

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:

HIRPINIA - ORSARA AV

SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



## PROGETTO ESECUTIVO

### ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA

PIAZZALI

RI12 - PIAZZALE SSE

Opere in c.a. – Relazione di calcolo

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA - ORSARA AV Il Direttore Tecnico Ing. P. M. Gianvecchio 09/06/2022	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. R.Zanon

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV. SCALA:

IF3A 02 E ZZ CL RI1200 001 B -

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	G.Pepe	11/11/2021	L.Ongaro	11/11/2021	T.Finocchietti	11/11/2021	Ing. R.Zanon
B	C 06.01 - A valle del contraddittorio	G.Pepe	08/02/2022	L.Ongaro	08/02/2022	T.Finocchietti	08/02/2022	
C	C 06.01 - A valle del contraddittorio	G.Pepe	09/06/2022	L.Ongaro	09/06/2022	A.Callerio	09/06/2022	
								09/06/2022

File: IF3A02EZZCLRI1200001B

n. Elab.: -

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Opere in c.a. – Relazione di calcolo	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ CL	<b>DOCUMENTO</b> RH1200 001	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 2 di 45

## Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
2.1	<b>NORMATIVA .....</b>	<b>4</b>
2.2	<b>DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....</b>	<b>4</b>
3.1	<b>CALCESTRUZZO PER MAGRONE .....</b>	<b>5</b>
3.2	<b>CALCESTRUZZO .....</b>	<b>5</b>
3.3	<b>ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO .....</b>	<b>5</b>
3.4	<b>COPRIFERRO .....</b>	<b>7</b>
3.5	<b>REQUISITI DI LIMITAZIONE DELLA FESSURAZIONE E TENSIONALI .....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOTECNICO .....</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>AZIONI SISMICHE .....</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>CARICHI PERMANENTI .....</b>	<b>12</b>
6.1	<b>SPINTA DELLE TERRE .....</b>	<b>12</b>
6.2	<b>COEFFICIENTI DI SPINTA DEL TERRAPIENO .....</b>	<b>12</b>
6.3	<b>FALDA .....</b>	<b>12</b>
6.4	<b>AZIONI VARIABILI .....</b>	<b>12</b>
6.4.1	<b>AZIONE DEL VENTO .....</b>	<b>12</b>
6.4.2	<b>CARICO DA TRAFFICO SUL RILEVATO .....</b>	<b>15</b>
6.5	<b>VERIFICHE ESEGUITE .....</b>	<b>16</b>
6.5.1	<b>METODOLOGIE DI ANALISI .....</b>	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>ANALISI .....</b>	<b>19</b>
7.1	<b>TERRENI .....</b>	<b>19</b>
7.2	<b>IPOTESI DI CALCOLO .....</b>	<b>20</b>
7.2.1	<b>STRATIGRAFIA .....</b>	<b>21</b>
7.2.2	<b>ELENCO DELLE CONDIZIONI DI CARICO .....</b>	<b>21</b>
7.2.3	<b>RISULTATI DI CALCOLO .....</b>	<b>25</b>
7.2.4	<b>SOLLECITAZIONI E VERIFICHE STRUTTURALI MURO .....</b>	<b>26</b>
7.3	<b>INCIDENZA .....</b>	<b>44</b>
7.4	<b>VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO (SLD) .....</b>	<b>45</b>

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	
PROGETTO ESECUTIVO Opere in c.a. – Relazione di calcolo	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL RI1200 001 B 3 di 45

## 1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto il dimensionamento del muro di recinzione della sottostazione elettrica di Ariano Irpino.

L'opera è costituita da due tipologie di muro aventi altezza del paramento massima pari 1.4 m (0.6 m fuori terra).

Il peso della recinzione è trascurabile ai fini del calcolo (circa 30 kg/ml).

### SEZIONE TIPOLOGICA

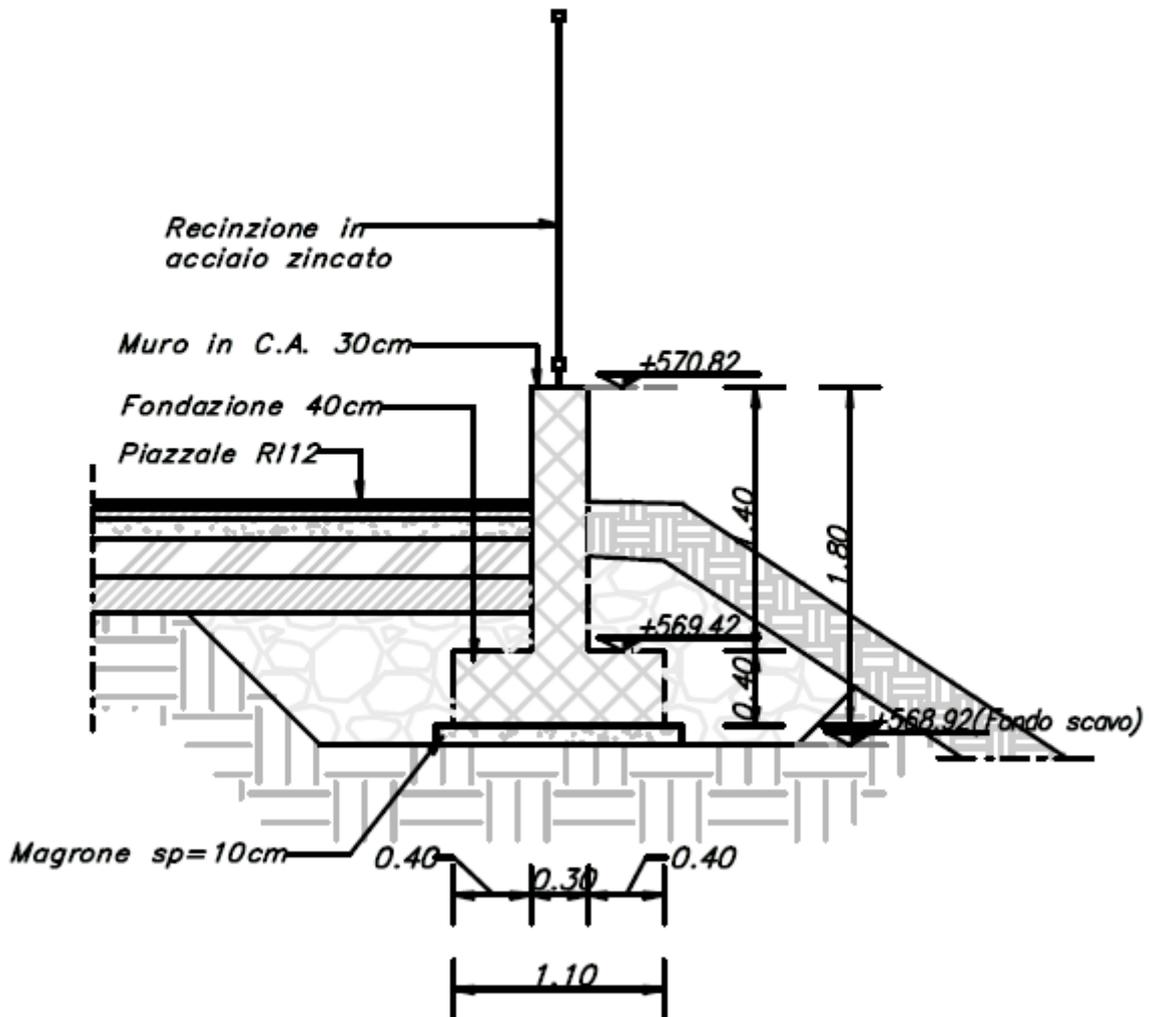


Figura 1: Sezione di calcolo tipo muro

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere in c.a. – Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI1200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>4 di 45</b>

## 2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

### 2.1 NORMATIVA

La progettazione è conforme alle normative vigenti nonché alle istruzioni dell'Ente FF.SS.

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- Rif. [1] - Nuove norme tecniche per le costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);
- Rif. [2] - Circolare del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.;
- Rif. [3] - Eurocodice 2: Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Parte 1.1: Regole generali e regole per gli edifici.
- Rif. [4] - UNI ENV 1992-1-1 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- Rif. [5] - UNI EN 206-1/2001 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità;
- Rif. [6] - UNI EN 1998-5 – Fondazioni ed opere di sostegno.
- Rif. [7] REGOLAMENTO (UE) N. 1299/2014 DELLA COMMISSIONE del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario dell'Unione europea
- Rif. [8] RFI DTC SI CS MA IFS 001 E del 31.12.2020 – Manuale di progettazione delle opere civili-Parte II – Sez- 3 – Corpo stradale ;
- Rif. [9] RFI DTC SI PS MA IFS 001 E del 31.12.2020 – Manuale di progettazione delle opere civili-Parte II – Sez- 2 – Ponti e strutture;
- Rif. [10] UNI EN 1997-1: Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica parte 1: regole generali;
- Rif. [11] UNI EN 1997-1: Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica –Parte 5; Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici;

### 2.2 DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO

- Rif. [12] IF3A.0.2.E.ZZ.P9.RI.12.0.0.001.B Planimetria di progetto e tracciamento
- Rif. [13] IF3A.0.2.E.ZZ.WZ.RI.12.0.0.001.B Sezioni trasversali
- Rif. [14] IF3A.0.2.E.ZZ.P9.RI.12.0.0.003.B Pianta scavi
- Rif. [15] IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.RI.12.0.0.001.B Opere in c.a. - Carpenteria
- Rif. [16] IF3A.0.2.E.ZZ.BZ.RI.12.0.0.003.B Opere di sostegno - Carpenteria
- Rif. [17] IF3A.0.2.E.ZZ.PZ.RI.12.0.5.001.A Opere di sostegno - Prospetti e dettagli

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere in c.a. – Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RH1200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>5 di 45</b>

### 3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

#### 3.1 CALCESTRUZZO PER MAGRONE

Per il magrone di sottofondazione si prevede l'utilizzo di calcestruzzo di classe  $R_{ck}$  15.

#### 3.2 CALCESTRUZZO

Per la realizzazione della fondazione e del paramento si prevede l'utilizzo di calcestruzzo avente classe di resistenza C30/37 ( $R_{ck} \geq 37$  N/mm<sup>2</sup>) che presenta le seguenti caratteristiche:

- Resistenza caratteristica a compressione (cilindrica)  $\rightarrow f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 30.71$  N/mm<sup>2</sup>
- Resistenza media a compressione  $\rightarrow f_{cm} = f_{ck} + 8 = 38.71$  N/mm<sup>2</sup>
- Modulo elastico  $\rightarrow E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3} = 33019$  N/mm<sup>2</sup>
- Resistenza di calcolo a compressione N/mm<sup>2</sup>  $\rightarrow f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c = 0.85^* f_{ck} / 1.5 = 17.40$
- Resistenza a trazione media  $\rightarrow f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} = 2.94$  N/mm<sup>2</sup>
- Resistenza a trazione  $\rightarrow f_{ctk} = 0.7 \times f_{ctm} = 2.05$  N/mm<sup>2</sup>
- Resistenza a trazione di calcolo  $\rightarrow f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.37$  N/mm<sup>2</sup>
- Resistenza a compressione (comb. Rara)  $\rightarrow \sigma_c = 0.55 \times f_{ck} = 16.89$  N/mm<sup>2</sup>
- Resistenza a compressione (comb. Quasi permanente)  $\rightarrow \sigma_c = 0.40 \times f_{ck} = 12.28$  N/mm<sup>2</sup>

#### 3.3 ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO

Per le armature metalliche si adottano tondini in acciaio del tipo B450C saldabile, controllato in stabilimento e che presentano le seguenti caratteristiche:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450$ MPa
Limite di rottura $f_t$	$\geq 540$ MPa
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7.5\%$
Rapporto $f_t/f_y$	$1,15 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}} / f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$

- Tensione di snervamento caratteristica  $\rightarrow f_{yk} \geq 450$  N/mm<sup>2</sup>
- Tensione caratteristica a rottura  $\rightarrow f_{tk} \geq 540$  N/mm<sup>2</sup>

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>																
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">COMMESSA</td> <td style="width: 15%;">LOTTO</td> <td style="width: 15%;">CODIFICA</td> <td style="width: 15%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 15%;">REV.</td> <td style="width: 15%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">RH1200 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">6 di 45</td> </tr> </table>					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	RH1200 001	B	6 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO												
IF3A	02	E ZZ CL	RH1200 001	B	6 di 45												
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere in c.a. – Relazione di calcolo</b>																	

- Tensione in condizione di esercizio (comb. Rara)
 $\rightarrow \sigma_s = 0.75 * f_{yk} = 337.50 \text{ N/mm}^2$
- Fattore di sicurezza acciaio
 $\rightarrow \gamma_s = 1.15$
- Resistenza a trazione di calcolo
 $\rightarrow f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.30 \text{ N/mm}^2$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Opere in c.a. – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 001	REV. FOGLIO B 7 di 45

### 3.4 COPRIFERRO

Secondo quanto riportato nel manuale di progettazione rfi parte II sezione 2 “ponti e strutture” al paragrafo 2.5.2.2.3.1 e nel “capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili parte II – sezione 6 opere in conglomerato cementizio e in acciaio”.

Si utilizza un valore di copriferro C=40mm (valutato al netto dell’armatura più esterna) classe di esposizione dei muri XC3.

G**	1	Muri di controripa/sottoscarpa in c.a. (armatura $\geq 30$ Kg/mc)	XC3	0.55	C30/37	S3, S4	CEM III,IV,V	Rck
-----	---	---	-----	------	--------	--------	--------------	-----

Elemento strutturale	Copriferro minimo
Pali (di paratie o opere di sostegno), diaframmi e relativi cordoli di collegamento gettati in opera	60mm
Pali/diaframmi di fondazione gettati in opera	60mm
Pali di fondazione prefabbricati	60mm
Solettoni di fondazione, fondazioni armate	40mm
Fondazioni non armate (pozzi, sottoplinti, ecc.)	40mm
Cunette canalette e cordoli	40mm
Opere in elevazione in viste (pile, spalle, pulvini, baggioli)	40mm
Opere in elevazione con superfici interrate o non ispezionabili	40mm
Solette estradosso	35mm
Solette intradosso (getto in opera)	35mm
Impalcati armatura ordinaria	40mm
Impalcati in C.A.P. - cavi pre-tesi	Max ( $3\phi_{TR}$ ; 50mm)
Impalcati in C.A.P. cavi post-tesi	Max ( $\phi_G$ ; 60mm)
Predalles prefabbricate con funzioni strutturali	25mm
Predalles senza funzioni strutturali	Max ( $\phi_{inf}$ ; 20mm)

Tabella 2.5.2.2.3.2.-1

Condizioni ambientali ( ordinarie §4.1.2.2.4.3).

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Gruppo di armature ( ): poco sensibile.

### 3.5 REQUISITI DI LIMITAZIONE DELLA FESSURAZIONE E TENSIONALI

Le verifiche agli SLE tengono conto delle seguenti limitazioni:

- stato limite delle tensioni in esercizio;
- stato limite di fessurazione.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere in c.a. – Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI1200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>8 di 45</b>

Nel primo caso, si esegue il controllo delle tensioni nei materiali supponendo una legge costitutiva tensioni-deformazioni di tipo lineare. In particolare si controlla la tensione massima di compressione del calcestruzzo e di trazione dell'acciaio, verificando che:

$\sigma_c < 0.55 f_{ck}$  per combinazione di carico caratteristica (rara);

$\sigma_c < 0.40 f_{ck}$  per combinazione di carico quasi permanente;

$\sigma_s < 0.75 f_{yk}$  per combinazione di carico caratteristica (rara).

Nel secondo caso, si verifica che le aperture delle fessure siano inferiori al valore limite dell'apertura delle fessure nella combinazione caratteristica Rara. I valori nominali di riferimento sono:

$w_2 = 0.20 \text{ mm}$                       Per la comb.SLE – Rara, Freq. E Q.P.

## 4 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

La struttura appoggia su un rilevato stradale con le seguenti caratteristiche geotecniche:

- $\gamma_k = 19.00 \text{ kN/m}^3$                       peso dell'unità di volume
- $\varphi_k = 35^\circ$                       angolo di resistenza al taglio
- $c_k = 0$                       coesione efficace
- $C_u = 0 \text{ kPa}$                       coesione non drenata

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING              PINI M-INGEGNERIA              GCF                                  ELETTRI-FER	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA          II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Opere in c.a. – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 001	REV. B	FOGLIO 9 di 45

## 5 AZIONI SISMICHE

In condizioni sismiche, il rispetto degli stati limite si considera conseguito quando:

- nei confronti degli stati limite di esercizio siano rispettate le verifiche relative allo Stato Limite di Danno;
- nei confronti degli stati limite ultimi siano rispettate le verifiche relative allo Stato Limite di salvaguardia della Vita.

Gli stati limite, sia di esercizio sia ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni che l'opera a realizzarsi deve assolvere durante un evento sismico; nel caso di specie per la funzione che l'opera deve espletare nella sua vita utile, è significativo calcolare lo Stato Limite di Danno (SLD) per l'esercizio e lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) per lo stato limite ultimo.

Per la definizione dell'azione sismica si assumono i seguenti parametri di base:

- Categoria di suolo: **C;**
- Categoria topografica: **T<sub>1</sub>;**
- Vita nominale: **V<sub>N</sub> = 75 anni;**
- Classe d'uso : **III;**
- Coeff. d'uso: **c<sub>u</sub> = 1.5;**
- Periodo di riferimento per l'azione sismica: **V<sub>R</sub> = V<sub>N</sub> x c<sub>u</sub> = 112.5 anni;**

I parametri che definiscono l'azione sismica, calcolati mediante il documento excel Spettri-NTC.ver.1.0.3.xls fornito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, vengono di seguito riportati:

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Opere in c.a. – Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>RH1200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>10 di 45</b>

Per la definizione dell'azione sismica sono necessarie delle valutazioni preliminari relative alle seguenti caratteristiche proprie della costruzione (2.4 – NTC2018):

- Vita Nominale ( $V_N$ );
- Classe d'uso ( $C_u$ );
- Periodo di Riferimento ( $V_R$ ).

Si attribuisce una vita nominale  $V_N = 75$  anni e la classe d'uso III con coefficiente d'uso  $C_u=1,5$ , in conformità ai seguenti riferimenti normativi:

- DM 17/01/2018 par. 2.4;
- Circ. 21/01/2019, par. C2.4.1 e C2.4.2;
- Decreto 21/10/2003 P.C.M. Dipartimento della Prot. Civile (all.1);

Il periodo di riferimento da considerare per il calcolo dell'azione sismica sarà quindi

$$V_R = C_u \times V_N = 112,5 \text{ anni.}$$

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$ , nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente, con riferimento a prefissata probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$  (3.2 – NTC2018).

La normativa NTC2018 definisce le forme spettrali, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- $a_g$  – Accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_0$  – Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_C^*$  - Periodo d'inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nei confronti delle azioni sismiche si definiscono due stati limite di esercizio e due ultimi, che sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso (3.2.1 – NTC2018), ai quali corrispondono i seguenti valori dei parametri precedentemente definiti:

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può far riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III – NTC2018).

Il terreno su cui insiste la costruzione è stato assimilato ad un sottosuolo di *categoria C*.

Nel caso in esame si può assumere una categoria topografica  $T_2$  (Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 30^\circ$ ).

Per omogeneità di calcolo e per maggiore sicurezza, gli spettri di progetto agli stati limite SLD, SLV e SLO sono stati determinati facendo riferimento al punto di coordinate

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere in c.a. – Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 001	REV. B	FOGLIO 11 di 45

- Longitudine: 15.0865°,
- Latitudine: 41.0865°,

Per il quale l'accelerazione risulta massima per i muri di recinzione presenti sui tre piazzali della tratta. Risulta per lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) quanto segue.

Tabella 1: Sintesi dei parametri sismici

### Parametri e punti dello spettro di r

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.381 g
$F_0$	2.289
$T_C$	0.419 s
$S_S$	1.177
$C_C$	1.400
$S_T$	1.000
$q$	1.000

#### Parametri dipendenti

$S$	1.177
$\eta$	1.000
$T_B$	0.195 s
$T_C$	0.586 s
$T_D$	3.123 s

Si sottolinea che concordemente a quanto previsto da normativa il coefficiente  $\beta_m$  è stato aumentato del 50% per le verifiche a ribaltamento.

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Opere in c.a. – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 001	REV. FOGLIO B 12 di 45

## 6 CARICHI PERMANENTI

### 6.1 SPINTA DELLE TERRE

Terreno da rilevato stradale :

- $\gamma_k = 19.00 \text{ kN/m}^3$  peso dell'unità di volume;
- $\varphi_k = 35^\circ$  angolo di resistenza al taglio;
- $c_k = 0$  coesione efficace.
- $C_u = 0 \text{ kPa}$  coesione non drenata

Angolo di attrito terreno-superficie ideale verticale a tergo del muro  $\delta \text{ sup id} = 0$

### 6.2 COEFFICIENTI DI SPINTA DEL TERRAPIENO

Per il muro la spinta geostatica è calcolata con il coefficiente di spinta attiva  $K_a$  in condizioni statiche e secondo la teoria di Mononobe-Okabe in condizioni sismiche.

### 6.3 FALDA

La falda è posta al di sotto del volume di influenza dell'opera esaminata.

### 6.4 AZIONI VARIABILI

#### 6.4.1 Azione del Vento

Il vento, la cui direzione si considera generalmente orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando, in generale, effetti dinamici. Per le costruzioni usuali tali azioni sono convenzionalmente ricondotte alle azioni statiche equivalenti definite al punto 3.3.3 – NTC2018. Per il calcolo dell'azione statica equivalente dovuta al vento, si è fatto riferimento ad un sito posto in zona 3, con altezza sul livello del mare pari  $a_s > a_0 = 500 \text{ m}$ .

A seguire si riporta il calcolo dell'azione del vento che insiste sulla tratta Hirpinia – Orsara.

Pressione del vento:

La pressione del vento, considerata come azione statica agente normalmente alle superfici, è data dall'espressione:

$$p = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

dove

- $q_b$  - Pressione cinetica di riferimento
- $c_e$  - Coefficiente di esposizione
- $c_p$  - Coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico)
- $c_d$  - Coefficiente dinamico che si assume unitario.

Pressione cinetica di riferimento:

La pressione cinetica di riferimento  $q_b$  in ( $\text{N/m}^2$ ) è data dall'espressione:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2$$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI</b> <b>M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere in c.a. – Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 001	REV. B	FOGLIO 13 di 45

dove:

- $v_b$  - Velocità di riferimento del vento;
- $\rho$  – Densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a  $1.25 \text{ kg/m}^3$ .

In mancanza di indagini statistiche adeguate, la velocità di riferimento del vento  $v_b(T_R)$  riferita ad un generico periodo di ritorno  $T_R$  può essere valutata, nel campo compreso tra 10 e 500 anni, con l'espressione:

$$V_b(T_R) = \alpha \cdot v_b$$

dove:

$v_b$  – Velocità di riferimento del vento associata ad un periodo di ritorno di 50 anni;

$\alpha_R$  – Coefficiente posto in un diagramma in funzione di  $T_R$  espresso in anni;

Il periodo di ritorno  $T_R$  al quale si è fatto affidamento per la valutazione della velocità di riferimento del vento risulta pari a 100 anni (in accordo con il periodo di riferimento  $V_R$  della struttura).

Coefficiente di esposizione:

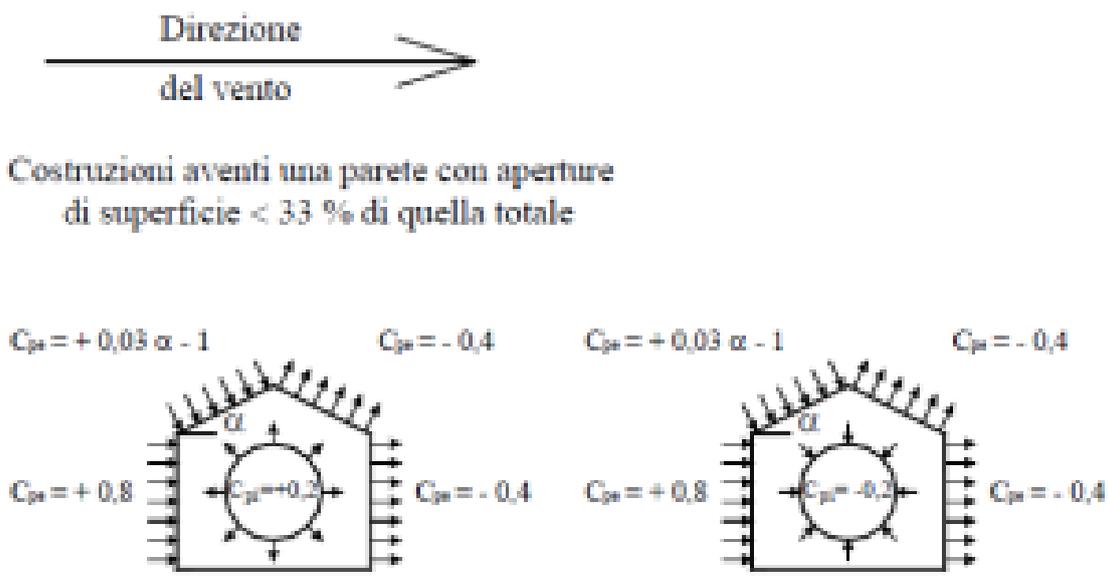
Il coefficiente d'esposizione  $c_e$  dipende dall'altezza  $z$  sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno, e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione. Per il caso in esame considerando zona 3, classe di rugosità del terreno D e categoria d'esposizione del sito II, il coefficiente di esposizione, per un'altezza massima del fabbricato di 3,10 m, risulta pari ad 1,93.

Coefficiente dinamico:

Il coefficiente dinamico tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alla risposta dinamica della struttura. Esso è assunto cautelativamente pari ad 1.

Coefficiente di forma (o aerodinamico):

Per la determinazione del coefficiente di forma si fa riferimento a quanto riportato nel paragrafo 3.3.10.1 della Circolare del 21/01/2019 in relazione a quanto riassunto nella figura seguente:



Per il carico sopravvento si assume  $c_p = + 0,8$ ;

per il carico sottovento si assume  $c_p = - 0,4$ ;

in copertura si assume  $c_p = - 0,4$ ;

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Opere in c.a. – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 001	REV. B	FOGLIO 14 di 45

per costruzioni che hanno una parete con aperture di superficie minore di 1/3 di quella totale, la pressione interna si assumerà  $c_{pi} = \pm 0,2$ .

Azione tangenziale del vento:

L'azione tangente per unità di superficie parallela alla direzione del vento è data dall'espressione:

$$p_f = q_b \cdot c_e \cdot c_f$$

dove:

$q_b$ ,  $c_e$  sono stati definiti precedentemente;

$c_f$  - Coefficiente d'attrito, funzione della scabrezza della superficie sulla quale il vento esercita l'azione tangente.

Dati i coefficienti d'attrito riportati in tabella C3.3.1 (Circolare 2009) si assume un valore di 0.02, relativo a superficie scabra (cemento a faccia scabra...). Pertanto, sviluppando l'espressione relativa all'azione tangenziale del vento si ottiene un valore ampiamente trascurabile rispetto alle altre azioni in gioco.

<b>Azione Tangenziale Vento</b>		
$q_b$	0.49	kN/m <sup>2</sup>
$c_e$	1.93	
$c_f$	0.02	
<b><math>p_f</math></b>	<b>0.0189</b>	kN/m <sup>2</sup>

Si riporta di seguito il prospetto delle caratteristiche assunte per la determinazione della pressione normale del vento secondo normativa:

<b>Azione Normale Vento</b>		
Zona	3	
$a_s$	571	m
$a_0$	500	m
$V_{b,0}$	27	m/s
$K_a$	0.02	1/s
$V_b(T_R)$	27.00	m/s
$q_b$	0.545	kN/m <sup>2</sup>
Categoria di esposizione sito	II	
$k_r$	0.19	
$Z_0$	0.05	m
$Z_{min}$	4	m
$c_e(Z_{min})$	1.80	
$z$ (altezza costruzione sul suolo)	3.10	m
$c_d$	1	
$c_e(z)$	1.80	
$\alpha$ (Inclinazione copertura)	0	°
$c_{p1}$ (Copertura) = -0,4 + 0,2	- 0.2	
$c_{p2}$ (Elementi Verticali - Sopravento) = 0,8 + 0,2	+ 1.0	
$c_{p3}$ (Elementi Verticali - Sottovento) = -0,4 + 0,2	- 0.2	
<b><math>p_1</math></b> (Pressione vento in copertura)	<b>- 0,21</b>	kN/m <sup>2</sup>
<b><math>p_2</math></b> (Pressione vento elementi verticali - Sopravento)	<b>+ 1,05</b>	kN/m <sup>2</sup>
<b><math>p_3</math></b> (Pressione vento elementi verticali - Sottovento)	<b>- 0,21</b>	kN/m <sup>2</sup>

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>																	
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</b>							<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">COMMESSA</th> <th style="text-align: left;">LOTTO</th> <th style="text-align: left;">CODIFICA</th> <th style="text-align: left;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: left;">REV.</th> <th style="text-align: left;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>RI1200 001</td> <td>B</td> <td>15 di 45</td> </tr> </tbody> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ CL	RI1200 001	B	15 di 45													

La pressione del vento è di  $Q_{k\_wind} = 1.05 \text{ kN/m}^2$  sopravento e  $0.21 \text{ kN/m}^2$  sotto vento

#### 6.4.2 Carico da traffico sul rilevato

Si considera il seguente sovraccarico stradale a monte del muro:

$q = 20 \text{ kPa}$

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING    PINI</b> <b>M-INGEGNERIA              GCF                      ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere in c.a. – Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 001	REV. B	FOGLIO 16 di 45

## 6.5 VERIFICHE ESEGUITE

In linea con quanto riportato nel quadro normativo vigente, le azioni descritte nei paragrafi precedenti, sono combinate nel modo seguente:

combinazione fondamentale (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_p \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

combinazione sismica:

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

combinazione eccezionale:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

combinazione Rara (SLE irreversibile):

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

combinazione Frequente (SLE reversibile):

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

combinazione Quasi Permanente (SLE per gli effetti a lungo termine):

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Sono prese in considerazione le seguenti verifiche agli stati limite ultimi:

SLU di tipo Geotecnico (GEO), relative a condizioni di collasso per carico limite dell'insieme fondazione – terreno;

SLU di tipo strutturale (STR), relative a condizioni di raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Le verifiche sono svolte considerando il seguente approccio:

Approccio 2: A1 + M1 + R3

Tale approccio prevede un'unica combinazione di gruppi di coefficienti, da adottare sia nelle verifiche strutturali che nelle verifiche geotecniche secondo quanto riportato nelle tabelle seguenti:

**Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni**

	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_Q$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

**Tabella 6-1 Coefficienti parziali per i carichi**

I coefficienti R3 per le verifiche in condizioni statiche sono riepilogati nella seguente tabella.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER													
PROGETTO ESECUTIVO Opere in c.a. – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>RH1200 001</td> <td>B</td> <td>17 di 45</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	RH1200 001	B	17 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF3A	02	E ZZ CL	RH1200 001	B	17 di 45								

**Tabella 6-2. Coefficienti parziali sulla resistenza per la verifica delle fondazioni dirette dei muri di sostegno- condizioni statiche**

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

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$
Ribaltamento	$\gamma_R = 1,15$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,4$

I coefficienti  $R_3$  per le verifiche in condizioni sismiche sono riepilogati nella seguente tabella.

**Tabella 6-3. Coefficienti parziali sulla resistenza per la verifica delle fondazioni dirette dei muri di sostegno- condizioni sismiche**

*Tab. 7.11.III - Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche degli stati limite (SLV) dei muri di sostegno.*

Verifica	Coefficiente parziale $\gamma_R$
Carico limite	1.2
Scorrimento	1.0
Ribaltamento	1.0
Resistenza del terreno a valle	1.2

Sono state esaminate per completezza sia combinazioni di carico in cui il peso del muro e del terrapieno sono considerate come “carichi favorevoli”, sia combinazioni in cui gli stessi pesi sono considerati sfavorevoli.

Si riassumono nella seguente tabella, in maniera schematica, le combinazioni esaminate.

### 6.5.1 Metodologie di analisi

#### **Determinazione della spinta sul muro (Metodo di Culmann):**

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione  $\alpha$  rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA              GCF                      ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere in c.a. – Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>RH1200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>18 di 45</b>

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta  $S$  rispetto all'ordinata  $z$ . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

### **Spinta in presenza di sisma:**

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta  $\varepsilon$  l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e  $\beta$  l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta  $S'$  considerando un'inclinazione del terrapieno e della parete pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta$$

$$\beta' = \beta + \theta$$

dove  $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$  essendo  $k_h$  il coefficiente sismico orizzontale e  $k_v$  il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di  $k_h$ .

In presenza di falda a monte,  $\theta$  assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

$$\theta = \arctg[(\gamma_{sat}/(\gamma_{sat}-\gamma_w))*(k_h/(1 \pm k_v))]$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctg[(\gamma/(\gamma_{sat}-\gamma_w))*(k_h/(1 \pm k_v))]$$

Detta  $S$  la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente  $A$  vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2\beta \cos\theta}$$

In presenza di falda a monte, nel coefficiente  $A$  si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di  $\theta$ .

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente  $A$  viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{iH} = k_h W \quad F_{iV} = \pm k_v W$$

dove  $W$  è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere in c.a. – Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 001	REV. B	FOGLIO 19 di 45

## 7 ANALISI

### 7.1 TERRENI

#### *Simbologia adottata*

<i>Nr.</i>	Indice del terreno
<i>Descrizione</i>	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 [°]
<i>c</i>	Coesione espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]
<i>c<sub>a</sub></i>	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

#### Condizioni drenate

<b>Descrizione</b>	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	<b>c</b>	<b>c<sub>a</sub></b>
Rilevato	19.00	19.00	35.00	0.00	0.000	0.000
Rilevato 2	19.00	19.00	35.00	35.00	0.000	0.000

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Opere in c.a. – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 001	REV. B	FOGLIO 20 di 45

## 7.2 IPOTESI DI CALCOLO

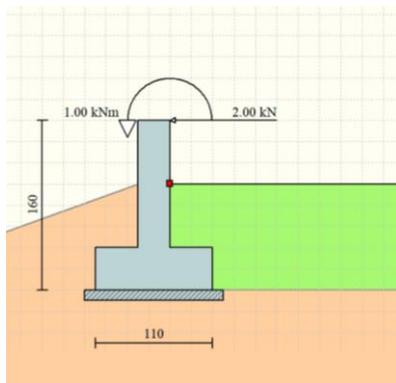


Figura 2 –Muro - Modello di calcolo

### Descrizione

### Muro a mensola in c.a.

Altezza del paramento	1.40 [m]
Spessore in sommità	0.30 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.30 [m]
Inclinazione paramento esterno	0.00 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	10.00 [m]

### Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0.40 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0.40 [m]
Lunghezza totale fondazione	1.10 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.40 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Opere in c.a. – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 001	REV. FOGLIO B 21 di 45

### 7.2.1 Stratigrafia

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$C_a$
RILEVATO	19.00	19.00	35.00	23.33	0.0	0.0
BASE	19.00	19.00	35.00	35.00	0.0	0.0

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 35.00 [°]

Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 0.60 [m]

### 7.2.2 Elenco delle condizioni di carico

*Simbologia adottata*

F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione

$\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole

#### Combinazione n° 2 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole

#### Combinazione n° 3 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

#### Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
VENTO	1.50	1.00	Sfavorevole
TRAFFICO	1.50	0.75	Sfavorevole

#### Combinazione n° 5 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Opere in c.a. – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 001	REV. FOGLIO B 22 di 45

VENTO	1.50	1.00	Sfavorevole
TRAFFICO	1.50	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
VENTO	1.30	1.00	Sfavorevole
TRAFFICO	1.30	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
VENTO	1.50	0.60	Sfavorevole
TRAFFICO	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
VENTO	1.50	0.60	Sfavorevole
TRAFFICO	1.50	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
VENTO	1.30	0.60	Sfavorevole
TRAFFICO	1.30	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere in c.a. – Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>R11200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>23 di 45</b>

Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
----------------	------	----	-------------

Combinazione n° 13 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 16 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
TRAFFICO	1.00	0.60	Sfavorevole

Combinazione n° 17 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
TRAFFICO	1.00	0.60	Sfavorevole

Combinazione n° 18 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
TRAFFICO	1.00	0.60	Sfavorevole

Combinazione n° 19 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
TRAFFICO	1.00	0.60	Sfavorevole

Combinazione n° 20 - GEO (A2-M2-R2) H + V

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI</b> <b>M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER</b>						
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere in c.a. – Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>RH1200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>24 di 45</b>

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
TRAFFICO	1.00	0.60	Sfavorevole

Combinazione n° 21 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
TRAFFICO	1.00	0.60	Sfavorevole

Combinazione n° 22 - SLEQ

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 23 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
VENTO	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 24 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
TRAFFICO	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 25 - SLER

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
VENTO	1.00	1.00	Sfavorevole
TRAFFICO	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 26 - SLER

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
TRAFFICO	1.00	1.00	Sfavorevole
VENTO	1.00	0.60	Sfavorevole

Impostazioni di analisi

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere in c.a. – Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI1200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>25 di 45</b>

Metodo verifica sezioni

Stato limite

### 7.2.3 Risultati di calcolo

I calcoli sono stati eseguiti con il codice di calcolo MAX ver 15.

*Simbologia adottata*

**C**            Identificativo della combinazione

**Tipo**        Tipo combinazione

**Sisma**      Combinazione sismica

**CS<sub>SCO</sub>**      Coeff. di sicurezza allo scorrimento

**CS<sub>RIB</sub>**      Coeff. di sicurezza al ribaltamento

**CS<sub>QLIM</sub>**    Coeff. di sicurezza a carico limite

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

<b>Cmb</b>	<b>Sismica</b>	<b>FS<sub>SCO</sub></b>	<b>FS<sub>RIB</sub></b>	<b>FS<sub>QLIM</sub></b>	<b>FS<sub>STAB</sub></b>
1 - STR (A1-M1-R3)		6.502		10.352	
2 - EQU (A1-M1-R3)			17.735		
3 - GEO (A2-M2-R2)					1.888
4 - STR (A1-M1-R3)		2.244		3.510	
5 - EQU (A1-M1-R3)			2.554		
6 - GEO (A2-M2-R2)					1.651
7 - STR (A1-M1-R3)		2.333		4.019	
8 - EQU (A1-M1-R3)			3.434		
9 - GEO (A2-M2-R2)					1.591
10 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.992		4.910	
11 - STR (A1-M1-R3)	H + V	2.329		5.026	
12 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.102		
13 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		3.303		
14 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.477
15 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.353
16 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.745		2.997	
17 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.527		2.801	
18 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		1.967		
19 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		2.875		
20 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.388
21 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.274

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Opere in c.a. – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 001	REV. B	FOGLIO 26 di 45

## 7.2.4 Sollecitazioni e verifiche strutturali muro

### 7.2.4.1 PARAMENTO

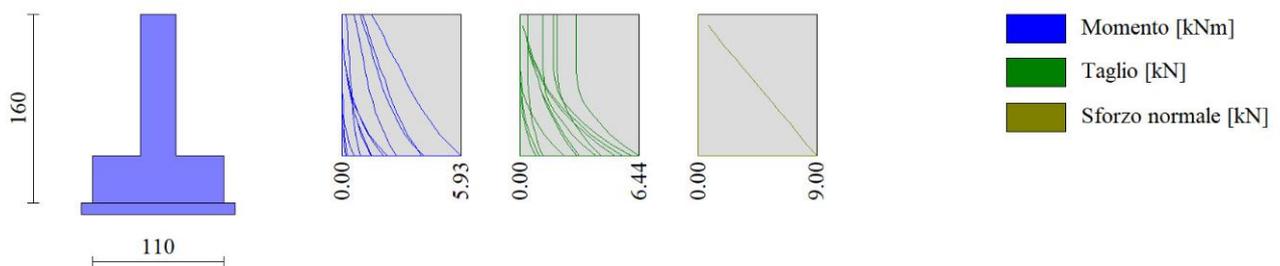


Figura 3 – Involuppo diagrammi di sollecitazione del paramento del muro condizioni SLU-SLV

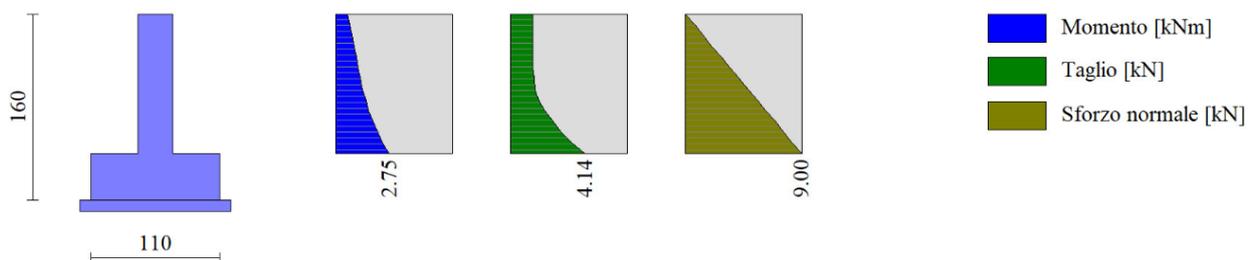


Figura 4 – diagrammi di sollecitazione del paramento del muro condizione SLE RARA

La verifica strutturale alla base del paramento è stata svolta con il codice RC SEC.

Verifica strutturale alla base del paramento.

Sezione paramento: 30cm

Copriferro C=40mm

Armatura verticale interna ed esterna:  $\Phi 16/200$

Armatura longitudinale interna ed esterna:  $\Phi 10/200$

Armatura a taglio:  $\Phi 10/400 \times 400$

La verifica è stata svolta in RC-Sec

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>												
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere in c.a. – Relazione di calcolo</b>	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>RH1200 001</td> <td>B</td> <td>27 di 45</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	RH1200 001	B	27 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF3A	02	E ZZ CL	RH1200 001	B	27 di 45								

## CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

**CALCESTRUZZO - Classe: C30/37**

Resis. compr. di progetto fcd: 17.0 MPa  
Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020  
Def.unit. ultima ecu: 0.0035  
Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo  
Modulo Elastico Normale Ec: 32836.0 MPa  
Resis. media a trazione fctm: 2.90 MPa  
Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00  
Sc limite S.L.E. comb. Rare: 18.0 MPa  
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: 18.0 MPa  
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: 0.200 mm  
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: 13.5 MPa  
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: 0.200 mm

**ACCIAIO - Tipo: B450C**

Resist. caratt. snervam. fyk: 450.0 MPa  
Resist. caratt. rottura ftk: 450.0 MPa  
Resist. snerv. di progetto fyd: 391.3 MPa  
Resist. ultima di progetto ftd: 391.3 MPa  
Deform. ultima di progetto Epu: 0.068  
Modulo Elastico Ef 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito  
Coeff. Aderenza istantaneo  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 1.00  
Coeff. Aderenza differito  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 0.50  
Sf limite S.L.E. Comb. Rare: 360.00 MPa

## CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Calcestruzzo: C30/37

N°vertice: X [cm] Y [cm]

1	0.0	0.0
2	0.0	30.0
3	100.0	30.0
4	100.0	0.0

## DATI BARRE ISOLATE

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>												
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere in c.a. – Relazione di calcolo</b>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF3A</td> <td style="text-align: center;">02</td> <td style="text-align: center;">E ZZ CL</td> <td style="text-align: center;">RH1200 001</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">28 di 45</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	RH1200 001	B	28 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF3A	02	E ZZ CL	RH1200 001	B	28 di 45								

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	6.7	6.7	16
2	93.3	6.7	16
3	6.7	23.3	16
4	93.3	23.3	16

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.            Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
 N°Barra Ini.    Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
 N°Barra Fin.    Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
 N°Barre            Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
 Ø                  Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	3	16
2	3	4	3	16

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N            Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx          Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia  
                 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My          Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia  
                 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy          Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx          Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	15.00	0.00	0.00	0.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N            Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Opere in c.a. – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 001	REV. FOGLIO B 29 di 45

Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)

con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)

con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
---------	---	----	----

1	0.00	6.00	0.00
---	------	------	------

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)

Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)

con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)

con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
---------	---	----	----

1	0.00	6.00 (47.52)	0.00 (0.00)
---	------	--------------	-------------

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)

Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)

con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)

con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
---------	---	----	----

1	0.00	6.00 (47.52)	0.00 (0.00)
---	------	--------------	-------------

#### RISULTATI DEL CALCOLO



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere in c.a. – Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RH1200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>31 di 45</b>

### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c                      Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
x/d                      Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45  
C.Rid.                      Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000724096	-0.018222887		

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver                      S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
Sc max                      Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]  
Xc max, Yc max                      Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
Ss min                      Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]  
Xs min, Ys min                      Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)

Ac eff.                      Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
As eff.                      Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.81	100.0	30.0	-28.5	6.7	6.7	727	10.1

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$

Ver.                      Esito della verifica

e1                      Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata

e2                      Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata

k1                      = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]

kt                      = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]

k2                      = 0.5 per flessione;  $=(e1 + e2)/(2*e1)$  per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]

k3                      = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Opere in c.a. – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 001	REV. B	FOGLIO 32 di 45

$k_4 = 0.425$  Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

[eq.(7.11)EC2]  $\emptyset$  Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace  $A_{c\ eff}$

$C_f$  Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa

(C4.1.7)NTC] e  $s_m - e_{cm}$  Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e

Tra parentesi: valore minimo =  $0.6 S_{max} / E_s$  [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]

$s_r\ max$  Massima distanza tra le fessure [mm]

$w_k$  Apertura fessure in mm calcolata =  $s_r\ max * (e_{sm} - e_{cm})$  [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC].

Valore limite tra parentesi

$M_{x\ fess.}$  Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]

$M_{y\ fess.}$  Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

	Comb.	Ver	$e_1$	$e_2$	$k_2$	$\emptyset$	$C_f$		$e_{sm} - e_{cm}$	$s_r$
max	wk	$M_{x\ fess}$	$M_{y\ fess}$							
(0.00009)	1	S	-0.00020	0.00000		0.500	16.0	59		0.00009
	397		0.034 (990.00)	47.52	0.00					

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb Ver  $S_c\ max$   $X_c\ max$   $Y_c\ max$   $S_s\ min$   $X_s\ min$   $Y_s\ min$   $A_{c\ eff.}$   $A_s\ eff.$

1 S 0.81 100.0 30.0 -28.5 6.7 6.7 727 10.1

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

	Comb.	Ver	$e_1$	$e_2$	$k_2$	$\emptyset$	$C_f$		$e_{sm} - e_{cm}$	$s_r$
max	wk	$M_{x\ fess}$	$M_{y\ fess}$							
(0.00009)	1	S	-0.00020	0.00000		0.500	16.0	59		0.00009
	397		0.034 (0.20)	47.52	0.00					

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb Ver  $S_c\ max$   $X_c\ max$   $Y_c\ max$   $S_s\ min$   $X_s\ min$   $Y_s\ min$   $A_{c\ eff.}$   $A_s\ eff.$

1 S 0.81 100.0 30.0 -28.5 6.7 6.7 727 10.1

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>												
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER													
PROGETTO ESECUTIVO Opere in c.a. – Relazione di calcolo	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>RH1200 001</td> <td>B</td> <td>33 di 45</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	RH1200 001	B	33 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF3A	02	E ZZ CL	RH1200 001	B	33 di 45								

max	Comb. wk	Ver Mx	e1 fess	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr
(0.00009)	1 397	S	-0.00020 (0.20)	0.00000 47.52	0.00	0.500	16.0	59	0.00009

### VERIFICA A TAGLIO

La verifica a taglio è stata eseguita attraverso un foglio excel.

La verifica è soddisfatta in assenza di armatura a taglio, tuttavia si prevede la seguente armatura a taglio : spilli Ø10/40x40 quinconce

### VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO T.U. 14/01/2008 § 4.1.2.1.3

#### • Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$ mm larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 300$ mm altezza	$\gamma_s = 1.15$	coeff. sicurezza
$c = 70$ mm copriferro	$f_{yd} = 391.3$ MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 30$ MPa resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:	
$\gamma_c = 1.50$ coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 5 \text{ } \emptyset 16$	$= 10.05 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$ coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \text{ } \emptyset$	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$d = 230$ mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset$	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 17.00$ MPa resist. di calcolo		$10.05 \text{ cm}^2$

#### • Sollecitazioni (compressione<0, trazione>0, taglio in valore assoluto)

$$N_{ed} = 0.0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 20.0 \text{ kN}$$

#### • Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1.933 < 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{min} = 0.515$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02 \quad \rho_1 = 0.004 < 0.02$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0.2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0.00 \text{ MPa} < 0.2 f_{cd}$$

$$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = 125.8 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 118.5 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 125.8 \text{ kN} \quad \text{valore di calcolo}$$

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere in c.a. – Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI1200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>34 di 45</b>

### 7.2.4.2 FONDAZIONE

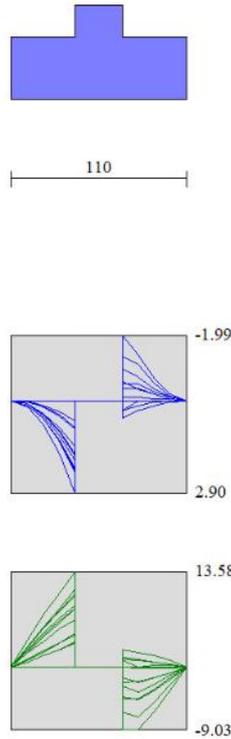
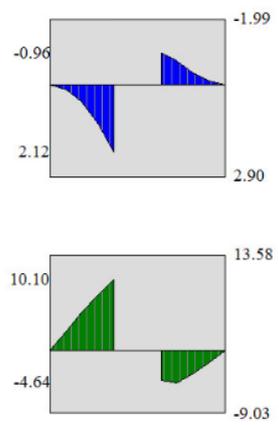
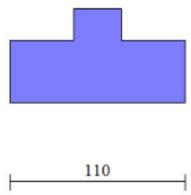


Figura 5 – Involuppo diagrammi di sollecitazione della fondazione del muro (kPa/ kN) condizione SLU-SLV

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI1200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>35 di 45</b>
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere in c.a. – Relazione di calcolo</b>						



**Figura 6 –diagrammi di sollecitazione della fondazione del muro (kPa/ kN) condizione SLE RARA**

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Opere in c.a. – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 001	REV. FOGLIO B 36 di 45

Verifica strutturale alla base della fondazione.

Sezione fondazione: 40cm

Copriferro C=40mm

Armatura trasversale interna ed esterna:  $\Phi 16/200$

Armatura longitudinale interna ed esterna:  $\Phi 10/200$

Armatura a taglio:  $\Phi 10/400 \times 400$

La verifica è stata svolta in RC-Sec

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resis. compr. di progetto fcd:	17.0 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	8.5 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.90 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.0 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	18.0 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.5 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \beta_2$ :	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$ :	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa	

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale

<b>APPALTATORE:</b> <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>M-INGEGNERIA</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere in c.a. – Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI1200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>37 di 45</b>

Classe Calcestruzzo:                      C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	40.0
3	100.0	40.0
4	100.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	6.7	6.7	16
2	93.3	6.7	16
3	6.7	33.3	16
4	93.3	33.3	16

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.                      Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
N°Barra Ini.                      Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
N°Barra Fin.                      Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
N°Barre                      Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
Ø                      Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	3	16
2	3	4	3	16

#### ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:                      10 mm  
Passo staffe:                      5.0 cm  
Staffe:                      Una sola staffa chiusa perimetrale

#### CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

<b>APPALTATORE:</b> <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere in c.a. – Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RH1200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>38 di 45</b>

- N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
- Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
- My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
- Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
- Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	5.00	0.00	20.00	0.00

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

- N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
- Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
- My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	5.00	0.00
2	0.00	5.00	0.00

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

- N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
- Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
- My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	5.00 (85.07)	0.00 (0.00)

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

<b>APPALTATORE:</b> <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere in c.a. – Relazione di calcolo</b>	<b>COMMESSA</b> <b>IF3A</b>	<b>LOTTO</b> <b>02</b>	<b>CODIFICA</b> <b>E ZZ CL</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>RI1200 001</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>39 di 45</b>

- N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
- Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
- My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	5.00 (85.07)	0.00 (0.00)

## RISULTATI DEL CALCOLO

### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	5.9 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	20.1 cm
Copriferro netto minimo staffe:	4.9 cm

### VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	5.00	0.00	0.00	135.82	0.00	27.16	20.1(8.0)

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere in c.a. – Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>RH1200 001</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>40 di 45</b>

es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.145	0.0	40.0	-0.00135	6.7	33.3	-0.02061	6.7	6.7

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000723952	-0.025458066	0.145	0.700

#### VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:	10 mm
Passo staffe:	5.0 cm [Passo massimo di normativa = 28.7 cm]

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved	Taglio di progetto [kN] = proiezione di $V_x$ e $V_y$ sulla normale all'asse neutro
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. La resistenza delle travi è calcolata assumendo il valore di 0.9 Dmed come coppia interna. I pesi della media sono le lunghezze delle strisce. (Sono escluse le strisce totalmente non compresse).
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm <sup>2</sup> /m]
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm <sup>2</sup> /m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore $L/d_{max}$ con $L$ =lunghezza legatura/proiezione sulla direzione del taglio e $d_{max}$ = massima altezza utile nella direzione del taglio.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>												
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</b>													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere in c.a. – Relazione di calcolo</b>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">COMMESSA</td> <td style="width: 15%;">LOTTO</td> <td style="width: 15%;">CODIFICA</td> <td style="width: 15%;">DOCUMENTO</td> <td style="width: 15%;">REV.</td> <td style="width: 15%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>RH1200 001</td> <td>B</td> <td>41 di 45</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	RH1200 001	B	41 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF3A	02	E ZZ CL	RH1200 001	B	41 di 45								

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vvd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	20.00	1373.18	397.19	35.9	100.0	1.000	1.000	1.6	31.4(0.0)

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.37	100.0	40.0	-16.4	6.7	6.7	1026	10.1
2	S	0.37	100.0	40.0	-16.4	6.7	6.7	1026	10.1

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$ Esito della verifica
e1	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
-------	-----	----	----	----	---	----	-------------	--------	----	---------	---------

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Opere in c.a. – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 001	REV. B	FOGLIO 42 di 45

1	S	-0.00010	0.00000	0.500	16.0	59	0.00005 (0.00005)	478	0.024 (990.00)	85.07	0.00
2	S	-0.00010	0.00000	0.500	16.0	59	0.00005 (0.00005)	478	0.024 (990.00)	85.07	0.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.37	100.0	40.0	-16.4	6.7	6.7	1026	10.1

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00010	0.00000	0.500	16.0	59	0.00005 (0.00005)	478	0.024 (0.20)	85.07	0.00

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.37	100.0	40.0	-16.4	6.7	6.7	1026	10.1

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]**

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00010	0.00000	0.500	16.0	59	0.00005 (0.00005)	478	0.024 (0.20)	85.07	0.00

**VERIFICA A TAGLIO**

La verifica a taglio è stata eseguita attraverso un foglio excel.

La verifica è soddisfatta in assenza di armatura a taglio, tuttavia si prevede la seguente armatura a taglio :  
spilli Ø10/40x40 a quinconce

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Opere in c.a. – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 001	REV. B FOGLIO 43 di 45

### VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO T.U. 14/01/2008 § 4.1.2.1.3

#### • Caratteristiche della sezione

$b_w = 1000$ mm larghezza	$f_{yk} = 450$ MPa	resist. caratteristica
$h = 400$ mm altezza	$\gamma_s = 1.15$	coeff. sicurezza
$c = 70$ mm copriferro	$f_{yd} = 391.3$ MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 30$ MPa resist. caratteristica	Armadura longitudinale tesa:	
$\gamma_c = 1.50$ coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 5 \text{ } \emptyset 16$	$= 10.05 \text{ cm}^2$
$\alpha_{cc} = 0.85$ coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$d = 330$ mm altezza utile	$A_{sl,3} = 0 \text{ } \emptyset 0$	$= 0.00 \text{ cm}^2$
$f_{cd} = 17.00$ MPa resist. di calcolo		$10.05 \text{ cm}^2$

#### • Sollecitazioni (compressione <0, trazione >0, taglio in valore assoluto)

$$N_{ed} = 0.0 \text{ kN} \quad V_{ed} = 20.0 \text{ kN}$$

#### • Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2 \quad k = 1.778 < 2$$

$$v_{\min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad v_{\min} = 0.455$$

$$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0.02 \quad \rho_1 = 0.003 < 0.02$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0.2 f_{cd} \quad \sigma_{cp} = 0.00 \text{ MPa} < 0.2 f_{cd}$$

$$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / g_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{\min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$$V_{Rd} = 147.2 \text{ kN}; \quad (\text{con } (v_{\min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 150.0 \text{ kN})$$

$$V_{Rd} = 150.0 \text{ kN} \quad \text{assunto pari alla resistenza minima}$$

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI M-INGEGNERIA GCF ELETTRI-FER	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Opere in c.a. – Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 001	REV. B	FOGLIO 44 di 45

### 7.3 INCIDENZA

Si riporta l'incidenza del muro.

Paramento: 80 kg/m<sup>3</sup>

Fondazione: 80 kg/m<sup>3</sup>

Di seguito si riporta il calcolo

paramento									
dimensioni	0,3		armature		diametro	peso	lunghezza	numero	peso totale
	1,0			lato terreno verticali	12,0	0,9	1,1	5,0	4,9
	1,0			lato esterno verticali	12,0	0,9	1,1	5,0	4,9
volume	0,3			lato terreno orizzontali	10,0	0,6	1,1	7,5	5,1
				lato esterno orizzontali	10,0	0,6	1,1	7,5	5,1
				Spilli	10,0	0,6	0,6	6,3	2,3
								totale	22,1
				sfridi/sovrapposizioni	1,1			incidenza	73,8
								<b>incidenza computata</b>	<b>81,2</b>
fondazione									
dimensioni	0,4		armature		diametro	peso	lunghezza	numero	peso totale
	1			lato terreno verticali	16	1,57	1,1	5	8,6
	1			lato esterno verticali	16	1,57	1,1	5	8,6
volume	0,4			lato terreno orizzontali	10	0,61	1,1	5	3,4
				lato esterno orizzontali	10	0,61	1,1	5	3,4
				Spilli	10	0,61	0,6	6,3	2,3
				riprese spalmata su 6.10m di fondazione	12	0,89	0,25	20	4,4
								totale	30,7
				fattore sicurezza	1,1			incidenza	76,7
								<b>incidenza computata</b>	<b>80,5</b>

Si evidenzia che le armature previste sono assolutamente congruenti con i minimi imposti e dichiarati al cap. 4 delle NTC 2018.

Area minima ferro paramento (zona tesa)= 0.15% A<sub>totale</sub>

Area ferro paramento = 0.18 %

Area minima ferro fondazione = 0.20 % A<sub>totale</sub>

Area ferro fondazione =0.25%

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI</b> <b>M-INGEGNERIA                      GCF                      ELETTRI-FER</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Opere in c.a. – Relazione di calcolo</b>	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO RH1200 001	REV. B	FOGLIO 45 di 45

## 7.4 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO (SLD)

Le verifiche allo stato limite di danno (SLD) da effettuare sull'opera in esame, vengono condotte valutando gli spostamenti indotti sull'opera da un sisma con tempo di ritorno TR = 113 anni, corrispondente alla probabilità di superamento del 63 % nella vita di riferimento dell'opera VR=112.5 anni.

La stima degli spostamenti indotti dal sisma viene effettuata attraverso la formula di Rampello.

$$d = (S_S \cdot S_T \cdot B) \cdot e^{A(a_c/a_{max})}$$

Essendo:

A e B due coefficienti che sono funzione del valore di ag (accelerazione massima al sito) e della categoria di sottosuolo sul quale l'opera poggia.

Sottosuolo	Cat. A		Cat. B		Cat. C, D, E	
	A	B	A	B	A	B
a <sub>max</sub> /g						
0.3 – 0.4	-7.5	1.21	-7.9	1.06	-7.4	0.56
0.2 – 0.3	-7.42	1.28	-7.79	1.11	-7.54	0.58
0.1 – 0.2	-7.48	0.65	-7.86	0.73	-8.05	0.86
≤ 0.1	-7.87	0.28	-7.86	0.3	-8.07	0.44

ac il valore dell'accelerazione critica, ossia quel valore dell'accelerazione del suolo in corrispondenza del quale si manifestano i primi spostamenti relativi permanenti tra muro e terreno. Si determina imponendo pari all'unità il rapporto Rd/Ed nella verifica a scorrimento.

Nel caso in esame si ha:

$$S_s = 1.5$$

$$S_t = 1.2$$

$$A = -7.54$$

$$B = 0.58$$

$$a_c = 0.4$$

$$a_{max} = 0.221$$

si trova pertanto

$$d = 1.23 \times 10^{-6} < 0.02$$

La verifica è pertanto soddisfatta.