248	< $\sigma_s$ lim 3520
	<u>Verifica fondazione di monte SLE FREQUENTE (sezione d'incastro)</u>	Mcr [daNm]	14.673	> Me 1059,25
	<u>Verifica fondazione di monte SLE QUASI PERMANENTE (sezione d'incastro)</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	0	< $\sigma_c$ lim 112,5
		Mcr [daNm]	14.673	> Me 228,899

**4 VERIFICHE PREFABBRICATO :**

**4a) Verifica prefabbricato**



Af'	4	Φ 20		
Af 1	4	Φ 22	L 2	4,20 m
Af 2	4	Φ 22	L 3	2,00 m
Af 3	4	Φ 16	L 4	0,00 m
Af 4	0	Φ 0	L 5	0,00 m
Af 5	0	Φ 0		

SLU								STAFFE	diam. [mm]	passo [cm]
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>t</sub>	M <sub>s,d</sub>	N <sub>s,d</sub>	K <sub>a</sub>	Mu	Vrsd	Vrcd	Vsd
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm	>1,00	daN	daN	daN
18	30	15,21	12,57	6282	2089	14254	2,27	19299	43203	3667
36	70,0	15,21	12,57	6980	2302	36715	5,26	50055	112053	4127
236	70,0	23,25	12,57	22201	4652	55898	2,52	50055	112053	12550
400	70,0	23,25	12,57	50921	6575	56246	1,10	50055	112053	24028

SISMICO								STAFFE	diam. [mm]	passo [cm]
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>t</sub>	M <sub>s,d</sub>	N <sub>s,d</sub>	K <sub>a</sub>	Mu	Vrsd	Vrcd	Vsd
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm	>1,00	daN	daN	daN
18	30	15,21	12,57	6265	2089	14254	2,28	19299	43203	3440
36	70,0	15,21	12,57	6913	2302	36715	5,31	50055	112053	3669
236	70,0	23,25	12,57	18975	4652	55898	2,95	50055	112053	9174
400	70,0	23,25	12,57	40784	6575	56246	1,38	50055	112053	17760

SLE				FREQUENTE		RARA	
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>t</sub>	Mcr	esm	wk<0,3	$\sigma_c$ <210
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	mm	mm	daN/cm <sup>2</sup>
18	30	15,21	12,57	3905	-	12	1
36	70,0	15,21	12,57	15376	-	52	1
236	70,0	23,25	12,57	18908	0	4466	8
400	70,0	23,25	12,57	18908	-	18098	26

QUASI PERMANENTE			
Me	esm-ecm	wk<0,2	$\sigma_c$ <157,5
daNm	mm	mm	daN/cm <sup>2</sup>
8	-	Mcr>Me	1
35	-	Mcr>Me	1
3750	-	Mcr>Me	5
16049	-	Mcr>Me	18

4b)	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLU</u>	10 Φ 6	$M_u / M_d$	1,73
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO</u>		$M_u / M_d$	2,26
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE RARA</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	44	< $\sigma_c$ lim 210
		$\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	1.618	< $\sigma_s$ lim 3520
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE FREQUENTE</u>	Mcr [daNm]	78	> Me 49
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE QUASI PERMANENTE</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	37	< $\sigma_c$ lim 157,5
		Mcr [daNm]	78	> Me 47

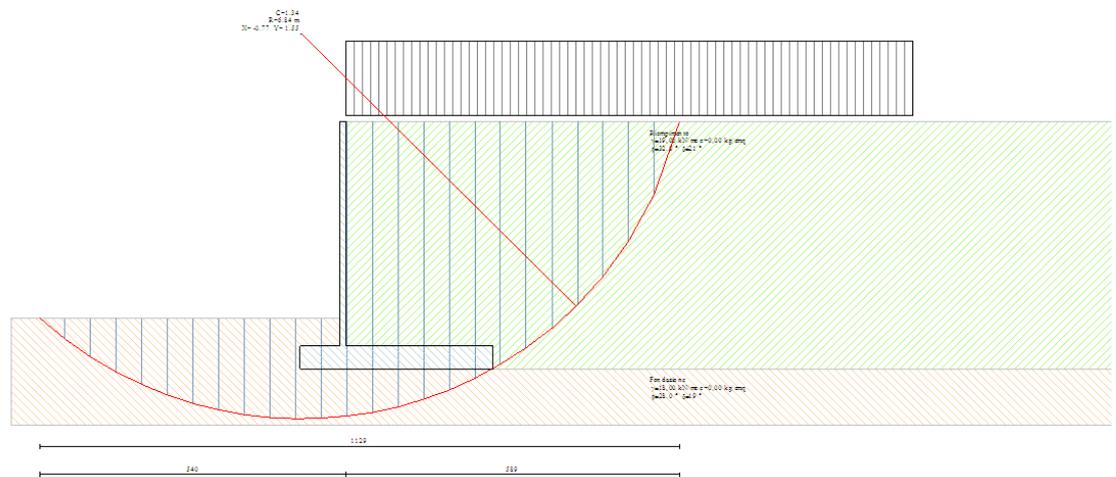
**VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE MURO-TERRENO ( H=4.40m)**

**Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati**

*Simbologia adottata*

C Identificativo della combinazione  
 Tipo Tipo combinazione  
 Sisma Combinazione sismica  
 CS<sub>STAB</sub> Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS <sub>STAB</sub>
4	STAB - [1]	--	1,34
11	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1,45
12	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1,45



**Geometria muro e fondazione**

Descrizione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	4,00 [m]
Spessore in sommità	0,10 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,10 [m]
Inclinazione paramento esterno	0,00 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	2,50 [m]
Spessore rivestimento	0,30 [m]
Peso sp. rivestimento	25,0000 [kN/mc]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,70 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2,60 [m]
Lunghezza totale fondazione	3,40 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,40 [m]
Spessore magrone	0,20 [m]

Contrafforti

Altezza contrafforti	4,00 [m]
Spessore contrafforti	0,15 [m]
Larghezza in sommità	0,20 [m]
Larghezza alla base	0,70 [m]
Interasse contrafforti	1,50 [m]
Numero contrafforti	2
Posizione :	Monte
Disposizione :	Sfalsati

### Materiali utilizzati per la struttura

<i>Calcestruzzo</i>	
Peso specifico	24,517 [kN/mc]
Resistenza caratteristica a compressione $R_{bk}$	250,0 [kg/cmq]
<i>Acciaio</i>	
Tipo	FeB44K

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### *Simbologia adottata e sistema di riferimento*

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto  
 X ascissa del punto espressa in [m]  
 Y ordinata del punto espressa in [m]  
 A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	20,00	0,00	0,00

### Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,50	[m]

### Descrizione terreni

#### *Simbologia adottata*

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cmq]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kg/cmq]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Riempimento	19,00	19,00	32,00	21,33	0,000	0,000
Fondazione	18,00	18,00	28,00	18,67	0,000	0,000

### Stratigrafia

Terreno spingente:	Riempimento
Terreno di fondazione:	Fondazione

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 4

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,77 Y[m]= 1,55

Raggio del cerchio R[m]= 6,84

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5,40

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 5,89

Larghezza della striscia dx[m]= 0,45

Coefficiente di sicurezza C= 1,34

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	1766.70	70.84	1668.88	1.38	26.56	0.000	0.000
2	2698.64	61.42	2369.85	0.94	26.56	0.000	0.000
3	3335.86	54.22	2706.42	0.77	26.56	0.000	0.000
4	3830.87	48.15	2853.53	0.68	26.56	0.000	0.000
5	4234.19	42.73	2873.32	0.62	26.56	0.000	0.000
6	4569.95	37.76	2798.63	0.57	26.56	0.000	0.000
7	4851.98	33.11	2650.33	0.54	26.56	0.000	0.000
8	5158.36	28.69	2476.54	0.51	24.14	0.000	0.000
9	5377.33	24.46	2226.13	0.50	23.04	0.000	0.000
10	5532.65	20.36	1924.68	0.48	23.04	0.000	0.000
11	5657.64	16.37	1594.19	0.47	23.04	0.000	0.000
12	5754.37	12.46	1241.11	0.46	23.04	0.000	0.000
13	5824.32	8.60	871.27	0.46	23.04	0.000	0.000
14	2736.81	4.79	228.53	0.45	23.04	0.000	0.000
15	1612.86	1.00	28.09	0.45	23.04	0.000	0.000
16	1516.11	-2.79	-73.79	0.45	23.04	0.000	0.000
17	1485.35	-6.59	-170.46	0.45	23.04	0.000	0.000
18	1429.28	-10.42	-258.48	0.46	23.04	0.000	0.000
19	1347.13	-14.30	-332.66	0.47	23.04	0.000	0.000
20	1237.68	-18.24	-387.44	0.48	23.04	0.000	0.000
21	1099.22	-22.28	-416.76	0.49	23.04	0.000	0.000
22	929.37	-26.44	-413.80	0.50	23.04	0.000	0.000
23	721.02	-30.76	-368.71	0.53	25.79	0.000	0.000
24	463.84	-35.28	-267.88	0.55	26.56	0.000	0.000
25	157.73	-40.07	-101.53	0.59	26.56	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 719,1259$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 252,2308$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 326,3943$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.86$

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 11

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,39 Y[m]= 1,55

Raggio del cerchio R[m]= 6,66

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4,74

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6,09

Larghezza della striscia dx[m]= 0,43

Coefficiente di sicurezza C= 1.45

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha$ (°)	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	516.89	70.61	487.58	1.31	26.56	0.000	0.000
2	1367.59	61.41	1200.88	0.91	26.56	0.000	0.000
3	1954.68	54.31	1587.66	0.74	26.56	0.000	0.000
4	2412.19	48.31	1801.34	0.65	26.56	0.000	0.000
5	2785.80	42.96	1898.37	0.59	26.56	0.000	0.000
6	3097.48	38.04	1908.67	0.55	26.56	0.000	0.000
7	3359.90	33.44	1851.29	0.52	26.56	0.000	0.000
8	3581.10	29.07	1739.76	0.50	26.56	0.000	0.000
9	3854.28	24.88	1621.31	0.48	23.29	0.000	0.000
10	4006.70	20.82	1424.38	0.46	23.04	0.000	0.000
11	4125.04	16.88	1197.72	0.45	23.04	0.000	0.000
12	4217.54	13.02	949.85	0.44	23.04	0.000	0.000
13	4285.59	9.21	686.03	0.44	23.04	0.000	0.000
14	4330.14	5.45	411.12	0.44	23.04	0.000	0.000
15	2518.38	1.71	75.08	0.43	23.04	0.000	0.000
16	1408.32	-2.02	-49.74	0.43	23.04	0.000	0.000
17	1289.02	-5.77	-129.48	0.44	23.04	0.000	0.000
18	1242.69	-9.53	-205.77	0.44	23.04	0.000	0.000
19	1172.89	-13.34	-270.61	0.45	23.04	0.000	0.000
20	1078.65	-17.21	-319.13	0.45	23.04	0.000	0.000
21	958.57	-21.16	-346.05	0.46	23.04	0.000	0.000
22	810.56	-25.22	-345.43	0.48	23.61	0.000	0.000
23	625.44	-29.43	-307.30	0.50	26.56	0.000	0.000
24	400.99	-33.81	-223.16	0.52	26.56	0.000	0.000
25	134.77	-38.44	-83.79	0.55	26.56	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 544,6230$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 162,4063$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 246,7405$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.02$

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 12

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

*c* coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]  
*b* larghezza della striscia espressa in [m]  
*u* pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,77 Y[m]= 1,94

Raggio del cerchio R[m]= 7,18

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -5,48

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6,14

Larghezza della striscia dx[m]= 0,46

Coefficiente di sicurezza C= 1.45

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	543.81	68.95	507.51	1.29	26.56	0.000	0.000
2	1454.42	60.28	1263.16	0.94	26.56	0.000	0.000
3	2103.34	53.42	1689.12	0.78	26.56	0.000	0.000
4	2614.41	47.56	1929.36	0.69	26.56	0.000	0.000
5	3033.83	42.30	2041.78	0.63	26.56	0.000	0.000
6	3384.68	37.45	2058.25	0.59	26.56	0.000	0.000
7	3680.50	32.90	1999.41	0.55	26.56	0.000	0.000
8	3968.64	28.58	1898.62	0.53	25.31	0.000	0.000
9	4235.30	24.43	1751.65	0.51	23.04	0.000	0.000
10	4399.92	20.41	1534.56	0.50	23.04	0.000	0.000
11	4533.01	16.50	1287.21	0.48	23.04	0.000	0.000
12	4636.70	12.66	1016.19	0.48	23.04	0.000	0.000
13	4712.52	8.88	727.45	0.47	23.04	0.000	0.000
14	3207.32	5.14	287.28	0.47	23.04	0.000	0.000
15	1631.04	1.42	40.41	0.47	23.04	0.000	0.000
16	1521.37	-2.29	-60.88	0.47	23.04	0.000	0.000
17	1492.53	-6.02	-156.44	0.47	23.04	0.000	0.000
18	1437.49	-9.77	-243.81	0.47	23.04	0.000	0.000
19	1355.54	-13.56	-317.75	0.48	23.04	0.000	0.000
20	1245.52	-17.41	-372.67	0.49	23.04	0.000	0.000
21	1105.82	-21.35	-402.54	0.50	23.04	0.000	0.000
22	934.16	-25.39	-400.60	0.51	23.04	0.000	0.000
23	722.71	-29.58	-356.77	0.53	26.10	0.000	0.000
24	463.03	-33.95	-258.60	0.56	26.56	0.000	0.000
25	155.18	-38.56	-96.73	0.59	26.56	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 574,4116$  [kN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 170,2967$  [kN]

$\Sigma W_i \tan\phi_i = 259,3847$  [kN]

$\Sigma \tan\alpha_i \tan\phi_i = 3.75$

## ALLEGATO C

Sezione 3 H=5.50m

**RELAZIONE TECNICA PER MURO DI SOSTEGNO PREFABBRICATO** **H = 5,50 m**

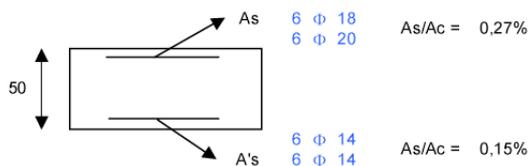
Approccio **2** Muro Tipo **T**

1 DATI DI PROGETTO					
1a)	<b>Dati geotecnici</b>				
	Angolo di attrito interno	gradi	$\phi$	32	
	Peso specifico	daN / m3	$\gamma$	1.900	
	Angolo di attrito terra - muro (valore prudenziale)	gradi	$\delta$	21	
	Angolo di inclinazione piano di campagna	gradi	$\epsilon$	0	
1b)	<b>Carichi agenti</b>				
	Sovraccarico variabile stradale / ferroviario	daN / m2	qa	2.000	
	Sovraccarico permanente	daN / m2	qp	0	
	Forza orizzontale in testa variabile (positivo tende lato monte)	daN / elemento	fv	1.263	
	Forza orizzontale in testa eccezionale (positivo tende lato monte)	daN / elemento	fe	2.500	
1c)	<b>Dati sismici</b>				
	Classe d'Uso		III	SLV	
	Vita Nominale	anni	Vn	50	
	Periodo di Riferimento	anni	Vr	75	
	Tempo di Ritorno	anni	Tr	712	
	Accelerazione orizzontale massima su un sito rigido	[g]	ag(g)	0,142	
	Categoria sottosuolo			B	
	Categoria topografica			T1	
	Fattore di amplificazione stratigrafica		Ss	1,20	
	Fattore di amplificazione topografica		St	1,00	
	1d)	<b>Morfologia del muro</b>			
		Altezza del muro	m	h1	5,50
		Distanza tra il punto di ribaltamento e il baricentro dell'elemento prefabbricato	m	X <sub>G</sub>	1,33
		Distanza tra il baricentro del pannello e la soletta	m		0,23
		Peso elemento prefabbricato	daN	P	6.000
Angolo di inclinazione parete prefabbricato rispetto l'orizzontale		gradi	b	90	
Larghezza elemento prefabbricato		m	b1	2,50	
Dimensione appoggio muro		m	appoggio	1,10	
Altezza sezione in sommità (tratto a sezione costante)		m		0,30	
Pendenza nervatura		m	pendenza	20%	
Larghezza nervatura / e		m	s	0,36	
Spessore soletta		m	sol	0,10	
1e)	<b>Morfologia della fondazione</b>				
	Spessore massimo soletta di fondazione	m	h2	0,50	
	Spessore minimo soletta di fondazione lato monte	m	h3	0,50	
	Spessore minimo soletta di fondazione lato valle	m	h4	0,50	
	Larghezza fondazione	m	l	4,10	
	Dimensione sbalzo anteriore	m	sbalzo	1,10	
	Larghezza suola fondazione a monte	m	l1	2,90	
	Larghezza suola fuori nervatura	m	fo	2,00	
	Larghezza sottofondazione	m	lf	0,00	
	Altezza sottofondazione	m	hf	0,00	
	Sbalzo a valle sottofondazione	m	sbf	0,00	
	1f)	<b>Dati geotecnici terreno di fondazione</b>			
Angolo di attrito interno		gradi	$\phi$	28	
Peso specifico		daN / m3	$\gamma$	1.800	
Coesione		daN / cm2	c	0	
Ricoprimento fondazione a valle		m	hr	0,70	

**2 VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE**

2a)	<b>Verifica a traslazione</b>	combinazione dimensionante	A1+M1	$k_T$	1,32	> 1,10
2b)	<b>Verifica a ribaltamento</b>	combinazione dimensionante	EQ	$k_R$	2,10	> 1,00
2c)	<b>Verifica a capacità portante</b>	combinazione dimensionante	A1+M1	$k_P$	1,52	> 1,40
				$\sigma_{Tmax}$	1,59	daN / cm2
				$\sigma_{Tmin}$	0,24	daN / cm2

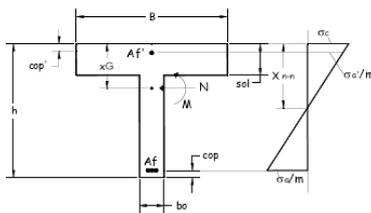
**3 VERIFICHE FONDAZIONE**



3a)	<u>Verifica fondazione di monte SLU (sezione d'incastro)</u>	$M_u / M_d$	1,14
	<u>Verifica fondazione di monte SISMICO (sezione d'incastro)</u>	$M_u / M_d$	2,47
3b)	<u>Verifica fondazione di valle SLU (sezione d'incastro)</u>	$M_u / M_d$	1,47
	<u>Verifica fondazione di valle SISMICO (sezione d'incastro)</u>	$M_u / M_d$	2,29
3c)	<u>Verifica fondazione di monte SLE RARA (sezione d'incastro)</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	7 < $\sigma_c$ lim 150
		$\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	313 < $\sigma_s$ lim 3520
	<u>Verifica fondazione di monte SLE FREQUENTE (sezione d'incastro)</u>	Mcr [daNm]	22.199 > Me 1971,47
	<u>Verifica fondazione di monte SLE QUASI PERMANENTE (sezione d'incastro)</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	1 < $\sigma_c$ lim 112,5
		Mcr [daNm]	22.199 > Me 916,828

**4 VERIFICHE PREFABBRICATO :**

4a) Verifica prefabbricato



Af'	4	Φ 22		
Af 1	4	Φ 22		
Af 2	4	Φ 22	L 2	4,00 m
Af 3	4	Φ 16	L 3	2,18 m
Af 4	0	Φ 0	L 4	0,00 m
Af 5	0	Φ 0	L 5	0,00 m

SLU							Ka		STAFFE	diam. [mm]	passo [cm]
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>t</sub>	Ms <sub>d</sub>	Ns <sub>d</sub>	Mu	Mu/Ms <sub>d</sub>	Vrsd	Vrcd	Vsd	
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm	>1,00	daN	daN	daN	
136	30	15,21	15,21	12554	3512	14369	1,14	19299	43203	7569	
159	31,8	15,21	15,21	14333	3784	15376	1,07	20691	46319	8566	
318	63,6	23,25	15,21	34246	5694	50413	1,47	45158	101092	17778	
500	100,0	23,25	15,21	78917	7875	83095	1,05	73121	163691	33079	

SISMICO							Ka		STAFFE	diam. [mm]	passo [cm]
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>t</sub>	Ms <sub>d</sub>	Ns <sub>d</sub>	Mu	Mu/Ms <sub>d</sub>	Vrsd	Vrcd	Vsd	
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm	>1,00	daN	daN	daN	
136	30	15,21	15,21	11570	3512	14369	1,24	19299	43203	5770	
159	31,8	15,21	15,21	12973	3784	15376	1,19	20691	46319	6437	
318	63,6	23,25	15,21	28243	5694	50413	1,78	45158	101092	13081	
500	100,0	23,25	15,21	62508	7875	83095	1,33	73121	163691	24913	

SLE					FREQUENTE		RARA			
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>t</sub>	Mcr	esm	Me	esm	wk < 0,3	$\sigma_c < 210$	$\sigma_s < 3520$
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	mm	daNm	mm	mm	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>
136	30	15,21	15,21	3803	-	1110	-	Mcr > Me	10	370
159	31,8	15,21	15,21	4189	-	1628	-	Mcr > Me	12	521
318	63,6	23,25	15,21	16084	0	9778	-	Mcr > Me	17	957
500	100,0	23,25	15,21	32113	119	33356	0,00	0,06	26	1857

QUASI PERMANENTE			
Me	esm=esm	wk < 0,2	$\sigma_c < 157,5$
daNm	mm	mm	daN/cm <sup>2</sup>
872	-	Mcr > Me	5
1303	-	Mcr > Me	6
8481	-	Mcr > Me	12
30154	-	Mcr > Me	19

4b)	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLU</u>	10	Φ 6	$M_u / M_d$	1,46
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO</u>			$M_u / M_d$	1,86
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE RARA</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	52 < $\sigma_c$ lim 210		
		$\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	1.932 < $\sigma_s$ lim 3520		
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE FREQUENTE</u>	Mcr [daNm]	98 > Me 75		
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE QUASI PERMANENTE</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	46 < $\sigma_c$ lim 157,5		
		Mcr [daNm]	98 > Me 72		

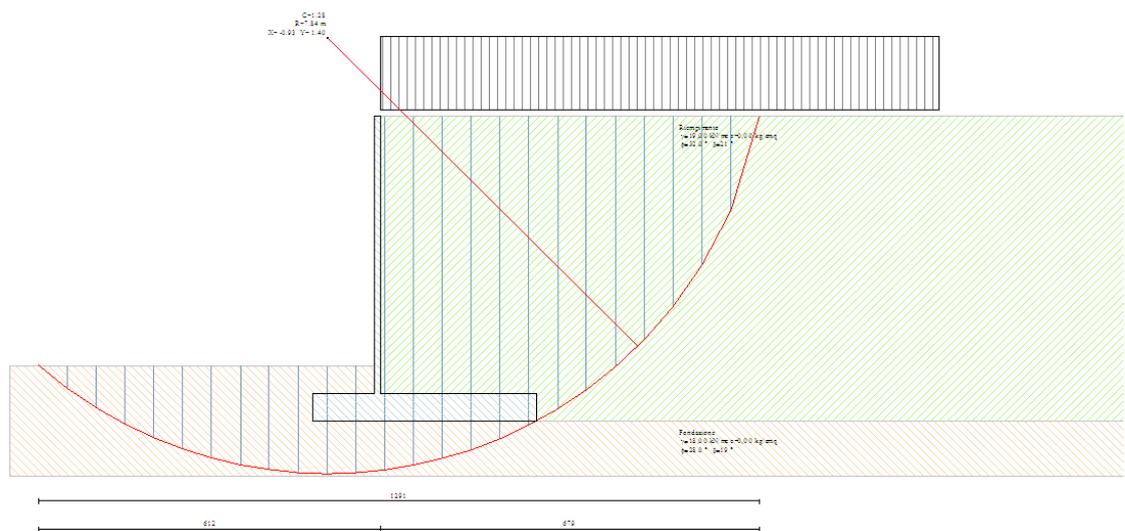
## VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE MURO-TERRENO ( H=5.50m)

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

*Simbologia adottata*

C Identificativo della combinazione  
 Tipo Tipo combinazione  
 Sisma Combinazione sismica  
 CS<sub>STAB</sub> Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS <sub>STAB</sub>
4	STAB - [1]	--	1,28
11	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1,35
12	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1,34



### Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	5,00 [m]
Spessore in sommità	0,10 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,10 [m]
Inclinazione paramento esterno	0,00 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	2,50 [m]
Spessore rivestimento	0,30 [m]
Peso sp. rivestimento	25,0000 [kN/mc]
<b>Fondazione</b>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	1,10 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	2,80 [m]
Lunghezza totale fondazione	4,00 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,50 [m]
Spessore magrone	0,20 [m]

### Contrafforti

Altezza contrafforti	5,00 [m]
Spessore contrafforti	0,15 [m]
Larghezza in sommità	0,20 [m]
Larghezza alla base	0,90 [m]
Interasse contrafforti	1,50 [m]
Numero contrafforti	2
Posizione :	Monte
Disposizione :	Sfalsati

## Materiali utilizzati per la struttura

<i>Calcestruzzo</i>	
Peso specifico	24,517 [kN/mc]
Resistenza caratteristica a compressione $R_{bk}$	250,0 [kg/cmq]
<i>Acciaio</i>	
Tipo	FeB44K

## Geometria profilo terreno a monte del muro

### *Simbologia adottata e sistema di riferimento*

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto  
 X ascissa del punto espressa in [m]  
 Y ordinata del punto espressa in [m]  
 A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	20,00	0,00	0,00

## Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,50	[m]

## Descrizione terreni

### *Simbologia adottata*

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cmq]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kg/cmq]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Riempimento	19,00	19,00	32,00	21.33	0,000	0,000
Fondazione	18,00	18,00	28,00	18.67	0,000	0,000

## Stratigrafia

Terreno spingente:	Riempimento
Terreno di fondazione:	Fondazione

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 4

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

### Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,93 Y[m]= 1,40

Raggio del cerchio R[m]= 7,84

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6,12

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 6,79

Larghezza della striscia dx[m]= 0,52

Coefficiente di sicurezza C= 1.28

Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha$ (°)	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	2217.07	73.07	2120.94	1.77	26.56	0.000	0.000
2	3564.63	62.65	3166.28	1.12	26.56	0.000	0.000
3	4436.07	55.24	3644.28	0.91	26.56	0.000	0.000
4	5105.74	49.05	3856.22	0.79	26.56	0.000	0.000
5	5648.98	43.57	3893.32	0.71	26.56	0.000	0.000
6	6100.43	38.55	3801.93	0.66	26.56	0.000	0.000
7	6479.56	33.87	3610.97	0.62	26.56	0.000	0.000
8	6837.27	29.43	3359.67	0.59	25.67	0.000	0.000
9	7201.58	25.18	3064.15	0.57	23.04	0.000	0.000
10	7411.84	21.08	2665.31	0.55	23.04	0.000	0.000
11	7582.03	17.08	2227.05	0.54	23.04	0.000	0.000
12	7714.99	13.17	1757.94	0.53	23.04	0.000	0.000
13	7812.79	9.32	1265.65	0.52	23.04	0.000	0.000
14	4076.27	5.52	391.87	0.52	23.04	0.000	0.000
15	2046.47	1.73	61.96	0.52	23.04	0.000	0.000
16	1962.63	-2.04	-69.84	0.52	23.04	0.000	0.000
17	1853.55	-5.82	-188.03	0.52	23.04	0.000	0.000
18	1787.08	-9.63	-298.99	0.52	23.04	0.000	0.000
19	1686.90	-13.48	-393.33	0.53	23.04	0.000	0.000
20	1551.57	-17.40	-463.98	0.54	23.04	0.000	0.000
21	1379.01	-21.40	-503.21	0.55	23.04	0.000	0.000
22	1166.33	-25.52	-502.45	0.57	23.04	0.000	0.000
23	904.25	-29.78	-449.13	0.59	25.94	0.000	0.000
24	580.96	-34.24	-326.85	0.62	26.56	0.000	0.000
25	196.52	-38.94	-123.52	0.66	26.56	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 954,2464$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 348,8107$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 435,2473$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.35$

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 11

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,93 Y[m]= 1,87

Raggio del cerchio R[m]= 8,26

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6,20

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7,12

Larghezza della striscia dx[m]= 0,53

Coefficiente di sicurezza C= 1.35

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha$ (°)	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	798.61	70.99	755.04	1.64	26.56	0.000	0.000
2	2108.05	61.69	1855.92	1.12	26.56	0.000	0.000
3	3006.01	54.59	2450.12	0.92	26.56	0.000	0.000
4	3705.30	48.60	2779.55	0.81	26.56	0.000	0.000
5	4276.47	43.27	2931.03	0.73	26.56	0.000	0.000
6	4753.31	38.37	2950.34	0.68	26.56	0.000	0.000
7	5155.23	33.78	2866.51	0.64	26.56	0.000	0.000
8	5494.59	29.43	2700.09	0.61	26.56	0.000	0.000
9	5909.01	25.26	2521.95	0.59	23.44	0.000	0.000
10	6150.20	21.24	2227.58	0.57	23.04	0.000	0.000
11	6333.56	17.31	1884.88	0.56	23.04	0.000	0.000
12	6477.88	13.47	1509.44	0.55	23.04	0.000	0.000
13	6585.31	9.70	1109.16	0.54	23.04	0.000	0.000
14	4839.47	5.96	502.56	0.54	23.04	0.000	0.000
15	2057.24	2.25	80.78	0.53	23.04	0.000	0.000
16	1997.41	-1.45	-50.56	0.53	23.04	0.000	0.000
17	1868.11	-5.16	-167.93	0.54	23.04	0.000	0.000
18	1803.82	-8.89	-278.65	0.54	23.04	0.000	0.000
19	1704.53	-12.65	-373.40	0.55	23.04	0.000	0.000
20	1568.89	-16.48	-445.01	0.56	23.04	0.000	0.000
21	1394.93	-20.38	-485.77	0.57	23.04	0.000	0.000
22	1179.92	-24.38	-487.12	0.59	23.04	0.000	0.000
23	913.77	-28.52	-436.28	0.61	26.20	0.000	0.000
24	586.83	-32.83	-318.10	0.63	26.56	0.000	0.000
25	199.29	-37.35	-120.91	0.67	26.56	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 793,0543$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 254,5964$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 360,4019$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.21$

**Stabilità globale muro + terreno**

Combinazione n° 12

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

*c* coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]  
*b* larghezza della striscia espressa in [m]  
*u* pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,93 Y[m]= 1,87

Raggio del cerchio R[m]= 8,26

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6,20

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7,12

Larghezza della striscia dx[m]= 0,53

Coefficiente di sicurezza C= 1.34

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	798.61	70.99	755.04	1.64	26.56	0.000	0.000
2	2108.05	61.69	1855.92	1.12	26.56	0.000	0.000
3	3006.01	54.59	2450.12	0.92	26.56	0.000	0.000
4	3705.30	48.60	2779.55	0.81	26.56	0.000	0.000
5	4276.47	43.27	2931.03	0.73	26.56	0.000	0.000
6	4753.31	38.37	2950.34	0.68	26.56	0.000	0.000
7	5155.23	33.78	2866.51	0.64	26.56	0.000	0.000
8	5494.59	29.43	2700.09	0.61	26.56	0.000	0.000
9	5909.01	25.26	2521.95	0.59	23.44	0.000	0.000
10	6150.20	21.24	2227.58	0.57	23.04	0.000	0.000
11	6333.56	17.31	1884.88	0.56	23.04	0.000	0.000
12	6477.88	13.47	1509.44	0.55	23.04	0.000	0.000
13	6585.31	9.70	1109.16	0.54	23.04	0.000	0.000
14	4839.47	5.96	502.56	0.54	23.04	0.000	0.000
15	2057.24	2.25	80.78	0.53	23.04	0.000	0.000
16	1997.41	-1.45	-50.56	0.53	23.04	0.000	0.000
17	1868.11	-5.16	-167.93	0.54	23.04	0.000	0.000
18	1803.82	-8.89	-278.65	0.54	23.04	0.000	0.000
19	1704.53	-12.65	-373.40	0.55	23.04	0.000	0.000
20	1568.89	-16.48	-445.01	0.56	23.04	0.000	0.000
21	1394.93	-20.38	-485.77	0.57	23.04	0.000	0.000
22	1179.92	-24.38	-487.12	0.59	23.04	0.000	0.000
23	913.77	-28.52	-436.28	0.61	26.20	0.000	0.000
24	586.83	-32.83	-318.10	0.63	26.56	0.000	0.000
25	199.29	-37.35	-120.91	0.67	26.56	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 793,0543$  [kN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 254,5964$  [kN]

$\Sigma W_i \tan\phi_i = 360,4019$  [kN]

$\Sigma \tan\alpha_i \tan\phi_i = 4.21$

## ALLEGATO D

Sezione 4 H=6.60m

**RELAZIONE TECNICA PER MURO DI SOSTEGNO PREFABBRICATO** **H = 6,60 m**

Approccio **2** Muro Tipo **T**

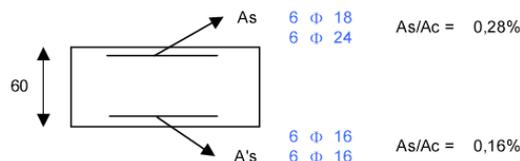
**1 DATI DI PROGETTO**

<b>1a)</b>	<b>Dati geotecnici</b>			
	Angolo di attrito interno	gradi	$\phi$	32
	Peso specifico	daN / m3	$\gamma$	1.900
	Angolo di attrito terra - muro (valore prudenziale)	gradi	$\delta$	21
	Angolo di inclinazione piano di campagna	gradi	$\epsilon$	0
	Coesione	daN / cm2	c	0
<b>1b)</b>	<b>Carichi agenti</b>			
	Sovraccarico variabile stradale / ferroviario	daN / m2	qa	2.000
	Sovraccarico permanente	daN / m2	qp	0
	Forza orizzontale in testa variabile (positivo tende lato monte)	daN / elemento	fv	1.263
	Forza orizzontale in testa eccezionale (positivo tende lato monte)	daN / elemento	fe	2.500
	Sovraccarico sulla fondazione a monte	daN / m2	q1	0
	Momento in testa variabile (positivo tende lato monte)	daNm / elemento	momv	3.156
	Momento in testa eccezionale (positivo tende lato monte)	daNm / elemento	mome	2.500
	Forza verticale in testa (positivo di compressione)	daN / elemento	N	1.875
	Braccio di N rispetto al paramento verticale (positivo verso nervature)	m	braccio	0,35
<b>1c)</b>	<b>Dati sismici</b>			
	Classe d'Uso		SLV	
	Vita Nominale	anni	Cu	1,5
	Periodo di Riferimento	anni	Vn	50
	Tempo di Ritorno	anni	Vr	75
	Accelerazione orizzontale massima su un sito rigido	[g]	Tr	712
	Categoria sottosuolo		ag(g)	0,142
	Categoria topografica			B
	Fattore di amplificazione stratigrafica		Ss	1,20
	Fattore di amplificazione topografica		St	1,00
<b>1d)</b>	<b>Morfologia del muro</b>			
	Altezza del muro	m	h1	6,60
	Distanza tra il punto di ribaltamento e il baricentro dell'elemento prefabbricato	m	X <sub>G</sub>	1,37
	Distanza tra il baricentro del pannello e la soletta	m		0,27
	Peso elemento prefabbricato	daN	P	7.600
	Angolo di inclinazione parete prefabbricato rispetto l'orizzontale	gradi	b	90
	Larghezza elemento prefabbricato	m	b1	2,50
	Dimensione appoggio muro	m	appoggio	1,32
	Altezza sezione in sommità (tratto a sezione costante)	m		0,70
	Pendenza nervatura	m	pendenza	20%
	Larghezza nervatura / e	m	s	0,36
	Spessore soletta	m	sol	0,10
<b>1e)</b>	<b>Morfologia della fondazione</b>			
	Spessore massimo soletta di fondazione	m	h2	0,60
	Spessore minimo soletta di fondazione lato monte	m	h3	0,60
	Spessore minimo soletta di fondazione lato valle	m	h4	0,60
	Larghezza fondazione	m	l	4,60
	Dimensione sbalzo anteriore	m	sbalzo	1,10
	Larghezza suola fondazione a monte	m	l1	3,40
	Larghezza suola fuori nervatura	m	fo	2,30
	Larghezza sottofondazione	m	lf	0,00
	Altezza sottofondazione	m	hf	0,00
	Sbalzo a valle sottofondazione	m	sbf	0,00
<b>1f)</b>	<b>Dati geotecnici terreno di fondazione</b>			
	Angolo di attrito interno	gradi	$\phi$	28
	Peso specifico	daN / m3	$\gamma$	1.800
	Coesione	daN / cm2	c	0
	Ricoprimento fondazione a valle	m	hr	0,70

**2 VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE**

<b>2a)</b>	<b>Verifica a traslazione</b>	combinazione dimensionante	A1+M1	$k_T$	1,37	> 1,10
<b>2b)</b>	<b>Verifica a ribaltamento</b>	combinazione dimensionante	EQ	$k_R$	2,17	> 1,00
<b>2c)</b>	<b>Verifica a capacità portante</b>	combinazione dimensionante	A1+M1	$k_P$	1,41	> 1,40
				$\sigma_{Tmax}$	1,94	daN / cm2
				$\sigma_{Tmin}$	0,31	daN / cm2

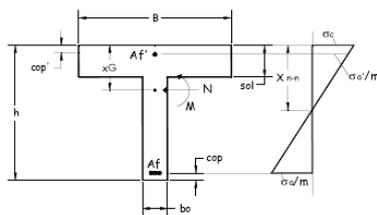
**3 VERIFICHE FONDAZIONE**



3a)	<u>Verifica fondazione di monte SLU (sezione d'incastro)</u> <u>Verifica fondazione di monte SISMICO (sezione d'incastro)</u>	$M_u / M_d$ $M_u / M_d$	1,13 2,12
3b)	<u>Verifica fondazione di valle SLU (sezione d'incastro)</u> <u>Verifica fondazione di valle SISMICO (sezione d'incastro)</u>	$M_u / M_d$ $M_u / M_d$	1,90 2,76
3c)	<u>Verifica fondazione di monte SLE RARA (sezione d'incastro)</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	10 < $\sigma_c$ lim 150 467 < $\sigma_s$ lim 3520
	<u>Verifica fondazione di monte SLE FREQUENTE (sezione d'incastro)</u>	Mcr [daNm]	32.384 > Me 6256,82
	<u>Verifica fondazione di monte SLE QUASI PERMANENTE (sezione d'incastro)</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] Mcr [daNm]	5 < $\sigma_c$ lim 112,5 32.384 > Me 4606,13

**4 VERIFICHE PREFABBRICATO :**

4a) Verifica prefabbricato



Af'	4	Φ 22	
Af 1	4	Φ 22	
Af 2	4	Φ 24	L 2 3,10 m
Af 3	4	Φ 16	L 3 2,01 m
Af 4	4	Φ 16	L 4 0,92 m
Af 5	0	Φ 0	L 5 0,00 m

SLU								STAFFE	diam. [mm]	passo [cm]	
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>c</sub>	M <sub>S<sub>u</sub></sub>	N <sub>S<sub>u</sub></sub>	K <sub>a</sub>	Mu	Mu/M <sub>S<sub>u</sub></sub>	V <sub>rsd</sub>	V <sub>rcd</sub>	V <sub>sd</sub>
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm		>1,00	daN	daN	daN
327	70	15,21	15,21	35843	6020	37366	1,04	49978	111881	18417	
355	70,9	18,10	15,21	41024	6365	44791	1,09	50681	113454	20425	
409	81,8	26,14	15,21	53100	7056	74654	1,41	59068	132230	24786	
518	103,6	34,18	15,21	84997	8438	125291	1,47	75842	169781	34884	
600	120,0	34,18	15,21	116708	9474	146954	1,26	88422	197944	43662	

SISMICO								STAFFE	diam. [mm]	passo [cm]	
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>c</sub>	M <sub>S<sub>u</sub></sub>	N <sub>S<sub>u</sub></sub>	K <sub>a</sub>	Mu	Mu/M <sub>S<sub>u</sub></sub>	V <sub>rsd</sub>	V <sub>rcd</sub>	V <sub>sd</sub>
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm		>1,00	daN	daN	daN
327	70	15,21	15,21	29937	6020	37366	1,25	49978	111881	13823	
355	70,9	18,10	15,21	33972	6365	44791	1,32	50681	113454	15365	
409	81,8	26,14	15,21	43389	7056	74654	1,72	59068	132230	18752	
518	103,6	34,18	15,21	68380	8438	125291	1,83	75842	169781	26746	
600	120,0	34,18	15,21	93388	9474	146954	1,57	88422	197944	33809	

SLE					FREQUENTE			RARA		
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>c</sub>	K <sub>a</sub>	Me	εsm	wk<0.3	σ <sub>c</sub> <210	σ <sub>s</sub> <3520	
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	mm	daNm	mm	daN/cm <sup>2</sup>	daN/cm <sup>2</sup>	
327	70	15,21	15,21	15059	-	10536	-	Mcr>Me 18	1385	
355	70,9	18,10	15,21	16674	-	13060	-	Mcr>Me 20	1421	
409	81,8	26,14	15,21	25041	0	19239	-	Mcr>Me 21	1220	
518	103,6	34,18	15,21	40963	0	36806	-	Mcr>Me 25	1340	
600	120,0	34,18	15,21	50822	111	55319	0,00	0,06	29	1689

QUASI PERMANENTE			
Me	εsm=εcm	wk	σ <sub>c</sub> <157,5
daNm	mm	mm	daN/cm <sup>2</sup>
9164	-	Mcr>Me	12
11451	-	Mcr>Me	14
17096	-	Mcr>Me	15
33368	-	Mcr>Me	19
50709	-	Mcr>Me	23

4b)	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLU</u> <u>Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO</u>	10 Φ 6	$M_u / M_d$ $M_u / M_d$	1,26 1,56
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE RARA</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] $\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	61 < $\sigma_c$ lim 210 2.255 < $\sigma_s$ lim 3520	
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE FREQUENTE</u>	Mcr [daNm]	117 > Me 106	
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE QUASI PERMANENTE</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ] Mcr [daNm]	54 < $\sigma_c$ lim 157,5 117 > Me 103	

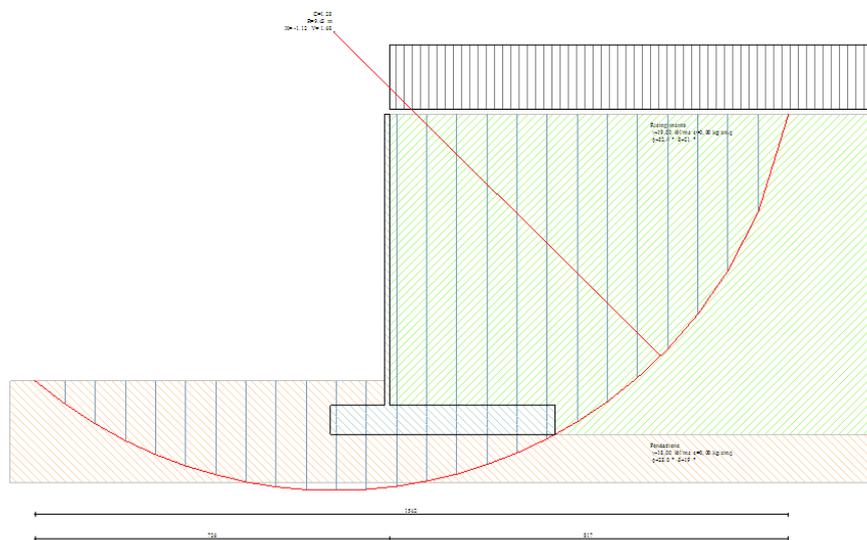
## VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE MURO-TERRENO ( H=6.60m)

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

*Simbologia adottata*

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
<i>CS<sub>STAB</sub></i>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b>CS<sub>Stab</sub></b>
4	STAB - [1]	--	1,28
11	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1,31
12	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1,31



### Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	6,00 [m]
Spessore in sommità	0,10 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,10 [m]
Inclinazione paramento esterno	0,00 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	2,50 [m]
Spessore rivestimento	0,30 [m]
Peso sp. rivestimento	25,0000 [kN/mc]
<b>Fondazione</b>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	1,10 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	3,40 [m]
Lunghezza totale fondazione	4,60 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,60 [m]
Spessore magrone	0,20 [m]

Contrafforti

Altezza contrafforti	6,00 [m]
Spessore contrafforti	0,15 [m]
Larghezza in sommità	0,20 [m]
Larghezza alla base	1,10 [m]
Interasse contrafforti	1,50 [m]
Numero contrafforti	2
Posizione :	Monte
Disposizione :	Sfalsati

### Materiali utilizzati per la struttura

#### Calcestruzzo

Peso specifico	24,517 [kN/mc]
Resistenza caratteristica a compressione $R_{bk}$	250,0 [kg/cmq]

#### Acciaio

Tipo	FeB44K
------	--------

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto  
 X ascissa del punto espressa in [m]  
 Y ordinata del punto espressa in [m]  
 A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	10,00	0,00	0,00

### Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,50	[m]

### Descrizione terreni

#### Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cmq]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kg/cmq]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Riempimento	19,00	19,00	32,00	21,33	0,000	0,000
Fondazione	18,00	18,00	28,00	18,67	0,000	0,000

### Stratigrafia

Terreno spingente:	Riempimento
Terreno di fondazione:	Fondazione

### Stabilità globale muro + terreno

#### Combinazione n° 4

Le ascisse X sono considerate positive verso monte  
 Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto  
 Origine in testa al muro (spigolo contro terra)  
 W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
$c$	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
$b$	larghezza della striscia espressa in [m]
$u$	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,12 Y[m]= 1,68

Raggio del cerchio R[m]= 9,43

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -7,26

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 8,17

Larghezza della striscia dx[m]= 0,62

Coefficiente di sicurezza C= 1.28

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	2851.02	73.12	2728.22	2.13	26.56	0.000	0.000
2	4781.46	62.72	4249.79	1.35	26.56	0.000	0.000
3	6029.81	55.34	4959.56	1.08	26.56	0.000	0.000
4	6989.83	49.17	5289.19	0.94	26.56	0.000	0.000
5	7769.15	43.71	5368.99	0.85	26.56	0.000	0.000
6	8417.31	38.72	5265.14	0.79	26.56	0.000	0.000
7	8962.16	34.06	5018.87	0.74	26.56	0.000	0.000
8	9476.80	29.64	4686.52	0.71	25.67	0.000	0.000
9	10000.87	25.41	4291.01	0.68	23.04	0.000	0.000
10	10304.52	21.32	3746.85	0.66	23.04	0.000	0.000
11	10551.03	17.35	3145.99	0.65	23.04	0.000	0.000
12	10744.51	13.46	2500.59	0.63	23.04	0.000	0.000
13	10887.93	9.63	1821.53	0.63	23.04	0.000	0.000
14	6171.01	5.85	628.63	0.62	23.04	0.000	0.000
15	2835.80	2.09	103.33	0.62	23.04	0.000	0.000
16	2653.15	-1.66	-76.92	0.62	23.04	0.000	0.000
17	2567.66	-5.42	-242.44	0.62	23.04	0.000	0.000
18	2477.97	-9.20	-396.11	0.62	23.04	0.000	0.000
19	2340.63	-13.02	-527.31	0.63	23.04	0.000	0.000
20	2153.72	-16.90	-626.13	0.64	23.04	0.000	0.000
21	1914.43	-20.86	-681.85	0.66	23.04	0.000	0.000
22	1618.86	-24.94	-682.54	0.68	23.04	0.000	0.000
23	1257.24	-29.15	-612.37	0.71	25.28	0.000	0.000
24	808.59	-33.54	-446.79	0.74	26.56	0.000	0.000
25	274.25	-38.17	-169.50	0.78	26.56	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 1322,3467$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 483,8899$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 602,4631$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.45$

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 11

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [ $^{\circ}$ ] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,12 Y[m]= 2,24

Raggio del cerchio R[m]= 9,93

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -7,36

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 8,56

Larghezza della striscia dx[m]= 0,64

Coefficiente di sicurezza C= 1.31

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	1147.14	71.11	1085.35	1.97	26.56	0.000	0.000
2	3024.10	61.72	2663.26	1.34	26.56	0.000	0.000
3	4307.69	54.67	3514.24	1.10	26.56	0.000	0.000
4	5308.40	48.71	3988.37	0.96	26.56	0.000	0.000
5	6126.49	43.39	4208.92	0.88	26.56	0.000	0.000
6	6810.09	38.52	4240.98	0.81	26.56	0.000	0.000
7	7386.89	33.95	4125.84	0.77	26.56	0.000	0.000
8	7874.48	29.63	3892.71	0.73	26.56	0.000	0.000
9	8470.08	25.48	3643.59	0.71	23.44	0.000	0.000
10	8817.74	21.47	3227.37	0.68	23.04	0.000	0.000
11	9082.91	17.57	2741.72	0.67	23.04	0.000	0.000
12	9292.54	13.75	2208.88	0.66	23.04	0.000	0.000
13	9449.71	9.99	1640.08	0.65	23.04	0.000	0.000
14	7212.09	6.28	789.11	0.64	23.04	0.000	0.000
15	2844.98	2.59	128.80	0.64	23.04	0.000	0.000
16	2698.12	-1.08	-50.91	0.64	23.04	0.000	0.000
17	2582.71	-4.76	-214.39	0.64	23.04	0.000	0.000
18	2496.40	-8.46	-367.35	0.64	23.04	0.000	0.000
19	2360.67	-12.20	-498.81	0.65	23.04	0.000	0.000
20	2173.71	-15.99	-598.74	0.66	23.04	0.000	0.000
21	1932.87	-19.85	-656.40	0.68	23.04	0.000	0.000
22	1634.46	-23.81	-659.93	0.70	23.04	0.000	0.000
23	1267.88	-27.90	-593.27	0.72	25.55	0.000	0.000
24	814.22	-32.15	-433.25	0.75	26.56	0.000	0.000
25	275.89	-36.61	-164.52	0.79	26.56	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 1131,6296$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 371,3018$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 514,1792$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.31$

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 12

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,12 Y[m]= 2,24

Raggio del cerchio R[m]= 9,93

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -7,36

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 8,56

Larghezza della striscia dx[m]= 0,64

Coefficiente di sicurezza C= 1.31

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	1147.14	71.11	1085.35	1.97	26.56	0.000	0.000
2	3024.10	61.72	2663.26	1.34	26.56	0.000	0.000
3	4307.69	54.67	3514.24	1.10	26.56	0.000	0.000
4	5308.40	48.71	3988.37	0.96	26.56	0.000	0.000
5	6126.49	43.39	4208.92	0.88	26.56	0.000	0.000
6	6810.09	38.52	4240.98	0.81	26.56	0.000	0.000
7	7386.89	33.95	4125.84	0.77	26.56	0.000	0.000
8	7874.48	29.63	3892.71	0.73	26.56	0.000	0.000
9	8470.08	25.48	3643.59	0.71	23.44	0.000	0.000
10	8817.74	21.47	3227.37	0.68	23.04	0.000	0.000
11	9082.91	17.57	2741.72	0.67	23.04	0.000	0.000
12	9292.54	13.75	2208.88	0.66	23.04	0.000	0.000
13	9449.71	9.99	1640.08	0.65	23.04	0.000	0.000
14	7212.09	6.28	789.11	0.64	23.04	0.000	0.000
15	2844.98	2.59	128.80	0.64	23.04	0.000	0.000
16	2698.12	-1.08	-50.91	0.64	23.04	0.000	0.000
17	2582.71	-4.76	-214.39	0.64	23.04	0.000	0.000
18	2496.40	-8.46	-367.35	0.64	23.04	0.000	0.000
19	2360.67	-12.20	-498.81	0.65	23.04	0.000	0.000
20	2173.71	-15.99	-598.74	0.66	23.04	0.000	0.000
21	1932.87	-19.85	-656.40	0.68	23.04	0.000	0.000
22	1634.46	-23.81	-659.93	0.70	23.04	0.000	0.000
23	1267.88	-27.90	-593.27	0.72	25.55	0.000	0.000
24	814.22	-32.15	-433.25	0.75	26.56	0.000	0.000
25	275.89	-36.61	-164.52	0.79	26.56	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 1131,6296$  [kN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i = 371,3018$  [kN]

$\Sigma W_i \tan\phi_i = 514,1792$  [kN]

$\Sigma \tan\alpha_i \tan\phi_i = 4.31$

## ALLEGATO E

Sezione 5 H=7.70m

**RELAZIONE TECNICA PER MURO DI SOSTEGNO PREFABBRICATO** **H = 7,70 m**

Approccio **2** Muro Tipo **T**

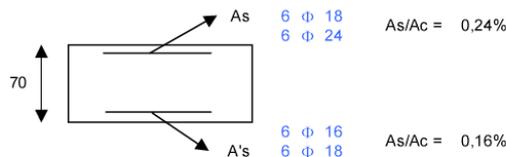
**1 DATI DI PROGETTO**

<b>1a)</b>	<b>Dati geotecnici</b>			
	Angolo di attrito interno	gradi	$\phi$	32
	Peso specifico	daN / m3	$\gamma$	1.900
	Angolo di attrito terra - muro (valore prudenziale)	gradi	$\delta$	21
	Angolo di inclinazione piano di campagna	gradi	$\varepsilon$	0
	Coesione	daN / cm2	c	0
<b>1b)</b>	<b>Carichi agenti</b>			
	Sovraccarico variabile stradale / ferroviario	daN / m2	qa	2.000
	Sovraccarico permanente	daN / m2	qp	0
	Forza orizzontale in testa variabile (positivo tende lato monte)	daN / elemento	fv	1.263
	Forza orizzontale in testa eccezionale (positivo tende lato monte)	daN / elemento	fe	2.500
	Sovraccarico sulla fondazione a monte	daN / m2	q1	0
	Momento in testa variabile (positivo tende lato monte)	daNm / elemento	momv	3.156
	Momento in testa eccezionale (positivo tende lato monte)	daNm / elemento	mome	2.500
	Forza verticale in testa (positivo di compressione)	daN / elemento	N	1.875
	Braccio di N rispetto al paramento verticale (positivo verso nervature)	m	braccio	0,35
<b>1c)</b>	<b>Dati sismici</b>			
	Classe d'Uso		SLV	
	Vita Nominale	anni	Vn	50
	Periodo di Riferimento	anni	Vr	75
	Tempo di Ritorno	anni	Tr	712
	Accelerazione orizzontale massima su un sito rigido	[g]	ag(g)	0,142
	Categoria sottosuolo			B
	Categoria topografica			T1
	Fattore di amplificazione stratigrafica		Ss	1,20
	Fattore di amplificazione topografica		St	1,00
<b>1d)</b>	<b>Morfologia del muro</b>			
	Altezza del muro	m	h1	7,70
	Distanza tra il punto di ribaltamento e il baricentro dell'elemento prefabbricato	m	X <sub>G</sub>	1,81
	Distanza tra il baricentro del pannello e la soletta	m		0,31
	Peso elemento prefabbricato	daN	P	9.400
	Angolo di inclinazione parete prefabbricato rispetto l'orizzontale	gradi	b	90
	Larghezza elemento prefabbricato	m	b1	2,50
	Dimensione appoggio muro	m	appoggio	1,54
	Altezza sezione in sommità (tratto a sezione costante)	m		0,70
	Pendenza nervatura	m	pendenza	20%
	Larghezza nervatura / e	m	s	0,36
	Spessore soletta	m	sol	0,10
<b>1e)</b>	<b>Morfologia della fondazione</b>			
	Spessore massimo soletta di fondazione	m	h2	0,70
	Spessore minimo soletta di fondazione lato monte	m	h3	0,70
	Spessore minimo soletta di fondazione lato valle	m	h4	0,70
	Larghezza fondazione	m	l	5,20
	Dimensione sbalzo anteriore	m	sbalzo	1,50
	Larghezza suola fondazione a monte	m	l1	3,60
	Larghezza suola fuori nervatura	m	fo	2,30
	Larghezza sottofondazione	m	lf	0,00
	Altezza sottofondazione	m	hf	0,00
	Sbalzo a valle sottofondazione	m	sbf	0,00
<b>1f)</b>	<b>Dati geotecnici terreno di fondazione</b>			
	Angolo di attrito interno	gradi	$\phi$	28
	Peso specifico	daN / m3	$\gamma$	1.800
	Coesione	daN / cm2	c	0
	Ricoprimento fondazione a valle	m	hr	0,70

**2 VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE**

<b>2a)</b>	<b>Verifica a traslazione</b>	combinazione dimensionante	A1+M1	$k_T$	1,32	> 1,10
<b>2b)</b>	<b>Verifica a ribaltamento</b>	combinazione dimensionante	EQ	$k_R$	2,22	> 1,00
<b>2c)</b>	<b>Verifica a capacità portante</b>	combinazione dimensionante	A1+M1	$k_P$	1,42	> 1,40
				$\sigma_{Tmax}$	2,00	daN / cm2
				$\sigma_{Tmin}$	0,49	daN / cm2

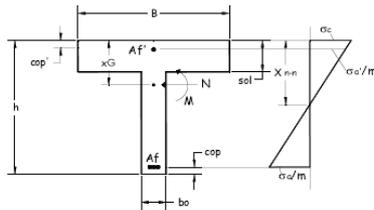
**3 VERIFICHE FONDAZIONE**



3a)	<u>Verifica fondazione di monte SLU (sezione d'incastro)</u>	$M_u / M_d$	1,18
	<u>Verifica fondazione di monte SISMICO (sezione d'incastro)</u>	$M_u / M_d$	1,86
3b)	<u>Verifica fondazione di valle SLU (sezione d'incastro)</u>	$M_u / M_d$	1,36
	<u>Verifica fondazione di valle SISMICO (sezione d'incastro)</u>	$M_u / M_d$	1,88
3c)	<u>Verifica fondazione di monte SLE RARA (sezione d'incastro)</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	10 < $\sigma_c$ lim 150
		$\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	503 < $\sigma_s$ lim 3520
	<u>Verifica fondazione di monte SLE FREQUENTE (sezione d'incastro)</u>	Mcr [daNm]	43.469 > Me 8412,09
	<u>Verifica fondazione di monte SLE QUASI PERMANENTE (sezione d'incastro)</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	5 < $\sigma_c$ lim 112,5
		Mcr [daNm]	43.469 > Me 6490

**4 VERIFICHE PREFABBRICATO :**

4a) Verifica prefabbricato



Af'	4	Φ 22	
Af 1	4	Φ 24	
Af 2	4	Φ 24	L 2 4,20 m
Af 3	4	Φ 18	L 3 2,93 m
Af 4	4	Φ 18	L 4 1,65 m
Af 5	0	Φ 0	L 5 0,00 m

SLU								Ka		STAFFE		
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>i</sub>	Ms <sub>d</sub>	Ns <sub>d</sub>	Mu	Mu/Ms <sub>d</sub>	Vrsd	Vrcd	Vsd	diam. [mm]	passo [cm]
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm	>1,00	daN	daN	daN	8	30
350	70	18,10	15,21	40134	6575	44199	1,10	49978	111881	20087		
1	382	76,4	18,10	15,21	46780	7003	48687	1,04	54868	122828	22553	
2	414	82,7	28,27	15,21	54232	7430	81570	1,50	59761	133782	25176	
3	541	108,2	38,45	15,21	93121	9139	147218	1,58	79334	177599	37228	
4	700	140,0	38,45	15,21	165963	11275	194723	1,17	103800	232369	55800	

SISMICO								Ka		STAFFE		
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>i</sub>	Ms <sub>d</sub>	Ns <sub>d</sub>	Mu	Mu/Ms <sub>d</sub>	Vrsd	Vrcd	Vsd	diam. [mm]	passo [cm]
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	daN	daNm	>1,00	daN	daN	daN	8	30
350	70	18,10	15,21	33471	6575	44199	1,32	49978	111881	15202		
1	382	76,4	18,10	15,21	38685	7003	48687	1,26	54868	122828	17117	
2	414	82,7	28,27	15,21	44538	7430	81570	1,83	59761	133782	19171	
3	541	108,2	38,45	15,21	75217	9139	147218	1,96	79334	177599	28768	
4	700	140,0	38,45	15,21	133207	11275	194723	1,46	103800	232369	43871	

SLE						Ka		FREQUENTE		RARA	
d	h	A <sub>s</sub>	A <sub>i</sub>	Mcr	sm	Me	esm	wk<0,3	σ <sub>c</sub> <210	σ <sub>s</sub> <3520	
cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	daN m	mm	daNm		wk	σ <sub>c</sub>	σ <sub>s</sub>	
350	70	18,10	15,21	16336	-	12620	-	Mcr>Me	20	1392	
1	382	76,4	18,10	15,21	18747	15960	-	Mcr>Me	22	1579	
2	414	82,7	28,27	15,21	26546	19835	-	Mcr>Me	20	1145	
3	541	108,2	38,45	15,21	46436	41472	-	Mcr>Me	25	1273	
4	700	140,0	38,45	15,21	67612	85254	0,00	0,09	35	1928	

QUASI PERMANENTE			
Me	esm-ecm	wk<0,2	σ <sub>c</sub> <157,5
daNm		wk	σ <sub>c</sub>
		mm	daN/cm <sup>2</sup>
11051	-	Mcr>Me	14
14092	-	Mcr>Me	15
17643	-	Mcr>Me	15
37724	-	Mcr>Me	19
78977	0,00	0,07	27

4b)	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLU</u>	10	Φ 6	$M_u / M_d$	1,11
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SISMICO</u>			$M_u / M_d$	1,36
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE RARA</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	69 < $\sigma_c$ lim 210		
		$\sigma_s$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	2.571 < $\sigma_s$ lim 3520		
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE FREQUENTE</u>	wk [mm]	0 < 0,3		
	<u>Verifica soletta nel piano orizzontale SLE QUASI PERMANENTE</u>	$\sigma_c$ [daN / cm <sup>2</sup> ]	63 < $\sigma_c$ lim 157,5		
		wk [mm]	0 < 0,3		

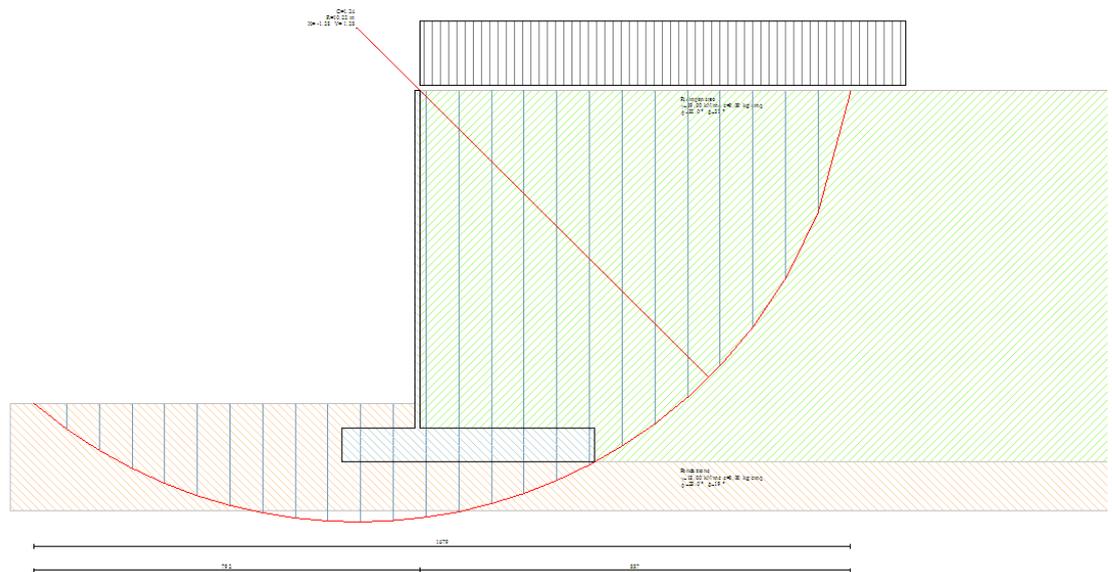
## VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE MURO-TERRENO ( H=7.70m)

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

*Simbologia adottata*

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
<i>CS<sub>STAB</sub></i>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b>CS<sub>Stab</sub></b>
4	STAB - [1]	--	1,24
11	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1,26
12	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1,26



### Geometria muro e fondazione

Descrizione	<b>Muro a mensola in c.a.</b>
Altezza del paramento	7,00 [m]
Spessore in sommità	0,10 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0,10 [m]
Inclinazione paramento esterno	0,00 [°]
Inclinazione paramento interno	0,00 [°]
Lunghezza del muro	2,50 [m]
Spessore rivestimento	0,30 [m]
Peso sp. rivestimento	25,0000 [kN/mc]
<b>Fondazione</b>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	1,50 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	3,60 [m]
Lunghezza totale fondazione	5,20 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,70 [m]
Spessore magrone	0,20 [m]
<b>Contrafforti</b>	
Altezza contrafforti	7,00 [m]

Spessore contrafforti	0,15 [m]
Larghezza in sommità	0,20 [m]
Larghezza alla base	1,30 [m]
Interasse contrafforti	1,50 [m]
Numero contrafforti	2
Posizione :	Monte
Disposizione :	Sfalsati

### Materiali utilizzati per la struttura

<i>Calcestruzzo</i>	
Peso specifico	24,517 [kN/mc]
Resistenza caratteristica a compressione $R_{bk}$	250,0 [kg/cmq]
<i>Acciaio</i>	
Tipo	FeB44K

### Geometria profilo terreno a monte del muro

#### *Simbologia adottata e sistema di riferimento*

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto  
 X ascissa del punto espressa in [m]  
 Y ordinata del punto espressa in [m]  
 A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	20,00	0,00	0,00

### Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,50	[m]

### Descrizione terreni

#### *Simbologia adottata*

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cmq]
$c_a$	Adesione terra-muro espressa in [kg/cmq]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Riempimento	19,00	19,00	32,00	21,33	0,000	0,000
Fondazione	18,00	18,00	28,00	18,67	0,000	0,000

### Stratigrafia

Terreno spingente:	Riempimento
Terreno di fondazione:	Fondazione

### Stabilità globale muro + terreno

#### Combinazione n° 4

Le ascisse X sono considerate positive verso monte  
 Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto  
 Origine in testa al muro (spigolo contro terra)  
 W peso della striscia espresso in [kN]  
 $\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)  
 $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia  
 c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

$b$  larghezza della striscia espressa in [m]  
 $u$  pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro  $X[m]=-1,28$   $Y[m]=1,28$

Raggio del cerchio  $R[m]=10,22$

Ascissa a valle del cerchio  $Xi[m]=-7,92$

Ascissa a monte del cerchio  $Xs[m]=8,87$

Larghezza della striscia  $dx[m]=0,67$

Coefficiente di sicurezza  $C=1.24$

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	3441.68	75.26	3328.48	2.64	26.56	0.000	0.000
2	5987.38	63.71	5368.20	1.52	26.56	0.000	0.000
3	7521.70	56.08	6241.94	1.20	26.56	0.000	0.000
4	8688.37	49.79	6635.40	1.04	26.56	0.000	0.000
5	9630.82	44.25	6719.97	0.94	26.56	0.000	0.000
6	10412.61	39.19	6579.65	0.87	26.56	0.000	0.000
7	11068.84	34.48	6265.81	0.81	26.56	0.000	0.000
8	11663.08	30.02	5834.91	0.78	26.04	0.000	0.000
9	12335.31	25.75	5359.94	0.75	23.04	0.000	0.000
10	12700.89	21.64	4683.63	0.72	23.04	0.000	0.000
11	12997.98	17.64	3938.59	0.70	23.04	0.000	0.000
12	13231.64	13.73	3139.52	0.69	23.04	0.000	0.000
13	13405.49	9.88	2299.51	0.68	23.04	0.000	0.000
14	7023.46	6.07	743.08	0.68	23.04	0.000	0.000
15	3362.65	2.30	134.73	0.67	23.04	0.000	0.000
16	3248.52	-1.47	-83.38	0.67	23.04	0.000	0.000
17	3031.30	-5.24	-277.06	0.67	23.04	0.000	0.000
18	2927.45	-9.04	-460.01	0.68	23.04	0.000	0.000
19	2766.96	-12.88	-616.68	0.69	23.04	0.000	0.000
20	2547.56	-16.78	-735.26	0.70	23.04	0.000	0.000
21	2265.93	-20.75	-802.96	0.72	23.04	0.000	0.000
22	1917.46	-24.84	-805.55	0.74	23.04	0.000	0.000
23	1490.45	-29.07	-724.18	0.77	25.30	0.000	0.000
24	960.22	-33.48	-529.72	0.81	26.56	0.000	0.000
25	328.27	-38.13	-202.70	0.85	26.56	0.000	0.000

$\Sigma W_i=1617,6919$  [kN]

$\Sigma W_i\sin\alpha_i=608,3735$  [kN]

$\Sigma W_i\tan\phi_i=738,4625$  [kN]

$\Sigma\tan\alpha_i\tan\phi_i=4.83$

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 11

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in  $^{\circ}$  (positivo antiorario)

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,28 Y[m]= 1,92

Raggio del cerchio R[m]= 10,79

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -8,04

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 9,34

Larghezza della striscia dx[m]= 0,70

Coefficiente di sicurezza C= 1.26

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha$ (°)	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	1549.23	73.18	1482.93	2.40	26.56	0.000	0.000
2	4014.06	62.91	3573.58	1.53	26.56	0.000	0.000
3	5613.27	55.58	4630.55	1.23	26.56	0.000	0.000
4	6844.73	49.47	5202.51	1.07	26.56	0.000	0.000
5	7845.85	44.06	5455.93	0.97	26.56	0.000	0.000
6	8679.87	39.11	5475.16	0.90	26.56	0.000	0.000
7	9382.42	34.49	5312.60	0.84	26.56	0.000	0.000
8	9975.85	30.11	5004.85	0.80	26.56	0.000	0.000
9	10672.22	25.92	4665.69	0.77	24.02	0.000	0.000
10	11139.95	21.88	4151.61	0.75	23.04	0.000	0.000
11	11463.35	17.95	3532.79	0.73	23.04	0.000	0.000
12	11719.68	14.10	2855.98	0.72	23.04	0.000	0.000
13	11912.78	10.32	2134.83	0.71	23.04	0.000	0.000
14	8777.95	6.59	1007.02	0.70	23.04	0.000	0.000
15	3380.16	2.88	169.82	0.70	23.04	0.000	0.000
16	3317.94	-0.82	-47.25	0.70	23.04	0.000	0.000
17	3056.69	-4.52	-240.63	0.70	23.04	0.000	0.000
18	2957.44	-8.23	-423.52	0.70	23.04	0.000	0.000
19	2799.01	-11.99	-581.33	0.71	23.04	0.000	0.000
20	2579.28	-15.79	-702.03	0.72	23.04	0.000	0.000
21	2295.10	-19.67	-772.70	0.74	23.04	0.000	0.000
22	1942.10	-23.65	-779.11	0.76	23.04	0.000	0.000
23	1507.54	-27.75	-702.03	0.79	25.57	0.000	0.000
24	969.17	-32.02	-513.86	0.82	26.56	0.000	0.000
25	329.74	-36.49	-196.11	0.86	26.56	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 1419,2937$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 487,3716$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 646,9708$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.66$

## Stabilità globale muro + terreno

### Combinazione n° 12

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

$\alpha$  angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm<sup>2</sup>]

b larghezza della striscia espressa in [m]

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm<sup>2</sup>]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,28 Y[m]= 1,92  
 Raggio del cerchio R[m]= 10,79  
 Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -8,04  
 Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 9,34  
 Larghezza della striscia dx[m]= 0,70  
 Coefficiente di sicurezza C= 1.26  
 Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	1549.23	73.18	1482.93	2.40	26.56	0.000	0.000
2	4014.06	62.91	3573.58	1.53	26.56	0.000	0.000
3	5613.27	55.58	4630.55	1.23	26.56	0.000	0.000
4	6844.73	49.47	5202.51	1.07	26.56	0.000	0.000
5	7845.85	44.06	5455.93	0.97	26.56	0.000	0.000
6	8679.87	39.11	5475.16	0.90	26.56	0.000	0.000
7	9382.42	34.49	5312.60	0.84	26.56	0.000	0.000
8	9975.85	30.11	5004.85	0.80	26.56	0.000	0.000
9	10672.22	25.92	4665.69	0.77	24.02	0.000	0.000
10	11139.95	21.88	4151.61	0.75	23.04	0.000	0.000
11	11463.35	17.95	3532.79	0.73	23.04	0.000	0.000
12	11719.68	14.10	2855.98	0.72	23.04	0.000	0.000
13	11912.78	10.32	2134.83	0.71	23.04	0.000	0.000
14	8777.95	6.59	1007.02	0.70	23.04	0.000	0.000
15	3380.16	2.88	169.82	0.70	23.04	0.000	0.000
16	3317.94	-0.82	-47.25	0.70	23.04	0.000	0.000
17	3056.69	-4.52	-240.63	0.70	23.04	0.000	0.000
18	2957.44	-8.23	-423.52	0.70	23.04	0.000	0.000
19	2799.01	-11.99	-581.33	0.71	23.04	0.000	0.000
20	2579.28	-15.79	-702.03	0.72	23.04	0.000	0.000
21	2295.10	-19.67	-772.70	0.74	23.04	0.000	0.000
22	1942.10	-23.65	-779.11	0.76	23.04	0.000	0.000
23	1507.54	-27.75	-702.03	0.79	25.57	0.000	0.000
24	969.17	-32.02	-513.86	0.82	26.56	0.000	0.000
25	329.74	-36.49	-196.11	0.86	26.56	0.000	0.000

$\Sigma W_i = 1419,2937$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 487,3716$  [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 646,9708$  [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.66$