

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

FABBRICATI

FA03B BASAMENTI GE, CABINA ELEVATRICE E VASCA G.E.E DI HIRPINIA

ELABORATI STRUTTURALI

Relazione di calcolo

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio ORSARA - BOVINO AV Il Direttore Tecnico Ing. P. M. Gianvecchio 08/06/2022	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    FA03B0    000    B    -

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	C 08.00 - Emissione 180gg	A. Triglia	08/02/2022	P. Toniolo	08/02/2022	L. Ongaro	08/02/2022	Ing. R. Zanon    08/06/2022
B	C 08.01 - A valle del contraddittorio	A. Triglia	08/06/2022	P. Toniolo	08/06/2022	L. Ongaro	08/06/2022	

<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>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ CL	<b>DOCUMENTO</b> FA03B0 000	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 2 di 194

## Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>SCOPO DEL DOCUMENTO .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>7</b>
3.1	DOCUMENTI REFERENZIATI .....	7
3.2	DOCUMENTI CORRELATI.....	7
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....</b>	<b>8</b>
4.1	MAGRONE.....	8
4.2	CEMENTO ARMATO.....	8
4.2.1	CALCESTRUZZO .....	8
4.2.2	ACCIAIO D'ARMATURA IN BARRE TONDE AD ADERENZA MIGLIORATA .....	9
4.2.3	COPRIFERRO.....	10
<b>5</b>	<b>TERRENO DI FONDAZIONE .....</b>	<b>14</b>
5.1	TERRENO PIAZZALE RI11 TRATTA ORSARA – BOVINO .....	14
5.2	TERRENO PIAZZALE RI13 TRATTA HIRPINIA – ORSARA .....	20
5.3	PARAMETRI DI PROGETTO PER BASAMENTO G.E. ....	21
5.4	PARAMETRI DI PROGETTO PER VASCA SERBATOIO G.E. ....	21
<b>6</b>	<b>DESCRIZIONE GRUPPO ELETTROGENO .....</b>	<b>22</b>
<b>7</b>	<b>MODELLO STRUTTURALE BASAMENTO G.E. ....</b>	<b>23</b>
7.1	CONSIDERAZIONI GENERALI SUL MODELLO DI CALCOLO.....	23
7.2	ELEMENTI BIDIMENSIONALI “SHELL” .....	26
<b>8</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI .....</b>	<b>28</b>
8.1	PARAMETRI DELL'OPERA.....	29
8.2	PESO PROPRIO STRUTTURE.....	30
8.3	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI .....	31
8.4	SOVRACCARICHI VARIABILI .....	33
8.5	AZIONE DELLA NEVE .....	34
8.6	AZIONE DEL VENTO .....	36
8.7	AZIONE SISMICA.....	41
8.7.1	INERZIA MASSE STRUTTURALI E PORTATE .....	43
<b>9</b>	<b>COMBINAZIONI DELLE AZIONI .....</b>	<b>46</b>

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI   GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	<b>COMMESSA</b> IF3A	<b>LOTTO</b> 02	<b>CODIFICA</b> E ZZ CL	<b>DOCUMENTO</b> FA03B0 000	<b>REV.</b> B	<b>FOGLIO</b> 3 di 194

9.1	RIEPILOGO COMBINAZIONI.....	48
10	SOLLECITAZIONI.....	49
11	TEORIA SULLE VERIFICHE STRUTTURALI .....	56
11.1	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI A FLESSIONE – PRESSOFLESSIONE .....	56
11.2	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI A TAGLIO .....	56
11.3	VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO .....	57
12	VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE .....	57
13	VERIFICHE STRUTTURALI .....	58
13.1	VERIFICHE ALLO SLU/SLV .....	58
13.2	VERIFICHE ALLO SLE .....	63
13.2.1	VERIFICHE DELLE TENSIONI.....	63
13.2.2	VERIFICA FESSURAZIONI .....	65
13.3	RIEPILOGO ARMATURE.....	68
14	VERIFICA GEOTECNICA .....	69
14.1	VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE .....	70
14.2	VERIFICA DEI CEDIMENTI.....	80
15	INCIDENZE .....	81
16	CONCLUSIONI .....	81
17	DESCRIZIONE SERBATOIO VASCA INTERRATA.....	82
18	MODELLO STRUTTURALE VASCA SERBATOIO G.E. ....	82
18.1	CONSIDERAZIONI GENERALI SUL MODELLO DI CALCOLO.....	83
18.2	ELEMENTO MONODIMENSIONALI BEAM .....	86
19	ANALISI DEI CARICHI .....	88
19.1	PARAMETRI DELL’OPERA.....	88
19.2	PESO PROPRIO STRUTTURE.....	89
19.3	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI .....	91
19.4	SPINTA DELLE TERRE IN CONDIZIONI STATICHE .....	94
19.5	SOVRACCARICO ACCIDENTALE SU RILEVATO.....	96
19.6	AZIONE TERMICA .....	97
19.7	AZIONE DI RITIRO .....	97
19.8	AZIONE SISMICA.....	97

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 4 di 194

19.8.1	INERZIA MASSE STRUTTURALI.....	97
19.8.2	SPINTA DINAMICA DEL TERRENO (SPINTA DI WOOD).....	99
19.8.3	SPINTA IDROSTATICA IN CONDIZIONI SISMICHE .....	100
<b>20</b>	<b>COMBINAZIONI DELLE AZIONI .....</b>	<b>102</b>
20.1	RIEPILOGO COMBINAZIONI.....	103
<b>21</b>	<b>SOLLECITAZIONI.....</b>	<b>103</b>
<b>22</b>	<b>VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE .....</b>	<b>107</b>
<b>23</b>	<b>VERIFICHE STRUTTURALI .....</b>	<b>107</b>
23.1	ARMATURA MINIMA NECESSARIA.....	107
23.2	VERIFICHE ALLO SLE .....	111
23.2.1	VERIFICHE DELLE TENSIONI.....	111
23.2.2	VERIFICA FESSURAZIONI .....	113
23.3	ARMATURE SCELTE.....	114
23.4	VERIFICA DEFORMABILITÀ.....	115
<b>24</b>	<b>VERIFICHE GEOTECNICHE .....</b>	<b>116</b>
<b>25</b>	<b>INCIDENZE .....</b>	<b>130</b>
<b>26</b>	<b>MODELLO STRUTTURALE BASAMENTO CABINA MT/BT .....</b>	<b>131</b>
26.1	CONSIDERAZIONI GENERALI SUL MODELLO DI CALCOLO.....	131
26.2	ELEMENTI BIDIMENSIONALI “SHELL” .....	133
<b>27</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI .....</b>	<b>136</b>
27.1	PARAMETRI DELL’OPERA.....	137
27.2	PESO PROPRIO STRUTTURE.....	138
27.3	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI .....	139
27.4	SOVRACCARICHI VARIABILI .....	141
27.5	AZIONE DELLA NEVE .....	143
27.6	AZIONE DEL VENTO .....	145
27.7	AZIONE SISMICA.....	150
27.7.1	INERZIA MASSE STRUTTURALI E PORTATE .....	152
<b>28</b>	<b>COMBINAZIONI DELLE AZIONI .....</b>	<b>157</b>
28.1	RIEPILOGO COMBINAZIONI.....	158
<b>29</b>	<b>SOLLECITAZIONI.....</b>	<b>159</b>

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING    PINI    GCF</b> <b>    ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>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>FA03B0 000</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>5 di 194</b>

<b>30</b>	<b>TEORIA SULLE VERIFICHE STRUTTURALI .....</b>	<b>171</b>
30.1	<b>VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI A FLESSIONE – PRESSOFLESSIONE .....</b>	<b>171</b>
30.2	<b>VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI A TAGLIO .....</b>	<b>171</b>
30.3	<b>VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO .....</b>	<b>173</b>
<b>31</b>	<b>VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE .....</b>	<b>173</b>
<b>32</b>	<b>VERIFICHE STRUTTURALI .....</b>	<b>173</b>
32.1	<b>VERIFICHE ALLO SLU/SLV .....</b>	<b>173</b>
32.2	<b>VERIFICHE ALLO SLE .....</b>	<b>179</b>
32.2.1	<b>VERIFICHE DELLE TENSIONI.....</b>	<b>179</b>
32.2.2	<b>VERIFICA FESSURAZIONI .....</b>	<b>181</b>
32.3	<b>RIEPILOGO ARMATURE.....</b>	<b>181</b>
<b>33</b>	<b>VERIFICA GEOTECNICA .....</b>	<b>182</b>
33.1	<b>VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE .....</b>	<b>183</b>
33.2	<b>VERIFICA DEI CEDIMENTI.....</b>	<b>193</b>
<b>34</b>	<b>INCIDENZE .....</b>	<b>194</b>
<b>35</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>194</b>

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>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>FA03B0 000</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>6 di 194</b>

## 1 PREMESSA

Allo scopo di ospitare le tecnologie di linea della Tratta Bovino - Orsara verranno realizzati i fabbricati riportati nella seguente tabella.

WBS	km	Descrizione	Locali	B (m)	L (m)
FA01A	30+850.0	PGEP Bovino	GE – MT - BT – TLC – Gest. Emerg.	22,90	7,00
FA01B	30+850.0	Vasca Antincendio di Bovino	Vasca	10,60	7,00
FA02B	40+950.0	Vasca Antincendio di Bovino	Vasca	10,60	7,00
FA01C	30+850.0	Fabbricato ENEL	Misure, Consegna MT, Utente	8,80	7,00
FA02C	41+000.0	Fabbricato ENEL	Misure, Consegna MT, Utente	8,80	7,00
FA01D	30+850.0	Vasca GE	Basamento	Var.	Var.
FA01E	30+850.0	PPT SIAP Bovino	G.E - SIAP -PPT – (libero)	17,20	7,00
FA02A	40+950.0	PGEP Orsara	GE – MT - BT – TLC – Gest. Emerg.	31,30	7,00
FA02D	40+950.0	PGEP Orsara	GE – UPS - DM	31,30	7,00
FA03A	40+950.0	Centrale Ventilazione	Locale ventilatori	18,30	26,70

## 2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Lo scopo del presente documento è quello di calcolare e verificare le strutture in elevazione e in fondazione del fabbricato tecnologico FA01A.

Il fabbricato oggetto della presente relazione sarà realizzato al fine di ospitare i seguenti locali:

- Locale media tensione (MT);
- Locale bassa tensione (BT);
- Sala TLC;
- Locale Gestione Emergenze.

Si attribuisce una vita nominale  $V_N = 75$  anni e la classe d'uso III con coefficiente d'uso  $C_u=1.50$ , in conformità ai seguenti riferimenti normativi:

- DM 17/01/2018 par. 2.4;
- Circ. 21/01/2019, n. 7 par. C2.4.1 e C2.4.2;
- Decreto 21/10/2003 P.C.M. Dipartimento della Prot. Civile (all.1);
- "Istruzione per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari" (rif. RFI-DTC-ICI-PO-SP-INF-001-A) par. 1.1.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>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>FA03B0 000</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>7 di 194</b>

### 3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

#### 3.1 DOCUMENTI REFERENZIATI

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:

- Nuove norme tecniche per le costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);
- Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;
- 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
- Eurocodice 2: Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Parte 1.1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI ENV 1992-1-1 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 206-1/2001 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità;
- UNI EN 1998-5 – Fondazioni ed opere di sostegno.

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

#### 3.2 DOCUMENTI CORRELATI

I documenti correlati sono:

IF3A02EZZPBFA03B2000 FA03B - BASAMENTI GE, CABINA ELEVATRICE E VASCA G.E.E DI HIRPINIA – Pianta fondazioni e tracciamento

IF3A02EZZPBFA03B3000 FA03B - BASAMENTI GE, CABINA ELEVATRICE E VASCA G.E.E DI HIRPINIA – Pianta - Carpenteria

IF3A02EZZWBFA03B0000 FA03B - BASAMENTI GE, CABINA ELEVATRICE E VASCA G.E.E DI HIRPINIA – Sezioni e particolari costruttivi

<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 8 di 194

## 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### 4.1 MAGRONE

Per la realizzazione delle opere di sottofondazione impiegato un calcestruzzo con classe di resistenza **C12/15** e classe di esposizione **X0**.

### 4.2 CEMENTO ARMATO

#### 4.2.1 Calcestruzzo

Nella tabella successiva sono riportare, per ogni singola classe di esposizione ambientale (UNI EN 206-1), le prescrizioni per il calcestruzzo che ne garantiscono la durabilità.

Tabella 4-1 Classe di esposizione e condizioni ambientali degli elementi strutturali

Elemento strutturale	Classi di esposizione (uni en 206-1)	Descrizione condizioni ambientali	Situazioni possibili per l'applicazione della classe
Fondazioni	XC3	Bagnato raramente asciutto	Fondazioni e strutture interrare

La classe di resistenza minima del conglomerato previsto per i muri di sostegno armati è **C30/37**. Per le verifiche si utilizza il legame costitutivo parabola-rettangolo.

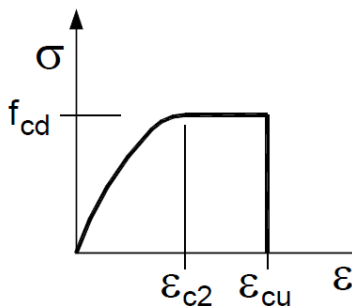


Figura 4-1 Legame costitutivo "a" definito per il calcestruzzo dalle NTC2018.

Le caratteristiche meccaniche sono le seguenti:

- Classe di resistenza: C30/37
- Rapporto massimo acqua/cemento: 0,55
- Copriferro netto minimo: 40 mm
- Peso per unità di volume:  $\gamma = 25,00 \text{ kN/m}^3$
- Resistenza caratteristica cubica:  $R_{ck} = 37,00 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza caratteristica cilindrica:  $f_{ck} = 30.71 \text{ N/mm}^2$



<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>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>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>FA03B0 000</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>9 di 194</b>

- Resistenza cilindrica media:  $f_{cm} = 38.71 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo a compressione:  $f_{cd} = 17.40 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza media a trazione semplice (assiale):  $f_{ctm} = 2.90 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza caratteristica a trazione semplice (frattile 5%):  $f_{ctk} = 2.03 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo a trazione semplice:  $f_{ctd} = 1,35 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico medio:  $E_{cm} = 32836.57 \text{ N/mm}^2$
- Coefficiente parziale di sicurezza:  $\gamma_c = 1,50$
- Deformazione al raggiungimento della massima tensione:  $\epsilon_{c2} = 2,00 \text{ ‰}$
- Deformazione ultima:  $\epsilon_{cu} = 3,50 \text{ ‰}$
- Coefficiente di dilatazione termica:  $\alpha = 10 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- Massima tensione di compressione in comb. RARA  $\sigma_c = 18.43 \text{ N/mm}^2$
- Massima tensione di compressione in comb. PERMANENTE  $\sigma_c = 13.82 \text{ N/mm}^2$

#### 4.2.2 Acciaio d'armatura in barre tonde ad aderenza migliorata

Si adotta acciaio tipo B450C come previsto al punto 11.3.2.1 delle NTC2018, per il quale si possono assumere le seguenti caratteristiche:

Resistenza a trazione – compressione:

$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2 =$  Resistenza caratteristica di rottura

$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2 =$  Resistenza caratteristica a snervamento

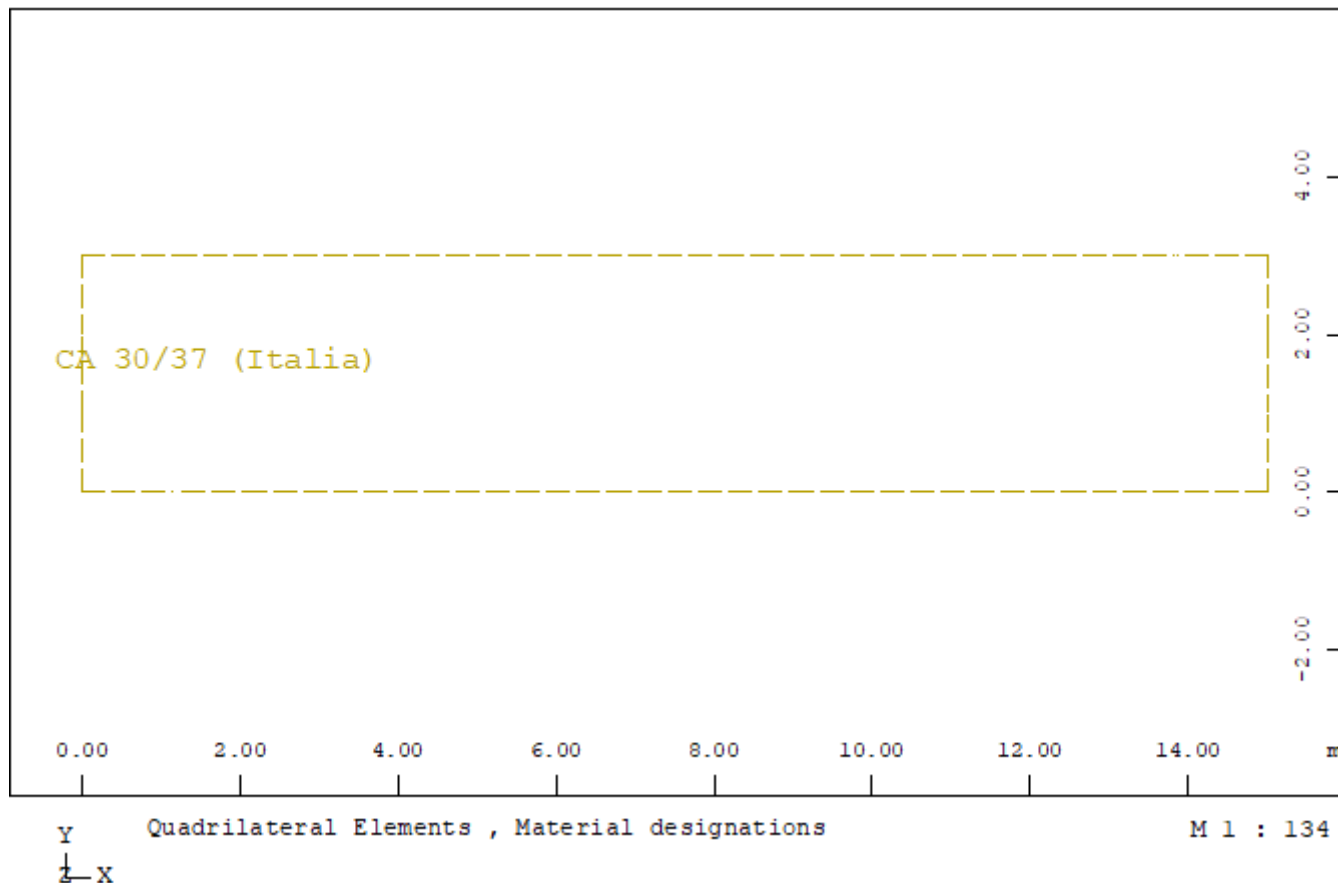
$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 391.3 \text{ N/mm}^2 =$  Resistenza di calcolo

dove:

$\gamma_s = 1.15 =$  Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio.

Modulo Elastico:  $E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$

<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>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>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>FA03B0 000</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>10 di 194</b>



**Figura 4-2: Calcestruzzo basamento**

### 4.2.3 Copriferro

Secondo quanto riportato nel Manuale di progettazione RFI parte II sezione 2 “ponti e strutture” al paragrafo 2.5.2.2.3.1

Si utilizza un valore di copriferro C=40mm (valutato al netto dell’armatura più esterna)

APPALTATORE: Conorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING   PINI   GCF ELETTRI-FER                  M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA03B0 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>11 di 194</b>

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
<b>Solettoni di fondazione, fondazioni armate</b>	<b>40mm</b>
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 interratae 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

Si riportano i dati di input iniziali

Copriferri, limiti tensionali e apertura delle fessure massime ammissibili.

L'armatura massima ammissibile per rispettare i copriferri imposti e per le quali le verifiche sono state condotte e verificate sono:

Basamento (gruppo 10):

diametro max consentito  $\Phi 16$  entrambe le direzioni;

Si assumono 2 direzioni ortogonali di armatura, organizzate nei layer sotto definiti:

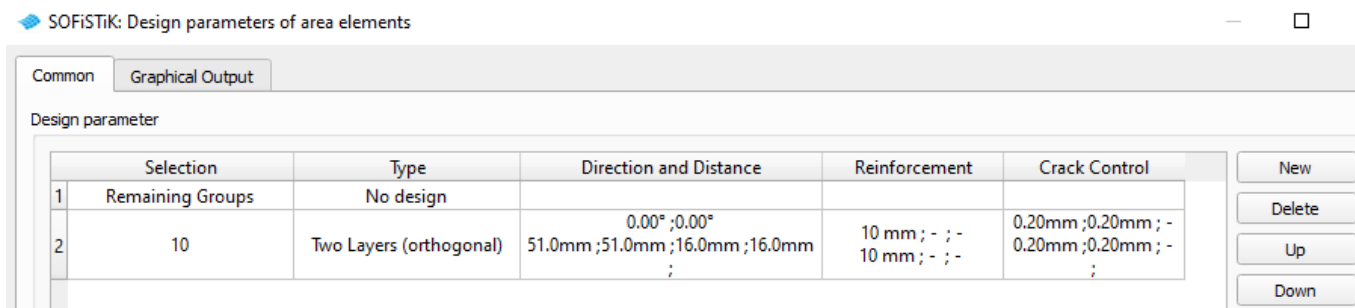


Figura 4-3 Copriferro gruppi

Le distanze dal bordo H dell'armatura TRASVERSALE e quella DH tra TRASVERSALE e LONGITUDINALE sono riportate in figura:

<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 12 di 194

SOFiStiK: Direction and Distance



Direction

	Upper (A)	Lower (B)
Principal Reinforcement (0 ... 180)	<input type="text" value="0.00 °"/>	<input type="text" value="0.00 °"/>

*i* The local x-axis of the elements is the default direction of the principal reinforcement.

Distance

	Upper (A)	Lower (B)
Principal Reinforcement (H)	<input type="text" value="70.0 mm"/>	<input type="text" value="70.0 mm"/>
Cross Reinforcement (DH)	<input type="text" value="16.0 mm"/>	<input type="text" value="16.0 mm"/>

Figura 4-4 Copriferro Basamento

<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 13 di 194

**SOFiSTiK: Crack Control** X

Upper

	Crack width	Steel stress
Principal Reinforcement	0.20 mm	337.50 MPa
Cross Reinforcement	0.20 mm	337.50 MPa

Lower

	Crack width	Steel stress
Principal Reinforcement	0.20 mm	337.50 MPa
Cross Reinforcement	0.20 mm	337.50 MPa

*i* Permissible crack width for crack width control with or without direct calculation. Crack width control acc. to EN 1992-1-1, table 7.3N requires input for permissible steel stress.

**Figura 4-5 Limite apertura fessure e tensione sull'acciaio**

Il procedimento di verifica impostato nel software è quello di "in primis" calcolare l'armatura necessaria per le verifiche di resistenza SLU/SLV, lo step successivo è quello di verificare l'armatura calcolata agli SLU/SLV a fessurazione, se l'armatura non soddisfa le verifiche il software aumenta automaticamente l'armatura (fino a un limite che è stato impostato come visto precedentemente) e si passa alle verifiche tensionali la quale può confermare oppure aumentare l'armatura ulteriormente.

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>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>FA03B0 000</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>14 di 194</b>

## 5 TERRENO DI FONDAZIONE

Per le caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione e la caratterizzazione del suolo da un punto di vista sismico si assume la peggiore tra quella del piazzale RI11 della tratta Orsara – Bovino e la quella del piazzale RI13 della tratta Hirpinia Orsara.

### 5.1 TERRENO PIAZZALE RI11 TRATTA ORSARA – BOVINO

Sulla base delle informazioni ricavate nel documento IF3A02EZZRBRI000000 “Relazione Geotecnica generale e calcolo rilevati” la stratigrafia del terreno è caratterizzata dalle seguenti unità:

**Coltre:** coltre eluvio-colluviale;

**STF2:** Peliti di Difesa Grande.

Nella tabella seguente si riporta la stratigrafia di riferimento e la profondità di falda per il piazzale e la viabilità SSE.

<b>Stratigrafia di riferimento</b>		<b>Falda</b>
<b>Spessore strato [m]</b>	<b>Unità di riferimento</b>	<b>Profondità da p.c. [m]</b>
10.4÷8.7	Coltre	5.0
>30.0	STF2	

Qui di seguito i parametri geotecnici di riferimento

<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA03B0 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>15 di 194</b>

	Coltre		STF2	
$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	20÷21.2 [20.5]		19.5÷22.5 [21]	
<b>IP</b> [%]	10÷11 [10]		5÷21 [13]	
<b>c<sub>u</sub></b> [kPa]	z≤5m	50÷450 [90]	z≤15m	60
	z>5m	100÷450 [140]	z>15m	250
$\phi^*$ [°]	27		z≤20m	27
			z>20m	28
<b>c'</b> [kPa]	8		z≤20m	2
			z>20m	40
<b>E<sub>u</sub>/C<sub>u</sub></b>	485		403	
<b>E<sub>0</sub></b> [MPa]	z≤5m	50÷395 [85]	z≤20m	113÷1019 [201]
	z>5m	72÷395 [128]	z>20m	201÷1019 [409]
<b>E<sub>op,1</sub> (*)</b> [MPa]	z≤5m	10÷78 [17]	z≤20m	22÷203 [40]
	z>5m	14÷78 [25]	z>20m	40÷203 [81]
<b>E<sub>op,2</sub> (**)</b> [MPa]	z≤5m	5÷39 [8.5]	z≤20m	11÷101 [20]
	z>5m	7÷39 [12.5]	z>20m	20÷101 [40.5]
<b>c<sub>c</sub></b> [-]	6.4*10 <sup>-2</sup>		6.6*10 <sup>-2</sup>	
<b>c<sub>r</sub></b> [-]	1.2*10 <sup>-2</sup>		1.0*10 <sup>-2</sup>	
<b>c<sub>az</sub></b>	2.7*10 <sup>-3</sup>		2.0*10 <sup>-3</sup>	
<b>c<sub>v</sub></b> [m <sup>2</sup> /s]	4.0*10 <sup>-8</sup> ÷4.0*10 <sup>-7</sup> [1.0*10 <sup>-7</sup> ]		8.0*10 <sup>-8</sup> ÷1.0*10 <sup>-6</sup> [3.0*10 <sup>-7</sup> ]	
<b>e<sub>0</sub></b> [-]	0.4-0.6 [0.5]		0.36÷0.49 [0.45]	
<b>OCR</b> [-]	1÷8 [3]		1÷8 [4]	
<b>v'</b> [-]	0.3		0.3	
<b>k</b> [m/s]	1.2*10 <sup>-8</sup> ÷6.0*10 <sup>-5</sup> [4.0*10 <sup>-7</sup> ]		1.0*10 <sup>-8</sup> ÷2.0*10 <sup>-7</sup> [1.0*10 <sup>-7</sup> ]	





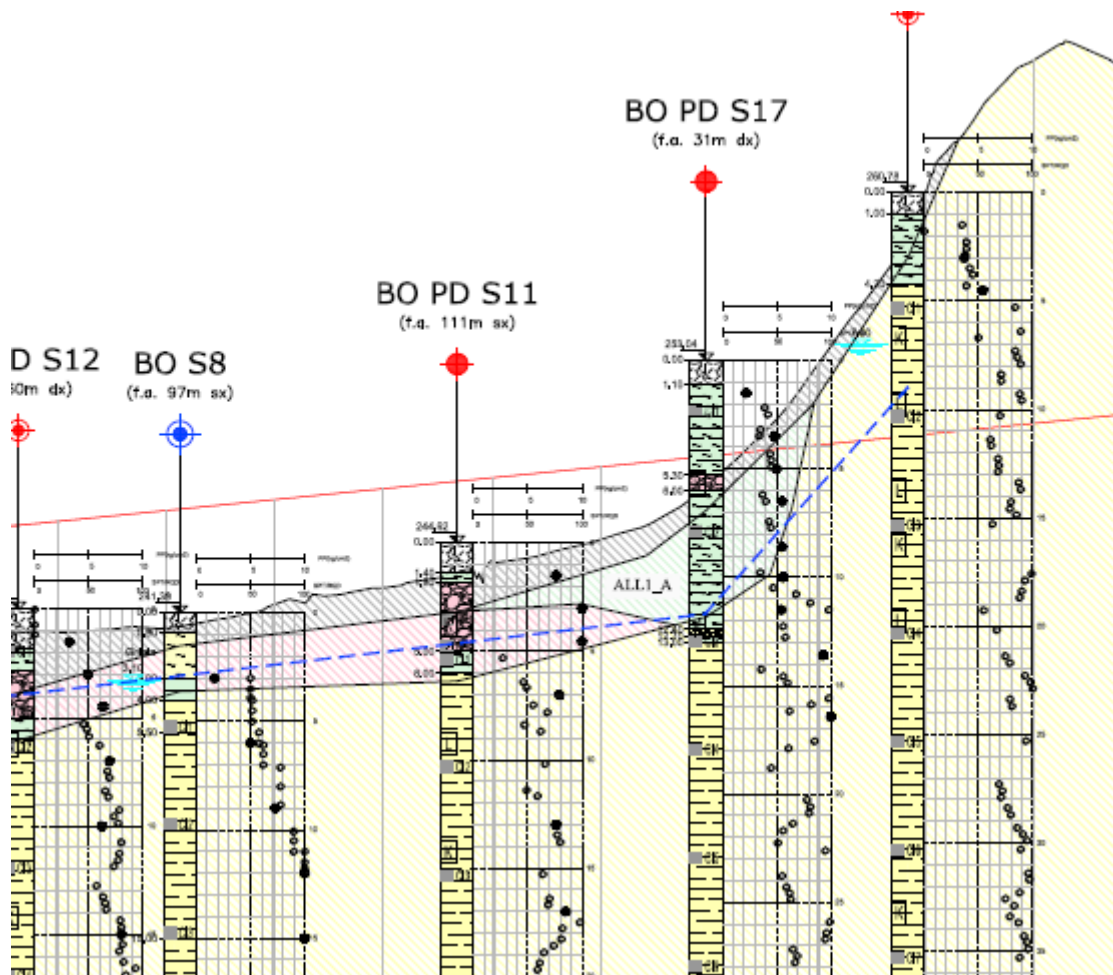
APPALTATORE: Consorzio                      Soci HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandatario                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING    PINI    GCF ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B              FOGLIO 17 di 194

	<b>Terreno di Copertura</b>	<b>ALL1_A</b>	<b>ALL3_G</b>	<b>ASP</b>	
$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	18.0÷18.6 [18.3]	17.7÷19.7 [19.0]	18.0÷20.2 [19.0]	19.0÷21.0 [20.0]	
IP [%]	18÷26 [21]	27÷51 [38]	-	20÷45 [30]	
$c_u$ [kPa]	75÷250 [130]	150÷290 [180]	-	$z \leq 20m$	130÷300 [180]
				$z > 20m$	200÷300 [250]
$\phi'$ [°]	24	24	36÷59 [36]	20÷30 [22]	
$c'$ [kPa]	10	10	0.0	20÷40 [26]	
$E_w/C_u$	403	268	-	228	
$E_0$ [MPa]	40÷340 [85]	113÷582 [201]	145÷846 [367]	$z \leq 15m$	266÷1258 [367]
				$z > 15m$	453÷1258 [689]
$E_{op,1}$ [MPa]	8÷68 [17]	22÷116 [40]	29÷169 [73]	$z \leq 15m$	53÷251 [73]
				$z > 15m$	90÷251 [137]
$E_{op,2}$ [MPa]	4÷34 [8.5]	11÷58 [20]	14÷84 [36]	$z \leq 15m$	26÷125 [36]
				$z > 15m$	45÷125 [68]
$c_c$ [-]	dato non disponibile	$8.0 \cdot 10^{-2}$	-	$7.5 \cdot 10^{-2}$	
$c_r$ [-]	dato non disponibile	$1.4 \cdot 10^{-2}$	-	$1.3 \cdot 10^{-2}$	
$c_{az}$	dato non disponibile	$2.4 \cdot 10^{-3} \div 3.4 \cdot 10^{-3}$ [2.8*10 <sup>-3</sup> ]	-	$2.6 \cdot 10^{-3}$	
$c_v$ [m <sup>2</sup> /s]	$2.0 \cdot 10^{-7} \div 4.0 \cdot 10^{-7}$ [2.5*10 <sup>-7</sup> ]	$4.0 \cdot 10^{-8} \div 1.0 \cdot 10^{-6}$ [5.4*10 <sup>-7</sup> ]	-	$5.0 \cdot 10^{-8} \div 5.0 \cdot 10^{-7}$ [1.0*10 <sup>-7</sup> ]	
$e_0$ [-]	0.75	0.6÷0.87 [0.75]	0.41÷0.56 [0.45]	0.45÷0.70 [0.50]	
OCR [-]	2÷10 [4]	4÷10 [6]	-	1÷13 [7]	
$v'$ [-]	0.3	0.3	0.3	0.3	
$k$ [m/s]	$2.0 \cdot 10^{-6}$	$5.0 \cdot 10^{-7} \div 6.5 \cdot 10^{-6}$ [2.0*10 <sup>-5</sup> ]	$4.0 \cdot 10^{-7} \div 2.0 \cdot 10^{-5}$ [2.4*10 <sup>-5</sup> ]	$3.0 \cdot 10^{-10} \div 1.0 \cdot 10^{-6}$ [7.0*10 <sup>-9</sup> ]	
Caratterizzazione dinamica	-	-	-	$\alpha = 7.42$	
				$\beta = 0.68$	
				$\lambda = -2.417$	
				$D_{max} = 0.3058$	

Figura 5-1 Caratterizzazione geotecnica 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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 18 di 194

Il profilo di riferimento è riportato nell'elaborato "IF1W00D11F60C000X0001A\_Profilo geotecnico tratta allo scoperto TAV2 di 2."



IL sondaggio di riferimento al progressivo pk +30+850 risulta essere il **BO PD S11** riportato nella figura seguente



<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>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>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>FA03B0 000</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>20 di 194</b>

## 5.2 TERRENO PIAZZALE RI13 TRATTA HIRPINIA – ORSARA

Sulla base delle informazioni ricavate nel documento IF3A02EZZRBGE0106001 Relazione Geotecnica Generale tratta allo scoperto da pk 68+550 a pk 68+950 si evince che la stratigrafia del terreno è caratterizzata dalle seguenti unità:

Unità		SFL4	ANZ2
<i>Proprietà</i>	<i>u.m.</i>	<i>range</i>	<i>range</i>
$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	19-21	20-23
Dr	%	60-95	-
I <sub>p</sub>	%	5-30	15-30
c'	kPa	-	2-10
$\phi'$	°	30-43	23-34
OCR	-	1.8-2.0	0.6-1.7
Cu	kPa	-	230-380
E <sub>0</sub>	MPa	200-600	300-900
E <sub>0/5</sub>	MPa	40-120	60-180
E <sub>0/10</sub>	MPa	20-60	30-90
k	m/s	4·10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-8</sup> -10 <sup>-6</sup>

<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>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>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>FA03B0 000</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>21 di 194</b>

### 5.3 PARAMETRI DI PROGETTO PER BASAMENTO G.E.

Per le caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione si assumono i parametri da rilevato, poiché l'opera verrà costruita su un piazzale realizzato a sua volta su rilevato.

I parametri adottati per le verifiche sono i seguenti:

angolo di attrito del terreno  $\varphi = 35^\circ$

Peso specifico del terreno  $g = 19 \text{ kN/m}^3$

Coesione  $c' = 0.00 \text{ kN/m}^2$

Modulo elastico del terreno  $E=30 \text{ MPa}$

La falda non interessa l'opera in esame.

### 5.4 PARAMETRI DI PROGETTO PER VASCA SERBATOIO G.E.

Per le caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione si assumono i seguenti parametri.

I parametri adottati per le verifiche sono i seguenti:

angolo di attrito del terreno  $\varphi = 22^\circ$

Peso specifico del terreno  $g = 19 \text{ kN/m}^3$

Coesione  $c' = 0.00 \text{ kN/m}^2$

Modulo elastico del terreno  $E_{op1} = 22 \text{ MPa}$

L'opera in parte e su rilevato si considera cautelativamente una falda che insiste per 2.00m di paramento.

<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 22 di 194

## 6 DESCRIZIONE GRUPPO ELETTROGENO

Il gruppo elettrogeno ha le dimensioni pari a 9.40 x 2.45 x 3.10 m, posizionato su una platea di dimensioni 15.00 x 3.00 x 0.4 m.

Si riporta estratto da scheda tecnica.



### Pesi e dimensioni

Dimensioni (LxPxH)	<i>cm</i>	<b>940x245x310</b>
Peso con liquidi (escluso optional e carburante)	<i>Kg (+/-3%)</i>	<b>19367</b>

Si riporta la capacità del serbatoio per definire il carico del G.E. compreso del peso del carburante.



### Consumo Combustibile

TIPO	<b>diesel</b>
Capacità serbatoio standard	<i>lt</i> <b>1000</b>

peso specifico del gasolio  $\gamma=8.50 \text{ kN/m}^3$

peso carburante  $8.50 \times 1 = 8.50 \text{ kN}$

Peso G.E. (vuoto) = 194 kN

Carico complessivo  $G_2 = 202.50 \text{ kN}$

il carico del G.E. comprensivo del carburante è stato moltiplicato di un incremento dinamico  $\Phi=1.35$ , per passare da carichi statici a carichi dinamici.

$G_{2d} = 1.35 \times 202.5 = 273.4 \text{ kN}$

Il seguente carico viene applicato sulla platea come una pressione agente lungo tutto il perimetro del G.E..

Il generatore elettrico presenta lungo tutto il perimetro un profilato di larghezza 10cm, quindi il carico si distribuisce fino ad interasse della fondazione con un angolo a 45°.

Larghezza della fascia dove agisce il carico è pari a:

$b=0.1+0.2+0.2=0.50\text{m}$

Perimetro del G.E. è 23.7m

La pressione agente vale:

$G_2=273.4/(23.7 \times 0.5)=23.10 \text{ kN/m}^2$

<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>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>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>FA03B0 000</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>23 di 194</b>



Immagine a scopo dimostrativo

## 7 MODELLO STRUTTURALE BASAMENTO G.E.

### 7.1 CONSIDERAZIONI GENERALI SUL MODELLO DI CALCOLO

L'analisi della struttura è condotta con il programma di calcolo agli elementi finiti Sofistik Service Pack 2020-10 Build 1690, seguendo quanto specificato nelle NTC-18 al § 7.2.6 e nel manuale di progettazione RFI.

La platea di fondazione è modellata con elementi tipo *shell* e poggia su suolo elastico alla Winkler.

Il modello di calcolo ha le seguenti dimensioni 2.50 x 4.60m.

Gli elementi modellati (shell) vengono suddivisi in gruppi in modo da avere una più pratica gestione dell'attribuzione delle proprietà (materiali, coefficienti, ecc.) ed una visione più efficiente in sede di verifica:





APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 25 di 194

$$k_w = \frac{E}{(1-\nu^2) \cdot B \cdot c_t}$$

Dove:

v	0.3 -	coefficiente di Poisson = 0.3;
B	2.45 m	larghezza della fondazione;
L	15.00 m	lunghezza della fondazione;
ct	1.82 -	fattore di forma (Bowles, 1960)
<b>K<sub>w</sub></b>	<b>7393 kN/m<sup>3</sup></b>	<b>coefficiente di sottofondo alla Winkler</b>

### Fattore di forma per la stima del coefficiente di Winkler

Fondazione rigida	ct
Rettangolare con L/B < 10	ct = 0.853 + 0.534 ln (L/B)
Rettangolare con L/B > 10	ct = 2 + 0.0089 (L/B)

Dove L è il lato maggiore della fondazione.

La costante di Winkler assunta sarà pari a kv = 7393 kN/m<sup>3</sup> in direzione verticale e kh = 740 kN/m<sup>3</sup> in direzione orizzontale.

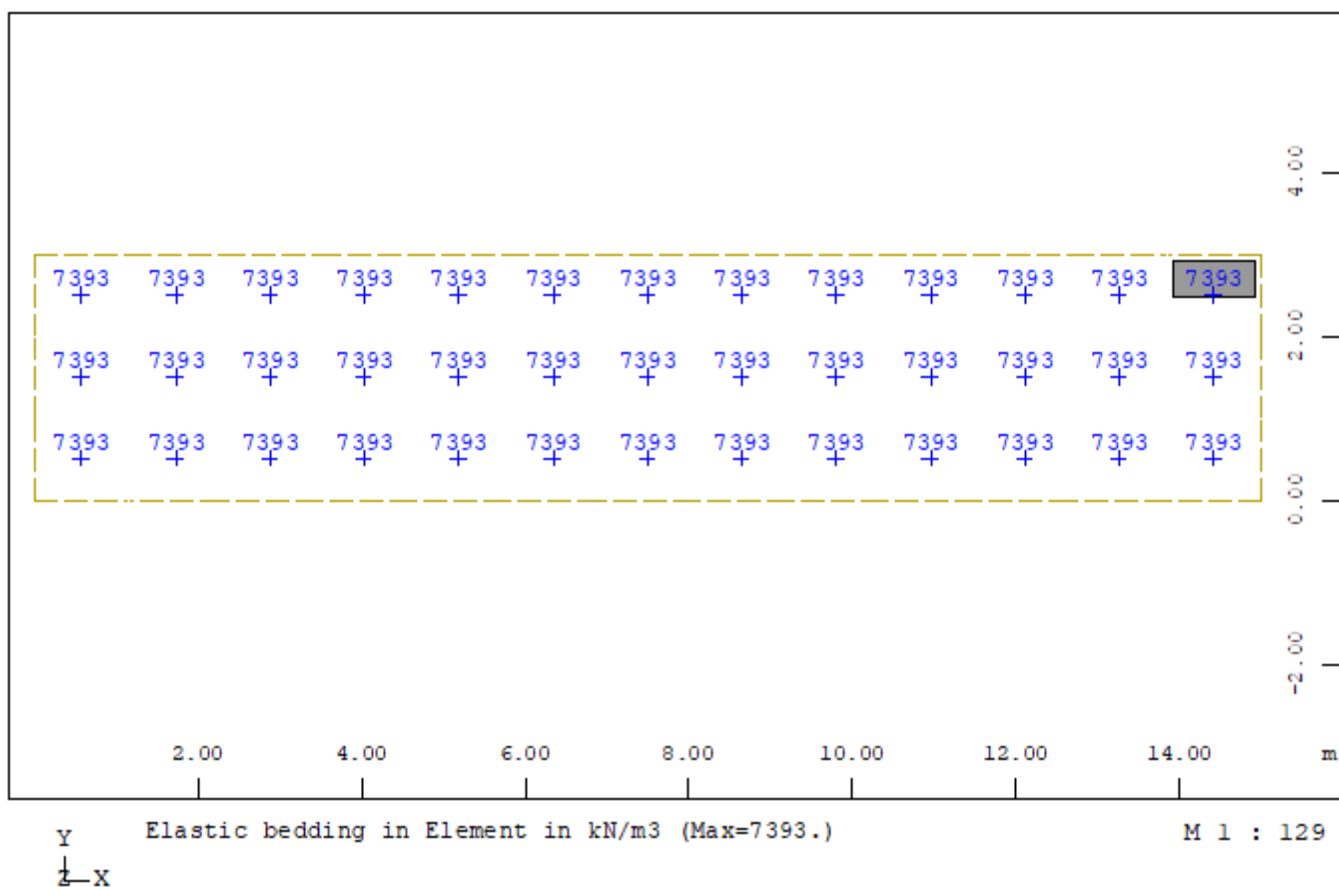


Figura 7-2: costante di Winkler inserita nel modello

<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 26 di 194

## 7.2 ELEMENTI BIDIMENSIONALI “SHELL”

Il riferimento locale degli elementi SHELL è così descritto.

Soletta:

asse x // asse - Y

asse y // asse -X

asse z // asse Z, ma diretto verso il basso.

Le azioni interne negli elementi SHELL sono le seguenti:

Comportamento piastra:

$m_{xx}$  momento flettente sulla faccia di normale x, agente attorno all'asse y, tende le fibre +z

$m_{yy}$  momento flettente sulla faccia di normale y, agente attorno all'asse -x, tende le fibre +z

$m_{xy}$  momento torcente

$v_x$  azione tagliante sulla faccia di normale x, agente nella direzione +z (associato a  $m_{xx}$ )

$v_y$  azione tagliante sulla faccia di normale y, agente nella direzione +z (associato a  $m_{yy}$ )

Comportamento membranale:

$n_x$  azione assiale sulla faccia di normale x

$n_y$  azione assiale sulla faccia di normale x

$n_{xy}$  azione tagliante sulla faccia di normale x, agente nella direzione y

Le convenzioni sono rappresentate in figura:

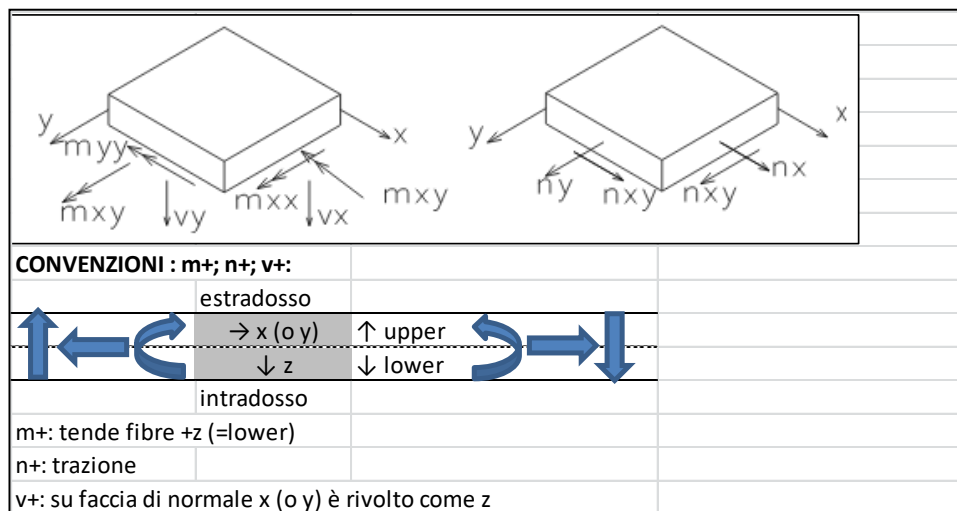


Figura 7-3 : Convenzione sollecitazioni - elementi SHELL

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING    PINI   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>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>FA03B0 000</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>27 di 194</b>

Descrizione degli indici associati alle Load case (LC) di inviluppo:

INDICI DEI PARAMETRI DI SOLLECITAZIONE:		
		SOLETTA
01	MAX-mxx	MOMENTO dir. LONG
02	MIN-mxx	
03	MAX-myy	MOMENTO dir. TRAS.
04	MIN-myy	
05	MAX-mxy	TORCENTE
06	MIN-mxy	
07	MAX-vx	TAGLIO dir. LONG. (sez. vert.)
08	MIN-vx	
09	MAX-vy	TAGLIO dir. TRAS. (sez. orizz.)
10	MIN-vy	
11	MAX-nxx	SFORZO ASS. dir. LONG.
12	MIN-nxx	
13	MAX-nyy	SFORZO ASS. dir. TRAS.
14	MIN-nyy	
15	MAX-nxy	TAGLIO MEMBRANALE
16	MIN-nxy	



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 29 di 194

## 8.1 PARAMETRI DELL'OPERA

I parametri dell'opera che definiscono uso e vita utile del tombino sono scelti come di seguito riportato:

TIPO DI COSTRUZIONE <sup>(1)</sup>	Vita Nominale $V_N$ [Anni] <sup>(1)</sup>
OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE PROGETTATE CON LE NORME VIGENTI PRIMA DEL DM 14.01.2008 A VELOCITÀ CONVENZIONALE ( $V < 250$ Km/h)	50
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ $V < 250$ Km/h	75
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ $V \geq 250$ km/h	100
OPERE DI GRANDI DIMENSIONI: PONTI E VIADOTTI CON CAMPATE DI LUCE MAGGIORE DI 150 m	$\geq 100$ <sup>(2)</sup>
(1) – La stessa $V_N$ si applica anche ad apparecchi di appoggio, coprighiunti e impermeabilizzazione delle stesse opere. (2) - Da definirsi per il singolo progetto a cura di FERROVIE.	

Tab. 2.5.1.1.1-1 – Vita nominale delle infrastrutture ferroviarie

$V_n$  = vita nominale = **75 anni**

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

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

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

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

CL = Classe d'uso = **III**

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

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

$C_u$  = coefficiente d'uso = **1.50**

Ne consegue un periodo di riferimento per la costruzione di:

$V_r$  = periodo di riferimento azione sismica = **112.5 anni**

APPALTATORE: Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING   PINI   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA03B0 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>30 di 194</b>

## 8.2 PESO PROPRIO STRUTTURE

La platea in esame ha una forma rettangolare di dimensioni interne 15.00x3.00m con spessore della soletta di 40cm.

Considerando un peso specifico del calcestruzzo armato di:

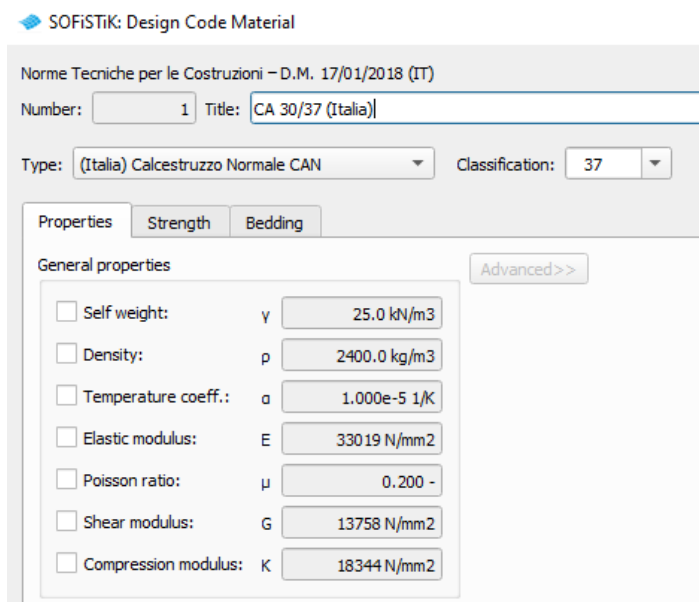
$$\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$$

il peso a metro quadro della platea vale:

$$G_1 = \gamma \times S = 25 \times 0.40 = 10 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{peso proprio della platea})$$

$$S = 0.40 \text{ m} \quad (\text{spessore platea})$$

Il peso proprio del basamento viene inserito automaticamente dal software di calcolo sofistik.



**Figura 8-1: Peso specifico del materiale**

Si riportano i coefficienti di combinazione utilizzati:

SOFiSTiK: Action and Loadcase Manager

Actions		Loadcases								
Nr	Title	Action	Factor of dead weight	γ-u	γ-f	γ-a	ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>1</sub>	ψ <sub>2</sub>	
1	Platea	G_1 Permanenti strutturali	1.00	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 31 di 194

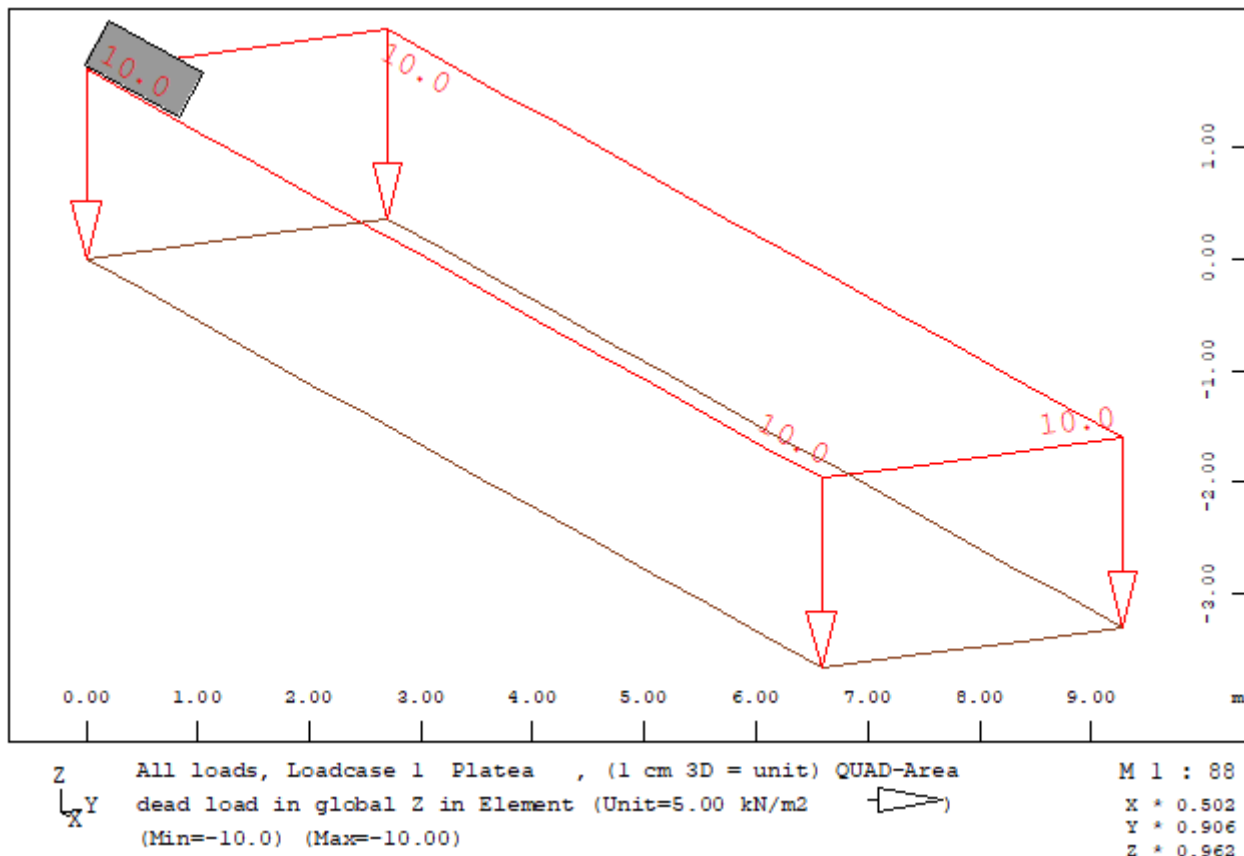


Figura 8-2: Peso proprio struttura

### 8.3 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Sopra la platea viene installato un gruppo elettrogeno e viene calcolato facendo riferimento alle seguenti caratteristiche geometriche:

Lato corto G.E.  $B_{ge} = 2.45 \text{ m}$   
 Lato lungo G.E.  $L_{ge} = 9.40 \text{ m}$   
 Altezza G.E.  $H_{ge} = 3.10 \text{ m}$

Peso G.E. (vuoto) = 194 kN  
 peso specifico del gasolio  $\gamma = 8.50 \text{ kN/m}^3$   
 peso carburante  $8.50 \times 1 = 8.50 \text{ kN}$

Carico complessivo  $G_2 = 202.50 \text{ kN}$   
 il carico del G.E. comprensivo del carburante è stato moltiplicato di un incremento dinamico  $\Phi = 1.35$ , per passare da carichi statici a carichi dinamici.  
 $G_{2d} = 1.35 \times 202.5 = 273.4 \text{ kN}$  (carico dinamico)

<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 32 di 194

Il seguente carico viene applicato sulla platea come una pressione agente lungo tutto il perimetro del G.E.. Il generatore elettrico presenta lungo tutto il perimetro un profilato di larghezza 10cm, quindi il carico si distribuisce fino ad interasse della fondazione con un angolo a 45°.

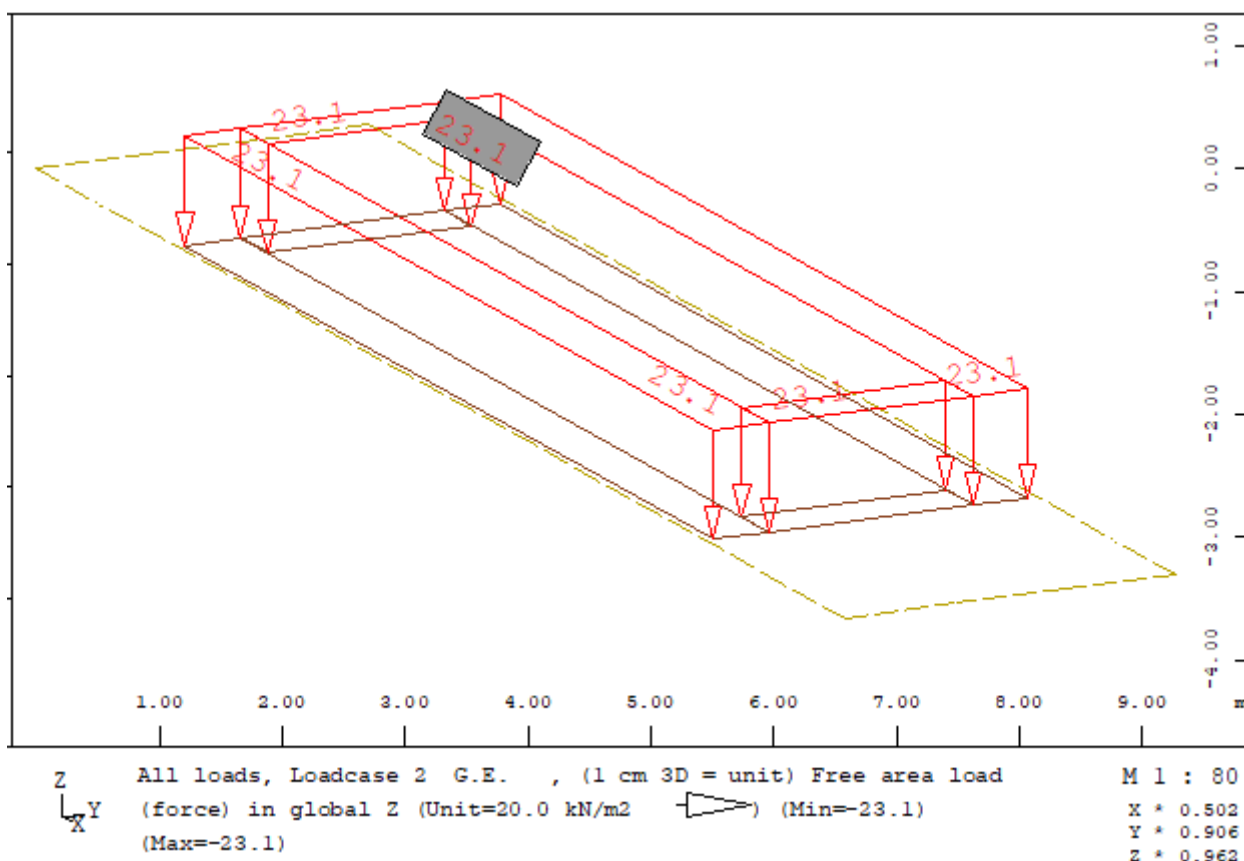
Larghezza della fascia dove agisce il carico è pari a:

$$b=0.1+0.2+0.2=0.50\text{m}$$

Perimetro del G.E. è 23.7m

La pressione agente vale:

$$G_2=273.4/(23.7 \times 0.5)=23.10 \text{ kN/m}^2$$



**Figura 8-3: Peso permanente**

Si riportano i coefficienti di combinazione usati:

2 G.E.	G_2 Permanenti non strutturali	0.00	1.50	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00
--------	--------------------------------	------	------	------	------	------	------	------



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 33 di 194

### 8.4 SOVRACCARICHI VARIABILI

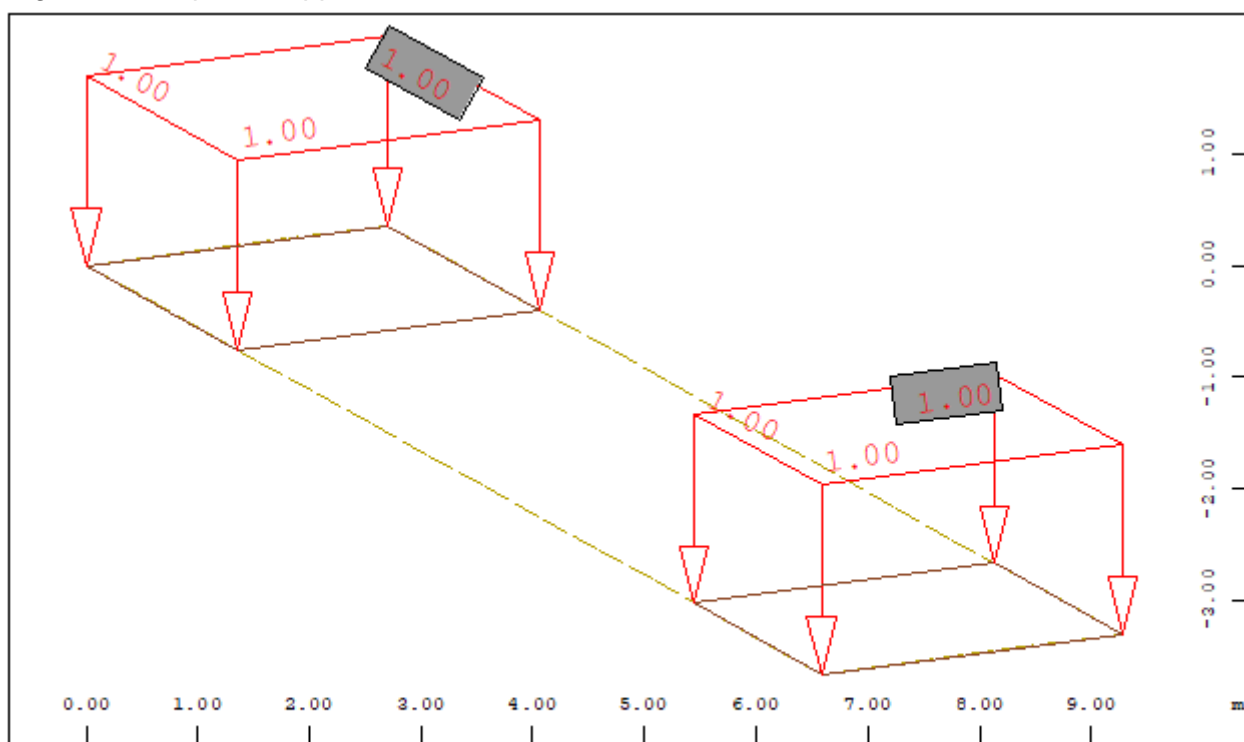
Il sovraccarico variabile per sola manutenzione in copertura è assunto cautelativamente pari a 1.00 kN/m<sup>2</sup>.

Locale accessibile per sola manutenzione (cat. H1): 1.00 kN/m<sup>2</sup>.

Tale valore sarà ripartito sui quattro piedini di appoggio del G.E..

Pressione sulla platea **QK\_E = 1.00 kN/m<sup>2</sup>**

Si ipotizza inoltre che il carico QK\_E interessi tutta la porzione di platea posta al di fuori del gruppo elettrogeno, sulla quale è applicato come carico uniformemente distribuito.



Z All loads, Loadcase 3 Manutenzione , (1 cm 3D = unit) Free M 1 : 88  
 X Y area load (force) in global Z (Unit=0.500 kN/m2) X \* 0.502  
 (Min=-1.00) (Max=-1.00) Y \* 0.906  
 Z \* 0.962

**Figura 8-4: Carico variabile per manutenzione**

Si riportano i coefficienti di combinazione usati:

3	Manutenzione	Q <sub>H</sub> Coperture, sola manutenzione	0.00	1.50	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
---	--------------	---	------	------	------	------	------	------	------

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 34 di 194

## 8.5 AZIONE DELLA NEVE

Le azioni della neve sono definite al capitolo 3.4 delle NTC2018. Il carico provocato dalla neve sulle coperture è definito dall'espressione seguente:

$$q_s = \mu_i C_e C_t q_{sk}$$

dove:

$\mu_i$  - Coefficiente di forma della copertura;

$C_e$  - Coefficiente di esposizione;

$C_t$  - Coefficiente termico;

$q_{sk}$  - Valore di riferimento del carico neve al suolo.

Per la valutazione di  $q_{sk}$  si è fatto riferimento ad un sito posto in zona II, con altezza sul livello del mare pari a  $a_s > 200m$  cautelativamente si è preso in esame a una altitudine di 571.00m slm che corrisponde a quello delle piazzale R11 della tratta Hirpinia Orsara

$$q_{sk} = 0.85 \cdot (1 + (a_s/481)^2) = 0.85 \cdot (1 + (571/481)^2) = 2.05 \text{ kN/m}^2$$

Il coefficiente di esposizione  $C_e$  può essere utilizzato per modificare il valore del carico neve in copertura in funzione delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera. Valori del coefficiente di esposizione per diverse classi di topografia sono forniti in tabella 3.4.I. NTC2018. Per il caso in esame, essendo un tipologico, si assume  $C_e = 1.0$ .

Il coefficiente termico  $C_t$  può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato  $C_t = 1.0$  (3.4.4 - NTC2008).

Il coefficiente di forma della copertura dipende dall'angolo di inclinazione della falda, i valori proposti dalla normativa vigente vengono riportati nella Tab.3.4.II (DM 17 Gennaio 2018):

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_i$	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$	0,0

Nel caso in esame si ha  $\alpha = 0^\circ$  pertanto:

$$\mu_i (0^\circ) = 0,8$$

Si assume una distribuzione uniforme del carico da neve per la copertura piana, quindi si ha:

$$q_s = 0.8 \cdot 1.00 \cdot 1.00 \cdot 2.05 = 1,64 \text{ kN/m}^2.$$

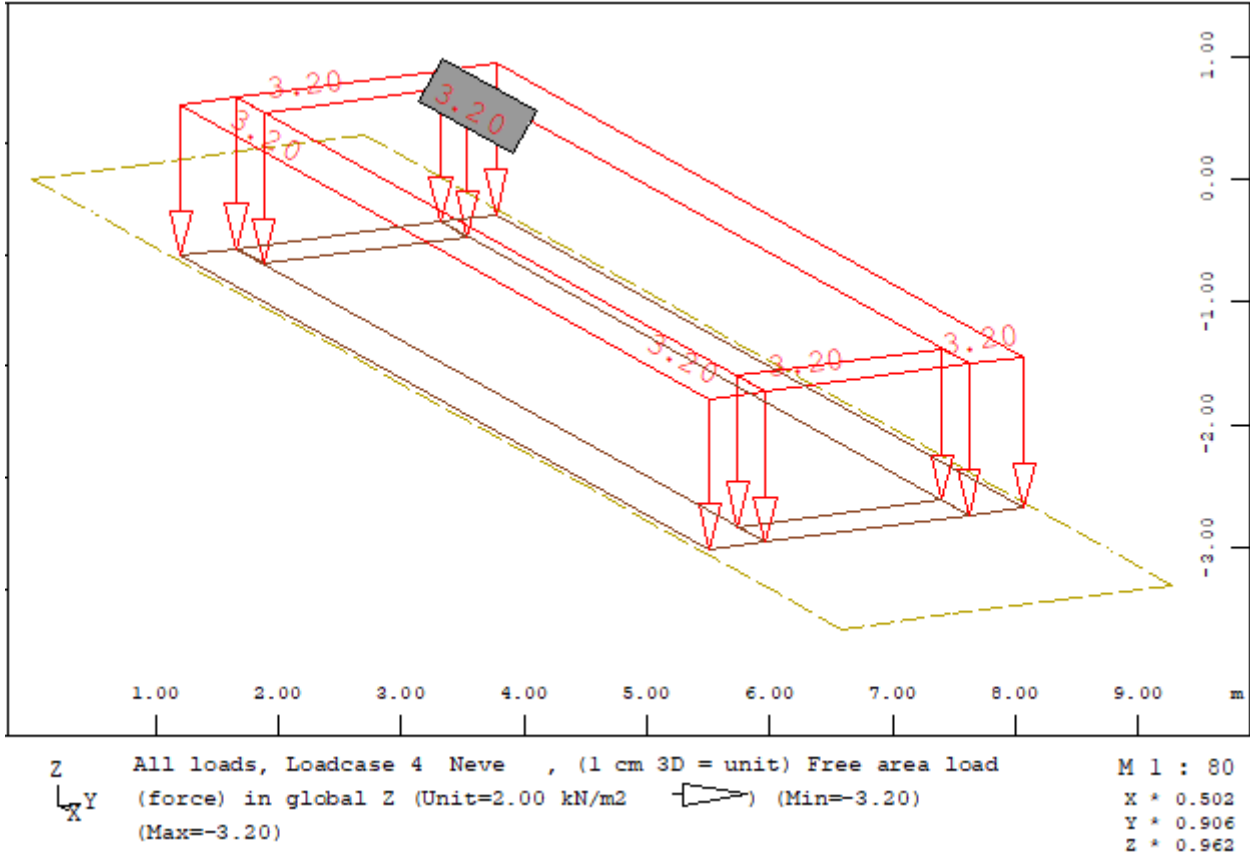
Tale valore andrà ripartito sui 4 lati di appoggio del G.E.:

$$N \text{ scarico piedino } Q_{k\_snow} = Q_{k\_neve} \times A_{g.e.} / A_{piede} = [1.64 \times (9.40 \times 2.45)] / (23.7 \times 0.5) = 37.8 / 11.85 = 3.20 \text{ kN/m}^2$$

La pressione agente linearmente sul perimetro del G.E. vale:

$$Q_{k\_s} = 3.20 \text{ kN/m}^2$$

<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 35 di 194



**Figura 8-5: pressione della neve**

Si riportano i coefficienti di combinazione usati:

4	Neve	5	Azioni della Neve	0.00	1.50	0.00	1.00	0.50	0.20	0.00
---	------	---	-------------------	------	------	------	------	------	------	------

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 36 di 194

## 8.6 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  $a_s > a_0 = 500$  m.

Come pressione del vento si è presa l'azione maggiore che è quella 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 (N/m<sup>2</sup>) è data dall'espressione:

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

dove:

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

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;

$\alpha$  – 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.

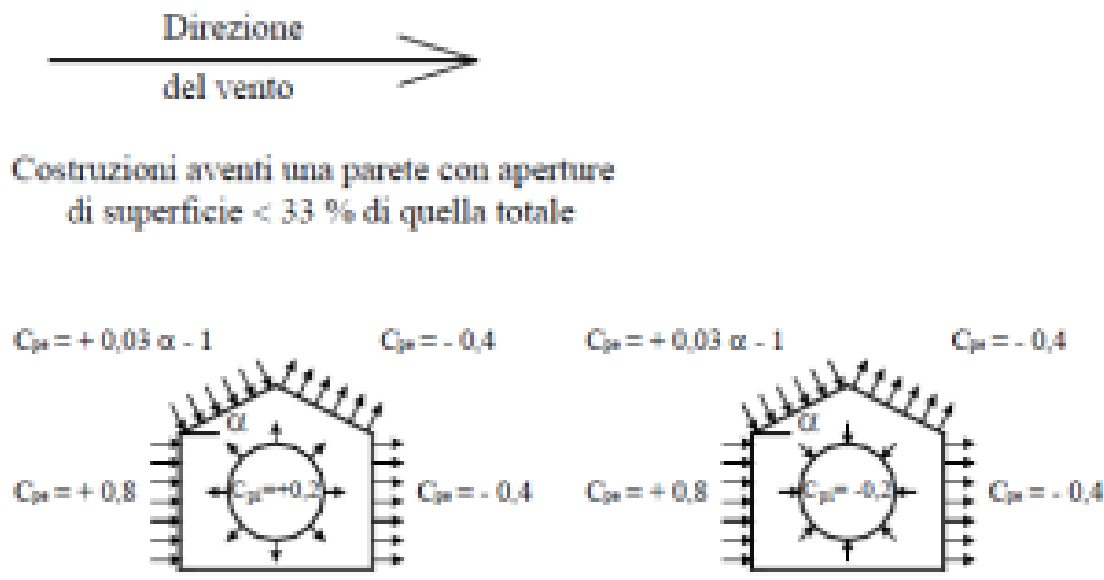
### Coefficiente dinamico:

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):

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 37 di 194

Per la determinazione del coefficiente di forma si fa riferimento a quanto riportato nel paragrafo 3.3.10.1 della Circolare del 2/02/2009 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  $c_p = - 0,4$ ;

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.I (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

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 38 di 194

V <sub>b,0</sub>	27	m/s
K <sub>a</sub>	0.02	1/s
V <sub>b</sub> (T <sub>R</sub> )	27.00	m/s
q <sub>b</sub>	0.545	kN/m <sup>2</sup>
Categoria di esposizione sito	II	
k <sub>r</sub>	0.19	
Z <sub>0</sub>	0.05	m
Z <sub>min</sub>	4	m
C <sub>e</sub> (Z <sub>min</sub> )	1.80	
z (altezza costruzione sul suolo)	3.10	m
C <sub>d</sub>	1	
C <sub>e</sub> (z)	1.80	
a (Inclinazione copertura)	0	°
C <sub>p1</sub> (Copertura) = -0,4 + 0,2	- 0.2	
C <sub>p2</sub> (Elementi Verticali - Sopravento) = 0,8 + 0,2	+ 1.0	
C <sub>p3</sub> (Elementi Verticali – Sottovento) = -0,4 + 0,2	- 0.2	
<b>p<sub>1</sub></b> (Pressione vento in copertura)	<b>- 0,21</b>	kN/m <sup>2</sup>
<b>p<sub>2</sub></b> (Pressione vento elementi verticali - Sopravento)	<b>+ 1,05</b>	kN/m <sup>2</sup>
<b>p<sub>3</sub></b> (Pressione vento elementi verticali - Sottovento)	<b>- 0,21</b>	kN/m <sup>2</sup>

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

Si verrà a creare un effetto tira e spingi sul basamento del generatore elettrico causato dalla pressione del vento.

La pressione del vento agirà su un area pari a alle dimensioni del G.E. e cautelativamente si considera l'azione del vento applicata in testa al generatore, per massimizzare il momento alla base e avere la massima azione di tiro e spinta sui piedini del G.E.

Si considerano le due differenti direzioni del vento

#### Caso 1 spinta lato corto

$$W_1 = Q_{k\_wind} \times A_1 = 1.26 \times (2.45 \times 3.10) = 9.60 \text{ kN}$$

Spinta del vento direzione

lato corto

$$M_1 = W_1 \times H = 9.60 \times 3.10 = 29.80 \text{ kNm}$$

M1 momento complessivo agente

$$N_{p1} = (M_1 / e_1) / (2.45 \times 0.50) = (29.8 / 9.30) / 1.23 = 2.61 \text{ kN/m}^2$$

Tiro/spinta su appoggio

$$e_1 = 9.30$$

interasse putrelle estremità lato lungo

#### Caso 2 spinta lato lungo

<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 39 di 194

$$W_2 = Q_{k\_wind} \times A_2 = 1.26 \times (9.40 \times 3.10) = 36.72 \text{ kN}$$

Spinta del vento direzione lato lungo

$$M_2 = W_2 \times H = 36.72 \times 3.10 = 113.83 \text{ kNm}$$

M1 momento complessivo

agente

$$N_{p2} = (M_2 / e_2) / (2.45 \times 0.50) = (113.83 / 2.35) / (2.45 \times 0.50) = 59.35 \text{ kN/m}^2$$

Tiro/spinta su

appoggio

$$e_2 = 2.35$$

interasse putrelle estremità lato corto

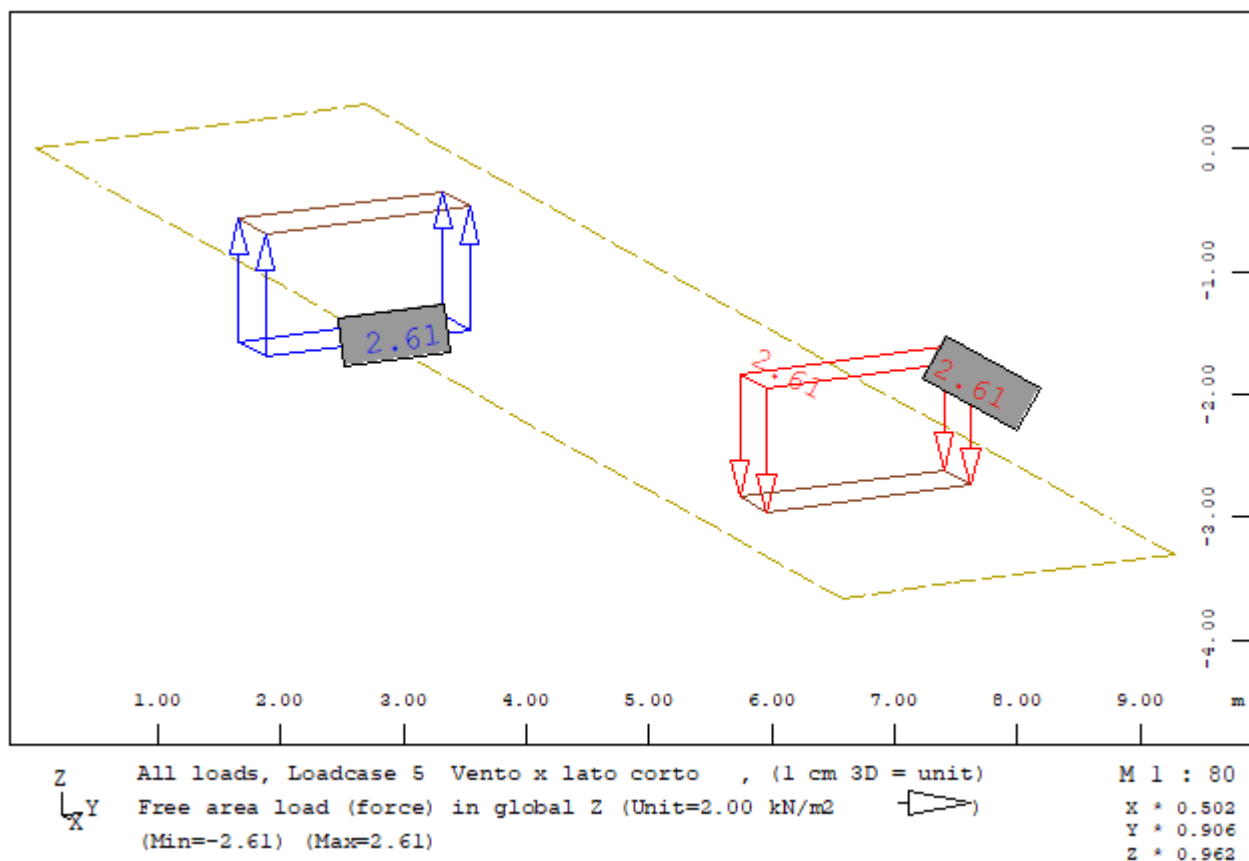
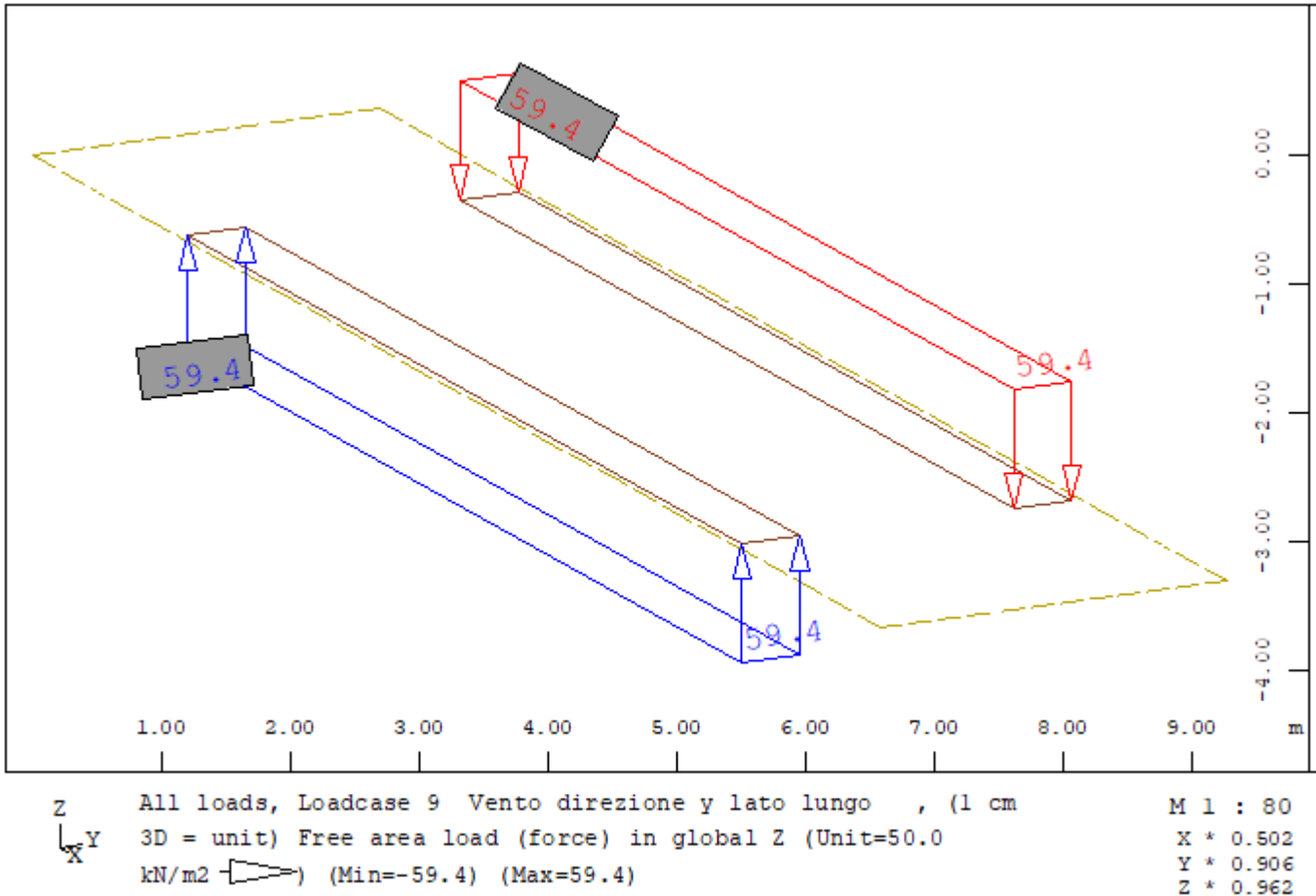


Fig. 1 – Pressione del vento direzione x

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 40 di 194



**Fig. 2 – Pressione del vento direzione y**

Si riportano i coefficienti di combinazione usati:

5	Vento	W	Azioni del Vento	0.00	1.50	0.00	1.00	0.60	0.20	0.00
---	-------	---	------------------	------	------	------	------	------	------	------



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 41 di 194

## 8.7 AZIONE SISMICA

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. 02/02/2009, n. 617 par. C2.4.1 e C2.4.2;
- Decreto 21/10/2003 P.C.M. Dipartimento della Prot. Civile (all.1);
- "Istruzione per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari" (rif. RFI-DTC-ICI-PO-SP-INF-001-A) par. 1.1.

Il periodo di riferimento da considerare per il calcolo dell'azione sismica sarà quindi  $V_R = C_u \times V_N = 112,5$  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 – NTC2008), 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 – NTC2008).

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  $T_1$  (Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ).

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 42 di 194

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore dell'accelerazione orizzontale massima  $a_g$  su sito di riferimento rigido orizzontale. Sia la forma spettrale che il valore di  $a_g$  variano al variare della probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ .

Lo spettro di risposta elastico orizzontale è descritto dalle seguenti espressioni, riportate al punto 3.2.3.2.1 – NTC2008:

$$0 \leq T \leq T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \cdot \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Gli spettri di progetto agli stati limite SLD, SLV e SLO sono stati determinati facendo riferimento alle coordinate ricadenti al piazzale RI 13 della tratta Hirpinia Orsara poiché l'accelerazione sismica risulta maggiore rispetto a quella del piazzale RI 11 della tratto Orsara Bovino.

- Longitudine: 15,08914°,
- Latitudine: 41,0863778°,

Risulta per lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) quanto segue.

SLV (q0= 1.50)					
Accelerazione di riferimento $a_g/g$	Categoria sottosuolo	Categoria topografica	Vita Nominale	Classe d'uso	Accelerazione massima attesa al sito $a_{max}/g$
<b>0.381</b>	<b>C</b>	<b>T1</b>	<b>75</b>	<b>III</b>	<b>0.448</b>

Figura 8-6 Azione sismica di riferimento

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0,381 g
$F_0$	2,290
$T_C$	0,419 s
$S_S$	1,177
$C_C$	1,400
$S_T$	1,000
$q$	1,500

#### Parametri dipendenti

$S$	1,177
$\eta$	0,667
$T_B$	0,195 s
$T_C$	0,586 s
$T_D$	3,123 s

Figura 8-7 Parametri sismici per la definizione dello spettro di progetto in SLV

Gli effetti dell'azione sismica vengono valutati tenendo conto delle masse associate ai carichi gravitazionali dovuti al peso proprio ( $G_1$ ), ai sovraccarichi permanenti ( $G_2$ ) e a un'aliquota ( $\square_{2j}$ ) dei sovraccarichi accidentali ( $Q_{kj}$ ):

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 43 di 194

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

I valori dei coefficienti  $\psi_{2j}$  sono riportati nella Tabella 2.5.I – NTC2018. Nel caso in esame i sovraccarichi accidentali che possono essere sottoposti ad eccitazione sismica sono:

- per la neve ed il vento presentano  $\psi_{2j} = 0$ ;
- per il sovraccarico variabile agente presenta  $\psi_{2j} = 0$ .

La risposta della struttura viene calcolata separatamente per ciascuna delle due componenti dell'azione sismica orizzontale; gli effetti sulla struttura, in termini di sollecitazioni e spostamenti, sono poi combinati applicando le seguenti espressioni:

$$1.00 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_z$$

$$1.00 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_z$$

$$1.00 \cdot E_z + 0.30 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_y$$

Si è infine provveduto a combinare gli effetti dell'analisi spettrale ai differenti stati limiti con quelli provocati dalle forze equivalenti all'eccentricità accidentale.

### 8.7.1 Inerzia masse strutturali e portate

L'azione sismica agente sul generatore elettrico sarà valutata trattando il G.E. – basamento come un sistema rigido, pertanto l'azione equivalente sul G.E. è valutata come ripotato in basso e considerata a favore di sicurezza a 2/3 dell'altezza dello stesso, pari a 2.10m.

Avremo  $PGA = k_h = a_g \times S_s \times S_t = 0.381 \times 1.177 \times 1.00 = 0.448 g$

$F_{a\_SLV\_G} = PGA \times W_{G.E.} = 0.448 \times 273.4 = 122.5 kN$

$M = F_{a\_SLV\_G} \times (2/3) h = 122.5 \times 2.10 = 257.2 kNm$

$E_{corto\_SLV} = M / e_1 = 257.2 / 9.40 = \pm 27.40 kN$

$E_{lungo\_SLV} = M / e_2 = 257.2 / 2.45 = \pm 105 kN$

La pressione sulla platea vale:

$QE_{corto\_SLV} = E_{corto\_SLV} / A_{piede} = \pm 27.40 / (0.50 \times 9.40) = 5.85 kN/m^2$

$QE_{lungo\_SLV} = E_{lungo\_SLV} / A_{piede} = \pm 105 / (0.50 \times 2.45) = 85.75 kN/m^2$

L'azione di sisma verticale vale:

$k_v = k_h \times 0.5 = 0.224$

La pressione agente sulla fondazione per l'azione sismica verticale vale:

$QE_{verticale\_SLV} = G_{2\_p} \times k_h = 273.4 \times 0.224 = 61.24 kN/m^2$

Tale azione si ripartisce perimetralmente lungo il G.E.

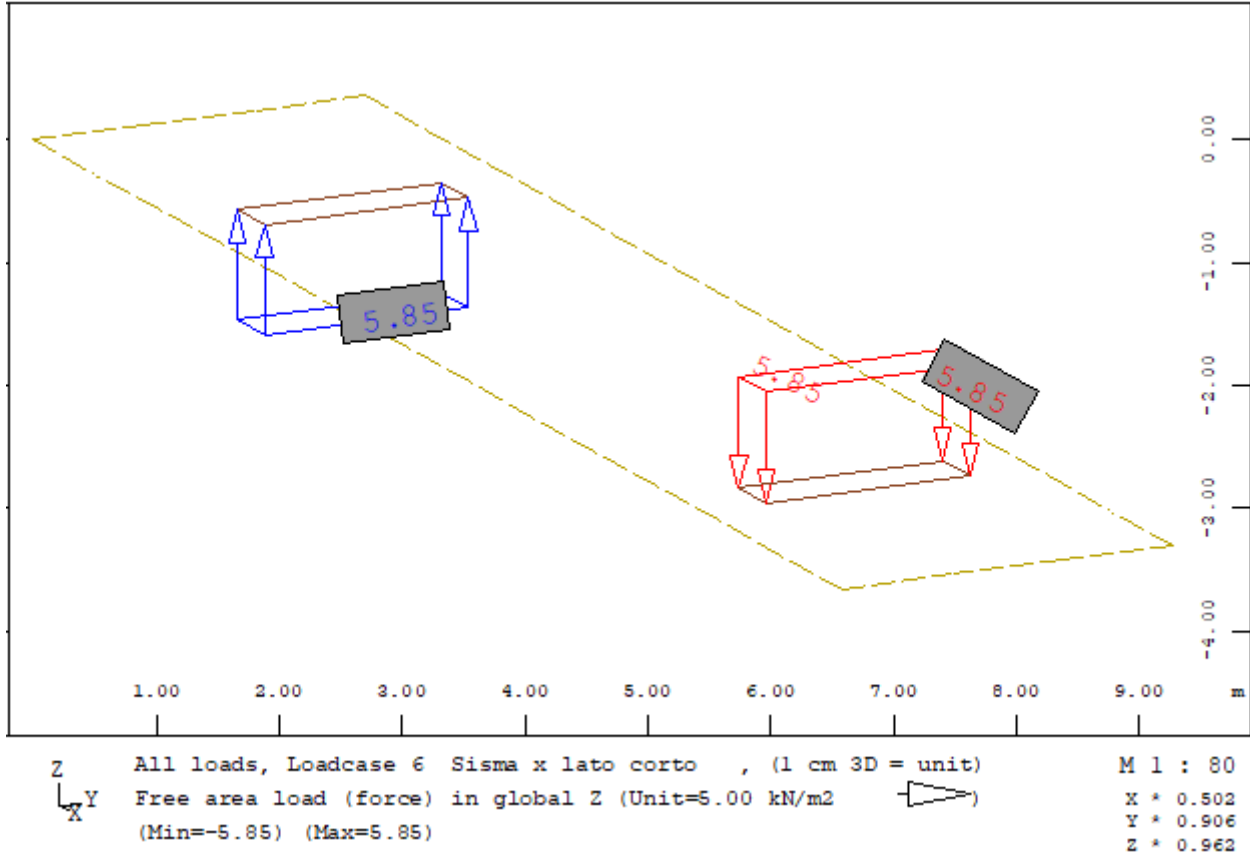
La pressione agente vale:

$QE_{verticale\_SLV} = 61.24 / (23.7 \times 0.5) = 5.20 kN/m^2$

Si riportano i coefficienti di combinazione per l'azione sismica:

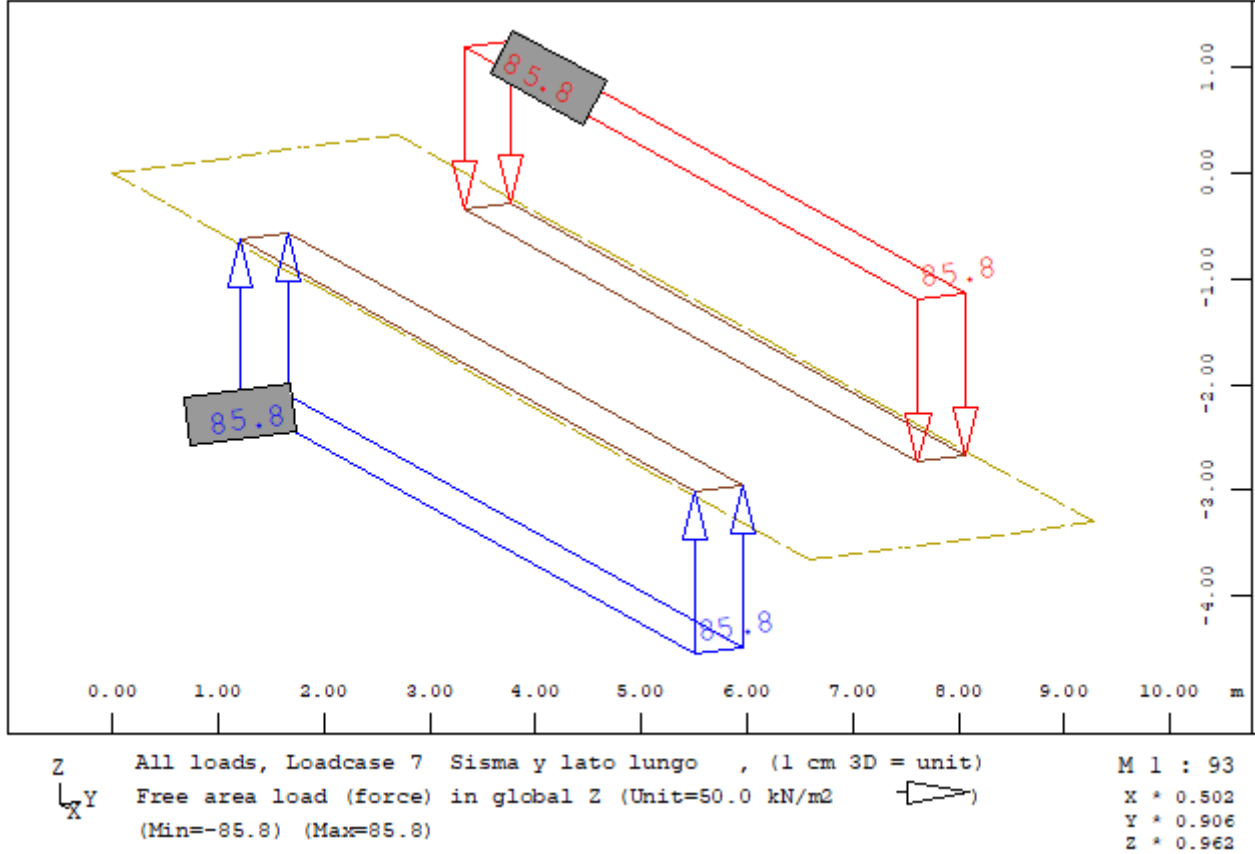
6	Sisma x lato lungo	E	Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
7	Sisma y lato corto	E	Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8	Sisma z verticale	E	Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00

<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA03B0 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>44 di 194</b>



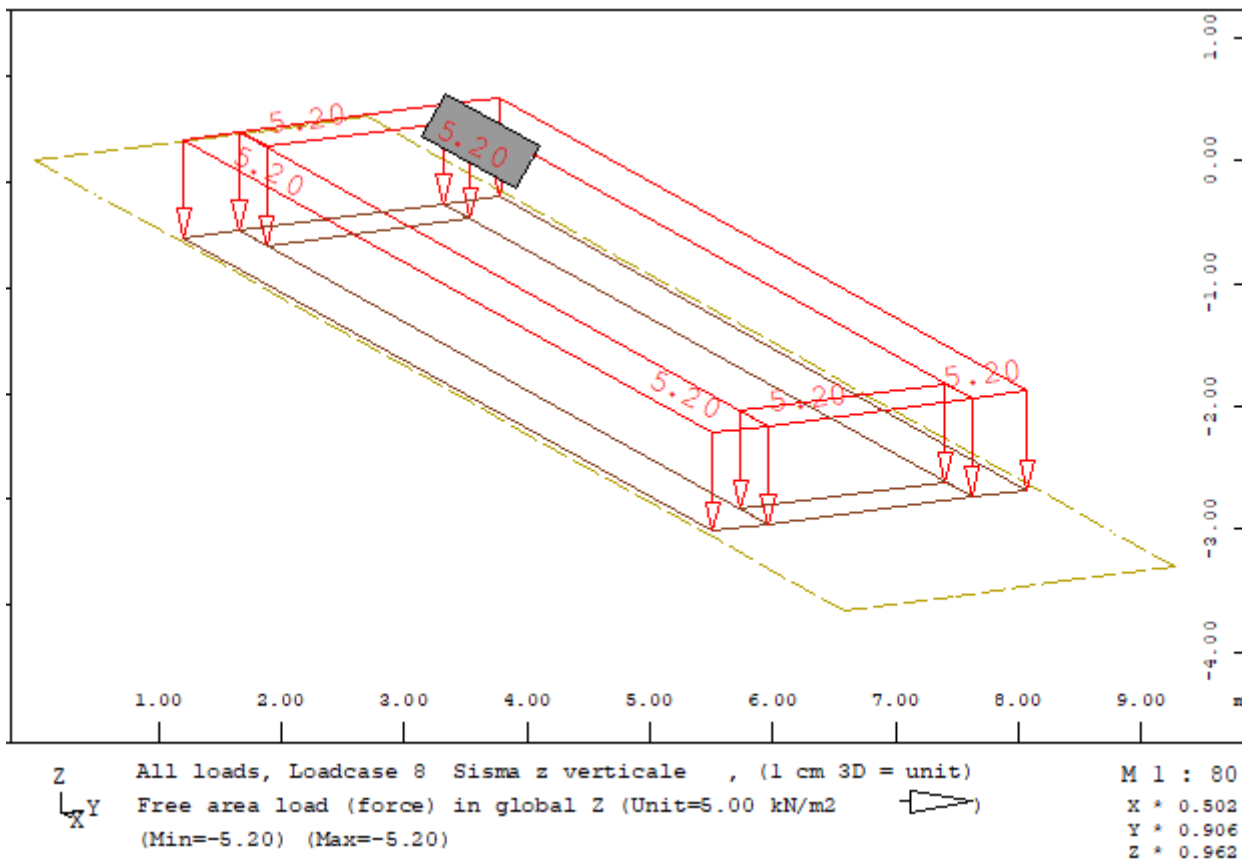
**Fig. 3 –Inerzia sismica direzione x**

<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 GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA03B0 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>45 di 194</b>



**Fig. 4 –Ineria sismica direzione y**

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 46 di 194



**Fig. 5 –Inerzia sismica direzione z**

## 9 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni (2.5.3 – NTC2018).

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

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

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

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

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

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

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

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 47 di 194

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

- Combinazione sismica impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

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

I valori dei coefficienti parziali per le azioni sono riportati nella tabella sottostante, tratti dalla Tabella 2.5.I in funzione delle diverse categorie di carico.

	$Q_{K\_E}$	$Q_{K\_Neve}$	$Q_{K\_Wind}$
$\Psi_0$	1,00	0,50	0,60
$\Psi_1$	0,90	0,20	0,20
$\Psi_2$	0,80	0,00	0,00

Per le verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) si adotta l'Approccio Progettuale 2, in cui si impiega un'unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali definiti per le Azioni (A), per la resistenza dei materiali (M) e, eventualmente, per la resistenza globale (R). In tale approccio, per le azioni si impiegano i coefficienti  $\gamma_F$  riportati nella colonna A1 della Tabella 2.6.I delle NTC 2018, di seguito riportata

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali relativi alle azioni per le verifiche agli sls

Azione		Coefficiente $\gamma_F$	A1 STR	A2 GEO
Carichi Permanenti	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	1,00	1,00
	Sfavorevoli		1,30	1,00
Carichi Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00
	Sfavorevoli		1,50	1,30
Carichi Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00
	Sfavorevoli		1,50	1,30

I valori dei coefficienti parziali per i parametri del terreno  $\gamma_M$  sono dati dalla seguente tabella:

Parametro	Coefficiente parziale $\gamma_m$	
	M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza a taglio $\tan \phi'_k$	1,0 0	1,2 5
Coesione efficace $c'_k$	1,0 0	1,2 5
Resistenza non drenata $c_{uk}$	1,0 0	1,4 0
Peso dell'unità di volume di terreno $\gamma$	1,0 0	1,0 0

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 48 di 194

Le verifiche SLU, di tipo geotecnico (GEO) e strutturale (STR) sono svolte secondo NTC 2018 e quindi in riferimento alla combinazione A1 + M1 + R3.

Le combinazioni vengono eseguito in modo automatizzato dal software prendendo le più sfavorevoli.

Nome	G1	G2	Qk_E	Q_wind	Q_snow	E_x	E_y	E_z
SLU_1	1,3	1,5	1,5	1,5*0,6	1,5*0,5	0,0	0,0	0,0
SLU_2	1,3	1,5	1,5*1,0	1,5	1,5*0,5	0,0	0,0	0,0
SLU_3	1,3	1,5	1,5*1,0	1,5*0,6	1,5	0,0	0,0	0,0
SLV_1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,3	0,3
SLV_2	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,0	0,3
SLV_3	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	1,0
SLE_RARA_1	1,0	1,0	1,0	0,6	0,5	0,0	0,0	0,0
SLE_RARA_2	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0
SLE_RARA_3	1,0	1,0	1,0	0,6	1,0	0,0	0,0	0,0
SLE_FREQ.1	1,0	1,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SLE_FREQ.2	1,0	1,0	0,8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
SLE_FREQ.3	1,0	1,0	0,8	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
SLE_QP	1,0	1,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

## 9.1 RIEPILOGO COMBINAZIONI

Le sollecitazioni sono raggruppate nelle seguenti Load Case.

Load CASE	
Comb. SLU	2100
Comb SLE (rara)	1100
Comb. SLE (freq.)	1200
Comb. SLE (q.P.)	1300
SLV Sisma x	3100

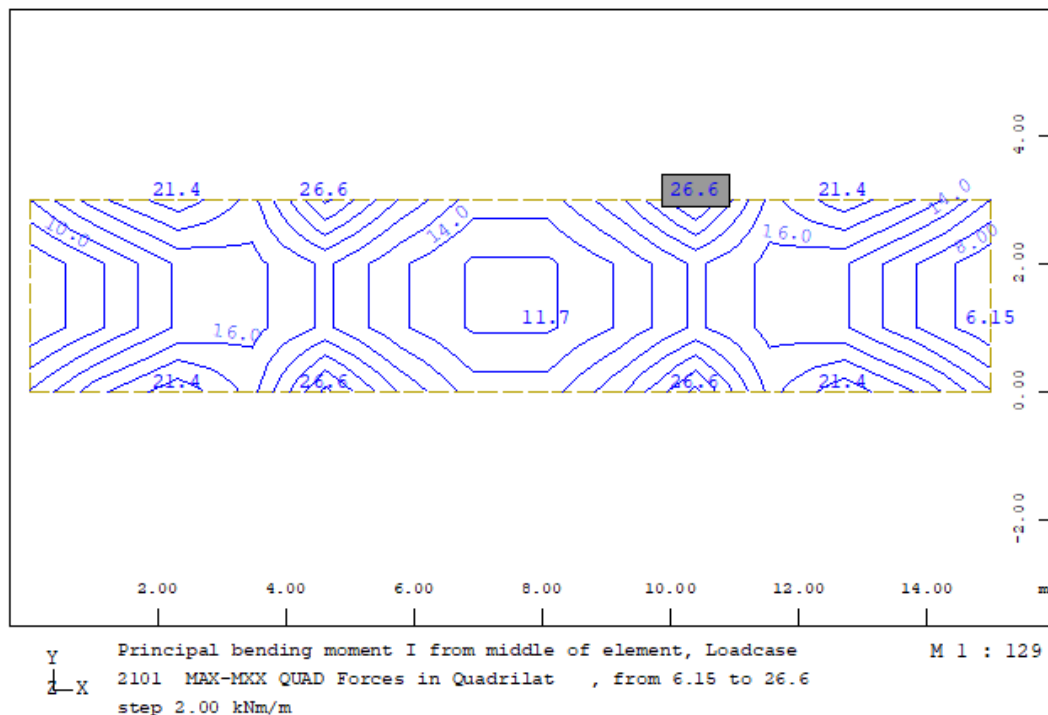
Si riportano le sollecitazioni massime (dimensionanti) in modo tabellare estratte dal software per la quale sono state svolte le verifiche strutturali.



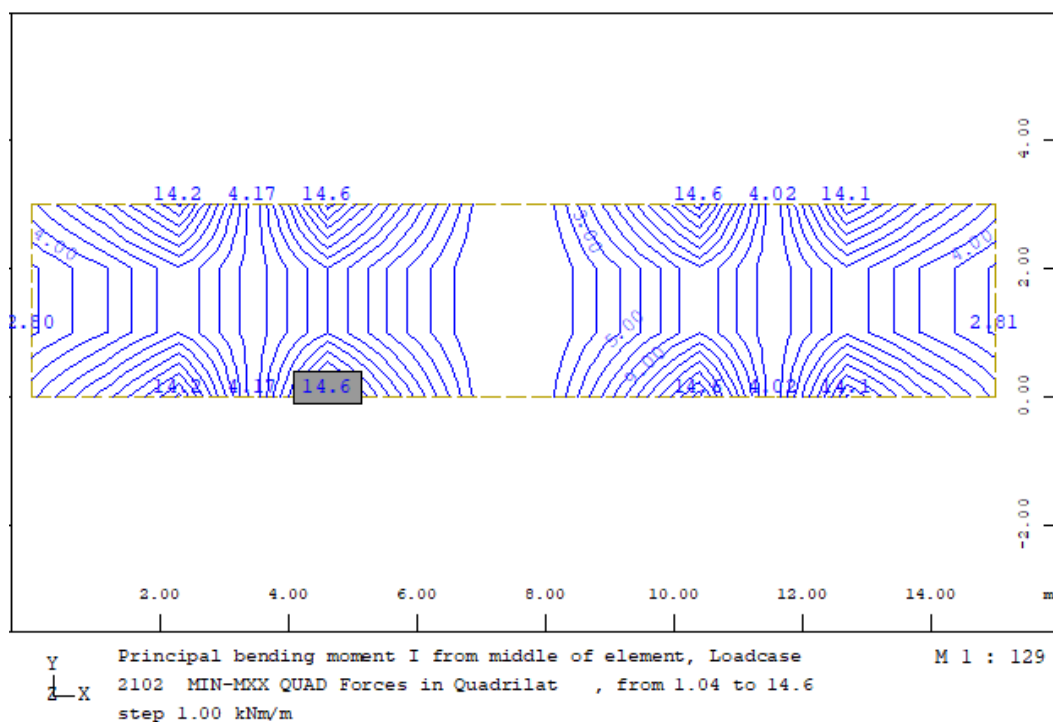
<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING   PINI   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 49 di 194

## 10 SOLLECITAZIONI

Si riportano i diagrammi delle sollecitazioni per le varie combinazioni.

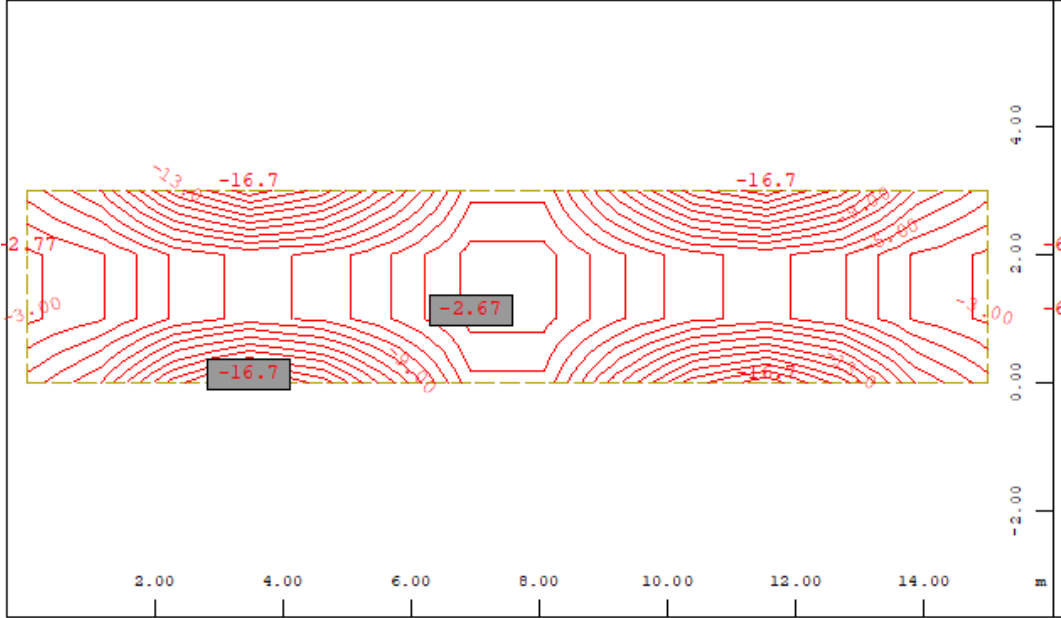


**Fig. 6 – Involuppo diagramma di massimo momento flettente allo SLU Mxx**



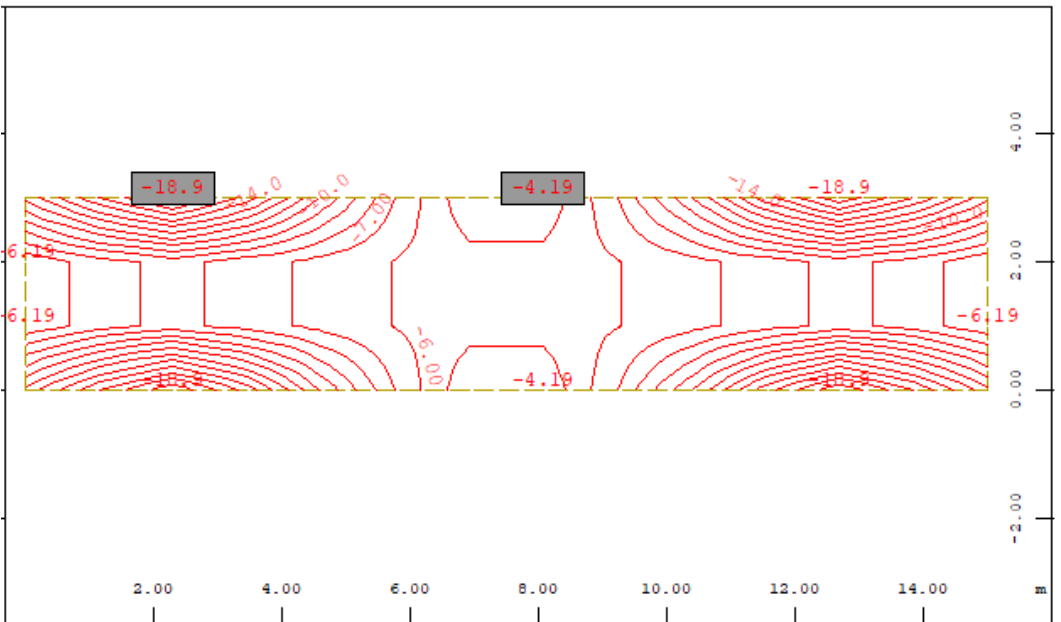
**Fig. 7 – Involuppo diagramma di minimo momento flettente allo SLU Mxx**

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 50 di 194



Y Principal bending moment II from middle of element, Loadcase M 1 : 129  
 2103 MAX-MYY QUAD Forces in Quadrlat , from -16.7 to -2.67  
 step 1.00 kNm/m  
 X

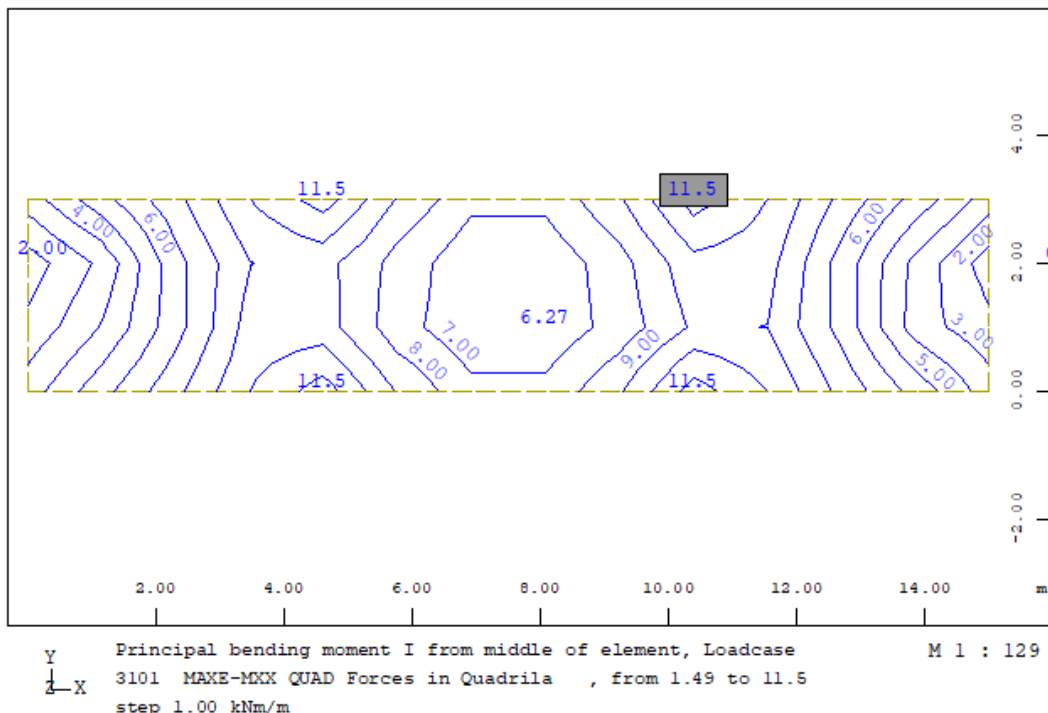
**Fig. 8 – Involuppo diagramma di massimo momento flettente allo SLU Myy**



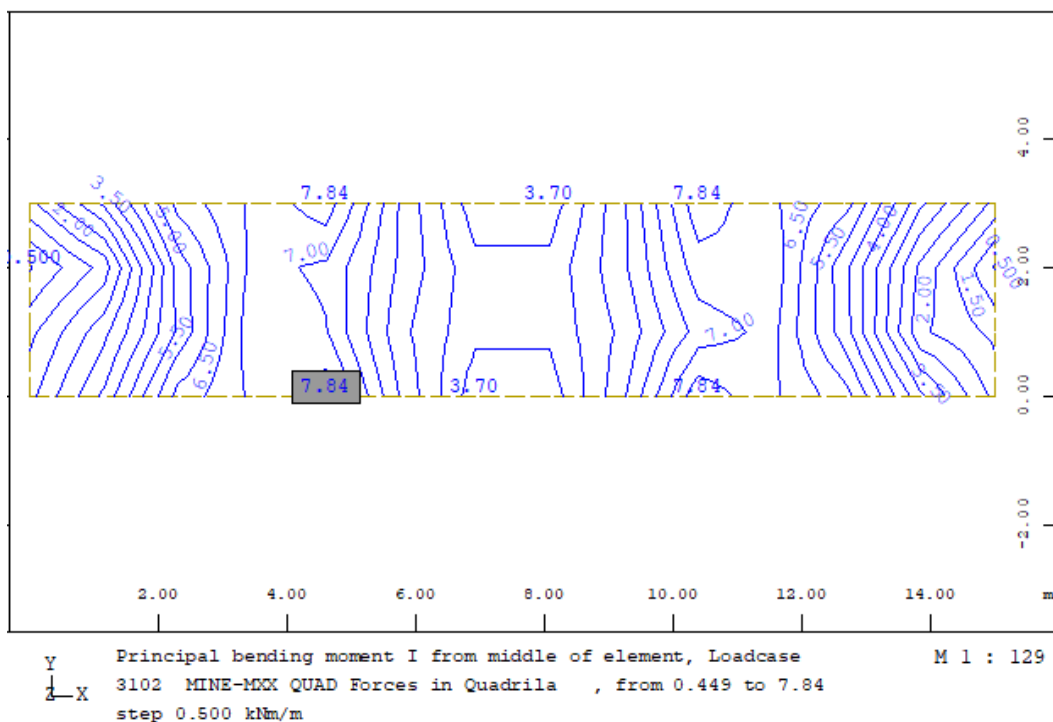
Y Principal bending moment II from middle of element, Loadcase M 1 : 129  
 2104 MIN-MYY QUAD Forces in Quadrlat , from -18.9 to -4.19  
 step 1.00 kNm/m  
 X

**Fig. 9 – Involuppo diagramma di minimo momento flettente allo SLU Myy**

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 51 di 194

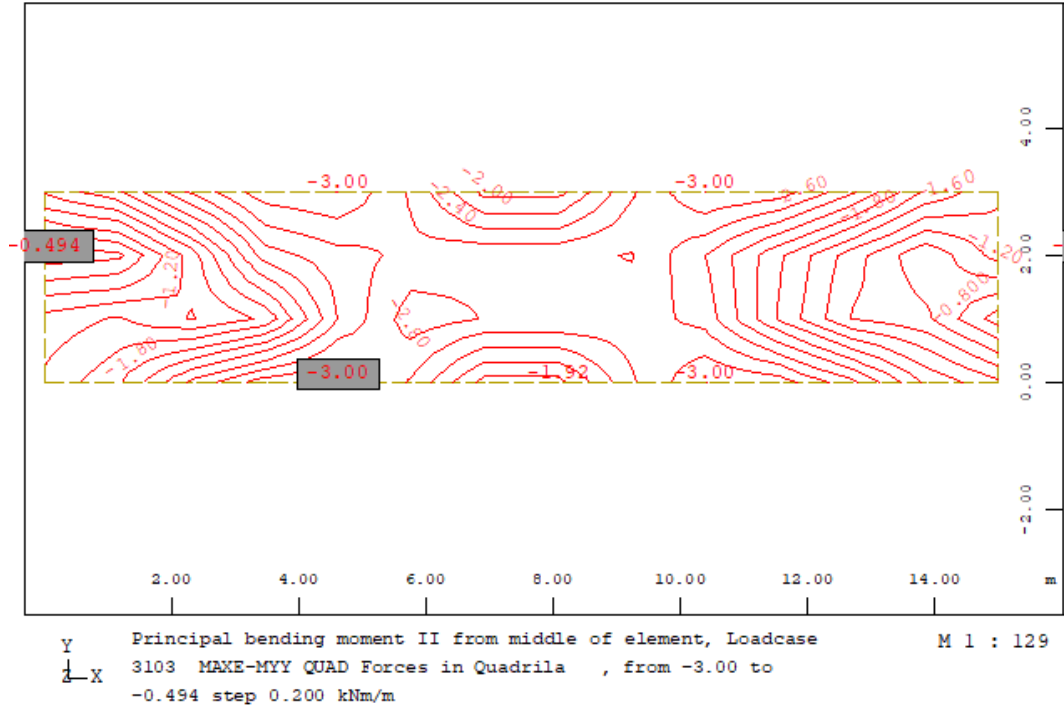


**Fig. 10 – Involuppo diagramma di massimo momento flettente allo SLV Mxx**

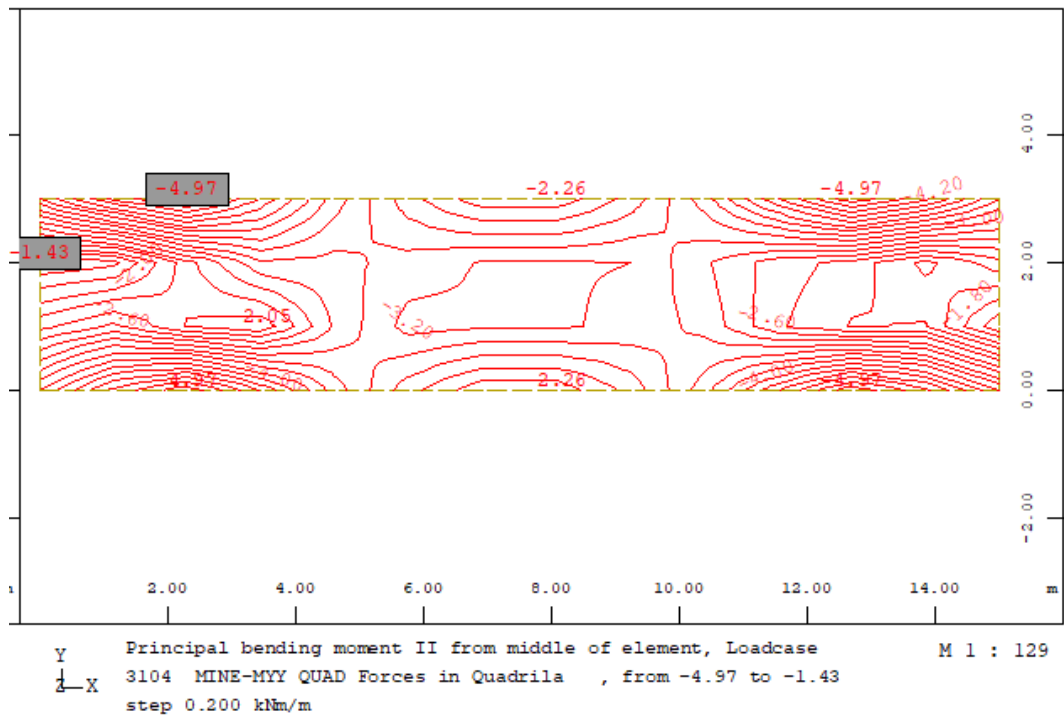


**Fig. 11 – Involuppo diagramma di minimo momento flettente allo SLV Mxx**

<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      GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 52 di 194

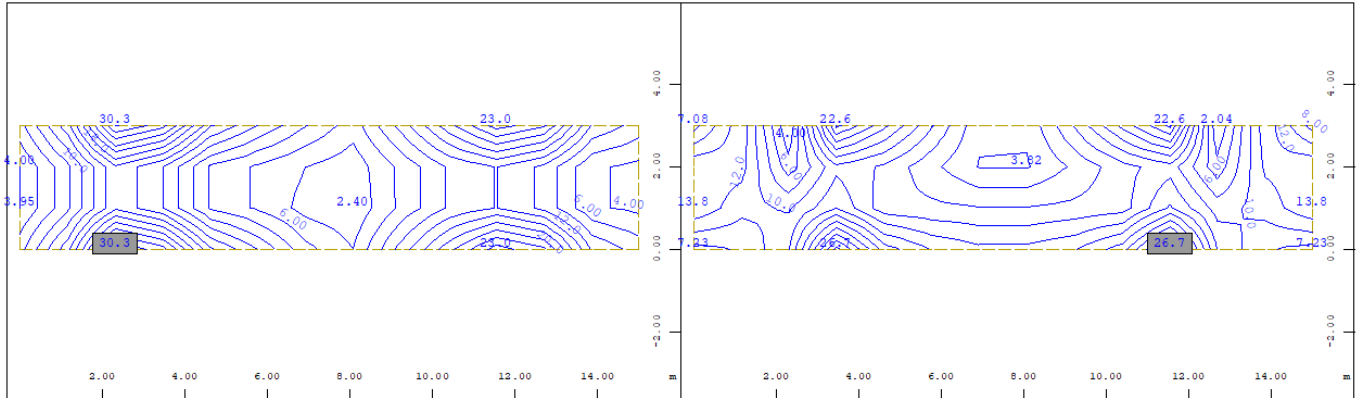


**Fig. 12 – Involuppo diagramma di massimo momento flettente allo SLV Myy**



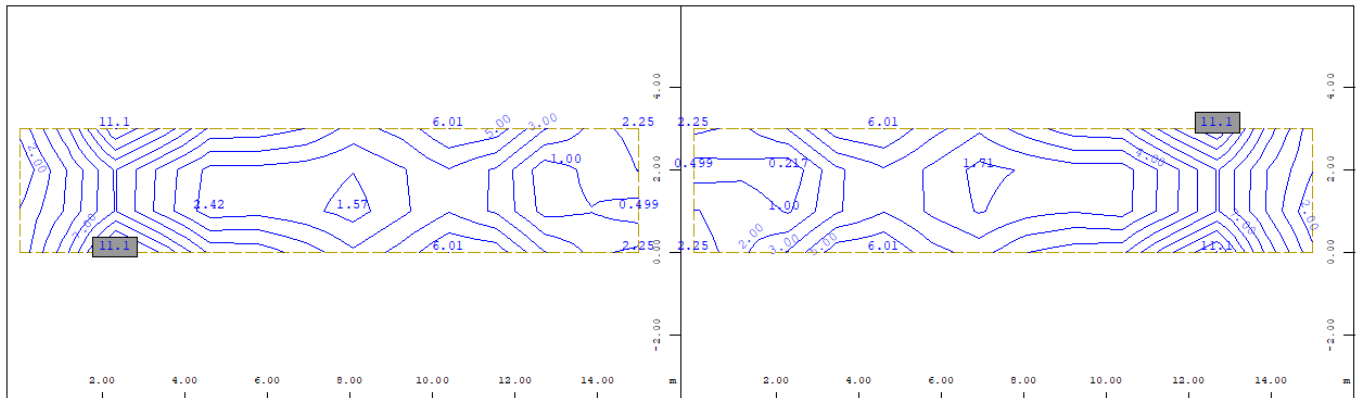
**Fig. 13 – Involuppo diagramma di minimo momento flettente allo SLU Myy**

<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                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA03B0 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>53 di 194</b>



Y  
↓ X  
Principal shear forces from middle of element, Loadcase 2107  
MAX-VX QUAD Forces in Quadrilate , from 2.40 to 30.3 step 2.00 kN/m  
M 1 : 129

Y  
↓ X  
Principal shear forces from middle of element, Loadcase 2109  
MAX-VY QUAD Forces in Quadrilate , from 2.04 to 26.7 step 2.00 kN/m  
M 1 : 129

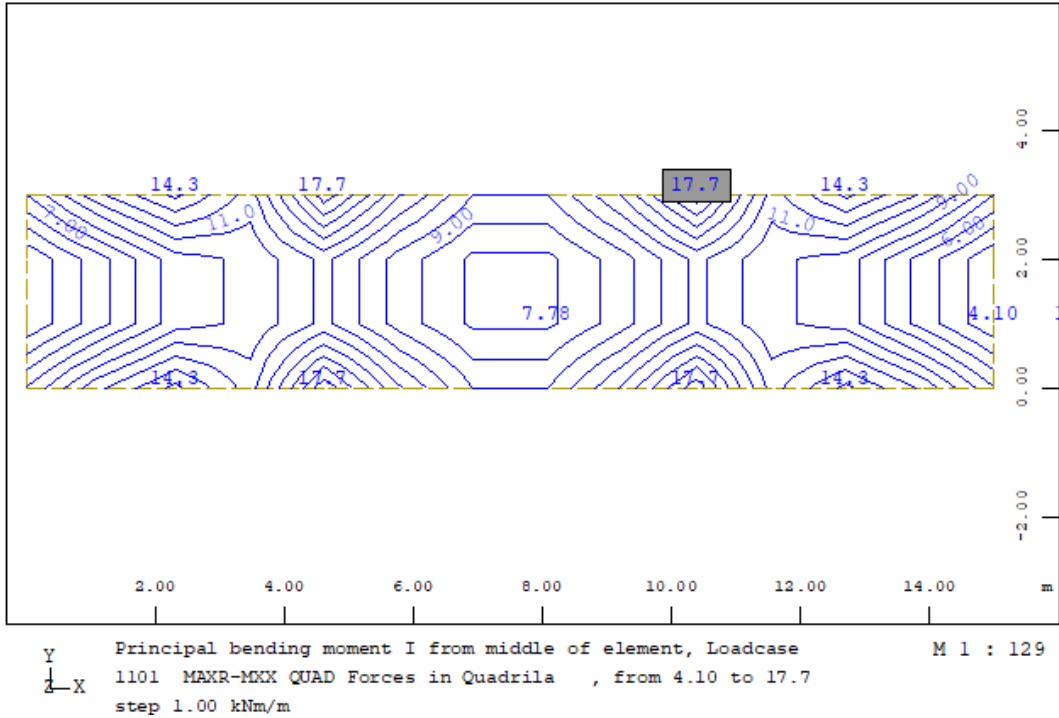


Y  
↓ X  
Principal shear forces from middle of element, Loadcase 3107  
MAXE-VX QUAD Forces in Quadrilat , from 0.400 to 11.1 step 1.00 kN/m  
M 1 : 129

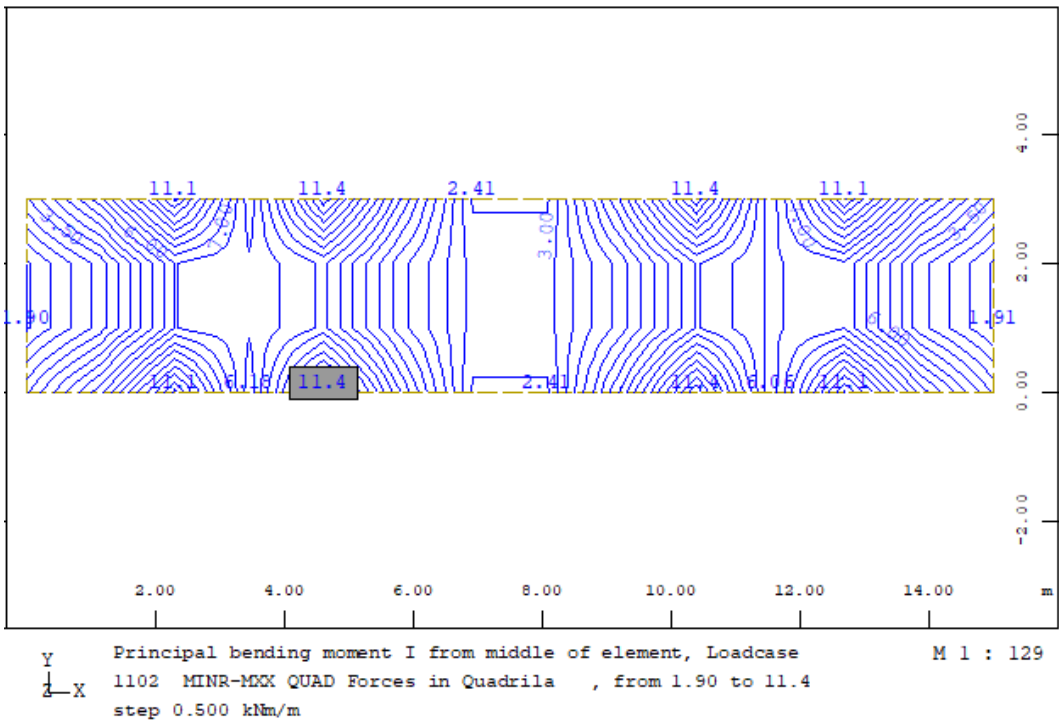
Y  
↓ X  
Principal shear forces from middle of element, Loadcase 3108  
MINE-VX QUAD Forces in Quadrilat , from 0.217 to 11.1 step 1.00 kN/m  
M 1 : 129

**Fig. 14 – Inviluppo diagramma di Taglio minimo allo SLU e SLV**

<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                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 54 di 194

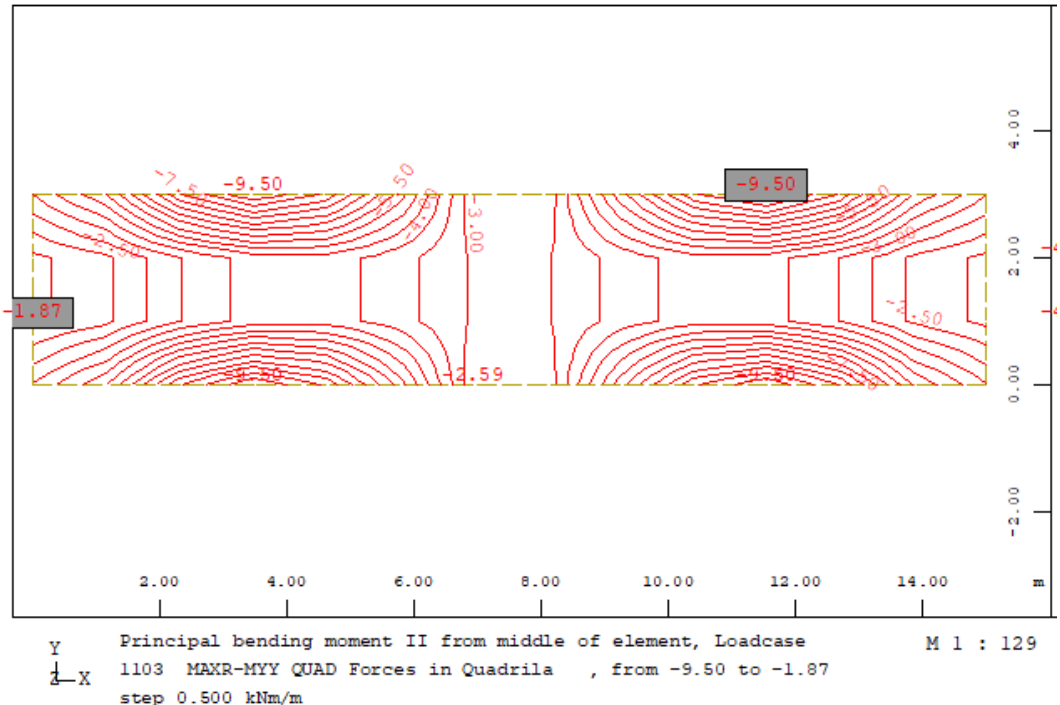


**Fig. 15 – Involuppo diagramma di massimo momento flettente allo SLE- RARA Mxx**

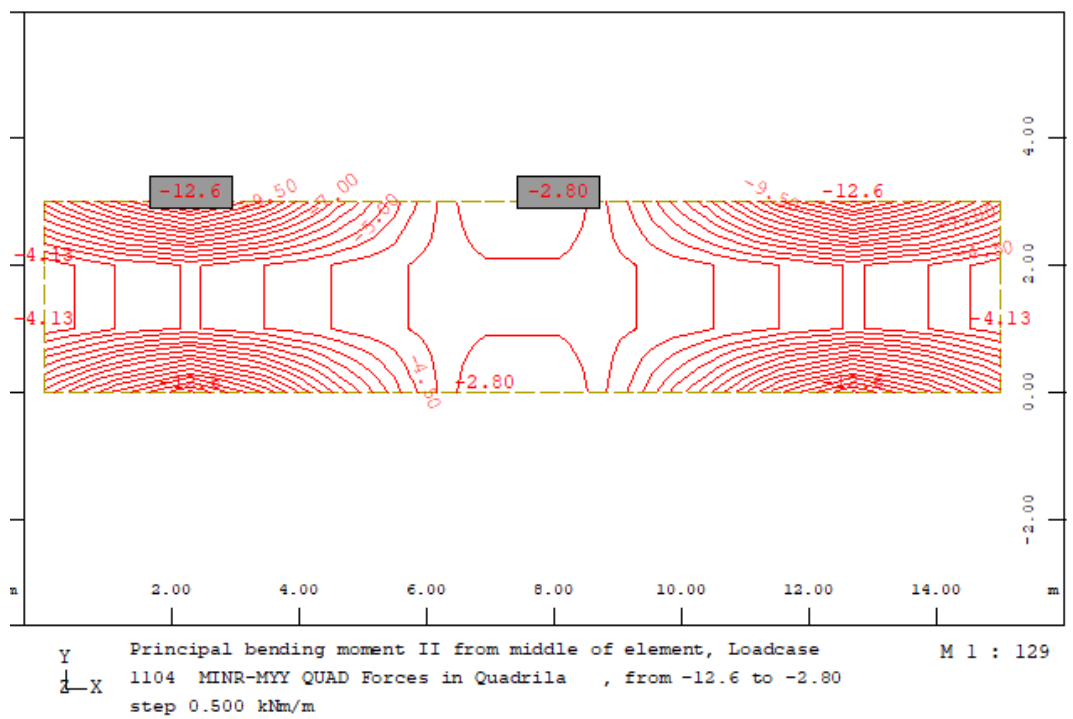


**Fig. 16 – Involuppo diagramma di minimo momento flettente allo SLE- RARA Mxx**

<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                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA03B0 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>55 di 194</b>



**Fig. 17 – Involuppo diagramma di massimo momento flettente allo SLE- RARA Myy**



**Fig. 18 – Involuppo diagramma di minimo momento flettente allo SLE- RARA Myy**

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 56 di 194

## 11 TEORIA SULLE VERIFICHE STRUTTURALI

### 11.1 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI A FLESSIONE – PRESSOFLESSIONE

Allo stato limite ultimo, le verifiche a flessione o presso-flessione sono condotte confrontando (per le sezioni più significative) le resistenze ultime e le sollecitazioni massime agenti, valutando di conseguenza il corrispondente fattore di sicurezza.

### 11.2 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI A TAGLIO

La verifica allo stato limite ultimo per azioni di taglio è condotta secondo quanto prescritto dal DM17/01/2018, per elementi con armatura a taglio verticali.

Si fa, pertanto, riferimento ai seguenti valori della resistenza di calcolo:

$$V_{Rd,c} = \max \left\{ \left[ \frac{0.18}{\gamma_c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d; (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \right\},$$

resistenza di calcolo dell'elemento privo di armatura a taglio

$$V_{Rd,s} = 0.9 \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot (\cot \alpha + \cot \vartheta) \cdot \sin \alpha, \text{ valore di progetto dello sforzo di taglio che può}$$

essere sopportato dall'armatura a taglio alla tensione di snervamento

$$V_{Rd,max} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} (\cot \alpha + \cot \vartheta) / (1 + \cot^2 \vartheta), \text{ valore di progetto del massimo sforzo di}$$

taglio che può essere sopportato dall'elemento, limitato dalla rottura delle bielle compresse.

Nelle espressioni precedenti, i simboli hanno i seguenti significati:

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2 \text{ con } d \text{ in mm};$$

$$\rho_1 = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \leq 0.02;$$

$A_{sl}$  è l'area dell'armatura tesa;

$b_w$  è la larghezza minima della sezione in zona tesa;

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} < 0.2 \cdot f_{cd};$$

$N_{Ed}$  è la forza assiale nella sezione dovuta ai carichi;

$A_c$  è l'area della sezione di calcestruzzo;



<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E Z Z CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 57 di 194

$$v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2};$$

$1 \leq \cot \vartheta \leq 2.5$  è l'inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave

$A_{sw}$  è l'area della sezione trasversale dell'armatura a taglio;

$S$  è il passo delle staffe;

$f_{ywd}$  è la tensione di snervamento di progetto dell'armatura a taglio;

$f'_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd}$  è la resistenza ridotta a compressione del calcestruzzo d'anima;

$\alpha_{cw} = 1$  è un coefficiente che tiene conto dell'interazione tra la tensione nel corrente compresso e qualsiasi tensione di compressione assiale

### 11.3 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

Si effettuano le seguenti verifiche agli stati limite di esercizio:

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

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.

## 12 VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE

Eseguito il modello di calcolo bidimensionale in sofistik, si ricavano le sollecitazioni con le quali si sono eseguite le verifiche strutturali agli SLU e SLE.

Le verifiche strutturali sono svolte in modo automatizzato dal software sofistik.

Le verifiche strutturali rispecchiano i limiti normativi riportati al capitolo 12.

<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>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>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>FA03B0 000</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>58 di 194</b>

## 13 VERIFICHE STRUTTURALI

Le verifiche strutturali del basamento GE sono state eseguite tramite il postprocessore di sofistic.

Il software suddivide automaticamente in aree la platea e verifica le varie aree per le sollecitazioni agenti a compressione, flessione e a taglio, per le varie combinazioni di carico.

Il programma fornisce il minimo di armatura affinché le verifiche risultino tutte soddisfatte.

Le verifiche iniziano dagli SLU/SLV e prosegue con le verifiche agli SLE (fessurazioni e tensioni).

### 13.1 VERIFICHE ALLO SLU/SLV

Il software effettuando le verifiche avendo impostato i limiti richiesti di fessurazione e di stato tensionale calcola in modo automatizzato il minimo quantitativo di armatura previsto per soddisfare le verifiche di resistenza e di esercizio.

Il software calcola in modo automatizzato se necessaria armatura a punzonamento, per il caso in esame non è necessaria armatura a punzonamento e si riporta la tabella che mostra che la verifica è soddisfatta.

APPALDATTORE: Consorzio                      Soci HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING   PINI   GCF ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 59 di 194

G.E.  
calcolo combinazione SLU

**Required Reinforcements acc. to I EN 1992-1-1(I)**

Grp	Element	LC	t [m]	asu [cm2/m]	asu2 [cm2/m]	asu3 [cm2/m]	asl [cm2/m]	asl2 [cm2/m]	asl3 [cm2/m]	supp [-]	shear [-]	ass [cm2/m2]
10	100001	max.	0.400	0.89	0.81		0.94	0.72			1	
	100002	max.	0.400	1.49	1.38		1.92	1.22			1	
	100003	max.	0.400	0.89	1.73		2.27	1.47			1	
	100004	max.	0.400	1.06	1.44		2.57	1.21			1	
	100005	max.	0.400	0.82	1.00		1.99	0.78			1	
	100006	max.	0.400	0.49	0.61		1.40	0.35			1	
	100007	max.	0.400	0.12	0.27		0.94	0.19			1	
	100008	max.	0.400	0.49	0.61		1.40	0.35			1	
	100009	max.	0.400	0.82	1.00		1.99	0.78			1	
	100010	max.	0.400	1.06	1.44		2.57	1.21			1	
	100011	max.	0.400	0.89	1.73		2.27	1.47			1	
	100012	max.	0.400	1.49	1.38		1.92	1.22			1	
	100013	max.	0.400	0.89	0.81		0.94	0.72			1	
	100014	max.	0.400	0.69	0.83		0.77	0.73			1	
	100015	max.	0.400	1.00	1.34		1.56	1.22			1	
	100016	max.	0.400	1.08	1.71		2.23	1.51			1	
	100017	max.	0.400	0.84	1.65		2.18	1.23			1	
	100018	max.	0.400	0.51	1.33		1.59	0.73			1	
	100019	max.	0.400	0.16	0.80		1.00	0.23			1	
	100020	max.	0.400	0.10	0.49		0.54	0.11			1	
	100021	max.	0.400	0.16	0.79		0.96	0.23			1	
	100022	max.	0.400	0.51	1.33		1.59	0.73			1	
	100023	max.	0.400	0.84	1.64		2.12	1.23			1	
	100024	max.	0.400	1.08	1.71		2.23	1.51			1	
	100025	max.	0.400	1.00	1.34		1.53	1.22			1	
	100026	max.	0.400	0.69	0.84		0.77	0.73			1	
	100027	max.	0.400	0.89	0.81		0.94	0.72			1	
	100028	max.	0.400	1.49	1.38		1.92	1.22			1	
	100029	max.	0.400	0.89	1.73		2.27	1.47			1	
	100030	max.	0.400	1.06	1.44		2.57	1.21			1	
	100031	max.	0.400	0.82	1.00		1.99	0.78			1	
	100032	max.	0.400	0.49	0.61		1.40	0.35			1	
	100033	max.	0.400	0.12	0.27		0.94	0.19			1	
	100034	max.	0.400	0.49	0.61		1.40	0.35			1	
	100035	max.	0.400	0.82	1.00		1.99	0.78			1	
	100036	max.	0.400	1.06	1.44		2.57	1.21			1	
	100037	max.	0.400	0.89	1.73		2.27	1.47			1	
	100038	max.	0.400	1.49	1.38		1.92	1.22			1	
	100039	max.	0.400	0.89	0.81		0.94	0.72			1	
Grp	primary group number			asu2			Cross reinforcements (2nd layer)			Top		
Element	element number			asu3			Third reinforcements			Top		
LC	load case			asl			Principal reinforcements (1st layer)			Bottom		
t	plate thickness			asl2			Cross reinforcements (2nd layer)			Bottom		
asu	Principal reinforcements (1st layer)			asl3			Third reinforcements			Bottom		
supp	reduction factor for the shear force near supports, punc-point in punching zone -> punching shear design											
shear	shear zone: 1=Ok, punc-punching area, 1s=asu/l increased for shear, 1d=for punching, 2=required ass, 2m=minimum shear reinf.											
ass	Shear reinforcement											

<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    GCF</b> <b>    ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<table border="1" 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;">FA03B0 000</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">60 di 194</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	FA03B0 000	B	60 di 194
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ CL	FA03B0 000	B	60 di 194													
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>																		

Se fosse stata necessaria armatura a punzonamento nella colonna shear sarebbe stato plottato il valore “**1d**” che rappresenta l’incremento di armatura quali spilli per punzonamento. Nella colonna “ass” il software plotta il quantitativo di armatura necessaria a taglio, nel caso in esame la verifica è soddisfatta senza che sia necessaria armatura a taglio.

Si riporta l’armatura per la combinazione SLV.

APPALTATORE: Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING    PINI    GCF</b> <b>ELETTRI-FER                  M-INGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 61 di 194

G.E.

Combinazione sismica SLV

**Required Reinforcements acc. to I EN 1992-1-1(I)**

Grp	Element	LC	t [m]	asu [cm <sup>2</sup> /m]	asu2 [cm <sup>2</sup> /m]	asu3 [cm <sup>2</sup> /m]	asl [cm <sup>2</sup> /m]	asl2 [cm <sup>2</sup> /m]	asl3 [cm <sup>2</sup> /m]	supp [-]	shear [-]	ass [cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ]
0	100001	max.	0.400	0.89	0.81		0.94	0.72			1	
	100002	max.	0.400	1.49	1.38		1.92	1.22			1	
	100003	max.	0.400	0.89	1.73		2.27	1.47			1	
	100004	max.	0.400	1.06	1.44		2.57	1.21			1	
	100005	max.	0.400	0.82	1.00		1.99	0.78			1	
	100006	max.	0.400	0.49	0.61		1.40	0.35			1	
	100007	max.	0.400	0.12	0.27		0.94	0.19			1	
	100008	max.	0.400	0.49	0.61		1.40	0.35			1	
	100009	max.	0.400	0.82	1.00		1.99	0.78			1	
	100010	max.	0.400	1.06	1.44		2.57	1.21			1	
	100011	max.	0.400	0.89	1.73		2.27	1.47			1	
	100012	max.	0.400	1.49	1.38		1.92	1.22			1	
	100013	max.	0.400	0.89	0.81		0.94	0.72			1	
	100014	max.	0.400	0.69	0.83		0.77	0.73			1	
	100015	max.	0.400	1.00	1.34		1.56	1.22			1	
	100016	max.	0.400	1.08	1.71		2.23	1.51			1	
	100017	max.	0.400	0.84	1.65		2.18	1.23			1	
	100018	max.	0.400	0.51	1.33		1.59	0.73			1	
	100019	max.	0.400	0.16	0.80		1.00	0.23			1	
	100020	max.	0.400	0.10	0.49		0.54	0.11			1	
	100021	max.	0.400	0.16	0.79		0.96	0.23			1	
	100022	max.	0.400	0.51	1.33		1.59	0.73			1	
	100023	max.	0.400	0.84	1.64		2.12	1.23			1	
	100024	max.	0.400	1.08	1.71		2.23	1.51			1	
	100025	max.	0.400	1.00	1.34		1.53	1.22			1	
	100026	max.	0.400	0.69	0.84		0.77	0.73			1	
	100027	max.	0.400	0.89	0.81		0.94	0.72			1	
	100028	max.	0.400	1.49	1.38		1.92	1.22			1	
	100029	max.	0.400	0.89	1.73		2.27	1.47			1	
	100030	max.	0.400	1.06	1.44		2.57	1.21			1	
	100031	max.	0.400	0.82	1.00		1.99	0.78			1	
	100032	max.	0.400	0.49	0.61		1.40	0.35			1	
	100033	max.	0.400	0.12	0.27		0.94	0.19			1	
	100034	max.	0.400	0.49	0.61		1.40	0.35			1	
	100035	max.	0.400	0.82	1.00		1.99	0.78			1	
	100036	max.	0.400	1.06	1.44		2.57	1.21			1	
	100037	max.	0.400	0.89	1.73		2.27	1.47			1	
	100038	max.	0.400	1.49	1.38		1.92	1.22			1	
	100039	max.	0.400	0.89	0.81		0.94	0.72			1	

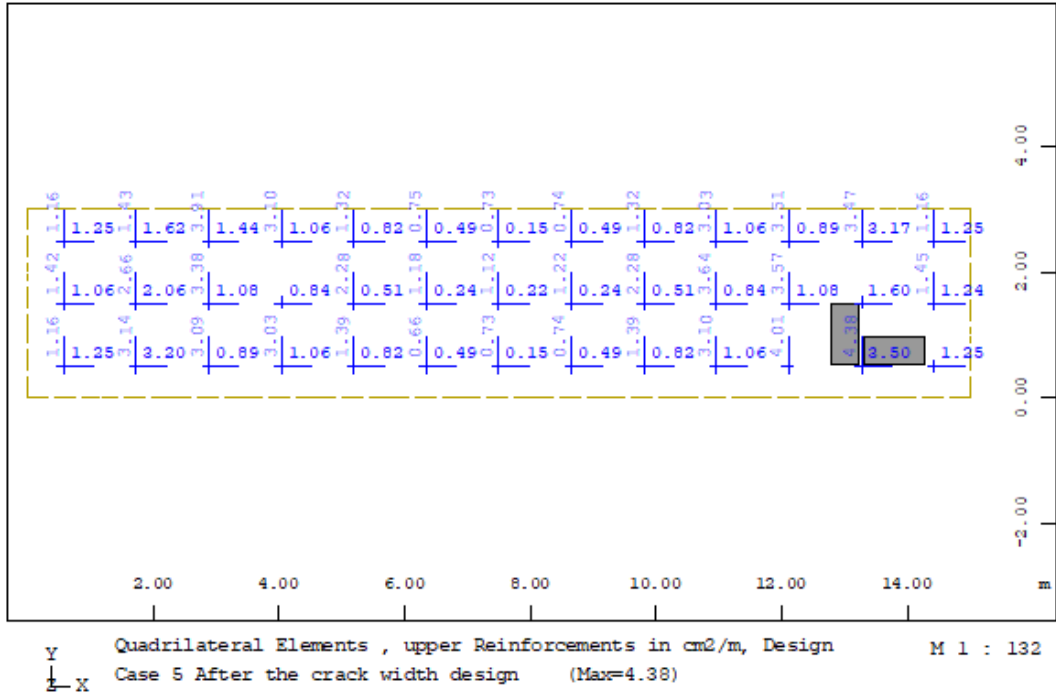
  

Grp	primary group number	asu2	Cross reinforcements (2nd layer)	Top
Element	element number	asu3	Third reinforcements	Top
LC	load case	asl	Principal reinforcements (1st layer)	Bottom
t	plate thickness	asl2	Cross reinforcements (2nd layer)	Bottom
asu	Principal reinforcements (1st layer)	asl3	Third reinforcements	Bottom
supp	reduction factor for the shear force near supports, punc-point in punching zone -> punching shear design			
shear	shear zone: 1=OK, punc-punching area, 1s=asu/l increased for shear, 1d=for punching, 2=required ass, 2m=minimum shear reinf.			
ass	Shear reinforcement			

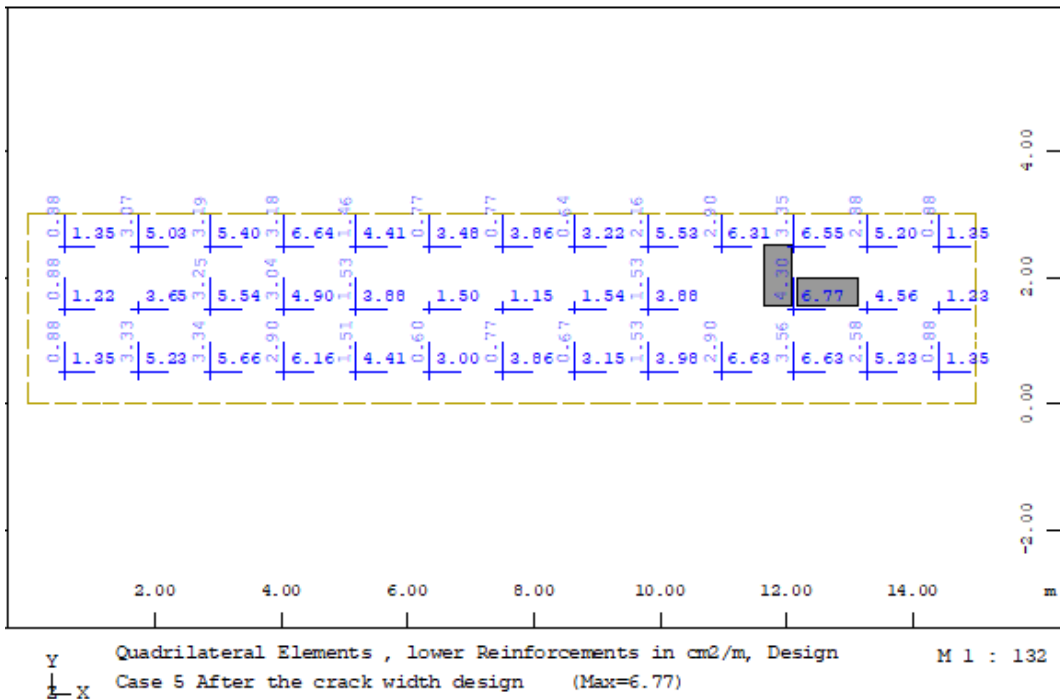
Anche in questo caso non è necessaria armatura a taglio colonna "Shear" e "ass".

<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                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 62 di 194

Nell'immagine seguente si riporta il minimo quantitativo di armatura richiesta:



**Fig. 19 – Armatura minima a flessione lembo superiore**



**Fig. 20 – Armatura minima a flessione lembo inferiore**

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 63 di 194

## 13.2 VERIFICHE ALLO SLE

### 13.2.1 Verifiche delle tensioni

Si riportano i diagrammi che rappresentano lo stato tensionale del cls e dell'acciaio per la combinazione **SLE Rara**.

#### Serviceability limit state control parameters

No	Code	sigS	sigT	CHKC	CHKR	wk [mm]	
1	EN-1992	-	-	0.55	0.75	0.20	Calculation of crack-width acc. EN 1992 7.3.4 Reinforcement has been increased by SLS design -> WINGRAF: Decisive design check✓

Per l'elemento più sollecitato si riportano le verifiche in modo tabellare.

G.E.

Calcolo tensioni - comb. SLE rara.

#### Steel stress, concrete pressure, stress range

E=ELEM	N=NODE	stress range on top			stress range bottom			links Ass [MPa]	concre sig-max [MPa]	steel-l sig-max [MPa]	steel-s sig-max
		asu	asu2	asu3	asl	asl2	asl3				
E 100026		157.90	147.61	-	146.47	165.65	-	-	-3.22	168.94	-
E 100027		135.19 <sup>1</sup>	111.13 <sup>1</sup>	-	103.80 <sup>1</sup>	81.92 <sup>1</sup>	-	-	-3.30 <sup>1</sup>	180.93 <sup>1</sup>	-
E 100039		135.33 <sup>1</sup>	111.29 <sup>1</sup>	-	103.78 <sup>1</sup>	81.90 <sup>1</sup>	-	-	-3.30 <sup>1</sup>	180.93 <sup>1</sup>	-
Maximum		157.90	154.16	-	156.87	165.65	-	-	-4.87	180.93	-

<sup>1</sup> reinforcement increased, stress with new increased reinforcement

stress range on top longitudinal reinforcement  
links stress range in shear reinforcements  
concre maximum concrete compression (# greater that allowed)  
steel-l maximum stress in longitudinal reinforcement  
steel-s maximum stress in the shear reinforcement  
Elements with maximum values are printed

La tensione nell'acciaio e nel calcestruzzo considerando i minimi di armatura calcolati dal software valgono:

$$\sigma_s = 194.64 \text{ Mpa} < 0.75 \times 450 = 338 \text{ Mpa}$$

Verificato

$$\sigma_c = 1.39 \text{ Mpa} < 0.60 \times 30.71 = 16.89 \text{ Mpa}$$

Verificato

La verifica tensionale per la combinazione **SLE quasi permanente** risulta anch'essa verifica

#### Serviceability limit state control parameters

No	Code	sigS	sigT	CHKC	CHKR	wk [mm]	
1	EN-1992	-	-	0.40	-	0.20	Calculation of crack-width acc. EN 1992 7.3.4 Reinforcement has been increased by SLS design -> WINGRAF: Decisive design check✓

<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                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 64 di 194

G.E.

Calcolo tensioni - comb. SLE q. perm.

**Steel stress, concrete pressure, stress range**

E=ELEM N=NODE	stress range on top			stress range bottom			links Ass [MPa]	concre sig-max [MPa]	steel-1 sig-max [MPa]	steel-s sig-max
	asu [MPa]	asu2 [MPa]	asu3 [MPa]	asl [MPa]	asl2 [MPa]	asl3 [MPa]				
E 100019	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-	-	-1.34	114.41	-
E 100020	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-	-	-1.38	131.99	-
Maximum	-	-	-	-	-	-	-	-1.38	131.99	-

stress range on top longitudinal reinforcement  
 links stress range in shear reinforcements  
 concre maximum concrete compression (# greater that allowed)  
 steel-1 maximum stress in longitudinal reinforcement  
 steel-s maximum stress in the shear reinforcement  
 Elements with maximum values are printed

La tensione nell'acciaio e nel calcestruzzo considerando i minimi di armatura calcolati dal software valgono:

$$\sigma_s = 170.92 \text{ Mpa} < 0.75 \times 450 = 360 \text{ Mpa}$$

Verificato

$$\sigma_c = 1.13 \text{ Mpa} < 0.40 \times 30.71 = 12.28 \text{ Mpa}$$

Verificato



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>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>FA03B0 000</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>65 di 194</b>

### 13.2.2 Verifica fessurazioni

Si riportano le verifiche a fessurazione per la comb. **SLE - Rara.**:

#### Serviceability limit state control parameters

No	Code	sigS	sigT	CHKC	CHKR	wk [mm]	
1	EN-1992	-	-	0.55	0.75	0.20	Calculation of crack-width acc. EN 1992 7.3.4
Reinforcement has been increased by SLS design -> WINGRAF: Decisive design check✓							

Si riporta la tabella con indicazione della fessura per la porzione più sollecitata.

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>							
PROGETTAZIONE: Mandatario <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA				<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 66 di 194		

G.E.

Calcolo tensioni - comb. SLE rara.

**Detail Results Calculation of Crack Widths**

Grp	Element	ID	dir [°]	LC	t [mm]	d [mm]	z [mm]	x [mm]	hc,ef [mm]	ø [mm]	σs [MPa]	as_0 [cm2/m]	as [cm2/m]	wk [mm]	wk_req [mm]
10	100001	asu	0	1110	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	180.9	1.24		0.20	0.20
		asu2	90	1107	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	181.3	1.10	1.16	0.20	0.20
		as12	90	1108	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	180.6	0.72	0.87	0.20	0.20
		as1	0	1108	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	180.7	1.02	1.34	0.20	0.20
	100002	asu	0	1110	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	118.3	2.08	3.20	0.20	0.20
		asu2	90	1110	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	118.0	1.38	3.14	0.20	0.20
		as12	90	1109	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	116.2	2.91	3.32	0.20	0.20
		as1	0	1108	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	116.1	4.17	5.23	0.20	0.20
	100003	asu	0	1110	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	88.17	0.89		0.12	0.20
		asu2	90	1109	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	143.7	2.65	3.05	0.20	0.20
		as12	90	1109	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	116.9	2.60	3.34	0.20	0.20
		as1	0	1109	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	116.8	5.30	5.46	0.20	0.20
100004	asu	0	1110	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	95.87	1.06		0.13	0.20	
	asu2	90	1110	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	118.0	3.03		0.16	0.20	
	as12	90	1110	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	91.07	2.90		0.16	0.20	
	as1	0	1110	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	75.76	6.16		0.13	0.20	
100005	asu	0	1110	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	133.9	0.82		0.15	0.20	
	asu2	90	1110	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	144.0	1.32	1.39	0.16	0.20	
	as12	90	1108	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	121.6	1.49	1.51	0.17	0.20	
	as1	0	1107	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	130.5	3.23	4.40	0.20	0.20	
100006	asu	0	1110	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	113.7	0.49		0.13	0.20	
	asu2	90	1108	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	177.6	0.61	0.66	0.20	0.20	
	as12	90	1109	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	94.45	0.43	0.46	0.16	0.20	
	as1	0	1109	400.0	330.0	252.3	0.0	133.3	10	116.0	2.14	3.00	0.20	0.20	
100007	asu2	90	1110	400.0	310.0	284.1	18.4	127.2	10	71.68	0.73		0.11	0.20	
	as12	90	1109	400.0	310.0	260.6	0.0	133.3	10	28.20	0.28	0.73	0.04	0.20	
	as1	0	1109	400.0	330.0	317.1	33.0	122.3	10	83.66	1.46	3.85	0.20	0.20	
100008	asu	0	1110	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	106.1	0.49		0.12	0.20	
	asu2	90	1110	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	177.4	0.61		0.20	0.20	
	as12	90	1109	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	115.6	0.37	0.67	0.20	0.20	
	as1	0	1109	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	115.8	1.84	3.03	0.20	0.20	
100009	asu	0	1110	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	134.0	0.82		0.15	0.20	
	asu2	90	1110	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	144.3	1.32	1.39	0.16	0.20	
	as12	90	1107	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	121.4	1.50	1.53	0.17	0.20	
	as1	0	1109	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	129.3	3.23	3.98	0.20	0.20	
100010	asu	0	1110	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	93.17	1.06		0.13	0.20	
	asu2	90	1110	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	116.7	3.10		0.16	0.20	
	as12	90	1110	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	88.75	2.90		0.15	0.20	
	as1	0	1110	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	70.72	6.63		0.12	0.20	
100011	asu	0	1110	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	85.16	0.89		0.12	0.20	
	asu2	90	1109	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	143.8	2.43	4.00	0.20	0.20	
	as12	90	1110	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	113.8	3.56		0.20	0.20	
	as1	0	1110	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	117.0	6.45	6.62	0.20	0.20	

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 67 di 194

**Detail Results Calculation of Crack Widths**

Grp	Element	ID	dir [°]	LC	t [mm]	d [mm]	z [mm]	x [mm]	hc,ef [mm]	Ø [mm]	σs [MPa]	as_0 [cm2/m]	as [cm2/m]	wk [mm]	wk,req [mm]
10	100029	asl	0	1110	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	116.2	5.40		0.20	0.20
	100030	asu	0	1110	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	36.69	1.06		0.05	0.20
		asu2	90	1110	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	87.97	3.10		0.13	0.20
		asl2	90	1110	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	103.4	3.18		0.16	0.20
		asl	0	1110	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	114.7	6.64		0.18	0.20
	100031	asu	0	1110	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	36.07	0.82		0.04	0.20
		asu2	90	1110	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	118.5	1.32		0.14	0.20
		asl2	90	1107	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	117.9	1.45	1.46	0.18	0.20
		asl	0	1110	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	120.8	4.41		0.19	0.20
	100032	asu	0	1110	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	29.05	0.49		0.04	0.20
		asu2	90	1110	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	152.7	0.63		0.19	0.20
		asl2	90	1110	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	99.21	0.57	0.77	0.17	0.20
		asl	0	1110	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	115.9	3.11	3.48	0.20	0.20
	100033	asu2	90	1110	400.0	310.0	260.6	12.8	129.1	10	113.1	0.73		0.17	0.20
		asl2	90	1110	400.0	310.0	260.6	0.0	133.3	10	28.20	0.28	0.73	0.04	0.20
		asl	0	1110	400.0	330.0	317.1	33.0	122.3	10	83.66	1.46	3.85	0.20	0.20
	100034	asu	0	1110	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	29.19	0.49		0.04	0.20
		asu2	90	1110	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	157.8	0.61		0.20	0.20
		asl2	90	1108	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	107.5	0.49	0.58	0.18	0.20
		asl	0	1108	400.0	330.0	241.1	0.0	133.3	10	116.8	2.69	3.21	0.20	0.20
	100035	asu	0	1110	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	39.24	0.82		0.05	0.20
		asu2	90	1110	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	119.6	1.32		0.14	0.20
		asl2	90	1108	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	110.9	2.05	2.16	0.20	0.20
		asl	0	1110	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	115.0	4.55	5.52	0.20	0.20
	100036	asu	0	1110	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	42.53	1.06		0.06	0.20
		asu2	90	1110	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	82.72	3.03		0.12	0.20
		asl2	90	1110	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	108.3	2.90		0.18	0.20
		asl	0	1110	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	121.7	6.31		0.20	0.20
	100037	asu	0	1110	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	127.4	0.89		0.18	0.20
		asu2	90	1110	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	127.8	3.51		0.18	0.20
		asl2	90	1110	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	117.1	2.61	3.34	0.20	0.20
		asl	0	1110	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	116.8	4.91	6.54	0.20	0.20
	100038	asu	0	1109	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	118.1	3.05	3.17	0.20	0.20
		asu2	90	1108	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	118.3	2.91	3.46	0.20	0.20
		asl2	90	1110	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	117.7	2.88		0.20	0.20
		asl	0	1110	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	119.5	4.17	5.20	0.20	0.20
	100039	asu	0	1109	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	180.9	1.24		0.20	0.20
		asu2	90	1108	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	181.3	1.10	1.16	0.20	0.20
		asl2	90	1110	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	180.6	0.72	0.87	0.20	0.20
		asl	0	1107	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	180.7	1.02	1.34	0.20	0.20
	Maximum										181.3	6.77	6.77	0.20	

Grp primary group number  
Element element number  
ID reinforcement identifier u=upper, l=lower, 2=crass  
dir direction of the reinforcement to local x axis  
LC load case  
t plate thickness  
d Effective depth of a cross-section  
z lever arm in cracked state  
x height of compression zone  
hc,ef effective tension area  
Ø diameter of the reinforcement  
σs steel stress  
as\_0 reinforcement before this check  
as increased reinforcement due to this check  
wk crack width with actual reinforcement  
wk,req required crack width  
Calculation of crack width according to EN 1992-1-1 7.3.4 (first element):  
kt= 0.60 k1= 0.80 k2= 0.72 k3= variable k4= 0.43

<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>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<table border="0" 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 Z Z CL</td> <td style="text-align: center;">FA03B0 000</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">68 di 194</td> </tr> </table>					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E Z Z CL	FA03B0 000	B	68 di 194
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO												
IF3A	02	E Z Z CL	FA03B0 000	B	68 di 194												
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>																	

### 13.3 RIEPILOGO ARMATURE

La verifica risulta soddisfatta.  $W_k = 0.20$  considerando un minimo di armatura teorico di  $6.77 \text{ cm}^2$ , armatura commerciale scelta è la seguente:

Armatura superiore direzione longitudinale:  $\varnothing 14/200$  che corrisponde a  $7.70 \text{ cm}^2 > 6.77 \text{ cm}^2$

Armatura superiore direzione trasversale:  $\varnothing 14/200$  che corrisponde a  $7.70 \text{ cm}^2 > 6.77 \text{ cm}^2$

Armatura inferiore direzione longitudinale:  $\varnothing 14/200$  che corrisponde a  $7.70 \text{ cm}^2 > 6.77 \text{ cm}^2$

Armatura inferiore direzione trasversale:  $\varnothing 14/200$  che corrisponde a  $7.70 \text{ cm}^2 > 6.77 \text{ cm}^2$

Armatura a taglio spilli:  $\varnothing 10/400 \times 400$

<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 69 di 194

## 14 VERIFICA GEOTECNICA

Per le verifiche geotecniche si riportano le sollecitazioni massime agenti in fondazione per le comb. SLU/SLV per la verifica di capacità portante e SLE rara per la verifica dei cedimenti, le seguenti sollecitazioni sono state ricavate creando un secondo modello con incastro nel baricentro della platea di fondazione.

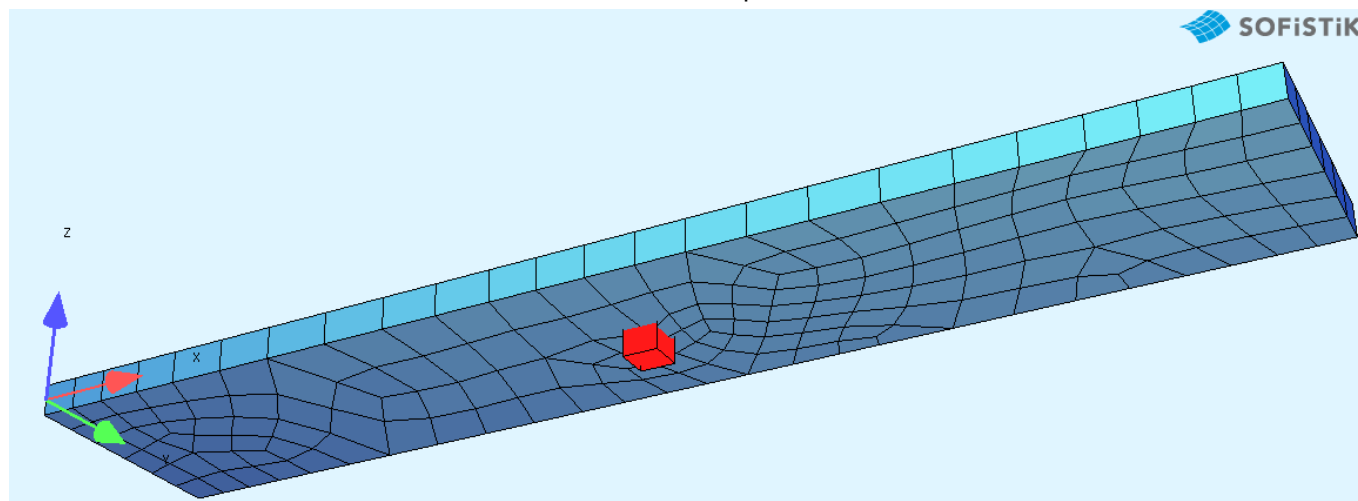


Fig. 21 – Modello con incastro al baricentro

Massime sollecitazioni agli SLU/SLV:

**LC: 2155, 3155, Nodes Support force; Nodes Support moment**

LC	LC-title	Number	P-Z [kN]	M-X [kNm]	M-Y [kNm]
1	2155 MAX-PZ NODE Supporting Forces in	1	1044.6	615.91	0.02
2	3155 MAXE-PZ NODE Supporting Forces i	1	737.3	88.85	4.51

Massime sollecitazioni agli SLE - rara:

**LC: 1155, Nodes Support force; Nodes Support moment**

LC	LC-title	Number	P-Z [kN]	M-X [kNm]	M-Y [kNm]
1	1155 MAXR-PZ NODE Supporting Forces i	1	756.4	410.60	0.01

<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 70 di 194

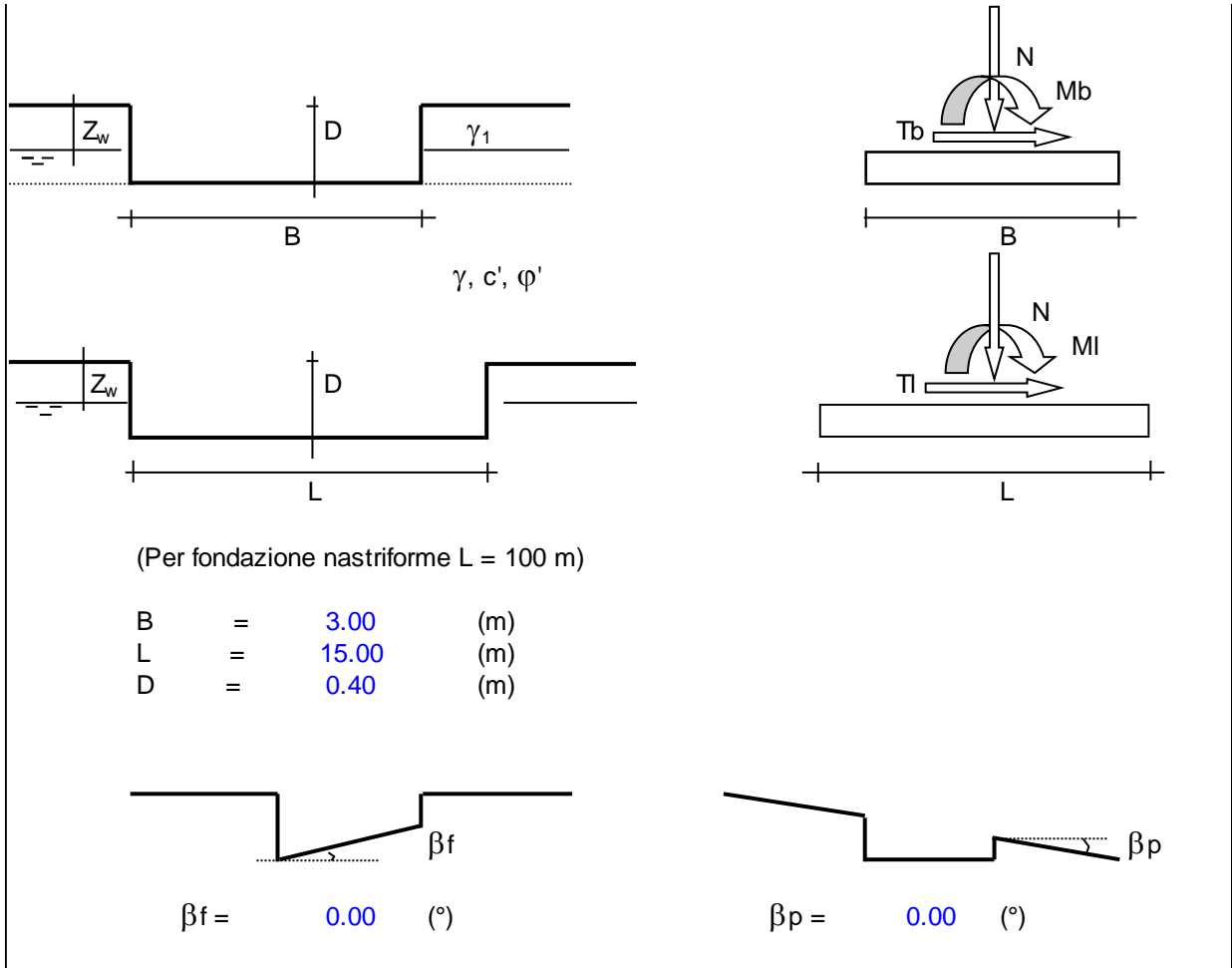
## 14.1 VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE

Si riporta la verificasvolta mediante il foglio excel.

<b>Fondazioni Dirette</b> <b>Verifica in tensioni efficaci</b>					
$q_{lim} = c^*Nc^* sc^*dc^*ic^*bc^*gc + q^*Nq^*sq^*dq^*iq^*bq^*gq + 0,5*\gamma^*B^*N\gamma^*s\gamma^*d\gamma^*i\gamma^*b\gamma^*g\gamma$					
D = Profondità del piano di appoggio  e <sub>B</sub> = Eccentricità in direzione B (e <sub>B</sub> = Mb/N)  e <sub>L</sub> = Eccentricità in direzione L (e <sub>L</sub> = Ml/N)                      (per fondazione nastriforme e <sub>L</sub> = 0; L* = L)  B* = Larghezza fittizia della fondazione (B* = B - 2*e <sub>B</sub> )  L* = Lunghezza fittizia della fondazione (L* = L - 2*e <sub>L</sub> )  (per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)					
<b>coefficienti parziali</b>					
<b>Metodo di calcolo</b>		azioni		proprietà del terreno	
		permanenti	temporanee variabili	tan φ'	c'
Stato limite ultimo	<input type="radio"/>	1,00	1,30	1,25	1,60
Tensioni ammissibili	<input type="radio"/>	1,00	1,00	1,00	1,00
definiti dall'utente	<input checked="" type="radio"/>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>
valori suggeriti dall'EC7					

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING   PINI   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	

<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA03B0 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>71 di 194</b>



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>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>FA03B0 000</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>72 di 194</b>

<b>AZIONI</b>			
RIGA	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	1045.00	0.00	1045.00
Mb [kNm]	0.00	0.00	0.00
MI [kNm]	616.00	0.00	616.00
Tb [kN]	0.00	0.00	0.00
TI [kN]	0.00	0.00	0.00
H [kN]	0.00	0.00	0.00

*Peso unità di volume del terreno*

$\gamma_1 = 19.00$  (kN/mc)  
 $\gamma = 19.00$  (kN/mc)

*Valori caratteristici di resistenza del terreno*

$c' = 0.00$  (kN/mq)  
 $\varphi' = 35.00$  (°)

*Valori di progetto*

$c' = 0.00$  (kN/mq)  
 $\varphi' = 35.00$  (°)

*Profondità della falda*

$Z_w = 5.00$  (m)

$e_B = 0.00$  (m)                       $B^* = 3.00$  (m)  
 $e_L = 0.59$  (m)                       $L^* = 13.82$  (m)



APPALTATORE: Consorzio Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF</b> <b>ELETTRI-FER M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 73 di 194

**q : sovraccarico alla profondità D**

$$q = 7.60 \quad (\text{kN/mq})$$

**$\gamma$  : peso di volume del terreno di fondazione**

$$\gamma = 19.00 \quad (\text{kN/mc})$$

**Nc, Nq, N $\gamma$  : coefficienti di capacit  portante**

$$Nq = \tan^2(45 + \varphi'/2) * e^{(\pi * \text{tg} \varphi')}$$

$$Nq = 33.30$$

$$Nc = (Nq - 1) / \tan \varphi'$$

$$Nc = 46.12$$

$$N\gamma = 2 * (Nq + 1) * \tan \varphi'$$

$$N\gamma = 48.03$$

**s<sub>c</sub>, s<sub>q</sub>, s <sub>$\gamma$</sub>  : fattori di forma**

$$s_c = 1 + B * Nq / (L * Nc)$$

$$s_c = 1.16$$

$$s_q = 1 + B * \tan \varphi' / L$$

$$s_q = 1.15$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 * B / L$$

$$s_\gamma = 0.91$$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B FOGLIO 74 di 194

**$i_c, i_q, i_\gamma$  : fattori di inclinazione del carico**

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.82 \quad \theta = \arctg(T_b/T_I) = 90.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.18 \quad m = 1.82 \quad (-)$$

$$i_q = (1 - H/(N + B^*L^* c' \cotg\varphi))^m$$

(m=2 nel caso di fondazione nastriforme e m=(m<sub>b</sub>sin<sup>2</sup>θ+m<sub>l</sub>cos<sup>2</sup>θ) in tutti gli altri casi)

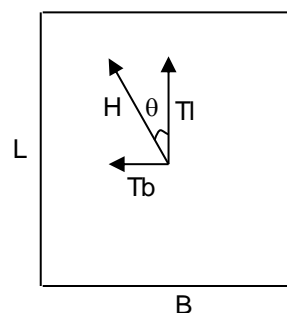
$$i_q = 1.00$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q)/(N_q - 1)$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_\gamma = (1 - H/(N + B^*L^* c' \cotg\varphi))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 1.00$$



**$d_c, d_q, d_\gamma$  : fattori di profondità del piano di appoggio**

per  $D/B^* \leq 1$ ;  $d_q = 1 + 2 D \tan\varphi' (1 - \sin\varphi')^2 / B^*$

per  $D/B^* > 1$ ;  $d_q = 1 + (2 \tan\varphi' (1 - \sin\varphi')^2) * \arctan (D / B^*)$

$$d_q = 1.03$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$d_c = 1.04$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

APPALTATORE: Consorzio                      Soci HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING   PINI   GCF ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV.      FOGLIO B              75 di 194

**b<sub>c</sub>, b<sub>q</sub>, b<sub>γ</sub> : fattori di inclinazione base della fondazione**

$$b_q = (1 - \beta_f \tan\varphi)^2 \qquad \beta_f + \beta_p = \qquad 0.00 \qquad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = \qquad 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan\varphi)$$

$$b_c = \qquad 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = \qquad 1.00$$

**g<sub>c</sub>, g<sub>q</sub>, g<sub>γ</sub> : fattori di inclinazione piano di campagna**

$$g_q = (1 - \tan\beta_p)^2 \qquad \beta_f + \beta_p = \qquad 0.00 \qquad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = \qquad 1.00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan\varphi)$$

$$g_c = \qquad 1.00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = \qquad 1.00$$

**Carico limite unitario**

$$q_{lim} = \qquad 1551.38 \qquad (\text{kN/m}^2) \qquad \begin{matrix} R3 & 2.30 \\ q_{rd} & 675 \end{matrix} \qquad (\text{kN/m}^2)$$

**Pressione massima agente**

$$q = N / B \cdot L^*$$

$$q = \qquad 25.20 \qquad (\text{kN/m}^2)$$

**Coefficiente di sicurezza**

$$F_s = q_{lim} / q = \qquad 61.56 \qquad \text{OK}$$

Si riporta la verifica per la seconda combinazione

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>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>FA03B0 000</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>76 di 194</b>

<b>AZIONI</b>			
RIGA	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	738.00	0.00	738.00
Mb [kNm]	4.50	0.00	4.50
MI [kNm]	89.00	0.00	89.00
Tb [kN]	0.00	0.00	0.00
TI [kN]	0.00	0.00	0.00
H [kN]	0.00	0.00	0.00

*Peso unità di volume del terreno*

$\gamma_1 = 19.00$  (kN/mc)

$\gamma = 19.00$  (kN/mc)

<i>Valori caratteristici di resistenza del terreno</i>	<i>Valori di progetto</i>
$c' = 0.00$ (kN/mq)	$c' = 0.00$ (kN/mq)
$\varphi' = 35.00$ (°)	$\varphi' = 35.00$ (°)

*Profondità della falda*

$Z_w = 5.00$  (m)

$e_B = 0.01$ (m)	$B^* = 2.99$ (m)
$e_L = 0.12$ (m)	$L^* = 14.76$ (m)

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                NET ENGINEERING    PINI    GCF ELETTRI-FER            M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA  II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV.    FOGLIO B        77 di 194

<p><b>q : sovraccarico alla profondità D</b></p> <p>q =            7.60            (kN/mq)</p> <p><b>γ : peso di volume del terreno di fondazione</b></p> <p>γ =            19.00            (kN/mc)</p> <p><b><u>Nc, Nq, Nγ : coefficienti di capacità portante</u></b></p> <p><math display="block">Nq = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \operatorname{tg} \varphi')}</math> <p>Nq =            33.30</p> <p><math display="block">Nc = (Nq - 1) / \tan \varphi'</math> <p>Nc =            46.12</p> <p><math display="block">N\gamma = 2 \cdot (Nq + 1) \cdot \tan \varphi'</math> <p>Nγ =            48.03</p> <p><b><u>Sc, Sq, Sy : fattori di forma</u></b></p> <p><math display="block">s_c = 1 + B \cdot Nq / (L \cdot Nc)</math> <p>Sc =            1.15</p> <p><math display="block">s_q = 1 + B \cdot \tan \varphi' / L</math> <p>Sq =            1.14</p> <p><math display="block">s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot B / L</math> <p>Sγ =            0.92</p> </p></p></p></p></p></p>
---

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. FOGGIO B 78 di 194

**$i_c, i_q, i_\gamma$  : fattori di inclinazione del carico**

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.83 \quad \theta = \arctg(T_b/T_I) = 90.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.17 \quad m = 1.83 \quad (-)$$

( $m=2$  nel caso di fondazione nastriforme e  
 $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$  in tutti gli altri casi)

$$i_q = (1 - H/(N + B^* L^* c' \cotg \varphi))^m$$

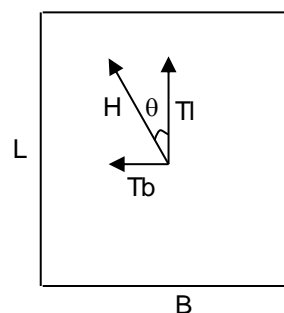
$$i_q = 1.00$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q)/(N_q - 1)$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_\gamma = (1 - H/(N + B^* L^* c' \cotg \varphi))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 1.00$$



**$d_c, d_q, d_\gamma$  : fattori di profondità del piano di appoggio**

per  $D/B^* \leq 1$ ;  $d_q = 1 + 2 D \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2 / B^*$

per  $D/B^* > 1$ ;  $d_q = 1 + (2 \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2) * \arctan (D / B^*)$

$$d_q = 1.03$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$d_c = 1.04$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. FOGLIO B 79 di 194

**b<sub>c</sub>, b<sub>q</sub>, b<sub>γ</sub> : fattori di inclinazione base della fondazione**

$$b_q = (1 - \beta_f \tan \varphi)^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0,00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1,00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \varphi)$$

$$b_c = 1,00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1,00$$

**g<sub>c</sub>, g<sub>q</sub>, g<sub>γ</sub> : fattori di inclinazione piano di campagna**

$$g_q = (1 - \tan \beta_p)^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0,00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1,00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \varphi)$$

$$g_c = 1,00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1,00$$

**Carico limite unitario**

$$q_{lim} = 1551.63 \quad (\text{kN/m}^2) \quad R3 \quad 2.30$$

$$q_{rd} = 675 \quad (\text{kN/m}^2)$$

**Pressione massima agente**

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 16.74 \quad (\text{kN/m}^2)$$

**Coefficiente di sicurezza**

$$F_s = q_{lim} / q = 92.71 \quad \text{OK}$$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 80 di 194

## 14.2 VERIFICA DEI CEDIMENTI

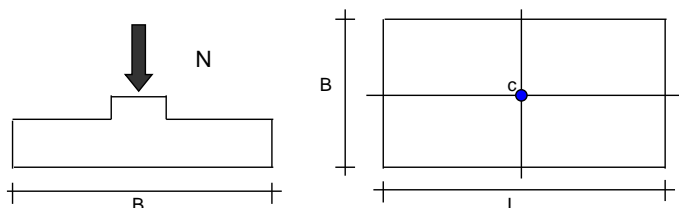
La verifica dei cedimenti è stata svolta mediante i fogli di calcolo excel.

La verifica è stata svolta per la comb. SLE – Rara.

Il massimo cedimento calcolato per il basamento vale **2 mm**

### CEDIMENTI DI UNA FONDAZIONE RETTANGOLARE

#### LAVORO:



#### Formulazione Teorica (H.G. Poulos, E.H. Davis; 1974)

$$\Delta\sigma_{zi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) + ((L/2)(B/2)z)/R_3(1/R_1^2 + 1/R_2^2))$$

$$\Delta\sigma_{xi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) - ((L/2)(B/2)z)/R_3R_1^2)$$

$$\Delta\sigma_{yi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) - ((L/2)(B/2)z)/R_3R_2^2)$$

$$R_1 = ((L/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$R_2 = ((B/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$R_3 = ((L/2)^2 + (B/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$\delta_{tot} = \Sigma \delta_i = \Sigma ((\Delta\sigma_{zi} - v_i(\Delta\sigma_{xi} + \Delta\sigma_{yi})) \Delta z_i / E_i)$$

#### DATI DI INPUT:

- B = 3,00 (m) (Larghezza della Fondazione)  
L = 15,00 (m) (Lunghezza della Fondazione)  
N = 757 (kN) (Carico Verticale Agente)  
q = 16,82 (kN/mq) (Pressione Agente (q = N/(B\*L)))  
ns = 3 (-) (numero strati) (massimo 6)

Strato	Litologia	Spessore	da z <sub>i</sub>	a z <sub>i+1</sub>	Δz <sub>i</sub>	E	v	δ <sub>ci</sub>
(-)	(-)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN/m <sup>2</sup> )	(-)	(cm)
1	Rilevato	5,00	0,0	5,0	0,5	30000	0,30	0,13
2	terreno sab. med addensato	5,00	5,0	10,0	0,5	22000	0,30	0,07
3	ASP	5,00	10,0	15,0	0,5	73000	0,30	0,01
-		0,00	0,0	0,0	1,0	0	0,00	-
-		0,00	0,0	0,0	1,0	0	0,00	-
-		0,00	0,0	0,0	1,0	0	0,00	-

$$\delta_{ctot} = 0,21 \text{ (cm)}$$





APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 82 di 194

## 17 DESCRIZIONE SERBATOIO VASCA INTERRATA

La vasca interrata presenta le seguenti dimensioni in pianta 2.90 x 2.60m con una altezza di 2.55m.  
All'interno di esso è collocato un serbatoio di 3000 litri.

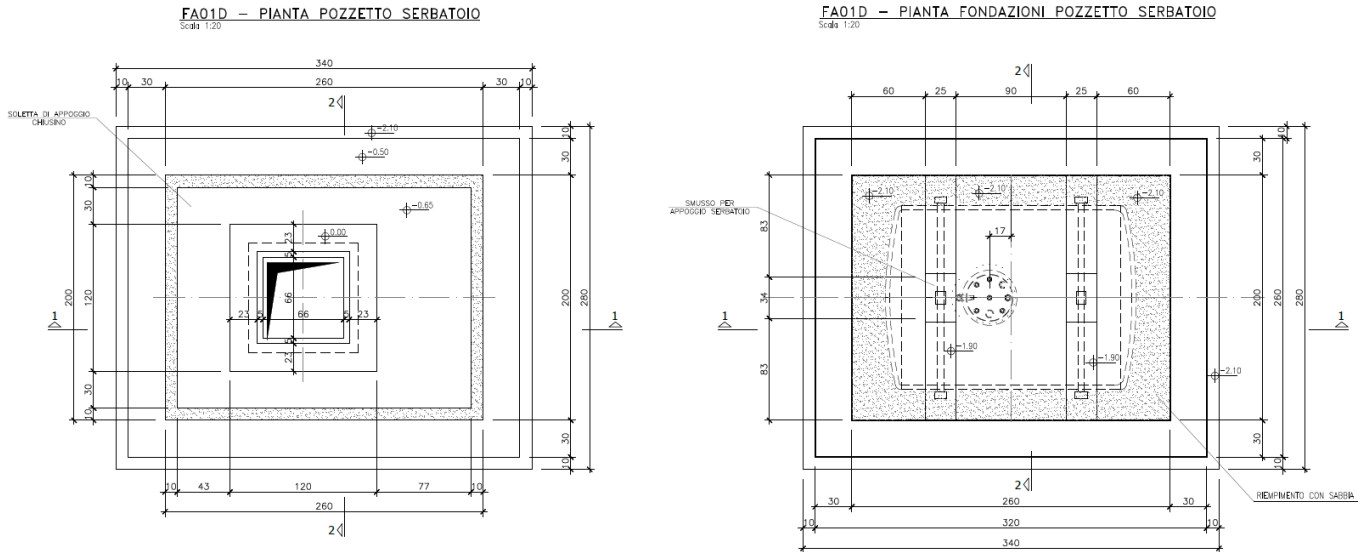


Fig. 22 – Pianta vasca

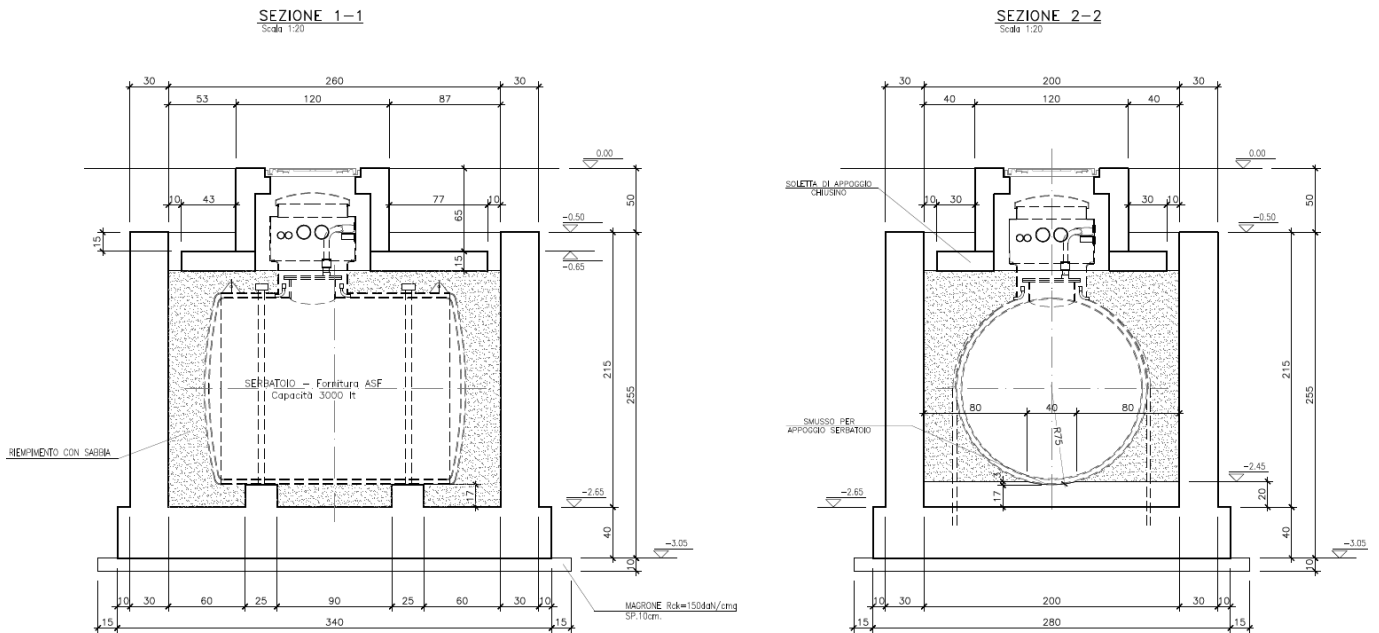


Fig. 23 – Sezioni vasca

## 18 MODELLO STRUTTURALE VASCA SERBATOIO G.E.

<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 83 di 194

## 18.1 CONSIDERAZIONI GENERALI SUL MODELLO DI CALCOLO

Come modello di calcolo (si vedano le figure successive) si è assunto lo schema statico a U (sistema isostatico) analizzato attraverso un'analisi elastico-lineare attraverso il programma di calcolo agli elementi finiti Sofistik Service Pack 2020-10 Build 1690 seguendo quanto specificato nelle NTC-18 al § 7.2.6. e nel manuale di progettazione RFI.

La mesh (si vedano le figure seguenti) è composta da beam elements. Tale telaio viene descritto attraverso le linee d'asse delle singole membrature e pertanto, le aste del modello avranno lunghezza pari alla dimensione netta interna maggiorate della metà degli spessori delle aste adiacenti.

La fondazione è modellata con elementi tipo *beam* e poggia su suolo elastico alla Winkler.

Il modello di calcolo ha le seguenti dimensioni 2.90 x 2.35m.

Gli elementi modellati (beam) vengono suddivisi in gruppi in modo da avere una più pratica gestione dell'attribuzione delle proprietà (materiali, coefficienti, ecc.)

### Terreno di fondazione

Modulo di Young                      del terreno    E=113000 kN/m<sup>2</sup>

dimensione trasversale compresa dei muri    b<sub>t</sub>=2.90 m

dimensione longitudinale dell'opera    b<sub>l</sub>= 1.00m

Si applica la formulazione di Vogt per definire la molla elastica distribuita sul beam di fondazione:

$$k_s = \frac{1.33 \cdot E}{\sqrt[3]{b t^2 \cdot b l}}$$

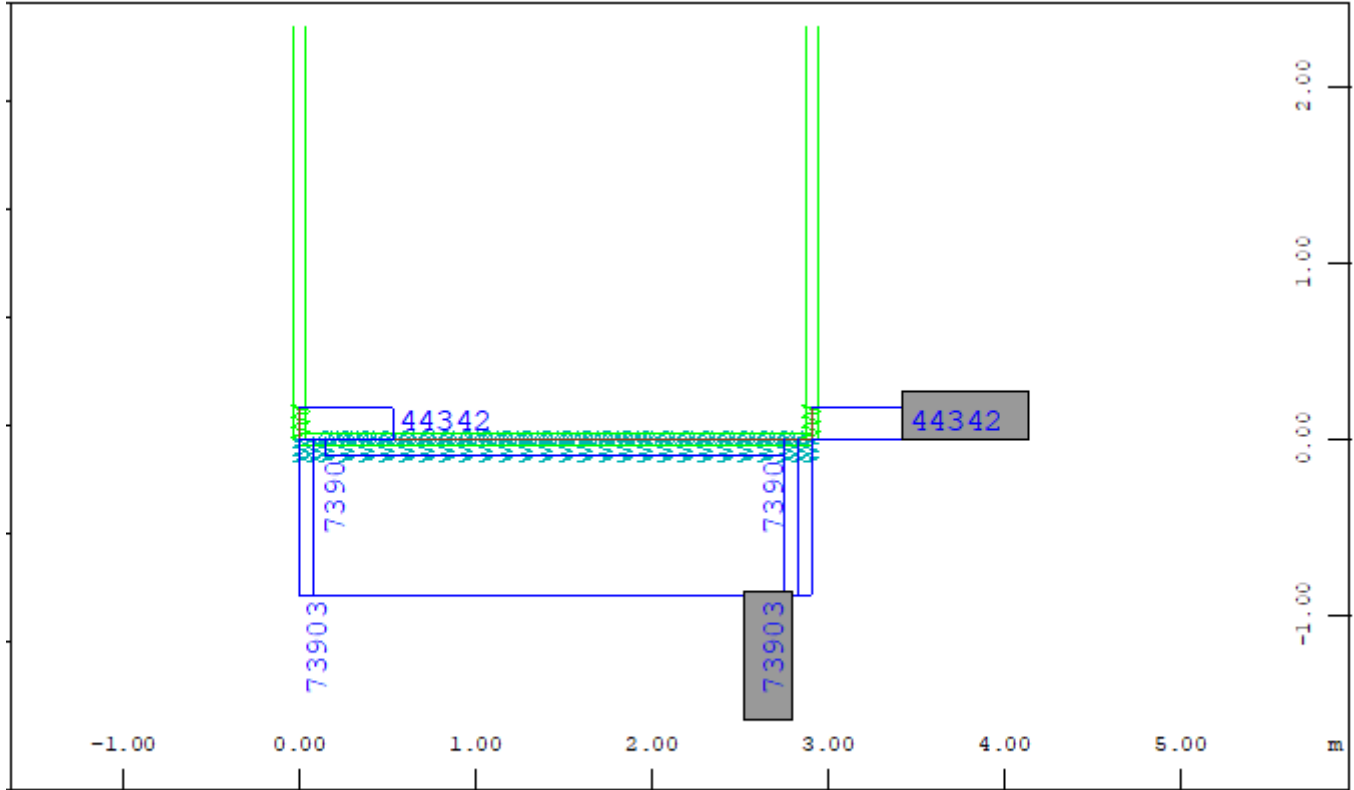
Nella presente relazione si adotta un modulo di reazione verticale

K<sub>v</sub> = 73903 kN/m<sup>3</sup>

Con questo valore si ricavano i valori delle singole molle poste ai nodi sotto i piedritti:

K<sub>v1-4</sub> = 2x K<sub>v</sub> x sp = 2x73903x0.30 = 44342 kN/m

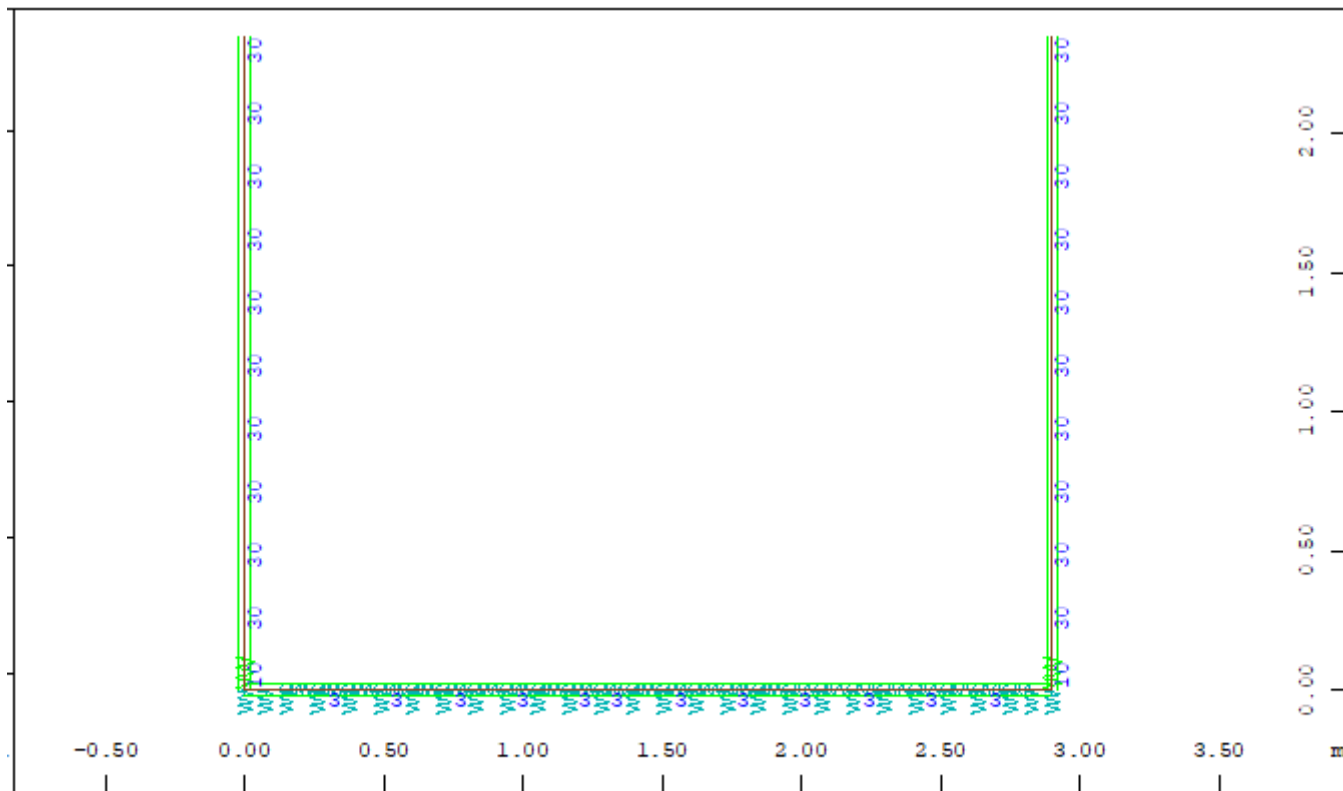
<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING    PINI   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 84 di 194



$\begin{matrix} z \\ \perp \\ x \end{matrix}$ 
 Boundary bedding support, (1 cm 3D = unit) in direction of the edge (Unit=50000. kN/m<sup>2</sup>,Max=73903.), transverso to the edge direction (Unit=50000. kN/m<sup>2</sup>,Max=7390.)
 M 1 : 60

**Figura 18-1: Sezione trasversale serbatoio ad U – distribuzione molle**

<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 85 di 194



$\begin{matrix} z \\ \perp \\ x \end{matrix}$ 
 Number of group, Beam Elements(Max=30), Spring Elements(Max=0), Boundary Elements(Max=3)
 M 1 : 38

Figura 18-2: Sezione trasversale serbatoio ad U – Gruppi

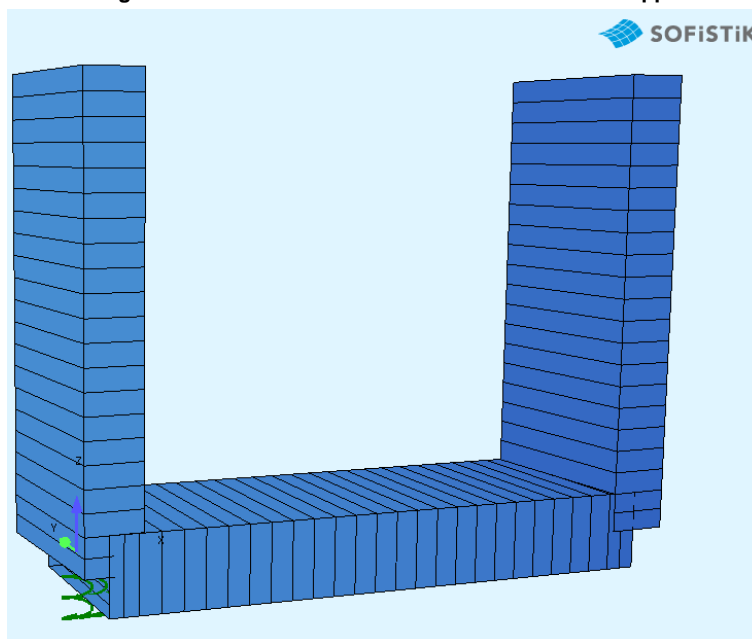


Figura 18-3: Sezione trasversale muro ad U –vista 3D

<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 86 di 194

## 18.2 ELEMENTO MONODIMENSIONALI BEAM

Il riferimento locale degli elementi BEAM è così descritto.

Elementi orizzontali:

- asse x coincide con la direzione di prevalente sviluppo dell'elemento (// asse X per le travi)
- asse y coincide con l'altra direzione orizzontale (// asse Y per le travi)
- asse z // asse Z, ma orientato verso il basso

Elementi verticali:

- asse x // asse Z
- asse y // asse -Y
- asse z // dir. X

Per quanto riguarda le azioni interne negli elementi si indicherà con:

N azione assiale

Vy azione tagliante agente nella direzione dell'asse locale y (associato a Mz)

Vz azione tagliante agente nella direzione dell'asse locale z (associato a My)

Mt momento torcente agente attorno all'asse locale x

My momento flettente agente attorno all'asse locale y

Mz momento flettente agente attorno all'asse locale z

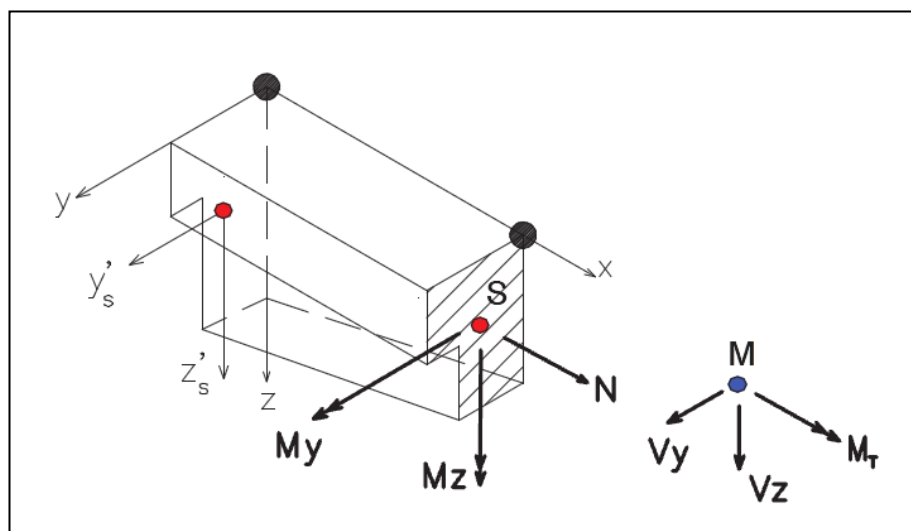


Figura 18-4 : Convenzione sollecitazioni - elementi BEAM

Descrizione degli indici associati alle Load case (LC) di involuppo:

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI   GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>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>FA03B0 000</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>87 di 194</b>

INDICI DEI PARAMETRI DI SOLLECITAZIONE:			
INDICE	ELEM.	ELEMENTI ORIZZONTALI	ELEMENTI VERTICALI
21	MAX-N	TRAZIONE	TRAZIONE
22	MIN-N	COMPRESSIONE	COMPRESSIONE
23	MAX-VY	TAGLIO ORIZ.(XX,YY)	TAGLIO TRASV.(YY)
24	MIN-VY		
25	MAX-VZ	TAGLIO VERT.(ZZ)	TAGLIO LONG.(XX)
26	MIN-VZ		
27	MAX-MT	M. Torcente tot (I+II)	M. Torcente
28	MIN-MT		
29	MAX-MY	MOMENTO VERT.(ZZ)	MOMENTO LONG.(XX)
30	MIN-MY		
31	MAX-MZ	MOMENTO ORIZ.(XX,YY)	MOMENTO TRASV.(YY)
32	MIN-MZ		

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 88 di 194

## 19 ANALISI DEI CARICHI

Come prescritto dalle NTC 2018, sono state considerate agenti sulla struttura diverse condizioni di carico elementari, combinate tra loro in modo da determinare gli effetti più sfavorevoli ai fini delle verifiche della platea di fondazione.

Per il calcolo delle sollecitazioni sulla platea è stato impiegato il programma di calcolo Sofistik che mediante il post processore calcola in modo automatizzato le armature necessarie.

Nel progetto strutturale in esame, al fine di una progettazione tipologica che consenta l'impiego del fabbricato su tutta la rete ferroviaria nazionale, le azioni esterne, quali vento e neve, sono state valutate considerando le condizioni più gravose in accordo con la dislocazione delle stazioni sul territorio della tratta Napoli - Bari.

### 19.1 PARAMETRI DELL'OPERA

I parametri dell'opera che definiscono uso e vita utile del tombino sono scelti come di seguito riportato:

TIPO DI COSTRUZIONE <sup>(1)</sup>	Vita Nominale $V_N$ [Anni] <sup>(1)</sup>
OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE PROGETTATE CON LE NORME VIGENTI PRIMA DEL DM 14.01.2008 A VELOCITÀ CONVENZIONALE ( $V < 250$ Km/h)	50
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ $V < 250$ Km/h	75
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ $V \geq 250$ km/h	100
OPERE DI GRANDI DIMENSIONI: PONTI E VIADOTTI CON CAMPATE DI LUCE MAGGIORE DI 150 m	$\geq 100$ <sup>(2)</sup>
(1) – La stessa $V_N$ si applica anche ad apparecchi di appoggio, coprighiunti e impermeabilizzazione delle stesse opere.	
(2) - Da definirsi per il singolo progetto a cura di FERROVIE.	

Tab. 2.5.1.1.1-1 – Vita nominale delle infrastrutture ferroviarie

$V_n$  = vita nominale = **75 anni**

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

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

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

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



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 89 di 194

CL = Classe d'uso = III

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

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

$C_u$  = coefficiente d'uso = **1.50**

Ne consegue un periodo di riferimento per la costruzione di:

$V_r$  = periodo di riferimento azione sismica = **112.5 anni**

## 19.2 PESO PROPRIO STRUTTURE

La struttura in esame ha una forma ad "U" dimensioni interne 2.60 x 2.15m con spessore della soletta di 40cm e piedritti da 30cm.

Considerando un peso specifico del calcestruzzo armato di:

$\gamma=25 \text{ kN/m}^3$

Il peso proprio della struttura viene inserito automaticamente dal software di calcolo sofistik.

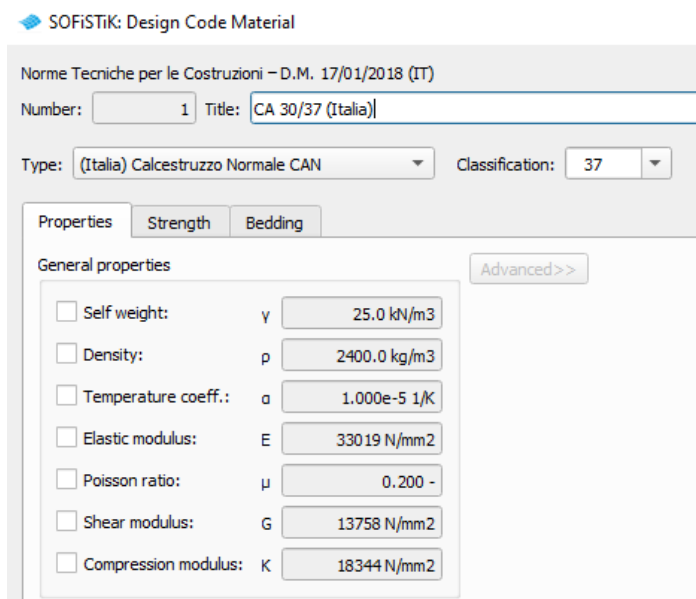


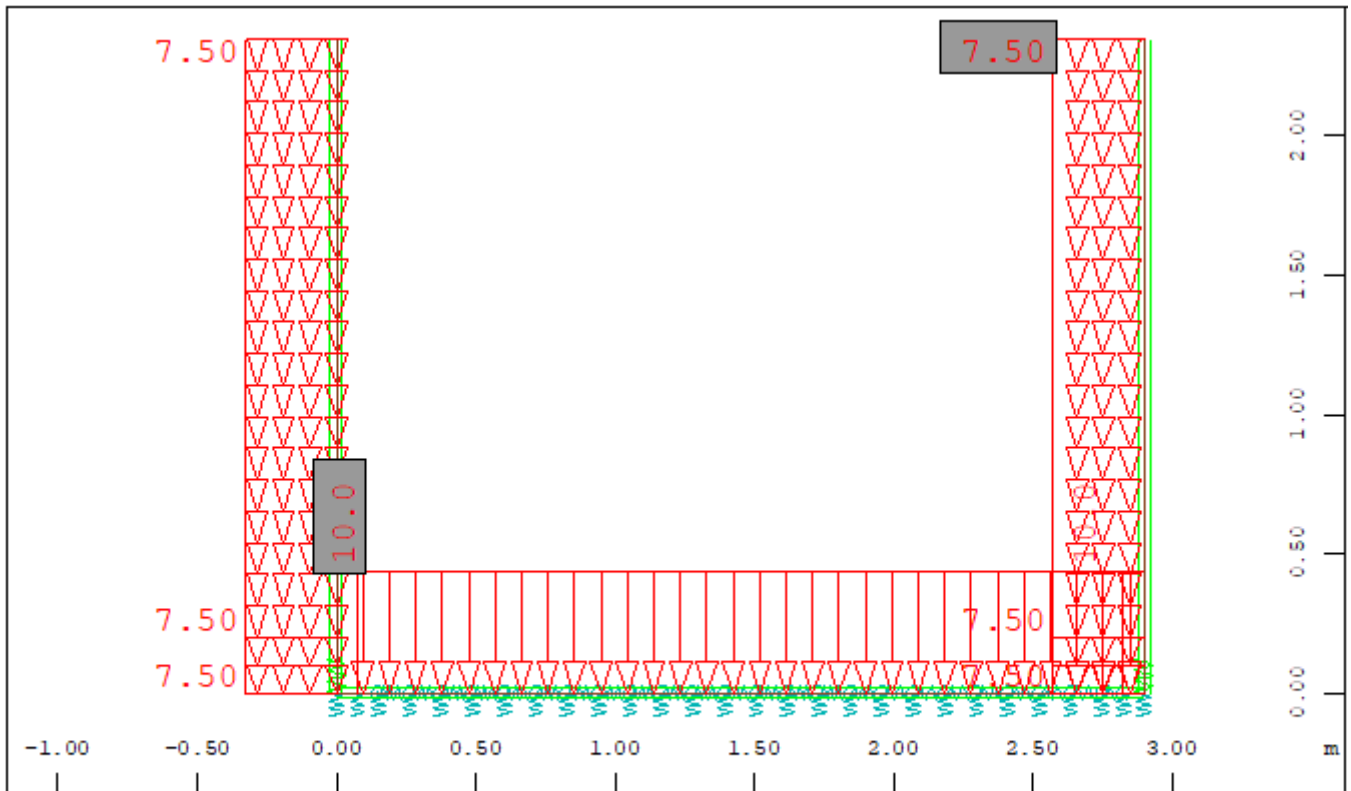
Figura 19-1: Peso specifico del materiale

Si riportano i coefficienti di combinazione utilizzati:

APPALTATORE: Consorzio                      Soci HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING   PINI   GCF ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA          II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 90 di 194

SOFiSTiK: Action and Loadcase Manager

Actions      Loadcases										
Nr	Title	Action	Factor of dead weight	$\gamma-u$	$\gamma-f$	$\gamma-a$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	
1	peso proprio	G_1 Permanenti strutturali	1.00	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
2	peso portato	Q Azioni Variabili	0.00	1.50	0.00	1.00	0.70	0.50	0.30	
3	azione del terreno	R Spinta delle terre	0.00	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
4	Accidentale	Q Azioni Variabili	0.00	1.50	0.00	1.00	0.70	0.50	0.30	
5	Inerzia x	E Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
6	Inerzia z	E Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
7	Wood	E Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
8	Westergaard	E Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	



$\downarrow$  z      All loads, Loadcase 11 peso proprio , (1 cm 3D = unit) Beam      M 1 : 38  
 $\leftarrow$  x      dead load in global Z (Unit=8.67 kN/m       $\leftarrow$ ) (Min=-10.0)  
 (Max=-7.50)

Figura 19-2: Peso proprio struttura



APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 92 di 194

Direttiva	Capacità nominale	Pressione esercizio	De	A	B	C	E	F	H	a	b	c	x	y	k	j	z	Peso
	Lt	Bar	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	inch	inch	inch	inch	inch	Kg
2014/68/UE (PED)	1000	12	800	2158	1014	343	605	490	500	100	155	60	2"	3/4"	1"	1/2"	1/2"	210
2014/68/UE (PED)	1500	12	1000	2135	900	300	691	575	608	200	200	-	2"	1/2"	1/2"	-	1/2"	325
2014/68/UE (PED)	2000	12	1100	2252	950	200	800	685	652	200	215	-	2"	1/2"	1/2"	-	1/2"	394
2014/68/UE (PED)	3000	12	1200	2850	1265	227	820	710	698	1230	200	-	2"	1/2"	1/2"	-	1/2"	605

Figura 19-5: Peso serbatoio

Il serbatoio pesa 605 kG,

Peso a vuoto serbatoio =6.05 kN

peso specifico del gasolio  $\gamma=8.50 \text{ kN/m}^3$

peso carburante  $8.50 \times 3 = 25.50 \text{ kN}$

Carico complessivo  $G_2 = 31.55 \text{ kN}$

Il seguente carico viene applicato sulla platea come carico distribuito agente su una superficie di 45 cm come mostrato in figura.

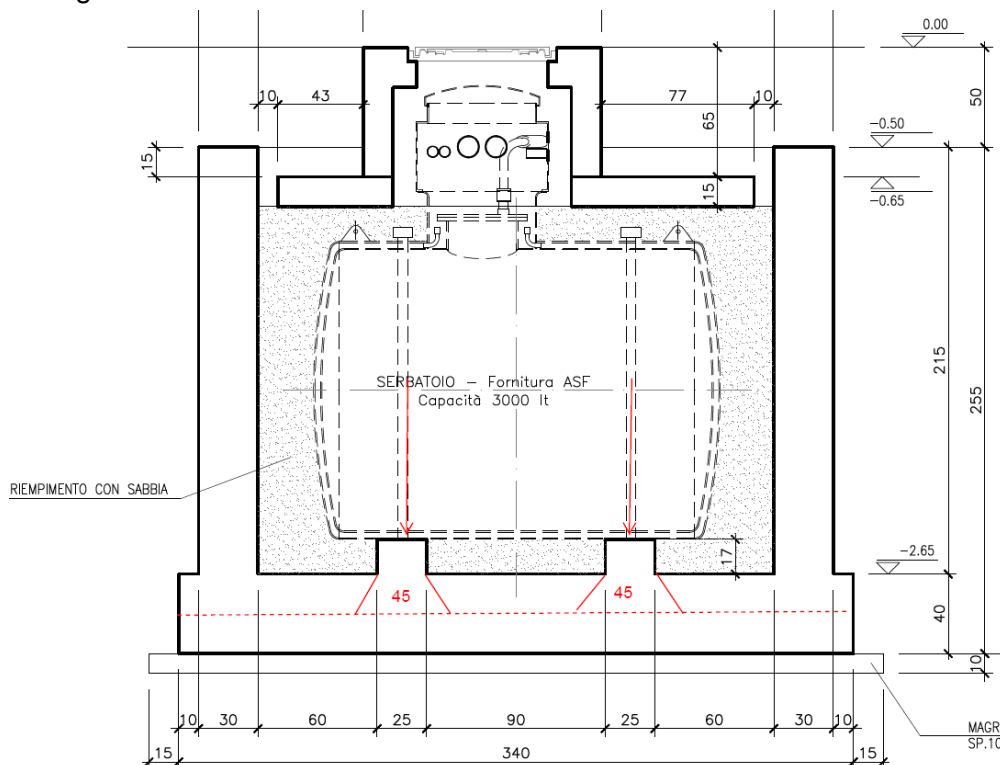


Figura 19-6: Applicazione carico

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 93 di 194

La pressione agente vale:

$$G_{2ser} = (31.55/2)/0.45=35.10 \text{ kN/m}$$

Tra il serbatoio e la vasca è interposta della sabbia.

Il volume interno della vasca è  $2.60 \times 2.00 \times 1.85 = 9.62 \text{ m}^3$

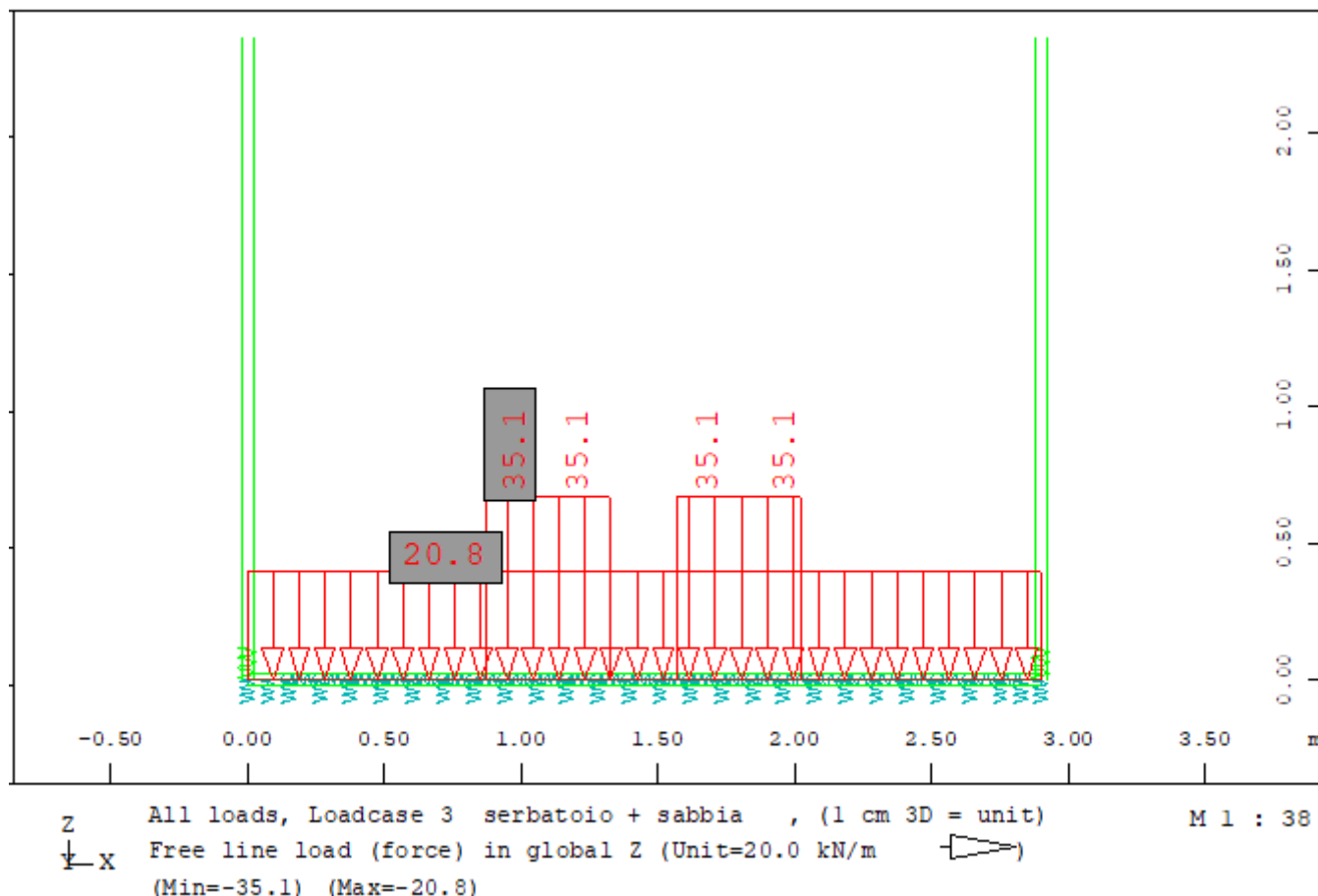
volume serbatoio  $3.00 \text{ m}^3$

Volume di sabbia:  $V=9.62 - 3.00 = 6.62 \text{ m}^3$

Peso specifico sabbia  $\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$

$$G_{2sab} = [6.62/(2.60 \times 2.00)] \times 16 = 1.30 \times 16 = 20.8 \text{ kN/m}^2$$

Il sopra esposto carico è stato trattato come carico variabile poiché può esserci nella vasca come no.



**Figura 19-7: Peso permanente**

Si riportano i coefficienti di combinazione usati:

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 94 di 194

SOFiSTiK: Action and Loadcase Manager

Actions		Loadcases								
Nr	Title	Action	Factor of dead weight	$\gamma-u$	$\gamma-f$	$\gamma-a$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	
1	peso proprio	G_1 Permanenti strutturali	1.00	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
2	peso portato	Q Azioni Variabili	0.00	1.50	0.00	1.00	0.70	0.50	0.30	
3	azione del terreno	R Spinta delle terre	0.00	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
4	Accidentale	Q Azioni Variabili	0.00	1.50	0.00	1.00	0.70	0.50	0.30	
5	Inerzia x	E Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
6	Inerzia z	E Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
7	Wood	E Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
8	Westergaard	E Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	

## 19.4 SPINTA DELLE TERRE IN CONDIZIONI STATICHE

La risultante della spinta esercitata dal terreno su una parete verticale risulta:

$$S_0 = \gamma \cdot H \cdot K_0$$

ove:

H = altezza della parete (H = 2.35m)

$\gamma$  = peso del terreno = 19 kN/m<sup>3</sup>

angolo di attrito del terreno  $\phi = 22^\circ$

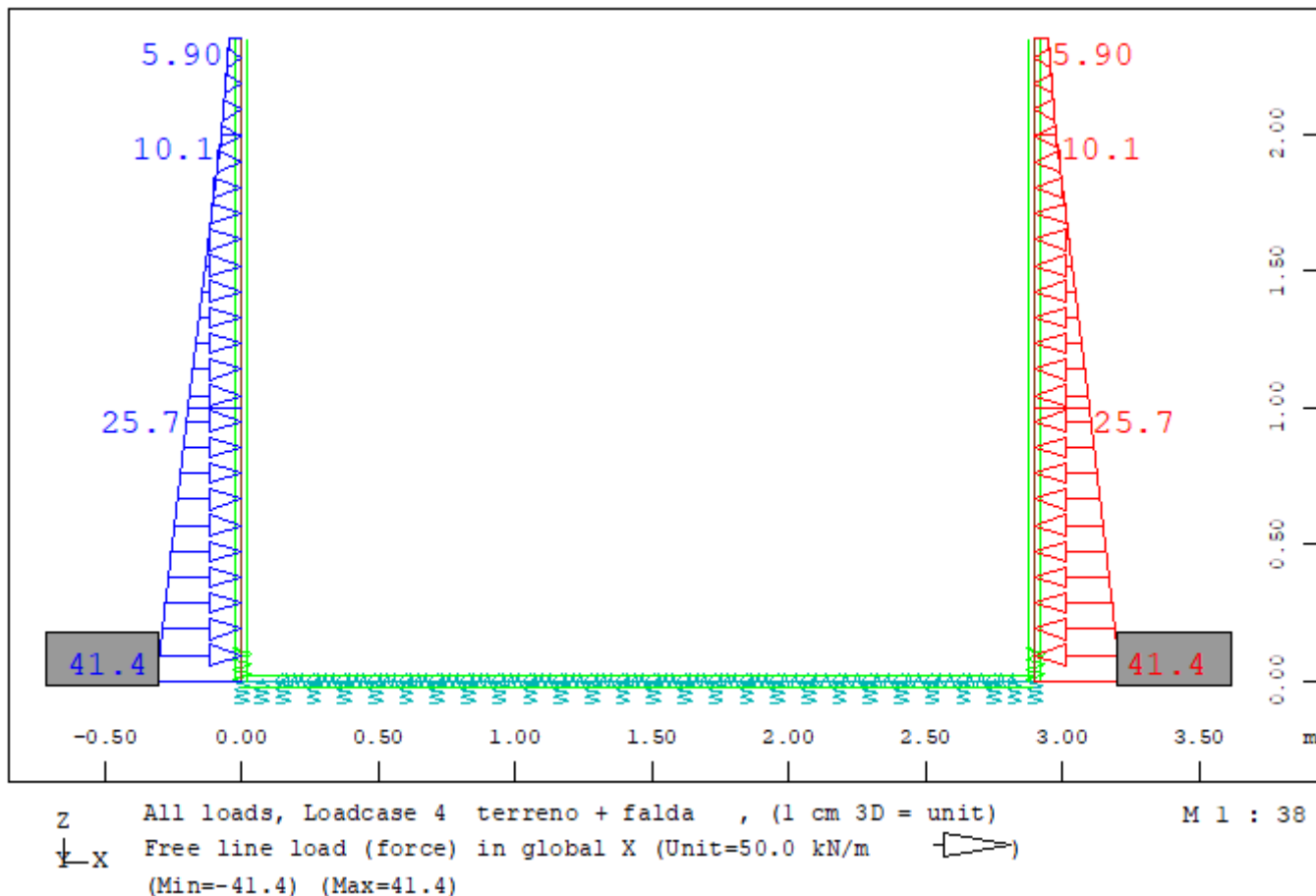
Coesione  $c' = 0.00$  kN/m<sup>2</sup>

$K_0$  = coefficiente di spinta a riposo, può essere misurato sperimentalmente o più spesso stimato con formule empiriche. ( $K_0 = 0.63$ )

La spinta orizzontale totale esercitata dal terreno risulta:

spinta orizzontale del terreno sulle pareti verticali										
spessore [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_w$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	$c'$ [kPa]	$k_0$	$\sigma_v$ [kPa]	u [kPa]	$\sigma'_v$ [kPa]	$\sigma'_h$ [kPa]	$\sigma_h$ [kPa]
0,50	19	0	22	0	0,63	9,5	0	9,5	5,94	5,9
0,35	19	0	22	0	0,63	16,2	0	16,2	10,10	10,1
2,00	19	10	22	0	0,63	54,2	20	34,2	21,36	41,4

APPALTATORE: Consorzio                      Soci HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING   PINI   GCF ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA          II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 95 di 194



**Figura 19-8: Spinta del terreno e falda**

Si riportano i coefficienti di combinazione usati:

◆ SOFiSTiK: Action and Loadcase Manager

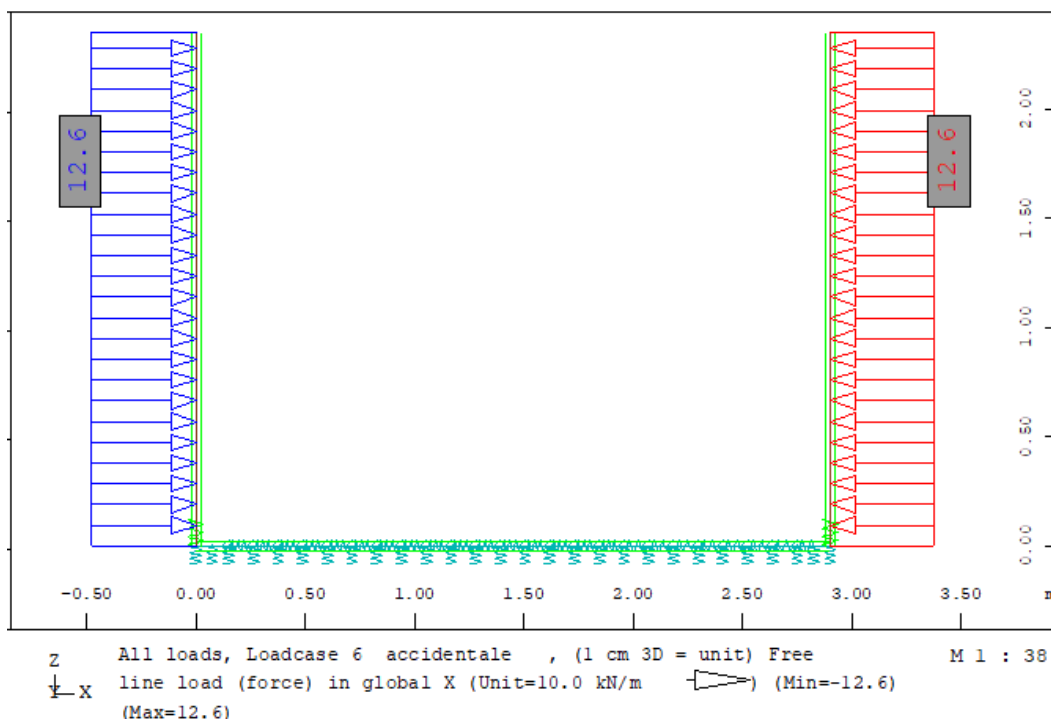
Nr	Title	Action	Factor of dead weight	$\gamma_u$	$\gamma_f$	$\gamma_a$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
1	peso proprio	G_1 Permanenti strutturali	1.00	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	peso portato	Q Azioni Variabili	0.00	1.50	0.00	1.00	0.70	0.50	0.30
3	azione del terreno	R Spinta delle terre	0.00	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	Accidentale	Q Azioni Variabili	0.00	1.50	0.00	1.00	0.70	0.50	0.30
5	Inerzia x	E Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	Inerzia z	E Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
7	Wood	E Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8	Westergaard	E Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 96 di 194

### 19.5 SOVRACCARICO ACCIDENTALE SU RILEVATO

Il carico accidentale sul piazzale a ridosso del piedritto ha intensità  $q=20 \text{ kN/m}$ .

Tale carico si traduce in un carico uniformemente distribuito sui piedritti diretto verso l'interno della vasca di intensità  $p = qk_0 = 20 \times 0.63 = 12.60 \text{ kN/m}$ .



**Figura 19-9: Spinta sovraccarico**

Si riportano i coefficienti di combinazione usati:

SOFiSTiK: Action and Loadcase Manager

Nr	Title	Action	Factor of dead weight	$\gamma-u$	$\gamma-f$	$\gamma-a$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
1	peso proprio	G_1 Permanenti strutturali	1.00	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	peso portato	Q Azioni Variabili	0.00	1.50	0.00	1.00	0.70	0.50	0.30
3	azione del terreno	R Spinta delle terre	0.00	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	Accidentale	Q Azioni Variabili	0.00	1.50	0.00	1.00	0.70	0.50	0.30
5	Inerzia x	E Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	Inerzia z	E Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
7	Wood	E Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8	Westergaard	E Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00



<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 97 di 194

## 19.6 AZIONE TERMICA

Essendo una struttura isostatica e non presentando una soletta superiore incastrata si trascura la variazione termica.

## 19.7 AZIONE DI RITIRO

Essendo una struttura isostatica e non presentando una soletta superiore incastrata si trascura il ritiro.

## 19.8 AZIONE SISMICA

Per l'azione sismica si fa riferimento a quanto riportato al capitolo 8.7.

### 19.8.1 Inerzia masse strutturali

L'azione sismica agente sui piedritti vale:

Inerzia orizzontale:  $I_x = k_h \times S_p \times \gamma_c = 0.448 \times 0.3 \times 25 = 3.36 \text{ kN/m}$

$PGA = k_h = a_g \times S_s \times S_t = 0.381 \times 1.177 \times 1.00 = 0.448 \text{ g}$

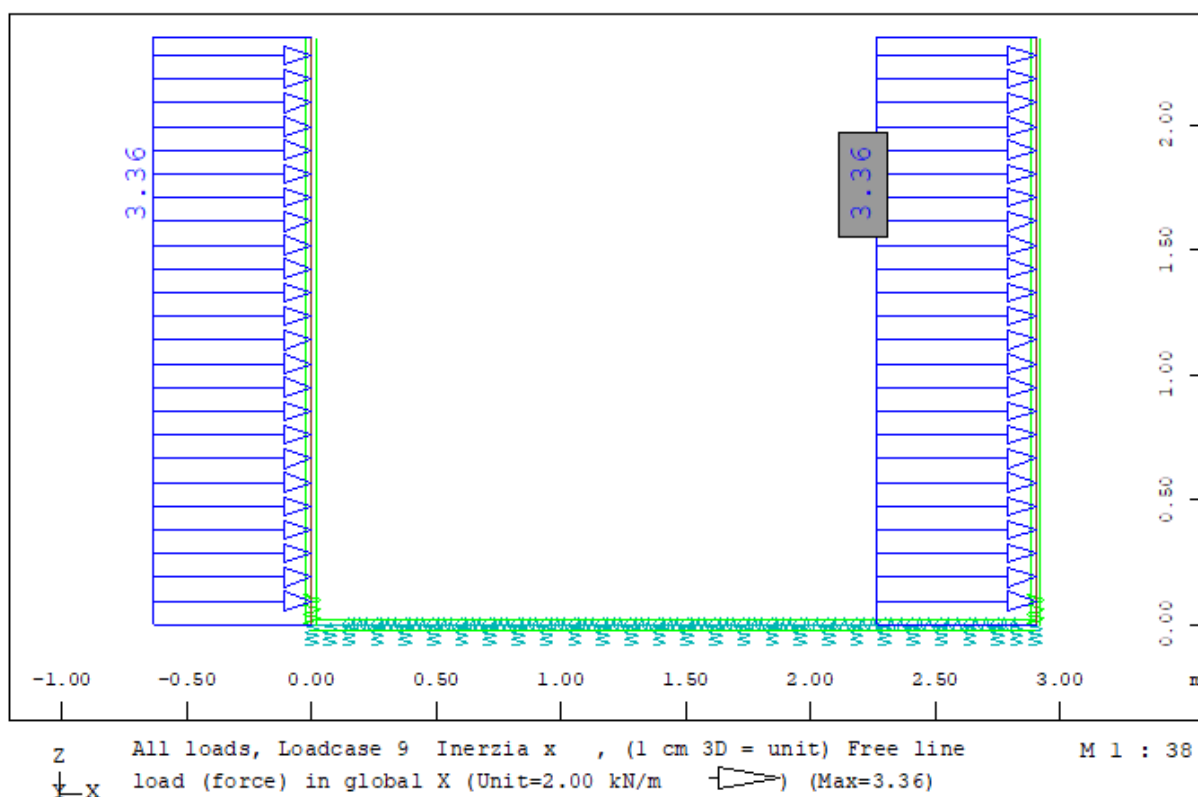
$S_p = 0.3 \text{ m}$

$\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$

accelerazione di attacco al suolo

spessore piedritto

peso specifico cls.



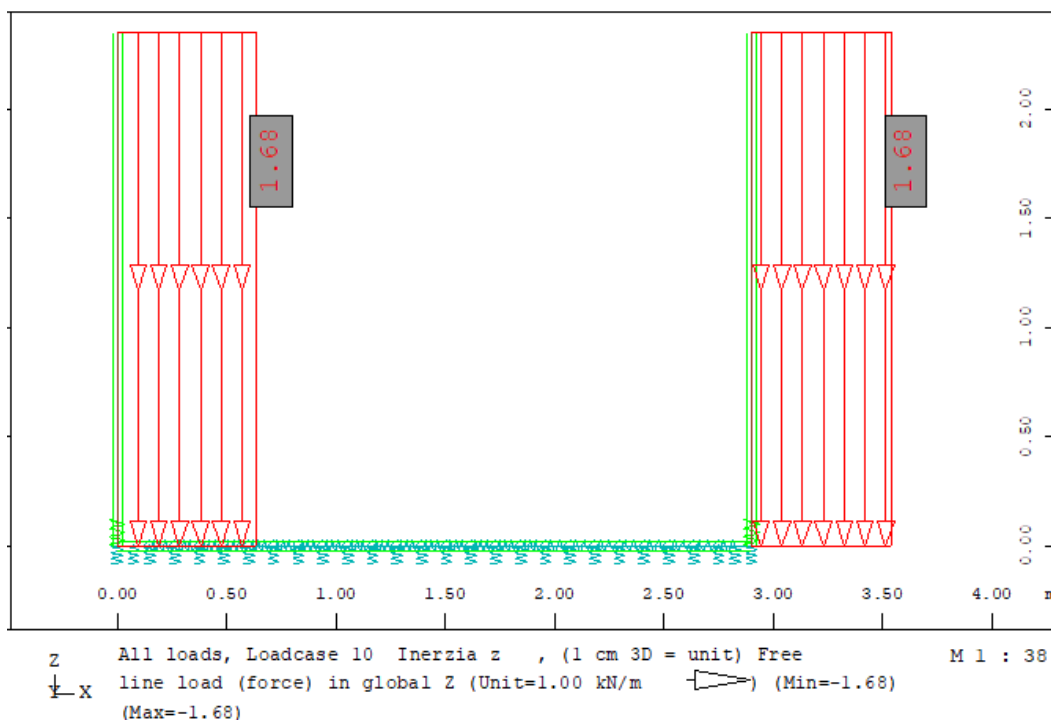
**Figura 19-10: Inerzia orizzontale**

<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA03B0 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>98 di 194</b>

L'azione di sisma verticale vale:

$$k_v = k_h \cdot 0.5 = 0.224$$

$$\text{Inerzia verticale: } I_x = k_v \times S_p \times \gamma_c = 0.224 \times 0.3 \times 25 = 1.68 \text{ kN/m}$$



**Figura 19-11: inerzia verticale**

Si riportano i coefficienti di combinazione usati:

SOFiStiK: Action and Loadcase Manager

Nr	Title	Action	Factor of dead weight	$\gamma_u$	$\gamma_f$	$\gamma_a$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
1	peso proprio	G_1 Permanenti strutturali	1.00	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	peso portato	Q Azioni Variabili	0.00	1.50	0.00	1.00	0.70	0.50	0.30
3	azione del terreno	R Spinta delle terre	0.00	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	Accidentale	Q Azioni Variabili	0.00	1.50	0.00	1.00	0.70	0.50	0.30
5	Inerzia x	E Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	Inerzia z	E Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
7	Wood	E Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8	Westergaard	E Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00

<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 99 di 194

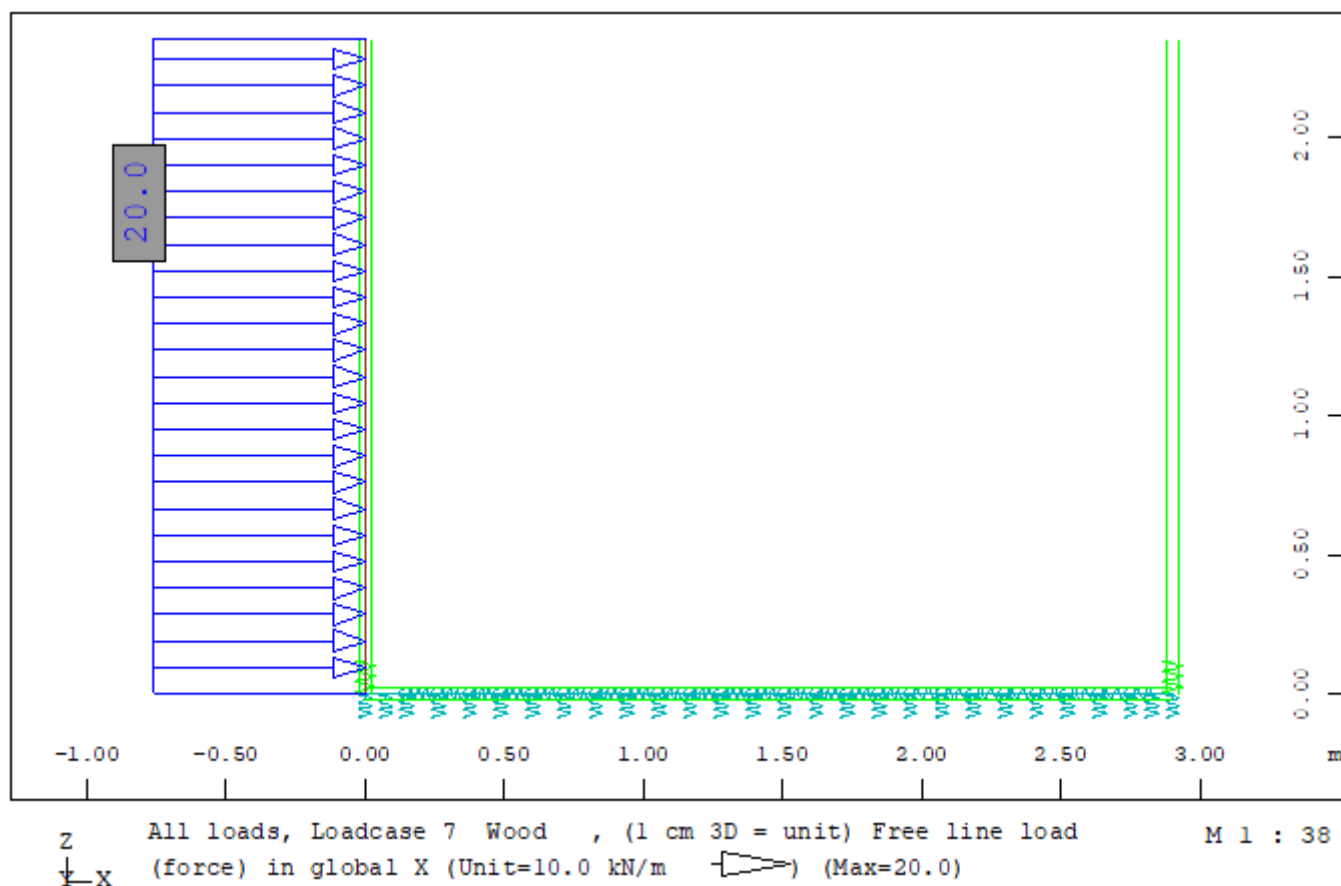
### 19.8.2 Spinta dinamica del terreno (spinta di wood)

Per la porzione di struttura interrata, essendo la stessa una struttura scatolare rigida, si conclude che la struttura vibrerà secondo lo stesso modo di vibrare del terreno, per cui ci si riferisce all'azione di PGA.

La valutazione della spinta del terreno in condizioni sismiche viene effettuata utilizzando l'espressione del **coefficiente di spinta di Wood**:

$$\Delta P = (a_g/g) \times S \times \gamma \times H^2$$

speso specifico del terreno [kN/m <sup>3</sup> ]	Altezza terreno [m]	Accelerazione massima sismica [a <sub>gmax</sub> /g]	Azione di Wood [kN/m <sup>2</sup> ]
19	2.35	0,448	<b>20,00</b>



**Figura 19-12: Spinta di wood**

Si riportano i coefficienti di combinazione usati:

<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                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 100 di 194

SOFiSTiK: Action and Loadcase Manager

Actions		Loadcases								
Nr	Title	Action	Factor of dead weight	γ-u	γ-f	γ-a	ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>1</sub>	ψ <sub>2</sub>	
1	peso proprio	G_1 Permanenti strutturali	1.00	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
2	peso portato	Q Azioni Variabili	0.00	1.50	0.00	1.00	0.70	0.50	0.30	
3	azione del terreno	R Spinta delle terre	0.00	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
4	Accidentale	Q Azioni Variabili	0.00	1.50	0.00	1.00	0.70	0.50	0.30	
5	Inerzia x	E Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
6	Inerzia z	F Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
7	Wood	E Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
8	Westergaard	E Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	

### 19.8.3 Spinta idrostatica in condizioni sismiche

L'incremento dinamico di spinta dell'acqua di falda è valutato integrando la seguente distribuzione di pressione espressione di Westergaard:

$$q(z') = \frac{7}{8} \cdot k_h \cdot \gamma_w \cdot \sqrt{H_w \cdot z'} \quad (\text{Westergard 1933})$$

$K_h$  = coefficiente sismico orizzontale

$\gamma_w$  = peso specifico dell'acqua 10kN/m<sup>3</sup>

$H_w$  = quota del pelo libero dell'acqua

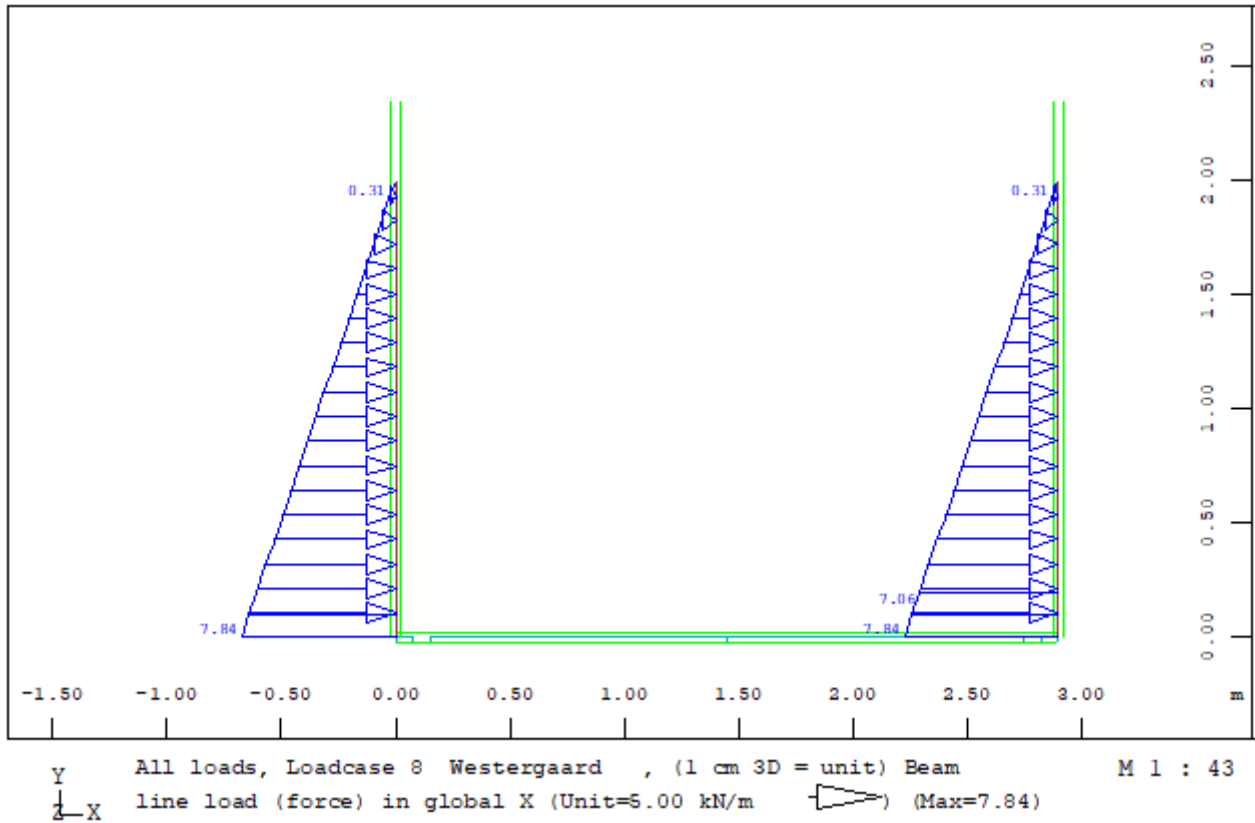
$Z'$  = coordinata verticale diretta verso il basso, con origine al pelo libero dell'acqua

Data la presenza di falda è stato considerato anche il relativo incremento della spinta in fase dinamica.

#### Falda

$$P_{\max}(z=2.00) = 7/8 \times 0.448 \times 10 \times (2.00 \times 2.00)^{0.5} = 7.84 \text{ kPa}$$

<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA03B0 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>101 di 194</b>



**Figura 19-13: Spinta di Westergaard**

Si riportano i coefficienti di combinazione usati:

SOFiSTiK: Action and Loadcase Manager

Nr	Title	Action	Factor of dead weight	$\gamma-u$	$\gamma-f$	$\gamma-a$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
1	peso proprio	G_1 Permanenti strutturali	1.00	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	peso portato	Q Azioni Variabili	0.00	1.50	0.00	1.00	0.70	0.50	0.30
3	azione del terreno	R Spinta delle terre	0.00	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	Accidentale	Q Azioni Variabili	0.00	1.50	0.00	1.00	0.70	0.50	0.30
5	Inerzia x	E Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	Inerzia z	E Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
7	Wood	E Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8	Westergaard	E Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 102 di 194

## 20 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni (2.5.3 – NTC2018).

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

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

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

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

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

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

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

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

- Combinazione sismica impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

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

Nella Tabella seguente si riportano i valori dei coefficienti parziali di sicurezza sui carichi e dei coefficienti di combinazione relativi ai valori caratteristici dei carichi, ai fini della loro combinazione per poter massimizzare le varie componenti di sollecitazioni per gli elementi strutturali che costituiscono la tubazione in oggetto.

SOFiStik: Action and Loadcase Manager

Action	Description	Partition	Superposition	$\gamma_u$	$\gamma_f$	$\gamma_a$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
E	Azione Sismica	E (Earthquake)	USEX exclusive with unfavourable sign	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G_1	Permanenti strutturali	G (Permanent)	PERC permanent with individual factors	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q	Azioni Variabili	Q (Variable)	COND conditional	1.50	0.00	1.00	0.70	0.50	0.30
R	Spinta delle terre	G (Permanent)	PERC permanent with individual factors	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

**Tabella 20-1: Coefficienti parziali di sicurezza**

Le combinazioni vengono eseguito in modo automatizzato dal software prendendo le più sfavorevoli.

<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA03B0 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>103 di 194</b>

## 20.1 RIEPILOGO COMBINAZIONI

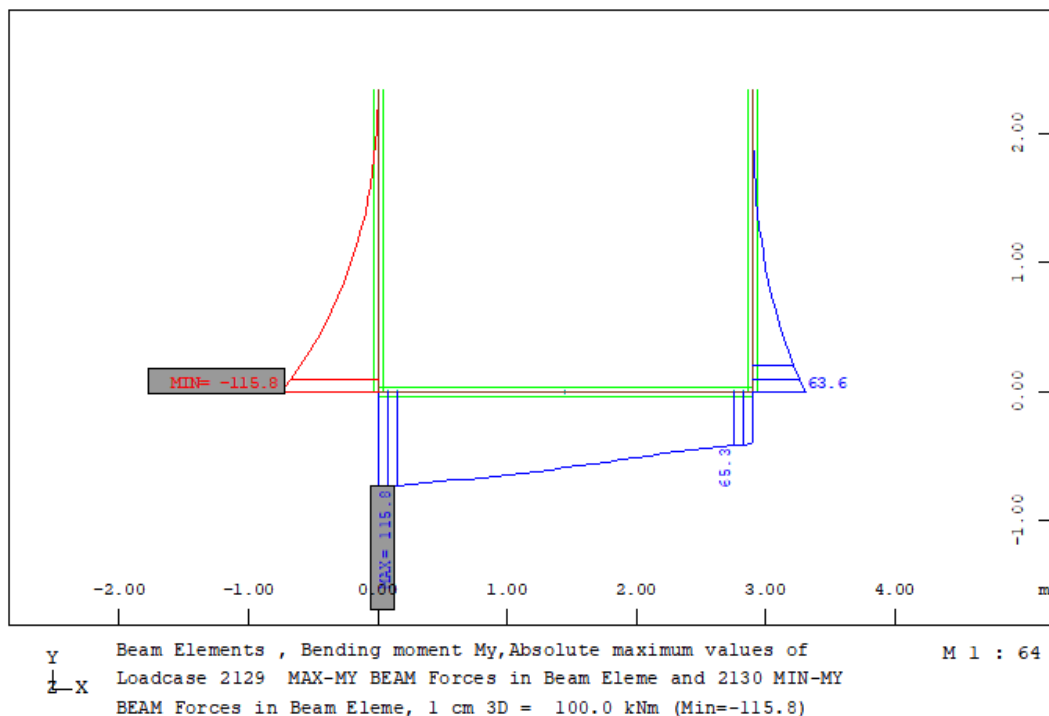
Le sollecitazioni sono raggruppate nelle seguenti Load Case.

Load CASE	
Comb. SLU	2100
Comb SLE (rara)	1100
Comb. SLE (freq.)	1200
Comb. SLE (q.P.)	1300
SLV Sisma x	3100
SLV Sisma z	4100

Si riportano le sollecitazioni massime (dimensionanti) in modo tabellare estratte dal software per la quale sono state svolte le verifiche strutturali.

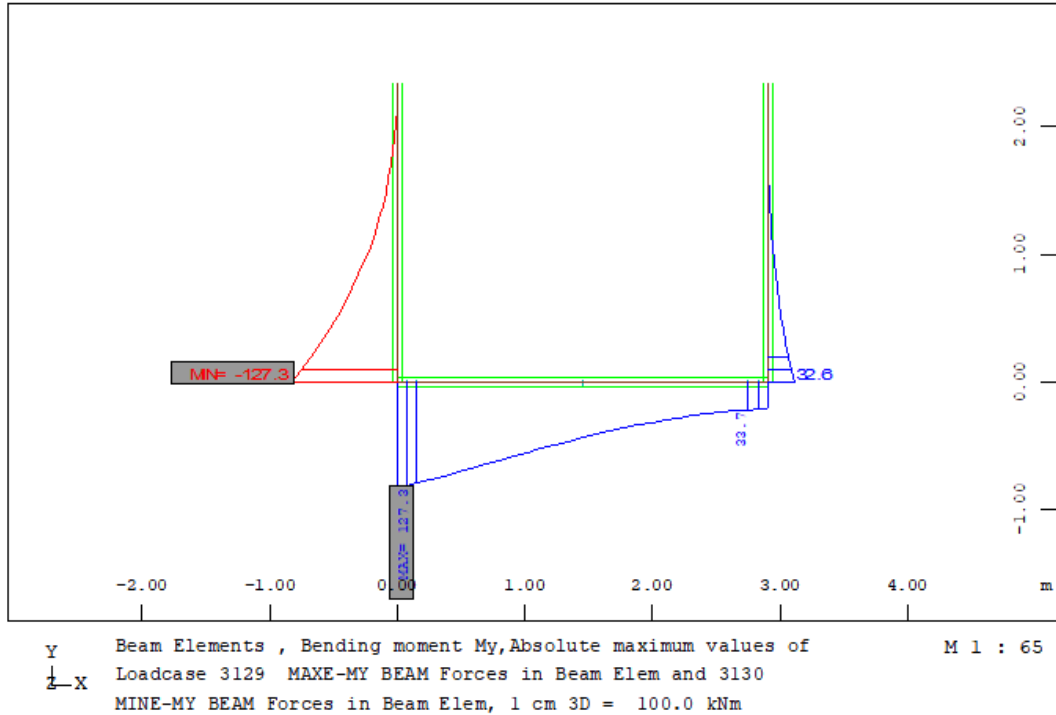
## 21 SOLLECITAZIONI

Si riportano i diagrammi delle sollecitazioni per le varie combinazioni.

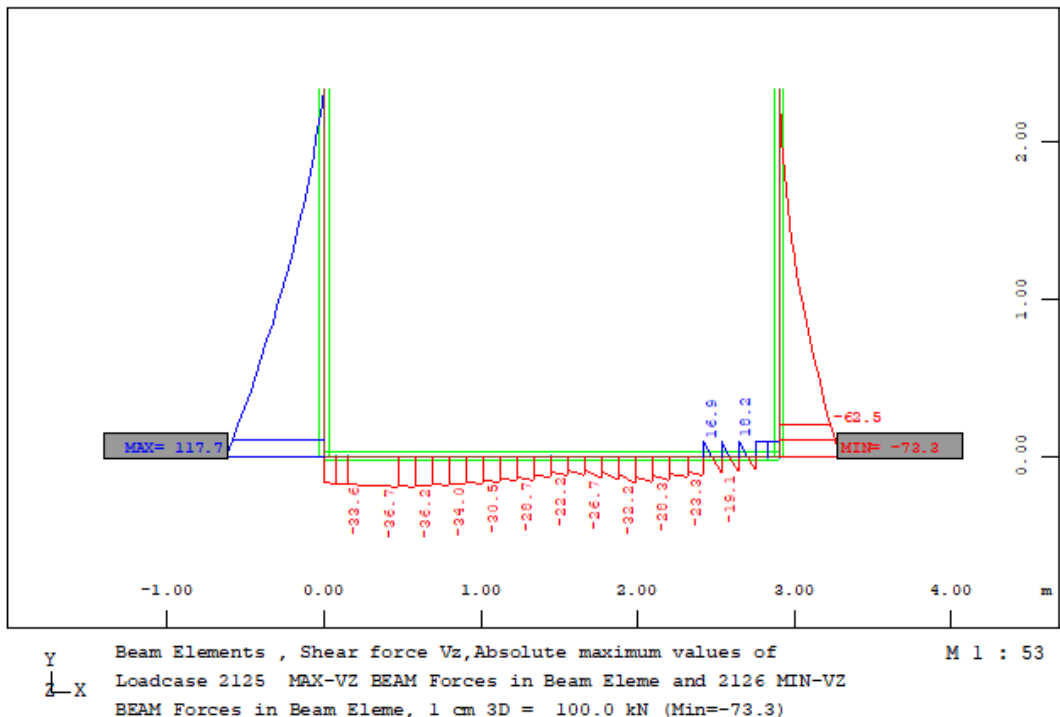


**Fig. 24 – Involuppo diagramma di momento flettente allo SLU My**

<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA03B0 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>104 di 194</b>



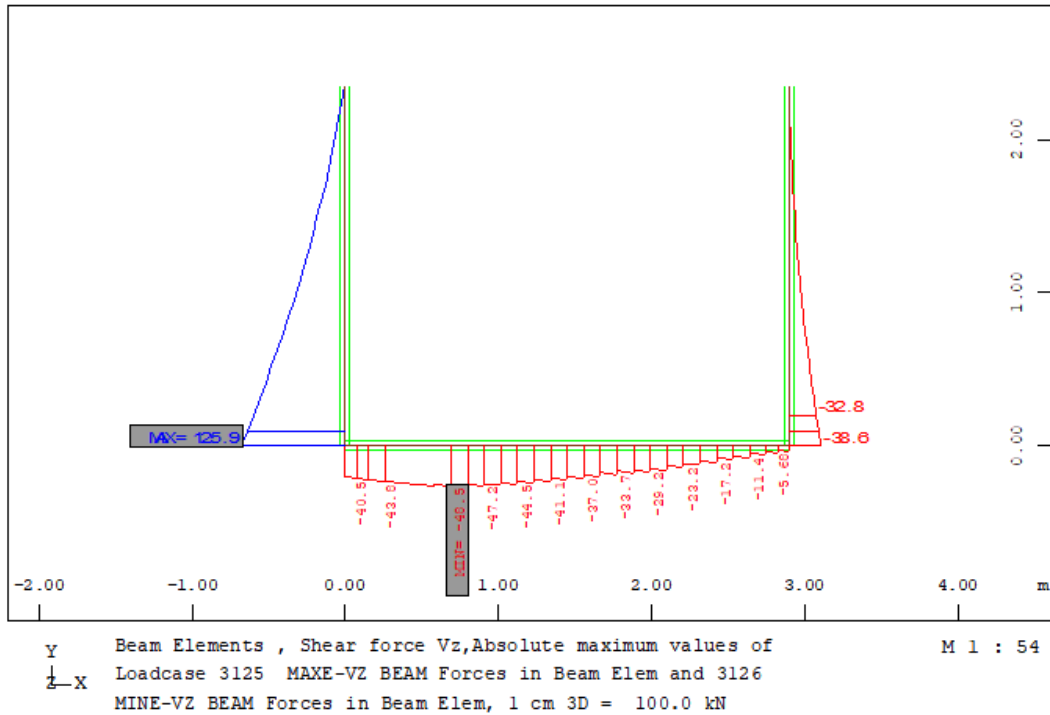
**Fig. 25 – Inviluppo diagramma di momento flettente allo SLV My**



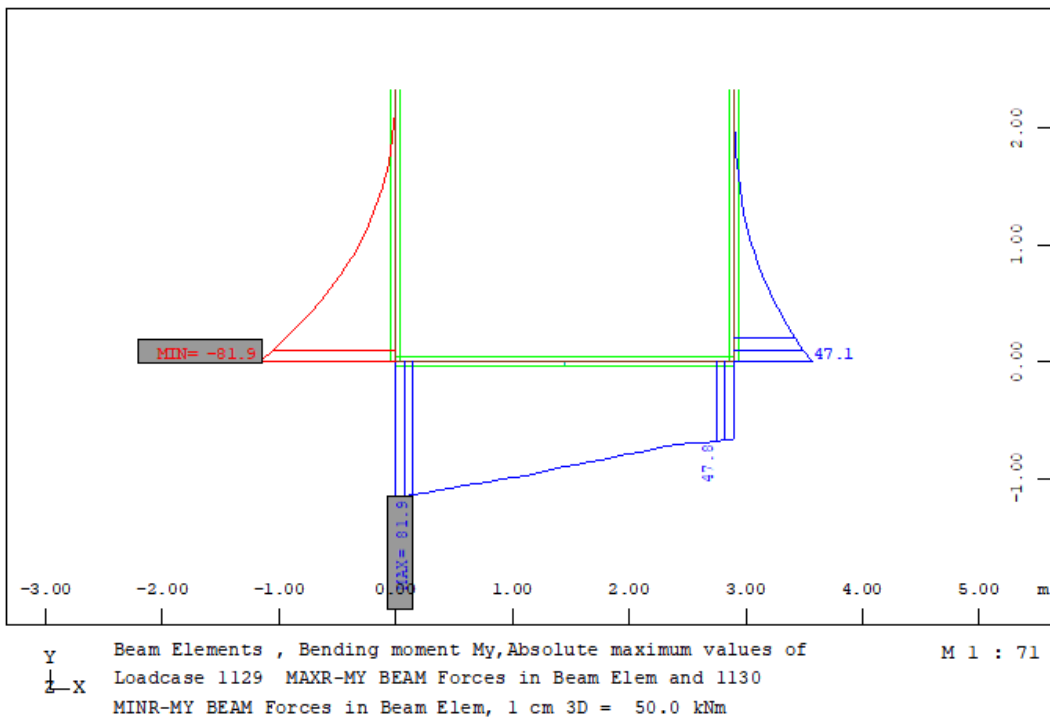
**Fig. 26 – Inviluppo diagramma di taglio allo SLU Vz**



<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA03B0 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>105 di 194</b>

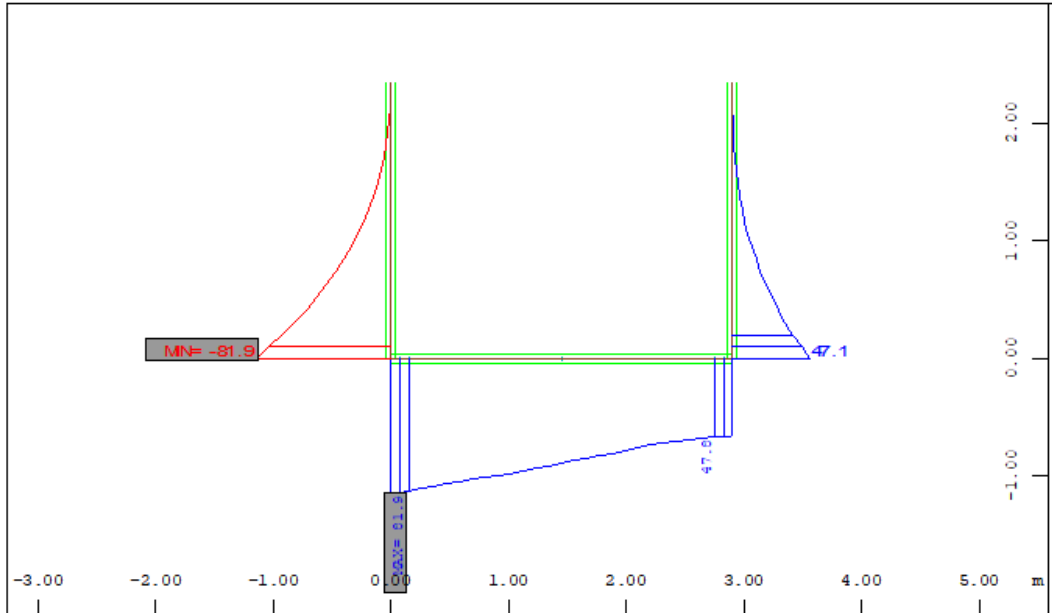


**Fig. 27 – Involuppo diagramma di taglio allo SLV Vz**

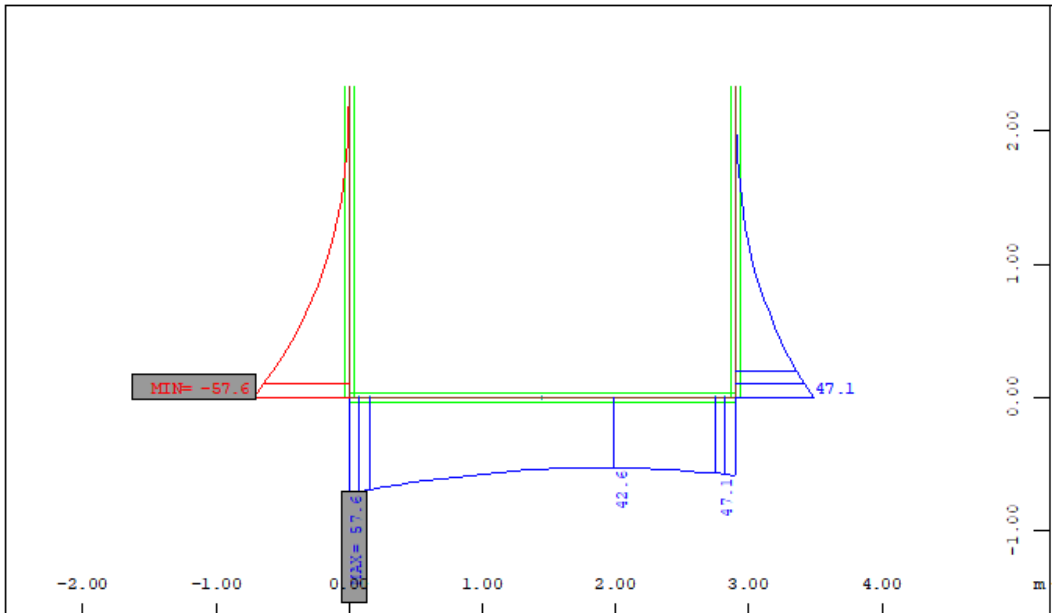


**Fig. 28 – Involuppo diagramma di momento flettente allo SLE rara My**

<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA03B0 000</b>	REV.              FOGLIO <b>B                      106 di</b> <b>                                 194</b>



**Fig. 29 – Involuppo diagramma di momento flettente allo SLE freq. My**



**Fig. 30 – Involuppo diagramma di momento flettente allo SLE Q.P. My**

<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 107 di 194

## 22 VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE

Eseguito il modello di calcolo monodimensionale in sofistik, si ricavano le sollecitazioni con le quali si sono eseguite le verifiche strutturali agli SLU e SLE.

Le verifiche strutturali sono svolte in modo automatizzato dal software sofistik.

Le verifiche strutturali rispecchiano i limiti normativi riportati al capitolo 12.

## 23 VERIFICHE STRUTTURALI

Le verifiche strutturali del tombino scatolare sono state eseguite tramite il postprocessore di sofistik.

Il software suddivide in conci di circa 0.25m gli elementi beam e verifica i vari conci a compressione e flessione e a taglio, per le varie combinazioni di carico.

Il programma fornisce il minimo di armatura affinché le armature risultino tutte soddisfatte.

Le verifiche iniziano dagli SLU/SLV e prosegue con le verifiche agli SLE (fessurazioni e tensioni).

### 23.1 ARMATURA MINIMA NECESSARIA

Dal software di calcolo si ricava in modo automatizzato che il minimo di armatura richiesto è quanto riportano nell'immagine seguente:

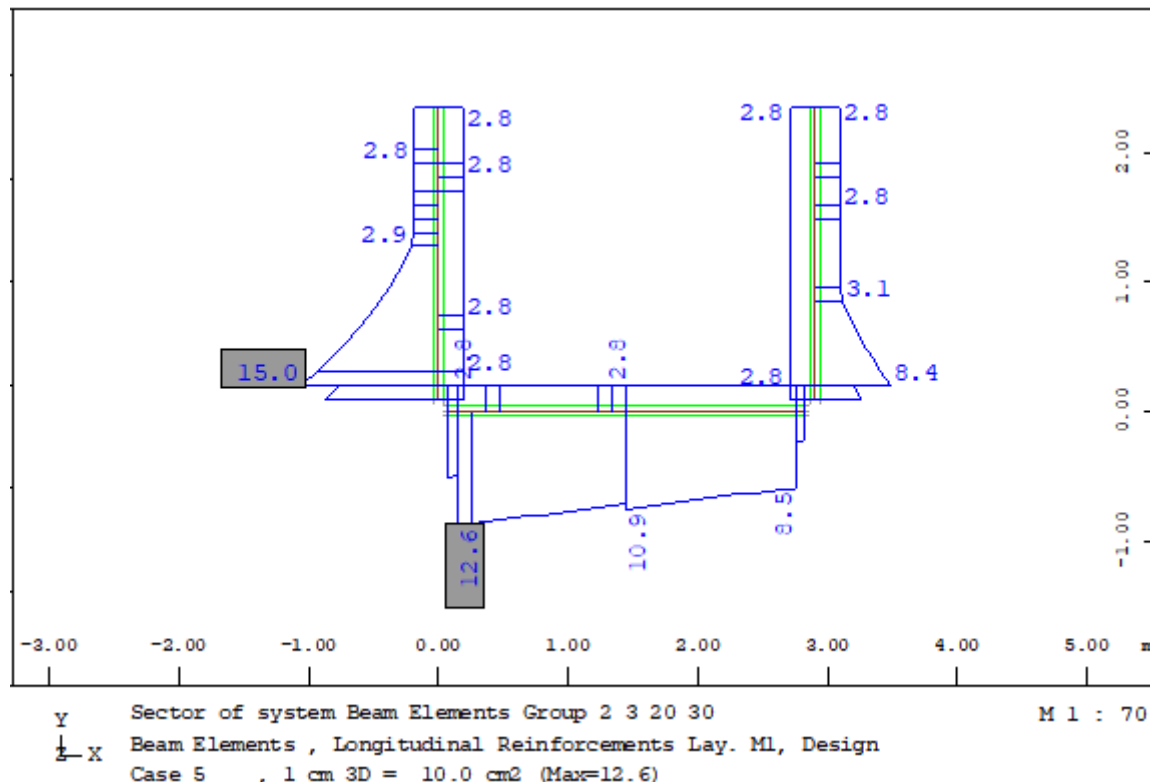


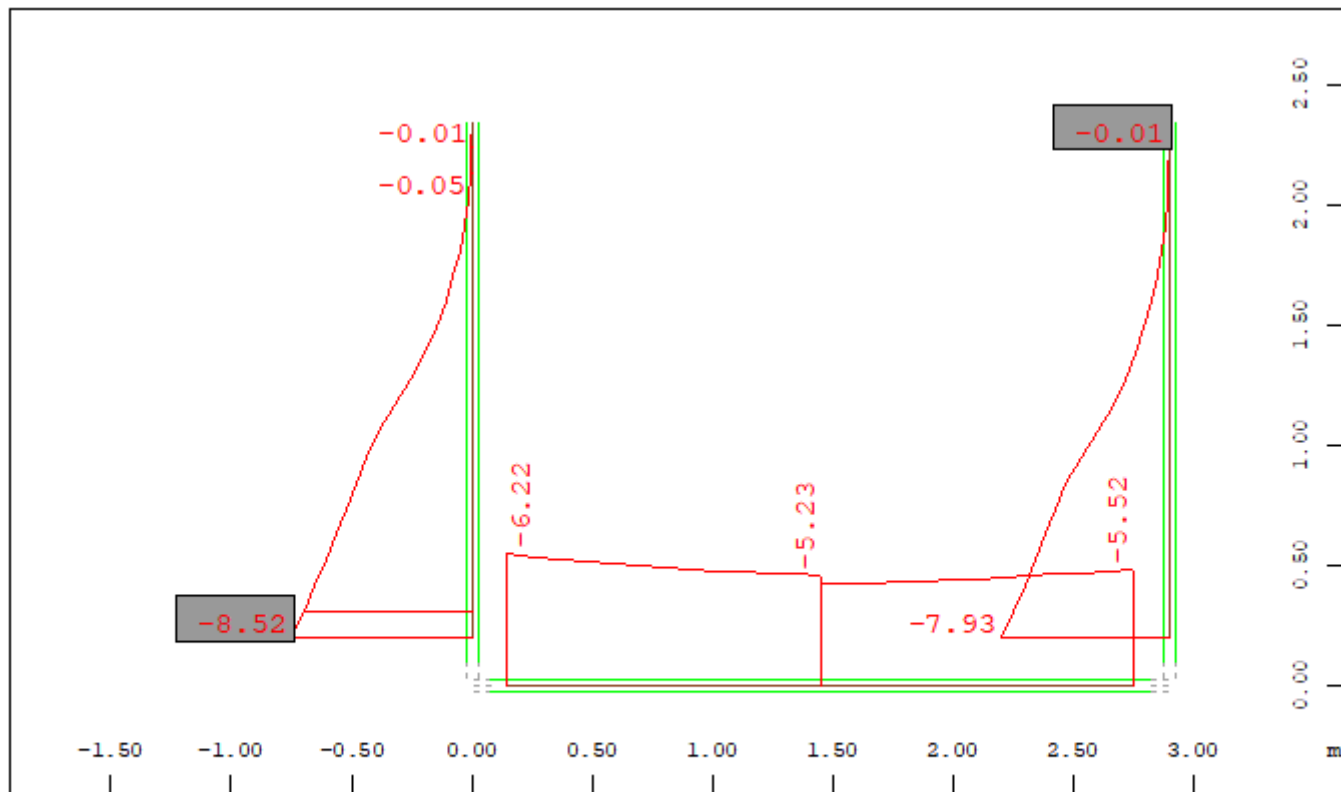
Fig. 31 – Armatura minima a flessione







APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 111 di 194



y Sector of system Beam Elements Group 2 3 20 30 M 1 : 44  
 1/2-X Beam Elements , Maximum compression stress, Design Case 1322  
 MINP-N BEAM Forces in Beam Eleme, Material 1 CA 30/37 (Italia)

**Fig. 35 – Tensione cls con minimo di armatura (comb. Freq.)**

La tensione del calcestruzzo per la combinazione frequente vale:  
 $\sigma_c = 4.90 \text{ Mpa} < 0.40 \times 30 = 12 \text{ Mpa}$  Verificato

## 23.2 VERIFICHE ALLO SLE

### 23.2.1 Verifiche delle tensioni

Si riportano i diagrammi che rappresentano lo stato tensionale del cls e dell'acciaio per la combinazione **SLE Rara**.

#### Serviceability limit state control parameters

No	Code	sigS	sigT	CHKC	CHKR	wk [mm]	
1	EN-1992	-	-	0.55	0.75	0.20	Calculation of crack-width acc. EN 1992 7.3.4
Reinforcement has been increased by SLS design -> WINGRAF: Decisive design check✓							

Per l'elemento più sollecitato si riportano le verifiche in modo tabellare.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 112 di 194

#### Maximum Stresses and Checked Limits

Mat	Check or Criterion		Value	Limit	Unit	Level	LC	Beam	x[m]
1	Longitud. compressive stress	$\sigma-x$	-10.96	-16.89	MPa	0.649	1122	300001	0.000
2	Longitud. compressive stress	$\sigma-x$	-2.44	-337.50	MPa	0.007	1122	30001	0.000
	Longitud. tensile stress	$\sigma+x$	212.15	337.50	MPa	0.629	1122	300001	0.000

Check for crack width passed with additional reinforcements✓

Check for stress limits passed✓

La tensione nell'acciaio e nel calcestruzzo considerando i minimi di armatura calcolati dal software valgono:

$$\sigma_s = 213 \text{ Mpa} < 0.75 \times 450 = 338 \text{ Mpa}$$

Verificato

$$\sigma_c = 11 \text{ Mpa} < 0.55 \times 30.71 = 16.89 \text{ Mpa}$$

Verificato

La verifica tensionale per la combinazione **SLE quasi permanente** risulta anch'essa verifica

#### Serviceability limit state control parameters

No	Code	sigS	sigT	CHKC	CHKR	wk [mm]	
1	EN-1992	-	-	0.40	-	0.20	Calculation of crack-width acc. EN 1992 7.3.4

Reinforcement has been increased by SLS design -> WINGRAF: Decisive design check✓

#### Maximum Stresses and Checked Limits

Mat	Check or Criterion		Value	Limit	Unit	Level	LC	Beam	x[m]
1	Longitud. compressive stress	$\sigma-x$	-10.25	-12.28	MPa	0.835	1321	300021	0.000
2	Longitud. compressive stress	$\sigma-x$	-0.08		MPa		1321	300018	0.108
	Longitud. tensile stress	$\sigma+x$	193.68		MPa		1321	300021	0.000

Check for crack width passed with additional reinforcements✓

Check for stress limits passed✓

La tensione nell'acciaio e nel calcestruzzo considerando i minimi di armatura calcolati dal software valgono:

$$\sigma_s = 194 \text{ Mpa} < 0.75 \times 450 = 360 \text{ Mpa}$$

Verificato

$$\sigma_c = 10.25 \text{ Mpa} < 0.40 \times 30.71 = 12.28 \text{ Mpa}$$

Verificato



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 113 di 194

### 23.2.2 Verifica fessurazioni

Si riportano le verifiche a fessurazione per la comb. **SLE – Rara** con limite  $w_k=0.20\text{mm}$ ::

#### Nonlinear Stresses

#### Parameters for Nonlinear Stresses

Iteration for all forces and moments

Design against cracks according to Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17/01/2018

Limits for the effective zone h-min= 0.0 h-max= 800.0 [mm]

Design values of crack width 0.200 [mm]

Coefficient  $k_t$  of load duration (EN 1992-1-1 Eq. 7.9) 0.40

Material of sections uses Serviceability strain-stress law without safety factors

Material of reinforcements uses Serviceability strain-stress law without safety factors

Dalla tabella di check che segue si riporta che la verifica a fessurazione è soddisfatta e si evince che la verifica è soddisfatta mediante l'incremento di armatura.

#### Maximum Stresses and Checked Limits

Mat	Check or Criterion	Value	Limit	Unit	Level	LC	Beam	x[m]
1	Longitud. compressive stress $\sigma-x$	-10.96	-16.89	MPa	0.649	1122	300001	0.000
2	Longitud. compressive stress $\sigma-x$	-2.44	-337.50	MPa	0.007	1122	30001	0.000
	Longitud. tensile stress $\sigma+x$	212.15	337.50	MPa	0.629	1122	300001	0.000

Check for crack width passed with additional reinforcements✓

Check for stress limits passed✓

Elemento beam 3001 (concio in fondazione)

#### Nonlinear Stresses

Beam	x[m]	SNo	LC	Ni [kN]	Myi [kNm]	Mzi [kNm]	xc [mm]	$\epsilon$ -min [o/oo]	$\sigma$ -min [MPa]	$\sigma$ -s [MPa]	$\sigma$ -t [MPa]	Ey-eff [N/mm <sup>2</sup> ]
				$\epsilon$ -0 [o/oo]	ky [1/km]	kz [1/km]	xc/d [-]	$\epsilon$ -max [o/oo]	$\sigma$ -max [MPa]	$\sigma$ -s [MPa]	$\sigma$ -t [MPa]	Ez-eff [N/mm <sup>2</sup> ]
				Designation		h[mm]	D[mm]	w[mm]	$\sigma$	$\sigma$ -sr	a[mm]	As-eff[cm <sup>2</sup> ]
30001	0.000	1	1121	-54.3	45.20	0.00	74.6	-0.141	-4.54	-1.73		4474
				0.238	1.894	0.000	0.226	0.616	0.00	96.76		33019
				T-zone		175.0	6.0	0.11	96.76	182.44		12.10
				-83.9	78.47	0.00	73.6	-0.248	-7.81	-2.44		4369
				0.426	3.368	0.000	0.223	1.099	0.00	172.70		33019
				T-zone		175.0	6.0	0.19	172.70	185.78		12.10
			1122	-54.3	47.06	0.00	74.1	-0.147	-4.73	-1.63		4440
				0.250	1.988	0.000	0.225	0.648	0.00	101.73		33019
				T-zone		175.0	6.0	0.11	101.73	183.59		12.10
				-83.9	78.47	0.00	73.6	-0.248	-7.81	-2.44		4369
				0.426	3.368	0.000	0.223	1.099	0.00	172.70		33019
				T-zone		175.0	6.0	0.19	172.70	185.78		12.10
1125	-83.9	80.34	0.00	73.4	-0.254	-8.00	-2.35		4351			
	0.438	3.462	0.000	0.222	1.131	0.00	177.68		33019			
	T-zone		175.0	6.0	0.20	177.68	186.37		12.10			
	-54.3	45.20	0.00	74.6	-0.141	-4.54	-1.73		4474			
	0.238	1.894	0.000	0.226	0.616	0.00	96.76		33019			
	T-zone		175.0	6.0	0.11	96.76	182.44		12.10			
0.108	1	1121	-54.3	43.77	0.00	74.5	-0.137	-4.43	-1.65		4446	
			0.232	1.846	0.000	0.226	0.601	0.00	94.34		33019	
			T-zone		175.0	6.0	0.11	94.34	184.22		11.91	

Elemento beam 30001 (concio paramento)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 114 di 194

vasca interrata

### Nonlinear Stresses

Beam	x[m]	SNo	LC	Ni [kN] ε-θ [o/oo]	Myi [kNm] ky [1/km]	Mzi [kNm] kz [1/km]	xc [mm] xc/d [-]	ε-min [o/oo]	σ-min [MPa]	σ-s [MPa]	σ-t [MPa]	Ey-eff [N/mm <sup>2</sup> ]
				Designation	h[mm]	D[mm]	w[mm]	ε-max [o/oo]	σ-max [MPa]	σ-s [MPa]	σ-t [MPa]	Ez-eff [N/mm <sup>2</sup> ]
								σ	σ	σ-sr	a[mm]	As-eff[cm <sup>2</sup> ]
300001	0.000	2	1130	-16.1	-66.18	0.00	58.9	-0.348	-10.75	13.13		4978
				0.538	-5.909	0.000	0.256	1.425	0.00	202.22	33019	
				T-zone		150.0	6.0	0.19	202.22	136.41	15.04	
			1130	-16.1	-66.18	0.00	58.9	-0.348	-10.75	13.13	4978	
				0.538	-5.909	0.000	0.256	1.425	0.00	202.22	33019	
				T-zone		150.0	6.0	0.19	202.22	136.41	15.04	
0.108	2	1121	-15.4	-32.30	0.00	56.7	-0.175	-5.61	8.25	4637		
			0.289	-3.096	0.000	0.246	0.753	0.00	107.34	33019		
			T-zone		150.0	6.0	0.10	107.34	150.12	13.32		
		1122	-15.3	-58.58	0.00	56.0	-0.323	-10.02	16.08	4522		
			0.541	-5.757	0.000	0.244	1.405	0.00	200.31	33019		
			T-zone		150.0	6.0	0.19	200.31	152.80	13.32		
1122	-15.3	-58.58	0.00	56.1	-0.322	-10.01	16.00	4530				
	0.540	-5.748	0.000	0.244	1.402	0.00	199.92	33019				
	T-zone		150.0	6.0	0.19	199.92	152.50	13.35				
1122	-15.3	-58.58	0.00	56.1	-0.322	-10.01	16.00	4530				
	0.540	-5.748	0.000	0.244	1.402	0.00	199.92	33019				
	T-zone		150.0	6.0	0.19	199.92	152.50	13.35				
1125	-15.3	-58.58	0.00	56.0	-0.323	-10.02	16.08	4522				
	0.541	-5.757	0.000	0.244	1.405	0.00	200.31	33019				
	T-zone		150.0	6.0	0.19	200.31	152.80	13.32				

## 23.3 ARMATURE SCELTE

La vasca interrata presenta la seguente geometria:

Piedritto spessore h=30cm;

soletta di fondazione spessore h=40cm

Gli elementi strutturali prevedono un copriferro C= 4cm

Le armature scelte sono le seguenti:

Piedritti

Armatura trasversale interna ed esterna:  $\Phi 14/100$  pari a  $15.39 \text{ cm}^2 > 14.30 \text{ cm}^2$

Armatura longitudinale interna ed esterna:  $\Phi 10/20$  (pari al 25% dell'armatura trasversale);

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

Soletta di fondazione

Armatura trasversale superiore e inferiore:  $\Phi 14/100$  pari a  $15.39 \text{ cm}^2 > 12.10 \text{ cm}^2$

APPALTATORE: Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING   PINI   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA03B0 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>115 di 194</b>

Armatura longitudinale superiore e inferiore:  $\Phi 10/20$  (pari al 25% dell'armatura trasversale);  
 Armatura a taglio:  $\Phi 10/400 \times 400$

### 23.4 VERIFICA DEFORMABILITÀ

Si esegue la verifica a inflessione del paramento della vasca per la combinazione SLE Q.P. secondo quanto riportato nell'EC 2 cap7.4 §7.4.1, la verifica risulta essere soddisfatta se l'inflessione calcolata di travi a sbalzo soggette a carichi quasi permanente è inferiore a 1/250 della luce.

Nel caso in esame, considerando il piedritto a sbalzo la luce di calcolo vale 2H, quindi la luce per il concio 1 vale:

$$L = 2 \cdot H = 2 \cdot 2350 = 4700 \text{ mm}$$

Per cui si ricava il valore di inflessione massimo ammissibile:

$$f_{\max} = L/250 = 4700/250 = 18.8 \text{ mm}$$

Dal modello si ricava una deformazione in testa del piedritto di:

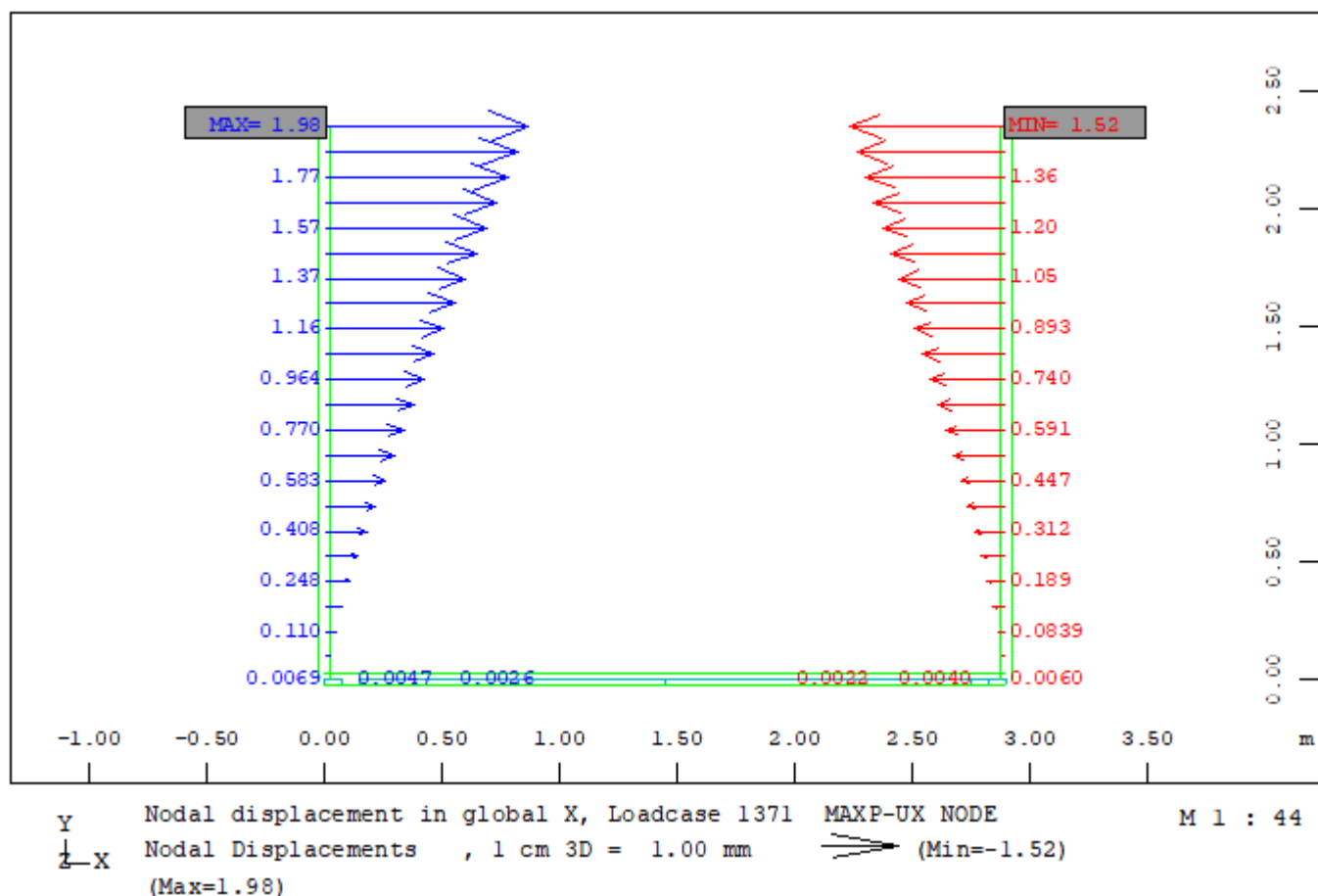


Figura 23-1: Deformazione paramento per la comb. Rara Q.P.

Il seguente valore viene moltiplicato per 3 per tenere conto delle deformazioni a tempo infinito.

$$f_u = 3 \cdot 2 = 6 \text{ mm} < 18.8 \text{ mm} = f_{\max}$$

Verificato

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B FOGLIO 116 di 194

## 24 VERIFICHE GEOTECNICHE

In accordo al §6.4.2.1 della NTC2018 le verifiche delle fondazioni superficiali saranno condotte secondo la combinazione A1+M1+R3 dell'Approccio 2 i cui coefficienti parziali di sicurezza e di combinazione sono riportati nelle tabelle qui di seguito.

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 $G_2^{(d)}$	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

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

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

Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Si riportano qui di seguito le reazioni massime per unità di lunghezza ( $q$ ) delle molle alla Winkler ottenute dal modello di calcolo. Le reazioni sono state selezionate tra le massime delle combinazioni SLV e SLU.



<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                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA03B0 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>118 di 194</b>

$$\gamma_t = 19 \text{ kN/m}^3;$$

$$\Phi = 22^\circ$$

$$c' = 0.00$$

**Fondazioni Dirette**  
**Verifica in tensioni efficaci**

$$q_{lim} = c^* N_c^* s_c^* d_c^* i_c^* b_c^* g_c + q^* N_q^* s_q^* d_q^* i_q^* b_q^* g_q + 0,5^* \gamma^* B^* N_{\gamma}^* s_{\gamma}^* d_{\gamma}^* i_{\gamma}^* b_{\gamma}^* g_{\gamma}$$

D = Profondità del piano di appoggio

$e_B$  = Eccentricità in direzione B ( $e_B = M_b/N$ )

$e_L$  = Eccentricità in direzione L ( $e_L = M_l/N$ )                      (per fondazione nastriforme  $e_L = 0$ ;  $L^* = L$ )

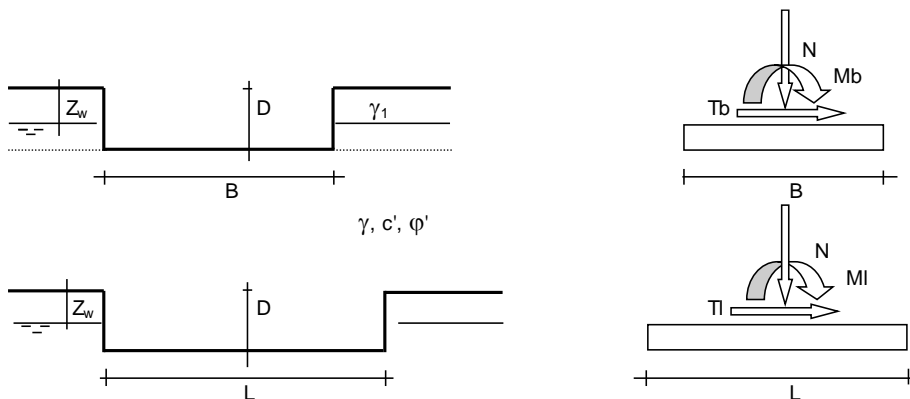
$B^*$  = Larghezza fittizia della fondazione ( $B^* = B - 2^*e_B$ )

$L^*$  = Lunghezza fittizia della fondazione ( $L^* = L - 2^*e_L$ )

(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

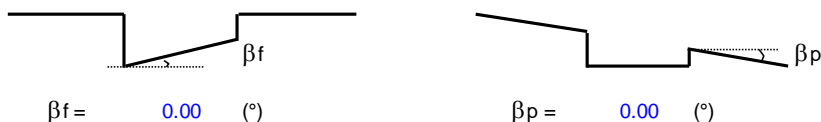
**coefficienti parziali**

Metodo di calcolo		azioni		proprietà del terreno	
		permanenti	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	$c'$
Stato limite ultimo	○	1.00	1.30	1.25	1.25
Tensioni ammissibili	○	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dall'utente	⊙	1.00	1.00	1.00	1.00



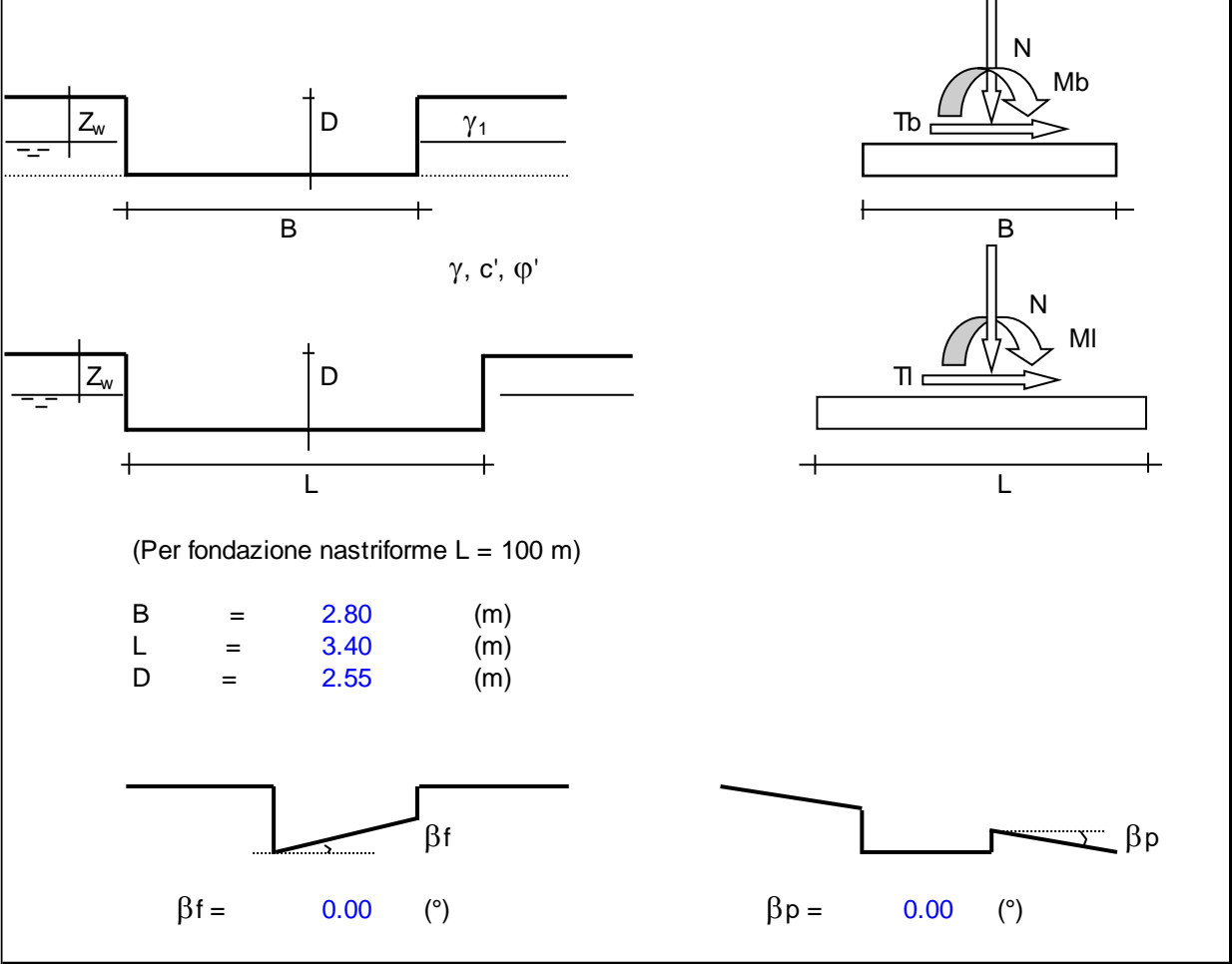
(Per fondazione nastriforme L = 100 m)

$$\begin{aligned} B &= 1.50 \text{ (m)} \\ L &= 1.00 \text{ (m)} \\ D &= 1.50 \text{ (m)} \end{aligned}$$



<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING   PINI   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	

<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA03B0 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>119 di 194</b>



<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>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>FA03B0 000</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>120 di</b> <b>194</b>

<b>AZIONI</b>			
RIGA	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	20.30	0.00	20.30
Mb [kNm]	0.00	0.00	0.00
MI [kNm]	0.00	0.00	0.00
Tb [kN]	0.00	0.00	0.00
TI [kN]	0.00	0.00	0.00
H [kN]	0.00	0.00	0.00

*Peso unità di volume del terreno*

$\gamma_1 = 19.00$  (kN/mc)  
 $\gamma = 19.00$  (kN/mc)

*Valori caratteristici di resistenza del terreno*

$c' = 0.00$  (kN/mq)  
 $\varphi' = 22.00$  (°)

*Valori di progetto*

$c' = 0.00$  (kN/mq)  
 $\varphi' = 22.00$  (°)

*Profondità della falda*

$Z_w = 0.35$  (m)

$e_B = 0.00$  (m)                       $B^* = 2.80$  (m)  
 $e_L = 0.00$  (m)                       $L^* = 3.40$  (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   GCF ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA          II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 123 di 194

<b><u>b<sub>c</sub>, b<sub>q</sub>, b<sub>γ</sub> : fattori di inclinazione base della fondazione</u></b>			
$b_q = (1 - \beta_f \tan\varphi)^2$	$\beta_f + \beta_p =$	0.00	$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$
$b_q =$		1.00	
$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan\varphi)$			
$b_c =$		1.00	
$b_\gamma = b_q$			
$b_\gamma =$		1.00	
<b><u>g<sub>c</sub>, g<sub>q</sub>, g<sub>γ</sub> : fattori di inclinazione piano di campagna</u></b>			
$g_q = (1 - \tan\beta_p)^2$	$\beta_f + \beta_p =$	0.00	$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$
$g_q =$		1.00	
$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan\varphi)$			
$g_c =$		1.00	
$g_\gamma = g_q$			
$g_\gamma =$		1.00	

<b><u>Carico limite unitario</u></b>			
$q_{lim} =$	415.28      (kN/m <sup>2</sup> )	R3 qrd	2.30 181      (kN/m <sup>2</sup> )
<b><u>Pressione massima agente</u></b>			
$q = N / B * L^*$			
$q =$	2.13      (kN/m <sup>2</sup> )		
<b><u>Coefficiente di sicurezza</u></b>			
$F_s = q_{lim} / q =$	194.75	<b>OK</b>	

<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA03B0 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>124 di 194</b>

### 24.1.2 Verifica condizioni drenate

<b>AZIONI</b>			
RIGA	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	20.30	0.00	20.30
Mb [kNm]	0.00	0.00	0.00
MI [kNm]	0.00	0.00	0.00
Tb [kN]	0.00	0.00	0.00
TI [kN]	0.00	0.00	0.00
H [kN]	0.00	0.00	0.00

*Peso unità di volume del terreno*

$\gamma_1 = 19.00$  (kN/mc)  
 $\gamma = 19.00$  (kN/mc)

*Valori caratteristici di resistenza del terreno*

$c' = 0.00$  (kN/mq)  
 $\varphi' = 22.00$  (°)

*Valori di progetto*

$c' = 0.00$  (kN/mq)  
 $\varphi' = 22.00$  (°)

*Profondità della falda*

$Z_w = 10.00$  (m)

$e_B = 0.00$  (m)                       $B^* = 2.80$  (m)  
 $e_L = 0.00$  (m)                       $L^* = 3.40$  (m)





APPALTIATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 127 di 194

<b><u>b<sub>c</sub>, b<sub>q</sub>, b<sub>γ</sub> : fattori di inclinazione base della fondazione</u></b>			
$b_q = (1 - \beta_f \tan\varphi)^2$	$\beta_f + \beta_p =$	0.00	$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$
$b_q =$		1.00	
$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan\varphi)$			
$b_c =$		1.00	
$b_\gamma = b_q$			
$b_\gamma =$		1.00	
<b><u>g<sub>c</sub>, g<sub>q</sub>, g<sub>γ</sub> : fattori di inclinazione piano di campagna</u></b>			
$g_q = (1 - \tan\beta_p)^2$	$\beta_f + \beta_p =$	0.00	$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$
$g_q =$		1.00	
$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan\varphi)$			
$g_c =$		1.00	
$g_\gamma = g_q$			
$g_\gamma =$		1.00	

<b><u>Carico limite unitario</u></b>			
$q_{lim} =$	777.52	(kN/m <sup>2</sup> )	
			R3 2.30
			grd 338 (kN/m <sup>2</sup> )
<b><u>Pressione massima agente</u></b>			
$q = N / B * L^*$			
$q =$	2.13	(kN/m <sup>2</sup> )	
<b><u>Coefficiente di sicurezza</u></b>			
$F_s = q_{lim} / q =$	364.63	<b>OK</b>	

<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA03B0 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>128 di 194</b>

### 24.1.3 Verifica dei cedimenti

Si riporta la verifica dei cedimenti svolta secondo la combinazione SLE rara.

Le reazioni massime per unità di lunghezza ( $q$ ) delle molle alla Winkler ottenute dal modello di calcolo per la comb. SLE rara valgono:

$$Q=5.44 \text{ kN/ml}$$

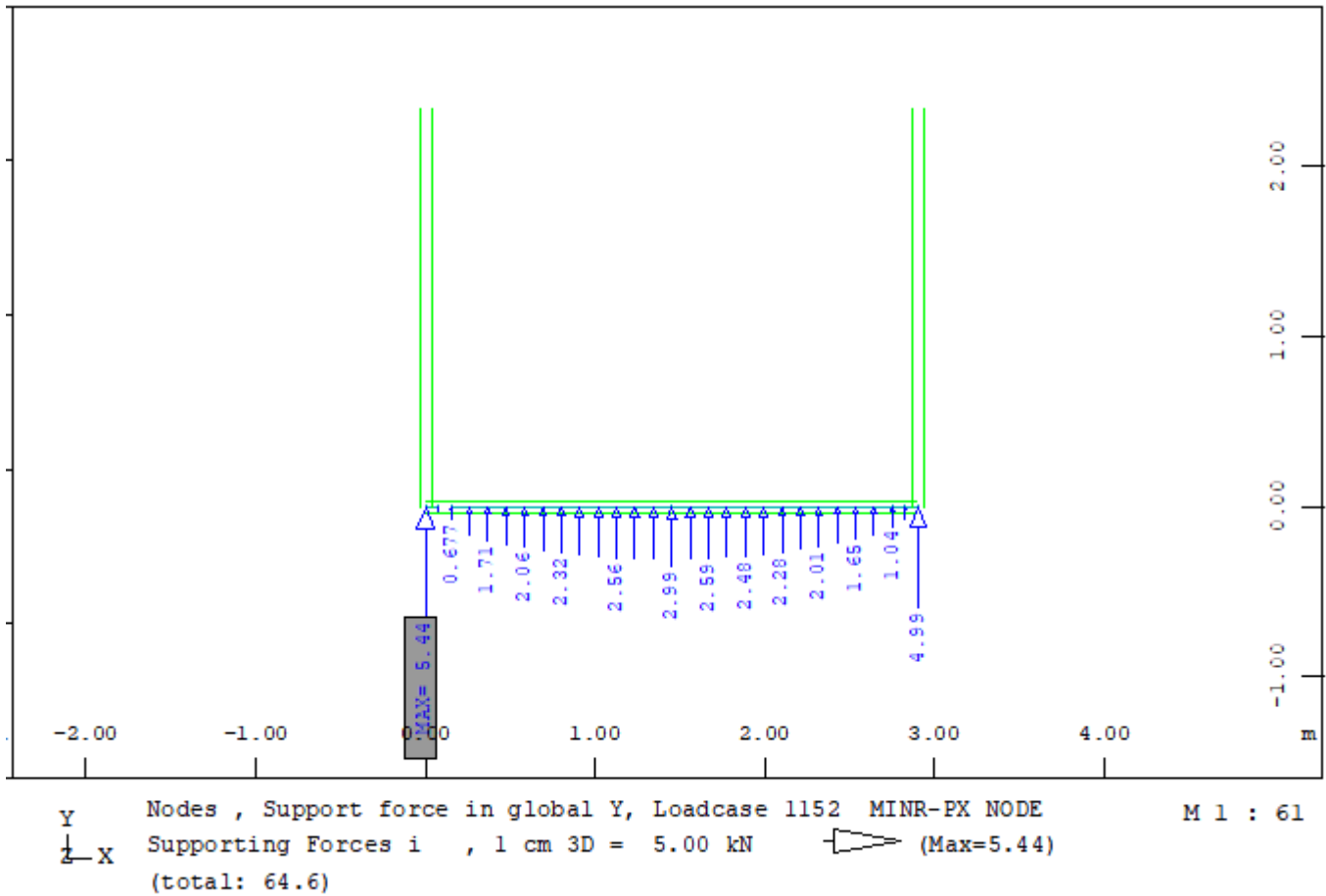


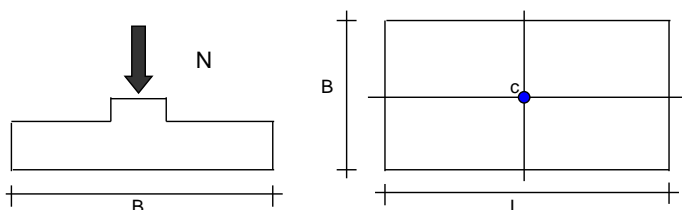
Figura 24-2 Reazioni massime per unità di lunghezza su suolo elastico SLE rara (kN/m)



<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                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA03B0 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>129 di 194</b>

**CEDIMENTI DI UNA FONDAZIONE RETTANGOLARE**

**LAVORO:**



**Formulazione Teorica (H.G. Poulos, E.H. Davis: 1974)**

$$\Delta\sigma_{zi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) + ((L/2)(B/2)z)/R_3) * (1/R_1^2 + 1/R_2^2)$$

$$\Delta\alpha_{xi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) - ((L/2)(B/2)z)/R_3R_1^2)$$

$$\Delta\alpha_{yi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) - ((L/2)(B/2)z)/R_3R_2^2)$$

$$R_1 = ((L/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$R_2 = ((B/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$R_3 = ((L/2)^2 + (B/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$\delta_{ot} = \sum \delta_i = \sum ((\Delta\sigma_{zi} - v_i(\Delta\alpha_{xi} + \Delta\alpha_{yi})) \Delta z_i / E_i)$$

**DATI DI INPUT:**

- B = 2.80 (m) (Larghezza della Fondazione)
- L = 3.40 (m) (Lunghezza della Fondazione)
- N = 6 (kN) (Carico Verticale Agente)
- q = 0.63 (kN/mq) (Pressione Agente (q = N/(B\*L)))
- ns = 2 (-) (numero strati) (massimo 6)

Strato	Litologia	Spessore	da z <sub>i</sub>	a z <sub>i+1</sub>	Δz <sub>i</sub>	E	v	δ <sub>ci</sub>
(-)	(-)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN/m <sup>2</sup> )	(-)	(cm)
1	Rilevato	0.35	0.0	0.4	0.4	30000	0.30	0.00
2	terreno sabbioso med. Addensato	5.00	0.4	5.4	0.5	128000	0.30	0.00
-	terreno sabbioso addensato	0.00	0.0	0.0	0.0	0	0.00	-
-	terr. Sabbioso molto addensato	0.00	0.0	0.0	0.0	0	0.00	-
-		0.00	0.0	0.0	0.0	0	0.00	-
-		0.00	0.0	0.0	0.0	0	0.00	-

$$\delta_{ctot} = 0.00 \text{ (cm)}$$

Il cedimento trascurabile.





APPALTATORE: Consorzio                      Soci HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING   PINI   GCF ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA          II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 132 di 194

### Terreno di fondazione

Per il calcolo della platea cautelativamente si assume che l'opera viene fondata sullo strato di Sabbia limosa/Limo sabbioso

Descrizione: *Unità 2 – Sabbia limosa/Limo sabbioso*

- Coesione efficace  $c' = 0$  kPa
- Angolo di resistenza al taglio  $\varphi = 35^\circ$
- Modulo di deformabilità  $E = 30$  Mpa
- Peso per unità di volume  $\gamma = 19$  kN/ m<sup>3</sup>

Per le analisi d'interazione struttura-terreno in direzione verticale, il coefficiente di sottofondo alla Winkler può essere determinato con la seguente relazione:

$$k_w = \frac{E}{(1-\nu^2) \cdot B \cdot c_t}$$

Dove:

$\nu$	0.3 -	coefficiente di Poisson = 0.3;
$B$	6.00 m	larghezza della fondazione;
$L$	8.00 m	lunghezza della fondazione;
$c_t$	1.01 –	fattore di forma (Bowles, 1960)
$K_w$	<b>7072 kN/m<sup>3</sup></b>	<b>coefficiente di sottofondo alla Winkler</b>

### **Fattore di forma per la stima del coefficiente di Winkler**

Fondazione rigida	$c_t$
Rettangolare con $L/B < 10$	$c_t = 0.853 + 0.534 \ln(L/B)$
Rettangolare con $L/B > 10$	$c_t = 2 + 0.0089(L/B)$

Dove  $L$  è il lato maggiore della fondazione.

La costante di Winkler assunta sarà pari a  $k_v = 7072$  kN/m<sup>3</sup> in direzione verticale e  $k_h = 707$  kN/m<sup>3</sup> in direzione orizzontale.

<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA03B0 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>133 di 194</b>

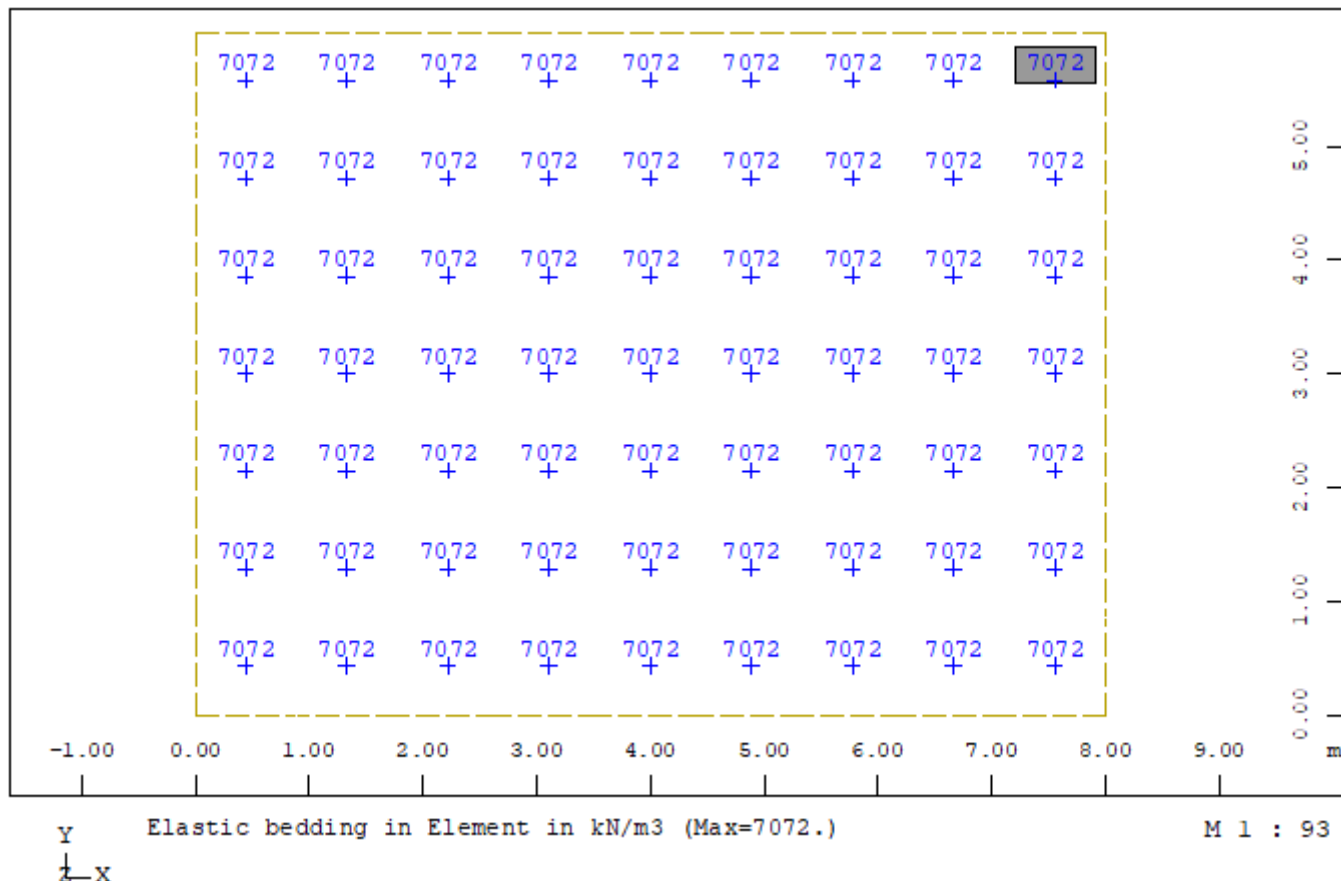


Figura 26-2: costante di Winkler inserita nel modello

## 26.2 ELEMENTI BIDIMENSIONALI “SHELL”

Il riferimento locale degli elementi SHELL è così descritto.

Soletta:

asse x // asse - Y

asse y // asse -X

asse z // asse Z, ma diretto verso il basso.

Le azioni interne negli elementi SHELL sono le seguenti:

Comportamento piastra:

$m_{xx}$  momento flettente sulla faccia di normale x, agente attorno all'asse y, tende le fibre +z

$m_{yy}$  momento flettente sulla faccia di normale y, agente attorno all'asse -x, tende le fibre +z

<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA03B0 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>134 di 194</b>

$m_{xy}$  momento torcente

$v_x$  azione tagliante sulla faccia di normale  $x$ , agente nella direzione  $+z$  (associato a  $m_{xx}$ )

$v_y$  azione tagliante sulla faccia di normale  $y$ , agente nella direzione  $+z$  (associato a  $m_{yy}$ )

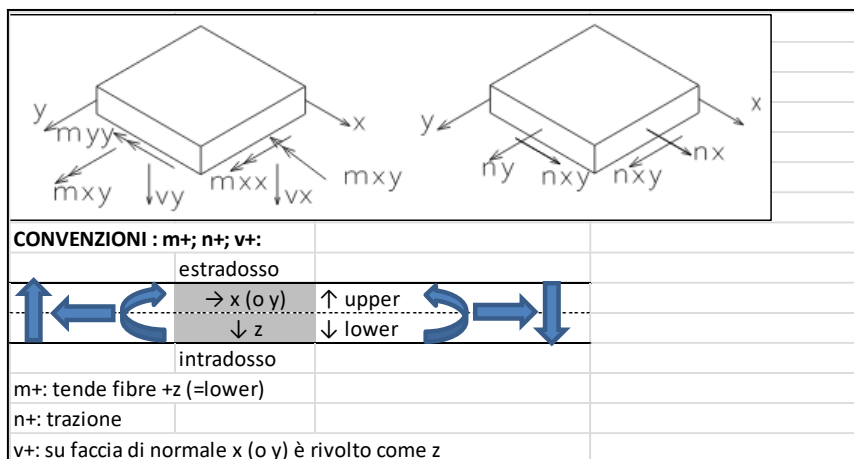
Comportamento membranale:

$n_x$  azione assiale sulla faccia di normale  $x$

$n_y$  azione assiale sulla faccia di normale  $y$

$n_{xy}$  azione tagliante sulla faccia di normale  $x$ , agente nella direzione  $y$

Le convenzioni sono rappresentate in figura:



**Figura 26-3 : Convenzione sollecitazioni - elementi SHELL**

Descrizione degli indici associati alle Load case (LC) di involuppo:

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>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>FA03B0 000</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>135 di</b> <b>194</b>

INDICI DEI PARAMETRI DI SOLLECITAZIONE:		
		SOLETTA
01	MAX-mxx	MOMENTO dir. LONG
02	MIN-mxx	
03	MAX-myy	MOMENTO dir. TRAS.
04	MIN-myy	
05	MAX-mxy	TORCENTE
06	MIN-mxy	
07	MAX-vx	TAGLIO dir. LONG. (sez. vert.)
08	MIN-vx	
09	MAX-vy	TAGLIO dir. TRAS. (sez. orizz.)
10	MIN-vy	
11	MAX-nxx	SFORZO ASS. dir. LONG.
12	MIN-nxx	
13	MAX-nyy	SFORZO ASS. dir. TRAS.
14	MIN-nyy	
15	MAX-nxy	TAGLIO MEMBRANALE
16	MIN-nxy	

<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>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING    PINI    GCF</b> <b>    ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</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;">FA03B0 000</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">136 di 194</td> </tr> </table>					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	FA03B0 000	B	136 di 194
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO												
IF3A	02	E ZZ CL	FA03B0 000	B	136 di 194												
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>																	

## 27 ANALISI DEI CARICHI

Come prescritto dalle NTC 2018, sono state considerate agenti sulla struttura diverse condizioni di carico elementari, combinate tra loro in modo da determinare gli effetti più sfavorevoli ai fini delle verifiche della platea di fondazione.

Per il calcolo delle sollecitazioni sulla platea è stato impiegato il programma di calcolo Sofistik che mediante il post processore calcola in modo automatizzato le armature necessarie.

Nel progetto strutturale in esame, al fine di una progettazione tipologica che consenta l'impiego del fabbricato su tutta la rete ferroviaria nazionale, le azioni esterne, quali vento e neve, sono state valutate considerando le condizioni più gravose in accordo con la dislocazione delle stazioni sul territorio della tratta Napoli - Bari.



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 137 di 194

## 27.1 PARAMETRI DELL'OPERA

I parametri dell'opera che definiscono uso e vita utile del tombino sono scelti come di seguito riportato:

TIPO DI COSTRUZIONE <sup>(1)</sup>	Vita Nominale V <sub>N</sub> [Anni] <sup>(1)</sup>
OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE PROGETTATE CON LE NORME VIGENTI PRIMA DEL DM 14.01.2008 A VELOCITÀ CONVENZIONALE (V<250 Km/h)	50
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ V<250 Km/h	75
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ V ≥ 250 km/h	100
OPERE DI GRANDI DIMENSIONI: PONTI E VIADOTTI CON CAMPATE DI LUCE MAGGIORE DI 150 m	≥ 100 <sup>(2)</sup>
(1) – La stessa V <sub>N</sub> si applica anche ad apparecchi di appoggio, coprigiunti e impermeabilizzazione delle stesse opere.	
(2) - Da definirsi per il singolo progetto a cura di FERROVIE.	

Tab. 2.5.1.1.1-1 – Vita nominale delle infrastrutture ferroviarie

V<sub>n</sub> = vita nominale = **75 anni**

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

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

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

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

CL = Classe d'uso = **III**

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C<sub>U</sub>

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C <sub>U</sub>	0,7	1,0	1,5	2,0

C<sub>u</sub> = coefficiente d'uso = **1.50**

Ne consegue un periodo di riferimento per la costruzione di:

V<sub>r</sub> = periodo di riferimento azione sismica = **112.5 anni**

<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA03B0 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>138 di 194</b>

## 27.2 PESO PROPRIO STRUTTURE

La platea in esame ha una forma rettangolare di dimensioni interne 8.00x.6.00m con spessore della soletta di 40cm.

Considerando un peso specifico del calcestruzzo armato di:

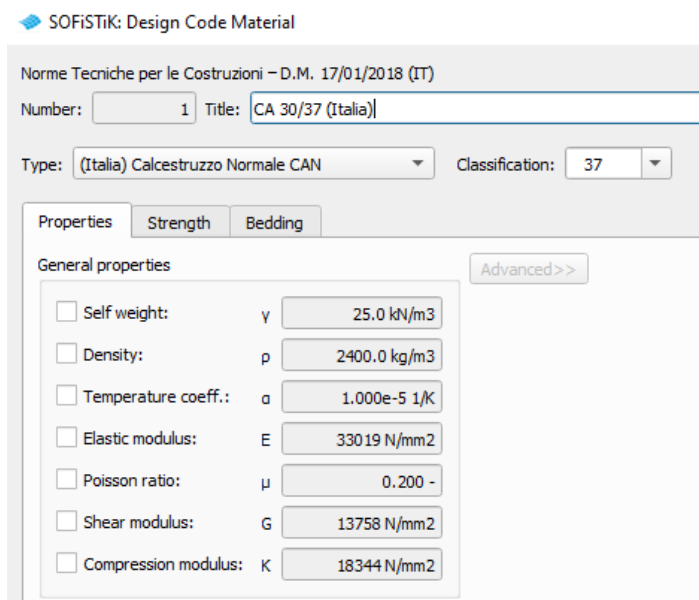
$$\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$$

il peso a metro quadro della platea vale:

$$G_1 = \gamma \times S = 25 \times 0.40 = 10 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{peso proprio della platea})$$

$$S = 0.40 \text{ m} \quad (\text{spessore platea})$$

Il peso proprio del basamento viene inserito automaticamente dal software di calcolo sofistik.



**Figura 27-1: Peso specifico del materiale**

Si riportano i coefficienti di combinazione utilizzati:

SOFiSTiK: Action and Loadcase Manager

Nr	Title	Action	Factor of dead weight	$\gamma_u$	$\gamma_f$	$\gamma_a$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
1	Platea	G_1 Permanenti strutturali	1.00	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

APPALTATORE: Conorzio                    Soci HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara                    Mandanti ROCKSOIL S.P.A            NET ENGINEERING   PINI   GCF ELETTRI-FER            M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA  II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 139 di 194

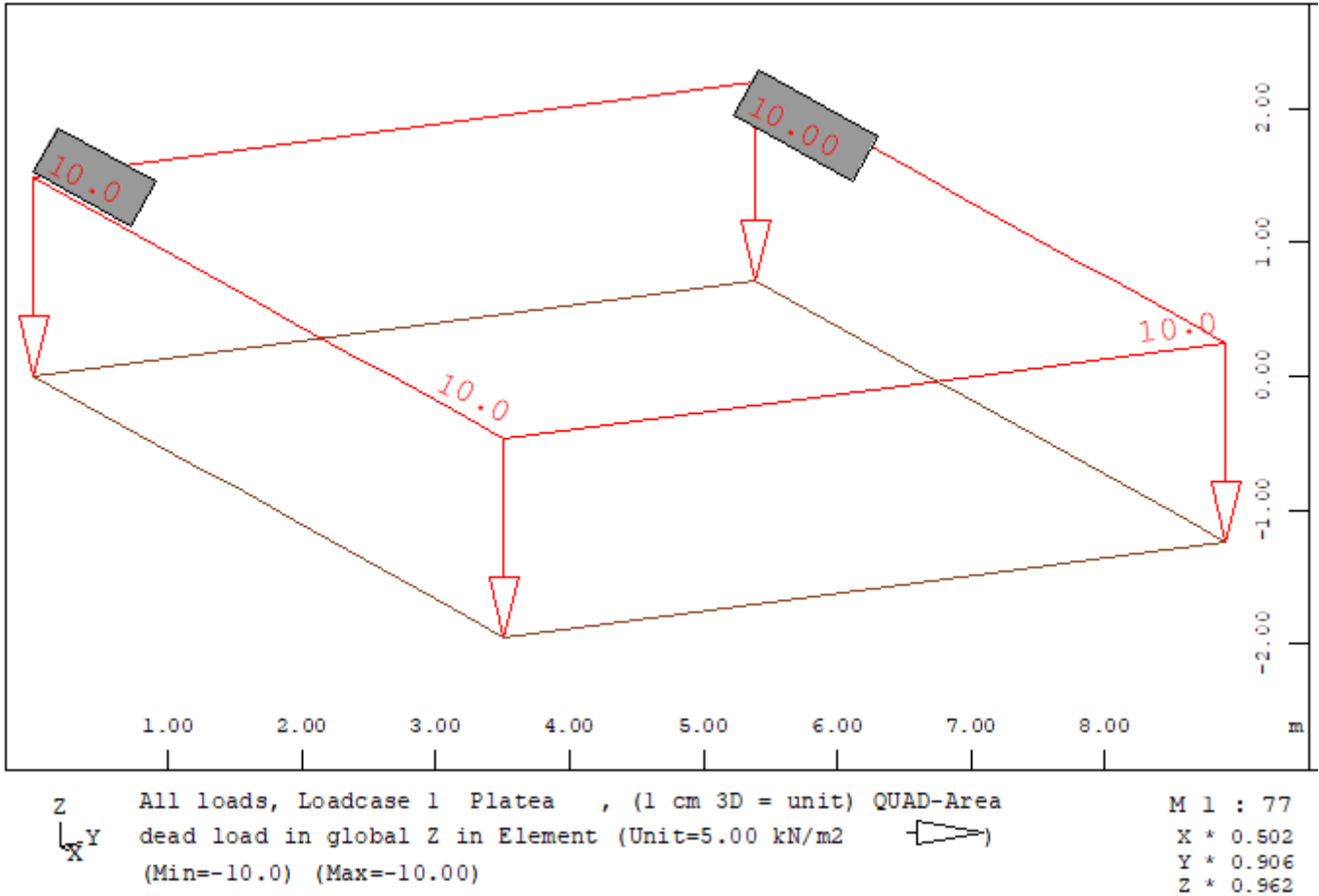


Figura 27-2: Peso proprio struttura

### 27.3 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Sopra la platea viene installato un reattore e un trasformatore.

Nel calcolo della platea verrà inserito come carico il più sfavorevole tra il reattore impiegato nella tratta Hirpinia -Orsara o della tratta Orsara – Bovino.

Hirpinia: Reattore 1000 kVA – LxWxH 2000x1000x2000 mm  
Peso: 2900 kg = 29 kN

Tale carico si distribuisce su un'area di 2.00 x1.00m, quindi la pressione agente sulla platea vale  
 **$G_2=14.50 \text{ kN/m}^2$**

Bovino: Reattore 350 kVA – LxWxH 1650x800x1700 mm  
Peso: 1450 kg = 14.50 kN

APPALTATORE: Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING   PINI   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 140 di 194

Tale carico si distribuisce su un'area di 1.65 x0.80m, quindi la pressione agente sulla platea vale

$$G_2=11.00 \text{ kN/m}^2$$

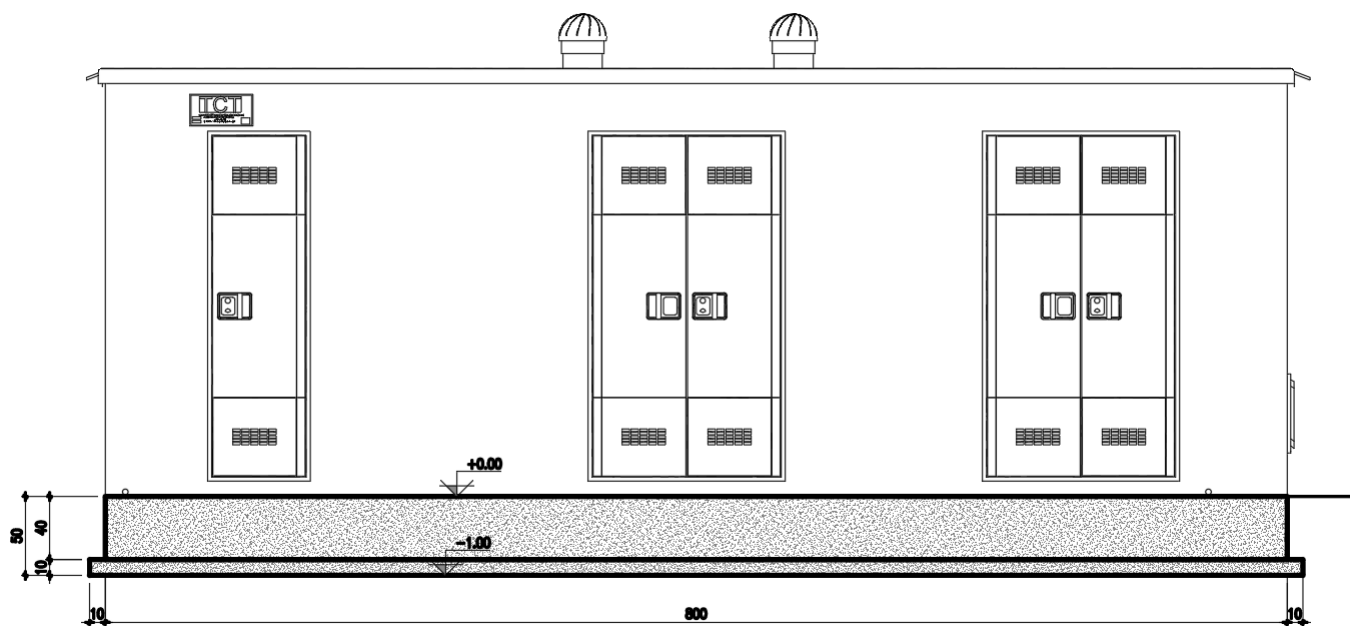
Il carico applicato sulla platea di fondazione per quanto concerne il reattore è  $G_{2,1}=14.50 \text{ kN/m}^2$

A sua volta è presente anche un trasformatore:

Trasformatore da 2000 kVA, (uguale per entrambe le tratte), di dimensioni in pianta 1950 x 1310 mm  
 Peso 4850 kg = 48.5 kN.

La pressione agente sulla platea vale:  $G_{2,2}=48.50 / (1.95 \times 1.31) = 19.00 \text{ kN/m}^2$

Involucro con struttura prefabbricata coibentata.

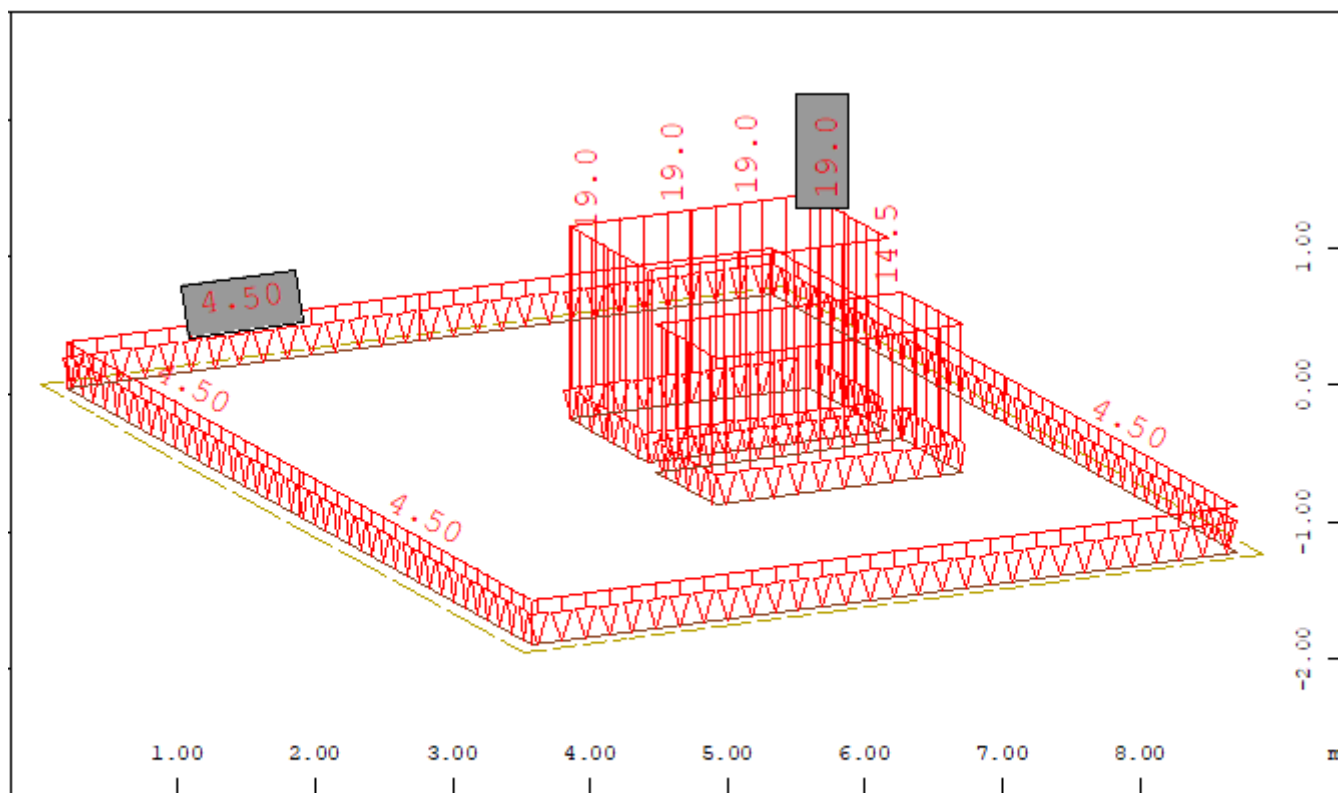


APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 141 di 194

Il peso della struttura vale: 120 kN

Tale carico viene distribuito lungo il perimetro P=28m quindi il carico lineare agente sulla platea di fondazione vale:

$$G_{2,3} = 120 / 28 = 4.50 \text{ kN/m}$$



Z All loads, Loadcase 2 G2 , (1 cm 3D = unit) Free line load M 1 : 77  
 (force) in global Z (Unit=10.0 kN/m (Min=-19.0) X \* 0.502  
 (Max=-4.50) Y \* 0.906  
 Z \* 0.962

**Figura 27-3: Peso permanente**

Si riportano i coefficienti di combinazione usati:

2 G.E.	G_2 Permanenti non strutturali	0.00	1.50	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00
--------	--------------------------------	------	------	------	------	------	------	------

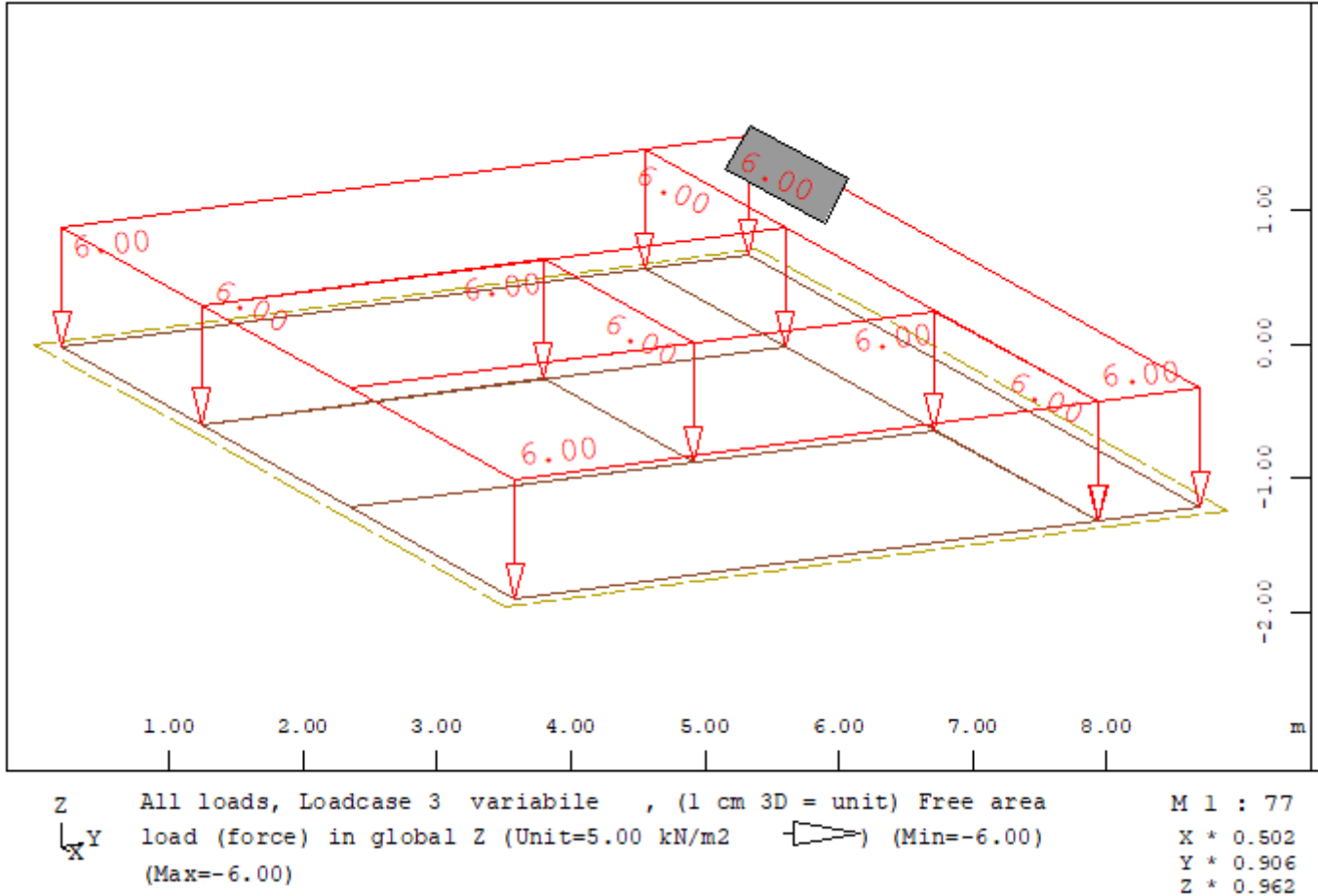
## 27.4 SOVRACCARICHI VARIABILI

Il sovraccarico variabile messo nella platea è un carico di categoria E, categoria ambienti industriali carico distribuito di 6.00 kN/m<sup>2</sup>.

Pressione sulla platea **QK\_E = 6.00 kN/m<sup>2</sup>**

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo</b>	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA03B0 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>142 di 194</b>

Si ipotizza che il carico QK\_E interessi tutta la porzione di platea posta al di fuori dall'ingombro occupato dal trasformatore e dal reattore, sulla quale e applicato come carico uniformemente distribuito.



**Figura 27-4: Carico variabile per manutenzione**

Si riportano i coefficienti di combinazione usati:

3 variabile	Q_E Magazzini, archivi, uso industr	0.00	1.50	0.00	1.00	1.00	0.90	0.80
-------------	-------------------------------------	------	------	------	------	------	------	------

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 143 di 194

## 27.5 AZIONE DELLA NEVE

Le azioni della neve sono definite al capitolo 3.4 delle NTC2018. Il carico provocato dalla neve sulle coperture è definito dall'espressione seguente:

$$q_s = \mu_i C_e C_t q_{sk}$$

dove:

$\mu_i$  - Coefficiente di forma della copertura;

$C_e$  - Coefficiente di esposizione;

$C_t$  - Coefficiente termico;

$q_{sk}$  - Valore di riferimento del carico neve al suolo.

Per la valutazione di  $q_{sk}$  si è fatto riferimento ad un sito posto in zona II, con altezza sul livello del mare pari a  $a_s > 200m$  cautelativamente si è preso in esame a una altitudine di 571.00m slm che corrisponde a quello delle piazzale RI11 della tratta Hirpinia Orsara

$$q_{sk} = 0.85 \cdot (1 + (a_s/481)^2) = 0.85 \cdot (1 + (571/481)^2) = 2.05 \text{ kN/m}^2$$

Il coefficiente di esposizione  $C_e$  può essere utilizzato per modificare il valore del carico neve in copertura in funzione delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera. Valori del coefficiente di esposizione per diverse classi di topografia sono forniti in tabella 3.4.I. NTC2018. Per il caso in esame, essendo un tipologico, si assume  $C_e = 1.0$ .

Il coefficiente termico  $C_t$  può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato  $C_t = 1.0$  (3.4.4 - NTC2008).

Il coefficiente di forma della copertura dipende dall'angolo di inclinazione della falda, i valori proposti dalla normativa vigente vengono riportati nella Tab.3.4.II (DM 17 Gennaio 2018):

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_i$	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$	0,0

Nel caso in esame si ha  $\alpha = 0^\circ$  pertanto:

$$\mu_i (0^\circ) = 0,8$$

Si assume una distribuzione uniforme del carico da neve per la copertura piana, quindi si ha:

$$q_s = 0.8 \cdot 1.00 \cdot 1.00 \cdot 2.05 = 1,64 \text{ kN/m}^2.$$

Tale valore andrà ripartito linearmente lungo il perimetro dell'involucro di protezione della cabina elevatrice.

La superficie coperta dell'involucro di protezione è pari a:  $A_{inv.} = 6.00 \times 8.00 = 48 \text{ m}^2$  il perimetro vale  $P = 28m$ .

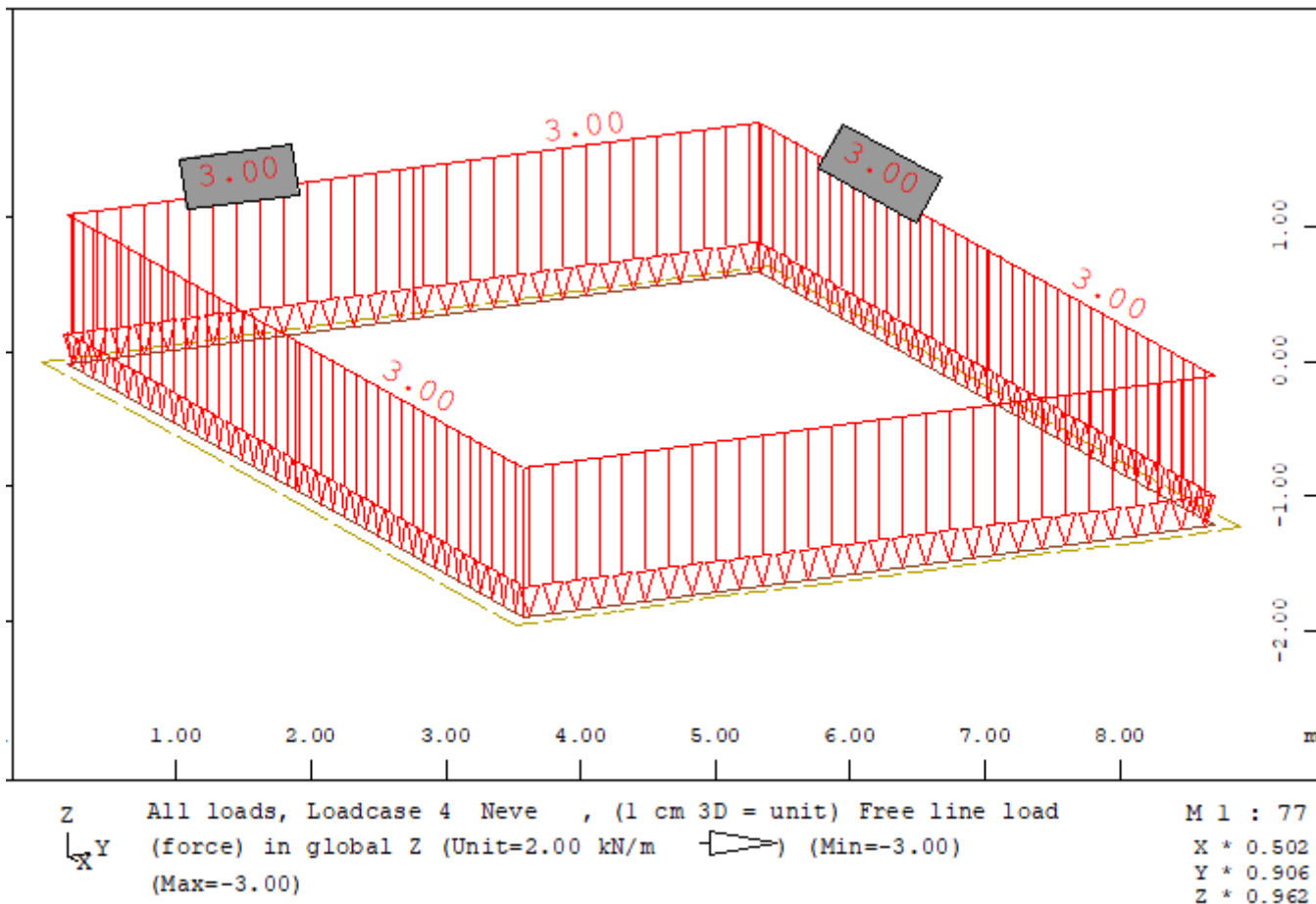
Il distribuito linearmente vale:

$$Q_{k\_snow} = Q_{k\_neve} \times A_{inv.} / P = (1.64 \times 48) / (28) = 37.8 / 11.85 = 2.81 \text{ kN/m}$$

La pressione agente linearmente sul perimetro la si arrotonda a:

$$Q_{k\_s} = 3.00 \text{ kN/m}$$

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 144 di 194



**Figura 27-5: pressione della neve**

Si riportano i coefficienti di combinazione usati:

4	Neve	5	Azioni della Neve	0.00	1.50	0.00	1.00	0.50	0.20	0.00
---	------	---	-------------------	------	------	------	------	------	------	------



<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    GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 145 di 194

## 27.6 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  $a_s > a_0 = 500$  m.

Come pressione del vento si è presa l'azione maggiore che è quella 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 ( $N/m^2$ ) è data dall'espressione:

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

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.

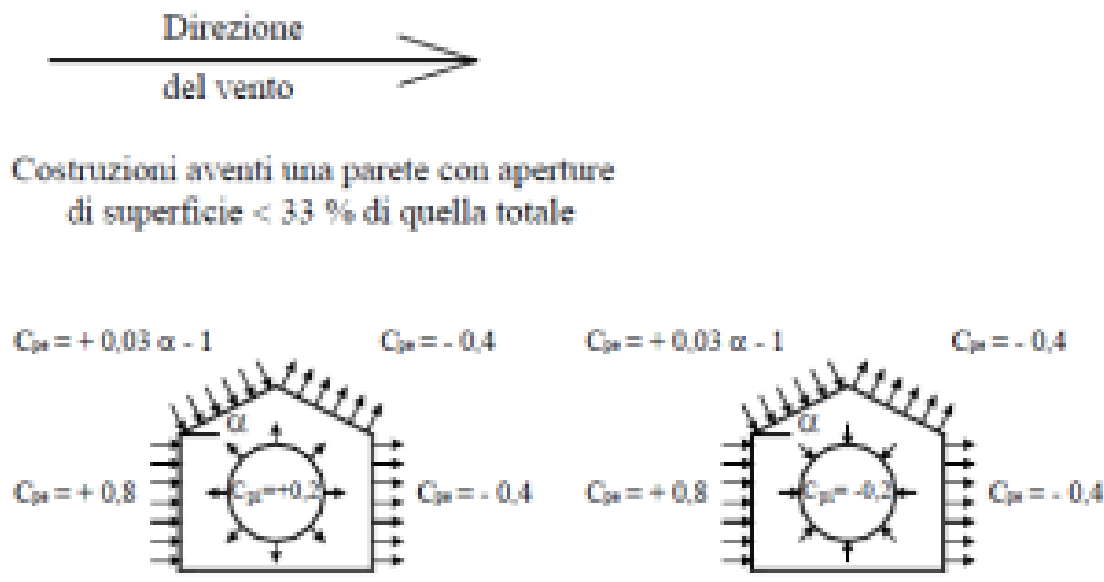
### Coefficiente dinamico:

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):

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 146 di 194

Per la determinazione del coefficiente di forma si fa riferimento a quanto riportato nel paragrafo 3.3.10.1 della Circolare del 2/02/2009 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  $c_p = - 0,4$ ;

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.I (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

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 147 di 194

V <sub>b,0</sub>	27	m/s
K <sub>a</sub>	0.02	1/s
V <sub>b</sub> (T <sub>R</sub> )	27.00	m/s
q <sub>b</sub>	0.545	kN/m <sup>2</sup>
Categoria di esposizione sito	II	
k <sub>r</sub>	0.19	
Z <sub>0</sub>	0.05	m
Z <sub>min</sub>	4	m
C <sub>e</sub> (Z <sub>min</sub> )	1.80	
z (altezza costruzione sul suolo)	3.10	m
C <sub>d</sub>	1	
C <sub>e</sub> (z)	1.80	
a (Inclinazione copertura)	0	°
c <sub>p1</sub> (Copertura) = -0,4 + 0,2	- 0.2	
c <sub>p2</sub> (Elementi Verticali - Sopravento) = 0,8 + 0,2	+ 1.0	
c <sub>p3</sub> (Elementi Verticali – Sottovento) = -0,4 + 0,2	- 0.2	
<b>p<sub>1</sub></b> (Pressione vento in copertura)	<b>- 0,21</b>	kN/m <sup>2</sup>
<b>p<sub>2</sub></b> (Pressione vento elementi verticali - Sopravento)	<b>+ 1,05</b>	kN/m <sup>2</sup>
<b>p<sub>3</sub></b> (Pressione vento elementi verticali - Sottovento)	<b>- 0,21</b>	kN/m <sup>2</sup>

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

Si verrà a creare un effetto tira e spingi sul basamento del generatore elettrico causato dalla pressione del vento.

La pressione del vento agirà su un'area pari a alle dimensioni dell'involucro di protezione.

Si considerano le due differenti direzioni del vento

#### Caso 1 spinta lato corto

$$W_1 = Q_{k\_wind} \times A_1 = 1.26 \times (6.00 \times 3.50) = 26.50 \text{ kN}$$

$$M_1 = W_1 \times H = 26.50 \times 3.50/2 = 46.50 \text{ kNm}$$

$$N_{p1} = M_1 / e_1 = (46.50 / 8.00) / 6 = 1.00 \text{ kN/m}$$

$$e_1 = 8.00 \text{ m}$$

Spinta del vento direzione lato corto

M1 momento complessivo agente

Tiro/spinta su appoggio

interasse putrelle estremità lato lungo

#### Caso 2 spinta lato lungo

$$W_2 = Q_{k\_wind} \times A_2 = 1.26 \times (8.00 \times 3.50) = 35.30 \text{ kN}$$

$$M_2 = W_2 \times H = 35.30 \times 3.50/2 = 62.00 \text{ kNm}$$

$$N_{p2} = M_2 / e_2 = (62.00 / 6.00) / 8 = 1.30 \text{ kN/m}$$

Spinta del vento direzione lato lungo

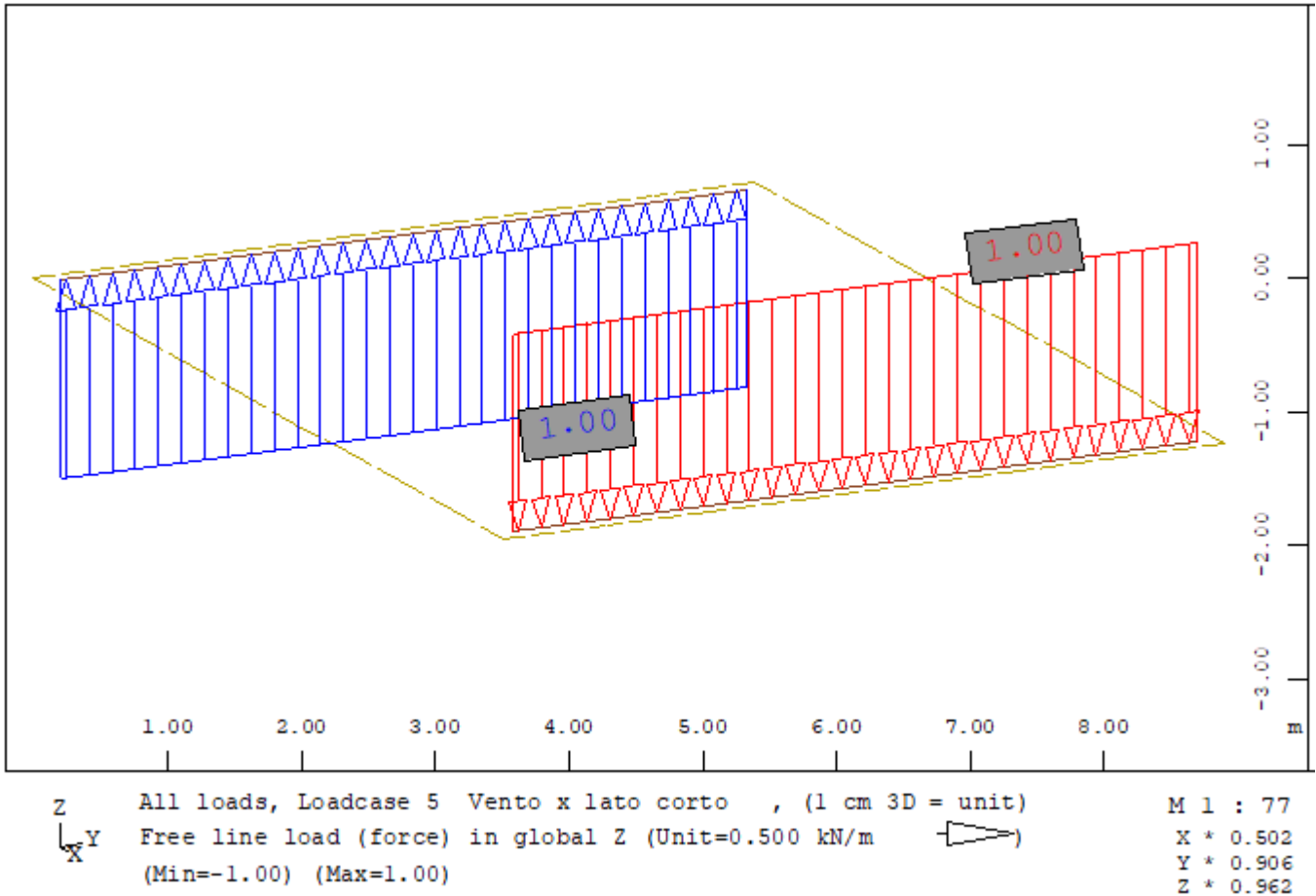
M1 momento complessivo agente

Tiro/spinta su appoggio

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV</b> <b>WEBUILD ITALIA</b> <b>PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A</b> <b>NET ENGINEERING</b> <b>PINI</b> <b>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-INGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo</b>		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA03B0 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>148 di 194</b>

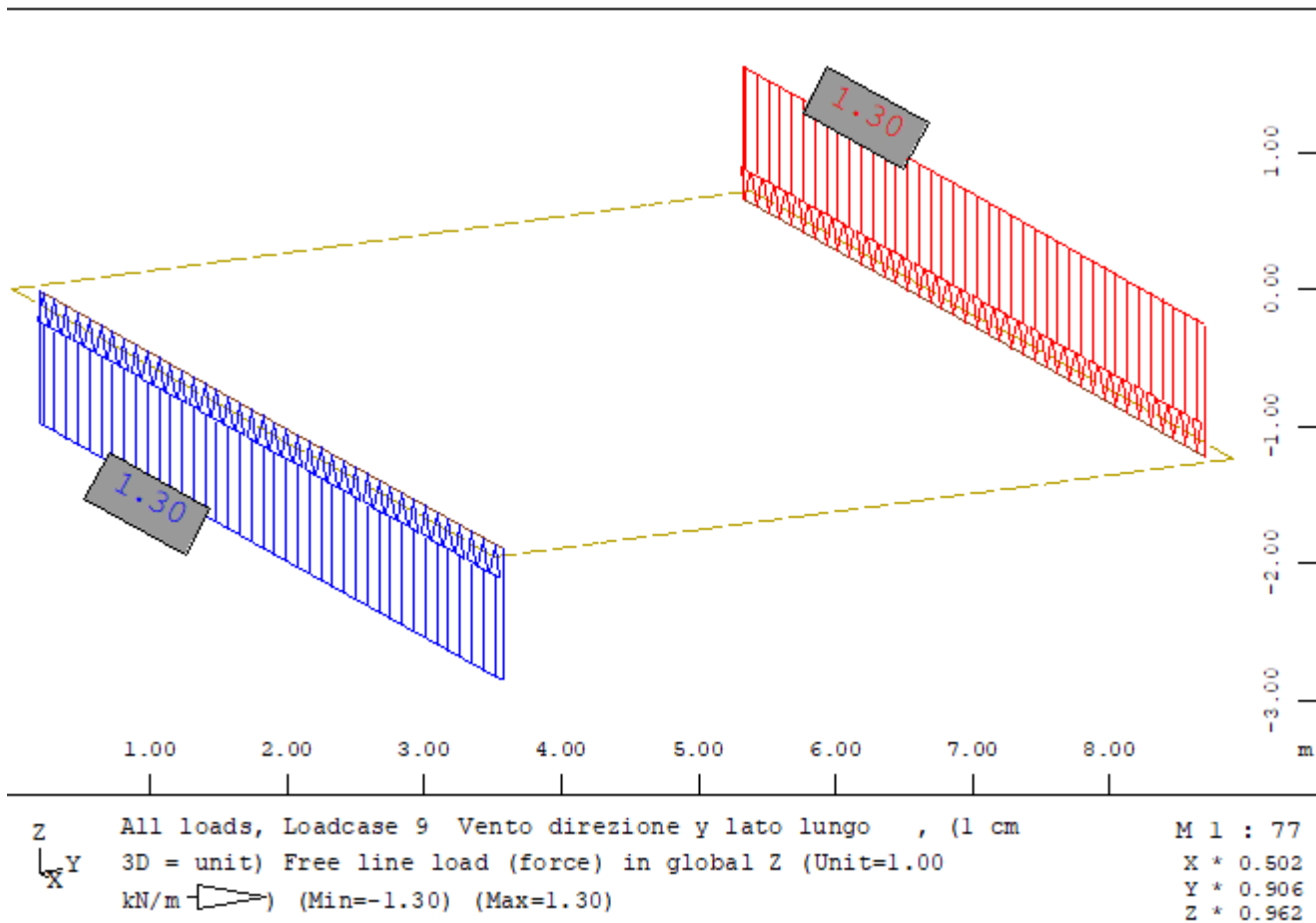
$e_2 = 6.00 \text{ m}$

interasse putrelle estremità lato corto



**Fig. 36 – Pressione del vento direzione x**

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 149 di 194



**Fig. 37 – Pressione del vento direzione y**

Si riportano i coefficienti di combinazione usati:

5	Vento	W Azioni del Vento	0.00	1.50	0.00	1.00	0.60	0.20	0.00
---	-------	--------------------	------	------	------	------	------	------	------

<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>GCF</b> <b>ELETTRI-FER</b> <b>M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>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>FA03B0 000</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>150 di</b> <b>194</b>

## 27.7 AZIONE SISMICA

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. 02/02/2009, n. 617 par. C2.4.1 e C2.4.2;
- Decreto 21/10/2003 P.C.M. Dipartimento della Prot. Civile (all.1);
- "Istruzione per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari" (rif. RFI-DTC-ICI-PO-SP-INF-001-A) par. 1.1.

Il periodo di riferimento da considerare per il calcolo dell'azione sismica sarà quindi  $V_R = C_u \times V_N = 112,5$  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 – NTC2008), 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 – NTC2008).

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  $T_1$  (Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ).

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B FOGLIO 151 di 194

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore dell'accelerazione orizzontale massima  $a_g$  su sito di riferimento rigido orizzontale. Sia la forma spettrale che il valore di  $a_g$  variano al variare della probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ .

Lo spettro di risposta elastico orizzontale è descritto dalle seguenti espressioni, riportate al punto 3.2.3.2.1 – NTC2008:

$$0 \leq T \leq T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \cdot \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Gli spettri di progetto agli stati limite SLD, SLV e SLO sono stati determinati facendo riferimento alle coordinate ricadenti al piazzale RI 13 della tratta Hirpinia Orsara poiché l'accelerazione sismica risulta maggiore rispetto a quella del piazzale RI 11 della tratto Orsara Bovino.

- Longitudine: 15,08914°,
- Latitudine: 41,0863778°,

Risulta per lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) quanto segue.

SLV (q0= 1.50)					
Accelerazione di riferimento $a_g/g$	Categoria sottosuolo	Categoria topografica	Vita Nominale	Classe d'uso	Accelerazione massima attesa al sito $a_{max}/g$
<b>0.381</b>	<b>C</b>	<b>T1</b>	<b>75</b>	<b>III</b>	<b>0.448</b>

Figura 27-6 Azione sismica di riferimento

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0,381 g
$F_0$	2,290
$T_C$	0,419 s
$S_S$	1,177
$C_C$	1,400
$S_T$	1,000
$q$	1,500

#### Parametri dipendenti

$S$	1,177
$\eta$	0,667
$T_B$	0,195 s
$T_C$	0,586 s
$T_D$	3,123 s

Figura 27-7 Parametri sismici per la definizione dello spettro di progetto in SLV

Gli effetti dell'azione sismica vengono valutati tenendo conto delle masse associate ai carichi gravitazionali dovuti al peso proprio ( $G_1$ ), ai sovraccarichi permanenti ( $G_2$ ) e a un'aliquota ( $\psi_{2i}$ ) dei sovraccarichi accidentali ( $Q_{ki}$ ):

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 152 di 194

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

I valori dei coefficienti  $\psi_{2j}$  sono riportati nella Tabella 2.5.I – NTC2018. Nel caso in esame i sovraccarichi accidentali che possono essere sottoposti ad eccitazione sismica sono:

- per la neve ed il vento presentano  $\psi_{2j} = 0$ ;
- per il sovraccarico variabile agente presenta  $\psi_{2j} = 0$ .

La risposta della struttura viene calcolata separatamente per ciascuna delle due componenti dell'azione sismica orizzontale; gli effetti sulla struttura, in termini di sollecitazioni e spostamenti, sono poi combinati applicando le seguenti espressioni:

$$1.00 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_z$$

$$1.00 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_z$$

$$1.00 \cdot E_z + 0.30 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_y$$

Si è infine provveduto a combinare gli effetti dell'analisi spettrale ai differenti stati limiti con quelli provocati dalle forze equivalenti all'eccentricità accidentale.

## 27.7.1 Inerzia masse strutturali e portate

L'azione sismica agente sulla struttura e sulle apparecchiature sarà valutato trattando queste componenti come un sistema rigido, pertanto l'inerzia sismica agente produrrà azioni di tira e spingi sulla platea di fondazione, a favore di sicurezza l'azione si considera agente a 2/3 dell'altezza delle componenti ovvero  $h=2.50m$  per la struttura di involucro e a  $H=1.50m$  per le componenti elettriche).

Avremo  $PGA = k_h = a_g \times S_s \times S_t = 0.381 \times 1.177 \times 1.00 = 0.448 g$

### 27.7.1.1 INERZIA INVOLUCRO

$F_{a\_SLV\_G} = PGA \times W_{involucro} = 0.448 \times 120 = 54.00 kN$

$M = F_{a\_SLV\_G} \times (2/3) h = 54.00 \times 2.50 = 135 kNm$

$E_{corto\_SLV} = M / e_1 = 135 / 8 = \pm 16.90 kN$

$E_{lungo\_SLV} = M / e_2 = 135 / 6 = \pm 22.60 kN$

Il carico lineare agente sulla platea vale:

$QE_{corto\_SLV} = E_{corto\_SLV} / L_{corto} = \pm 16.90 / 6 = 2.85 kN/m$

$QE_{lungo\_SLV} = E_{lungo\_SLV} / L_{lungo} = \pm 22.60 / 8 = 2.85 kN/m$

L'azione di sisma verticale vale:

$k_v = k_h \times 0.5 = 0.224$

La pressione agente sulla fondazione per l'azione sismica verticale vale:

$QE_{verticale\_SLV} = G_{2\_p} \times k_h = 120 \times 0.224 = 27.00 kN/m^2$

Tale azione si ripartisce perimetralmente.

La pressione agente vale:

$QE_{verticale\_SLV} = 27.00 / 28 = 1.00 kN/m$



APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> 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: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING   PINI   GCF ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E Z Z CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 153 di 194

### 27.7.1.2 INERZIA REATTORE

$$F_{a\_SLV\_G} = PGA \times W_{involucro} = 0.448 \times 29 = 13.00 \text{ kN}$$

$$M = F_{a\_SLV\_G} \times (2/3) \times h = 13.00 \times 1.50 = 19.5 \text{ kNm}$$

$$E_{corto\_SLV} = M / e_1 = 19.5 / 2 = \pm 9.80 \text{ kN}$$

$$E_{lungo\_SLV} = M / e_2 = 19.5 / 1 = \pm 19.50 \text{ kN}$$

Il carico lineare agente sulla platea vale:

$$QE_{corto\_SLV} = E_{corto\_SLV} / L_{corto} = \pm 9.80 / 1 = 9.80 \text{ kN/m}$$

$$QE_{lungo\_SLV} = QE_{lungo\_SLV} / L_{lungo} = \pm 19.50 / 2 = 9.80 \text{ kN/m}$$

L'azione di sisma verticale vale:

$$k_v = k_h \times 0.5 = 0.224$$

La pressione agente sulla fondazione per l'azione sismica verticale vale:

$$QE_{verticale\_SLV} = G_{2\_p} \times k_h = 29 \times 0.224 = 6.50 \text{ kN/m}^2$$

Tale azione si ripartisce perimetralmente.

La pressione agente vale:

$$QE_{verticale\_SLV} = 6.50 / 6 = 1.10 \text{ kN/m}$$

### 27.7.1.3 INERZIA TRASFORMATORE

$$F_{a\_SLV\_G} = PGA \times W_{involucro} = 0.448 \times 48.5 = 22.00 \text{ kN}$$

$$M = F_{a\_SLV\_G} \times (2/3) \times h = 22.00 \times 1.50 = 33 \text{ kNm}$$

$$E_{corto\_SLV} = M / e_1 = 33 / 1.95 = \pm 17.00 \text{ kN}$$

$$E_{lungo\_SLV} = M / e_2 = 33 / 1.31 = \pm 25.20 \text{ kN}$$

Il carico lineare agente sulla platea vale:

$$QE_{corto\_SLV} = E_{corto\_SLV} / L_{corto} = \pm 17.00 / 1.31 = 13.00 \text{ kN/m}$$

$$QE_{lungo\_SLV} = QE_{lungo\_SLV} / L_{lungo} = \pm 25.20 / 1.95 = 13.00 \text{ kN/m}$$

L'azione di sisma verticale vale:

$$k_v = k_h \times 0.5 = 0.224$$

La pressione agente sulla fondazione per l'azione sismica verticale vale:

$$QE_{verticale\_SLV} = G_{2\_p} \times k_h = 48.5 \times 0.224 = 11.00 \text{ kN/m}^2$$

Tale azione si ripartisce perimetralmente.

La pressione agente vale:

$$QE_{verticale\_SLV} = 11.00 / 6.5 = 1.70 \text{ kN/m}$$

<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 154 di 194

Si riportano i coefficienti di combinazione per l'azione sismica:

6	Sisma x lato lungo	E	Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
7	Sisma y lato corto	E	Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8	Sisma z verticale	E	Azione Sismica	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00

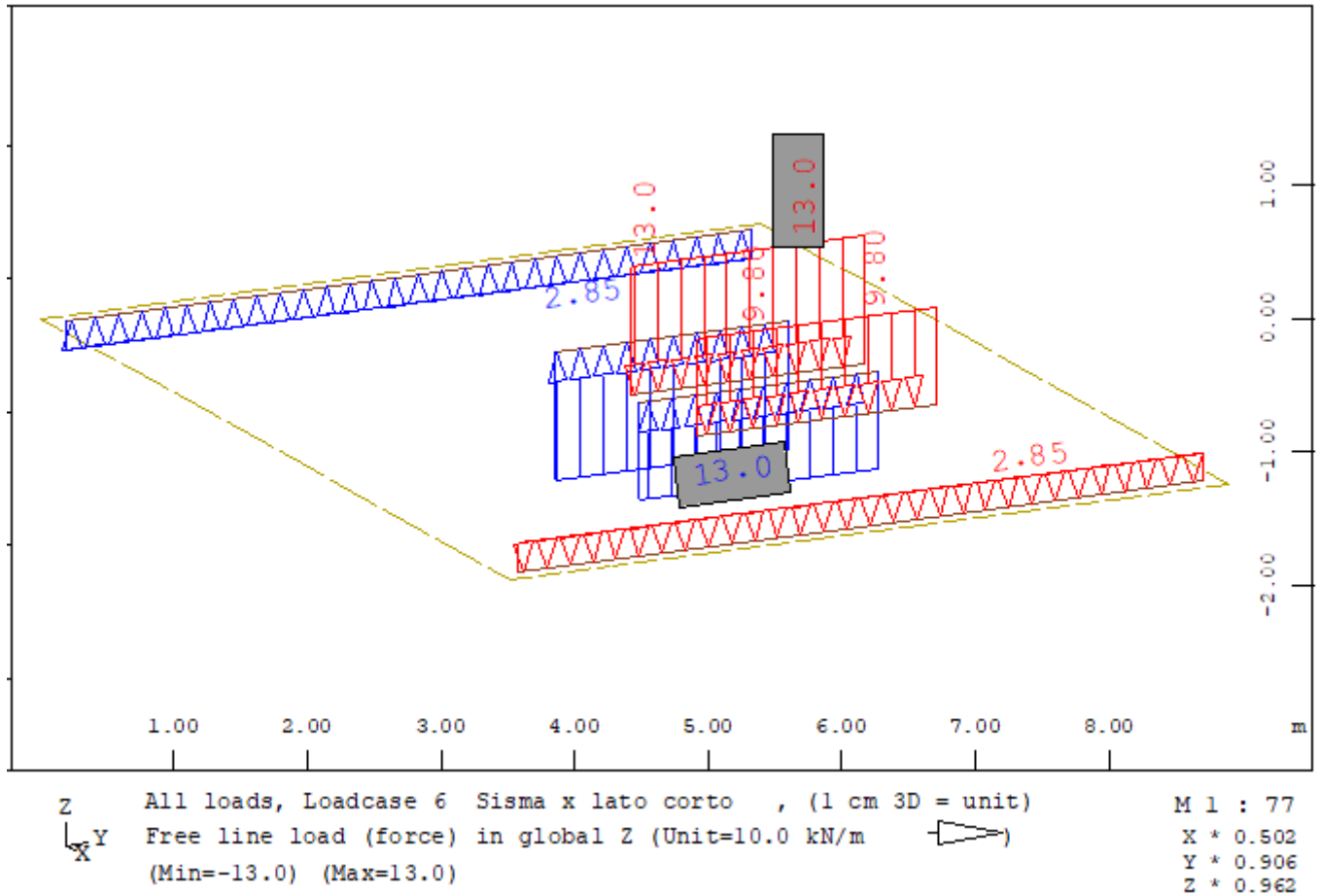
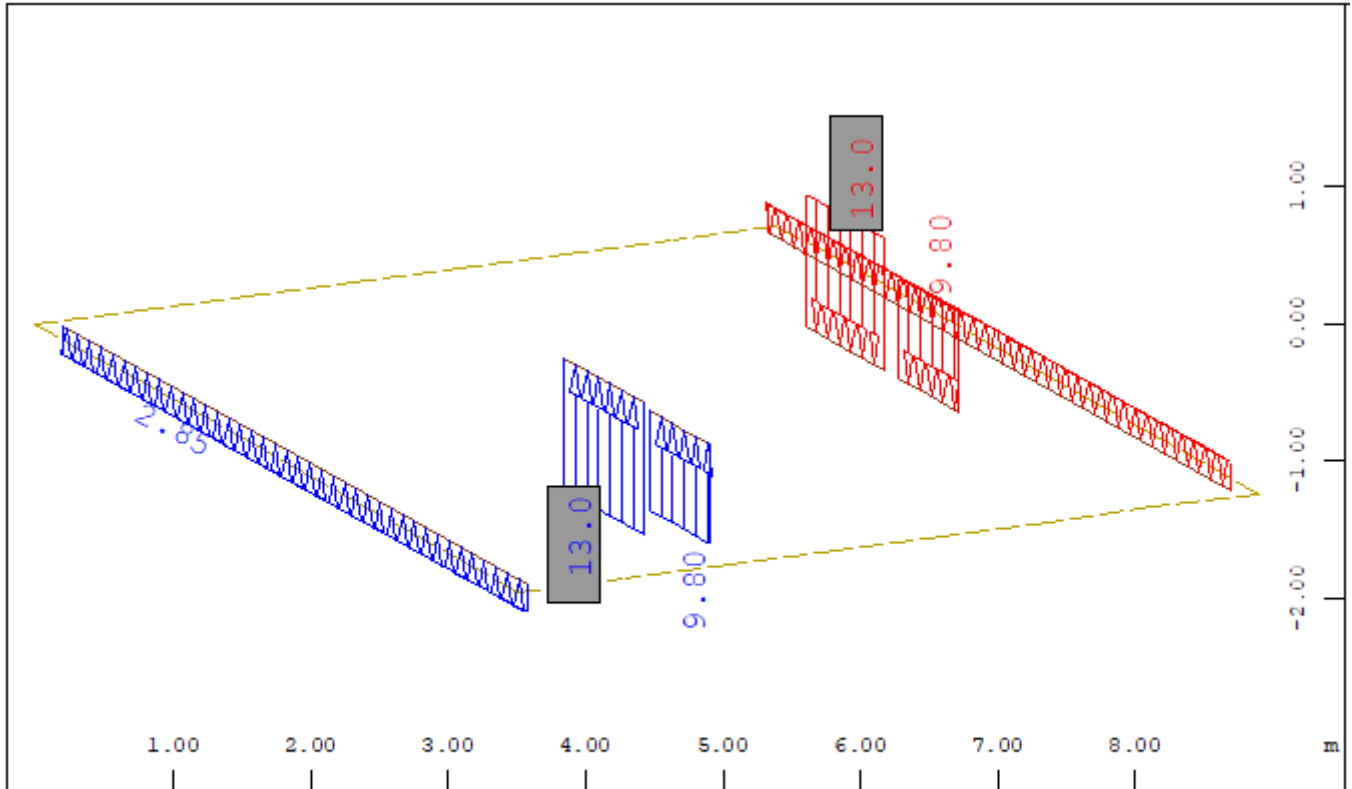


Fig. 38 –Inerzia sismica direzione x

<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 155 di 194

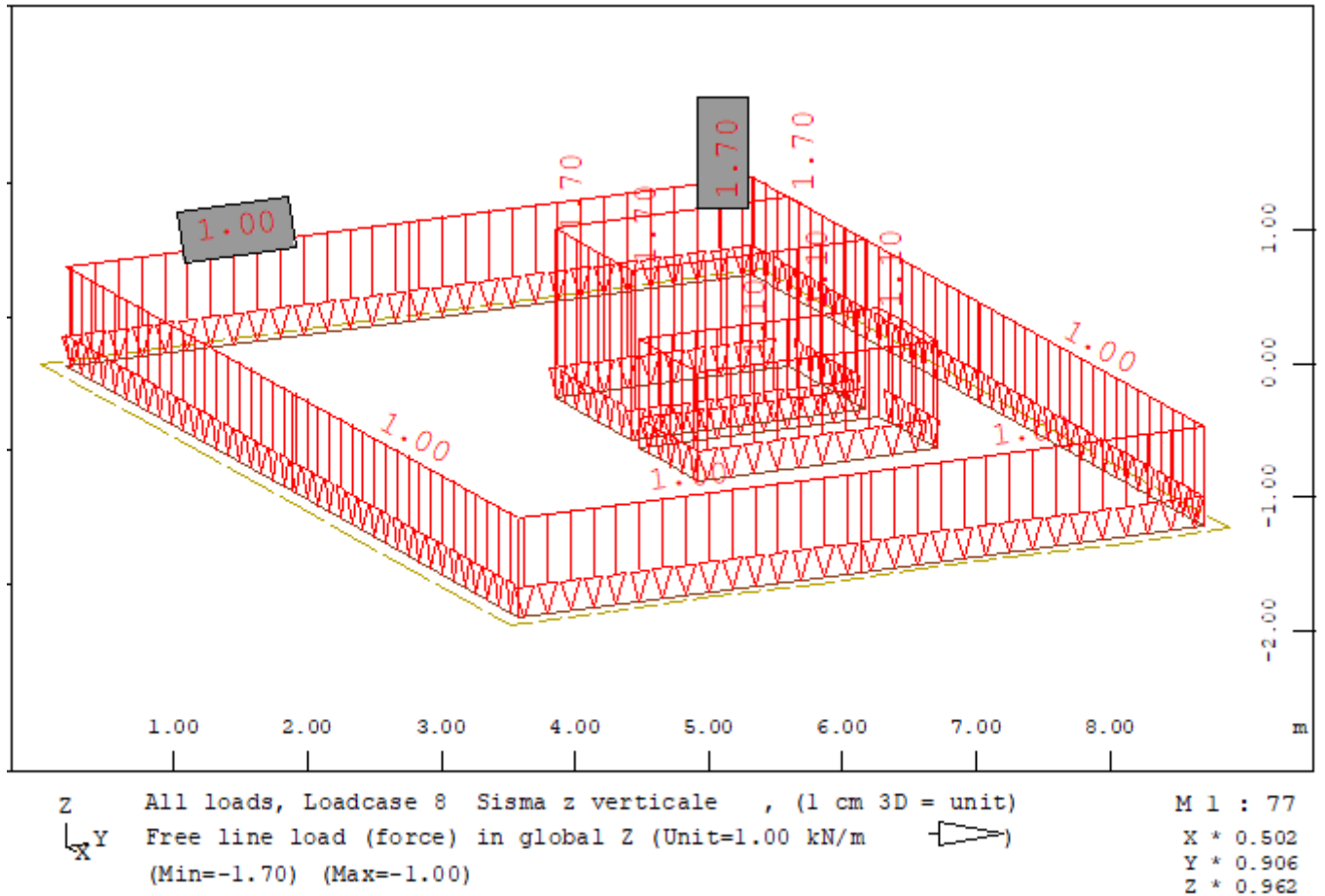


Z All loads, Loadcase 7 Sisma y lato lungo , (1 cm 3D = unit)  
 Free line load (force) in global Z (Unit=10.0 kN/m  
 (Min=-13.0) (Max=13.0)

M 1 : 77  
 X \* 0.502  
 Y \* 0.906  
 Z \* 0.962

**Fig. 39 –Inerzia sismica direzione y**

<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 GCF</b> <b>ELETTRI-FER M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA03B0 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>156 di 194</b>



**Fig. 40 –Inerzia sismica direzione z**

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 157 di 194

## 28 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni (2.5.3 – NTC2018).

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

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

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

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

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

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

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

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

- Combinazione sismica impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

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

I valori dei coefficienti parziali per le azioni sono riportati nella tabella sottostante, tratti dalla Tabella 2.5.1 in funzione delle diverse categorie di carico.

	Q <sub>K,E</sub>	Q <sub>K,Neve</sub>	Q <sub>K,Wind</sub>
Ψ <sub>0</sub>	1,00	0,50	0,60
Ψ <sub>1</sub>	0,90	0,20	0,20
Ψ <sub>2</sub>	0,80	0,00	0,00

Per le verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) si adotta l'Approccio Progettuale 2, in cui si impiega un'unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali definiti per le Azioni (A), per la resistenza dei materiali (M) e, eventualmente, per la resistenza globale (R). In tale approccio, per le azioni si impiegano i coefficienti γ<sub>F</sub> riportati nella colonna A1 della Tabella 2.6.1 delle NTC 2018, di seguito riportata

Tabella 6.2.1 – Coefficienti parziali relativi alle azioni per le verifiche agli sls

Azione		Coefficiente γ <sub>F</sub>	A1 STR	A2 GEO
Carichi Permanenti	Favorevoli	γ <sub>G1</sub>	1,00	1,00
	Sfavorevoli		1,30	1,00
Carichi Permanenti non strutturali	Favorevoli	γ <sub>G2</sub>	0,00	0,00
	Sfavorevoli		1,50	1,30
Carichi Variabili	Favorevoli	γ <sub>Qi</sub>	0,00	0,00
	Sfavorevoli		1,50	1,30

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 158 di 194

I valori dei coefficienti parziali per i parametri del terreno  $\gamma_M$  sono dati dalla seguente tabella:

Parametro	Coefficiente parziale	
	$\gamma_M$	
	M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza a taglio $\tan \varphi'_k$	1,0 0	1,2 5
Coesione efficace $c'_k$	1,0 0	1,2 5
Resistenza non drenata $c_{uk}$	1,0 0	1,4 0
Peso dell'unità di volume di terreno $\gamma$	1,0 0	1,0 0

Le verifiche SLU, di tipo geotecnico (GEO) e strutturale (STR) sono svolte secondo NTC 2018 e quindi in riferimento alla combinazione A1 + M1 + R3.

Le combinazioni vengono eseguito in modo automatizzato dal software prendendo le più sfavorevoli.

Nome	G1	G2	Qk_E	Q_wind	Q_snow	E_x	E_y	E_z
SLU_1	1,3	1,5	1,5	1,5*0,6	1,5*0,5	0,0	0,0	0,0
SLU_2	1,3	1,5	1,5*1,0	1,5	1,5*0,5	0,0	0,0	0,0
SLU_3	1,3	1,5	1,5*1,0	1,5*0,6	1,5	0,0	0,0	0,0
SLV_1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,3	0,3
SLV_2	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,0	0,3
SLV_3	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	1,0
SLE_RARA_1	1,0	1,0	1,0	0,6	0,5	0,0	0,0	0,0
SLE_RARA_2	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0
SLE_RARA_3	1,0	1,0	1,0	0,6	1,0	0,0	0,0	0,0
SLE_FREQ.1	1,0	1,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SLE_FREQ.2	1,0	1,0	0,8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
SLE_FREQ.3	1,0	1,0	0,8	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
SLE_QP	1,0	1,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

## 28.1 RIEPILOGO COMBINAZIONI

Le sollecitazioni sono raggruppate nelle seguenti Load Case.

Load CASE
-----------

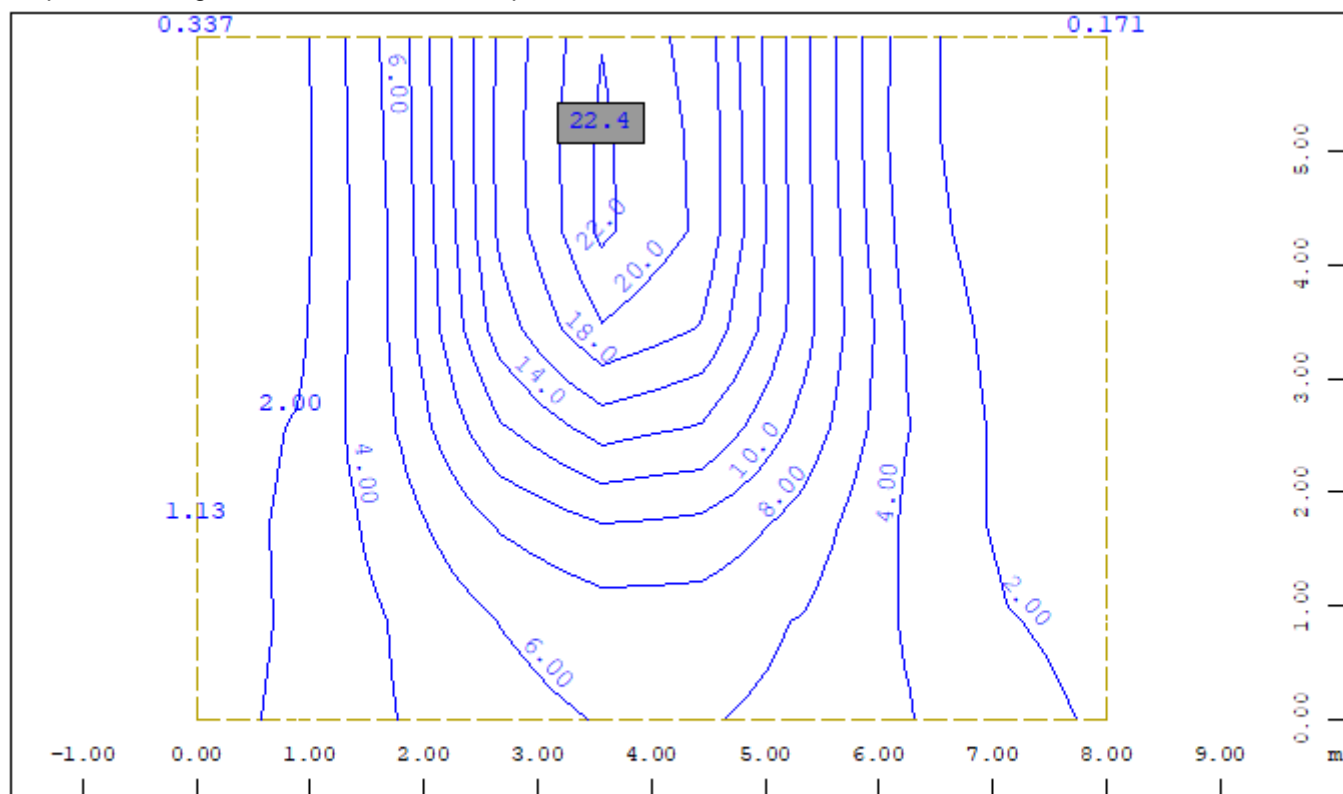
APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>  <b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 159 di 194

Comb. SLU	2100
Comb SLE (rara)	1100
Comb. SLE (freq.)	1200
Comb. SLE (q.P.)	1300
SLV Sisma	3100

Si riportano le sollecitazioni massime (dimensionanti) in modo tabellare estratte dal software per la quale sono state svolte le verifiche strutturali.

## 29 SOLLECITAZIONI

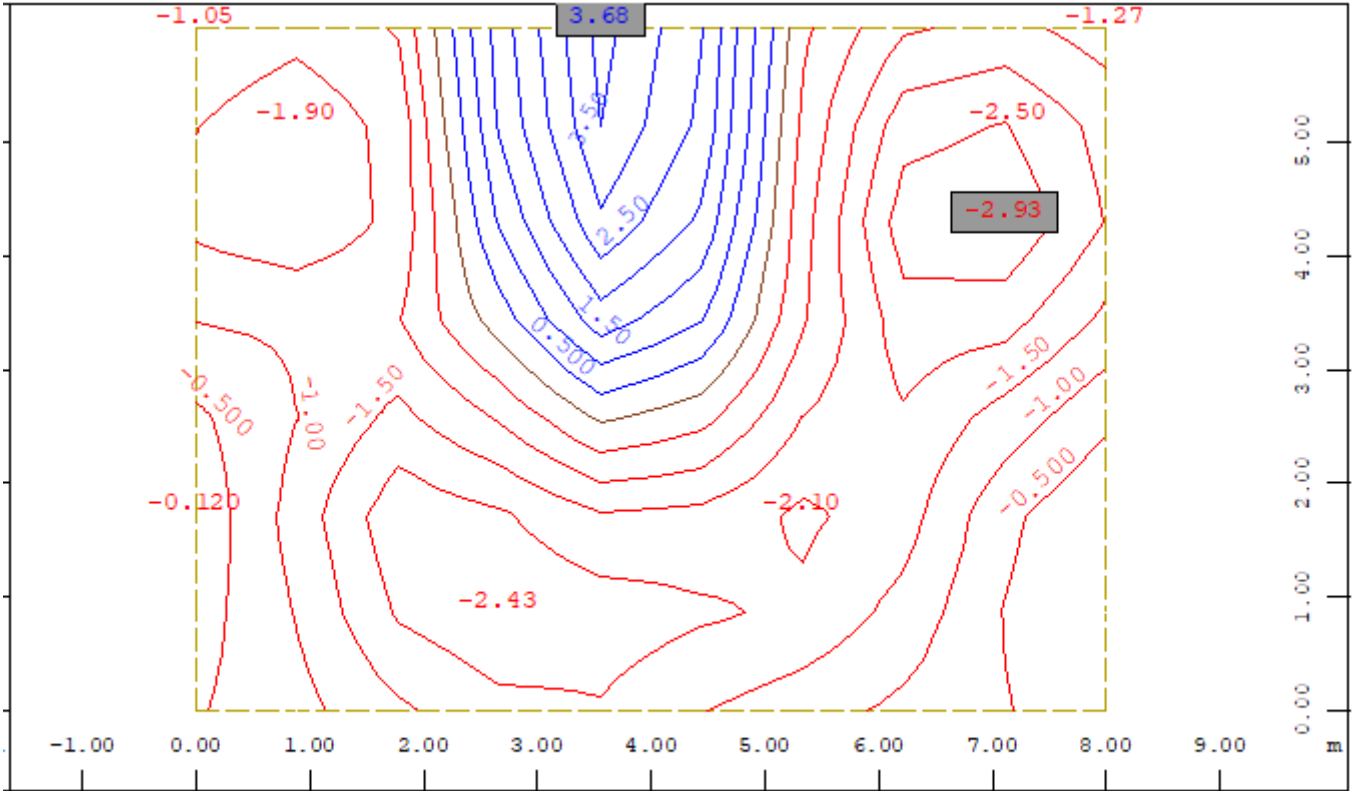
Si riportano i diagrammi delle sollecitazioni per le varie combinazioni.



Y Principal bending moment I from middle of element, Loadcase M 1 : 93  
 X 2101 MAX-MXX QUAD Forces in Quadrilat , from 0.171 to 22.4  
 step 2.00 kNm/m

**Fig. 41 – Involuppo diagramma di massimo momento flettente allo SLU Mxx**

<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 160 di 194

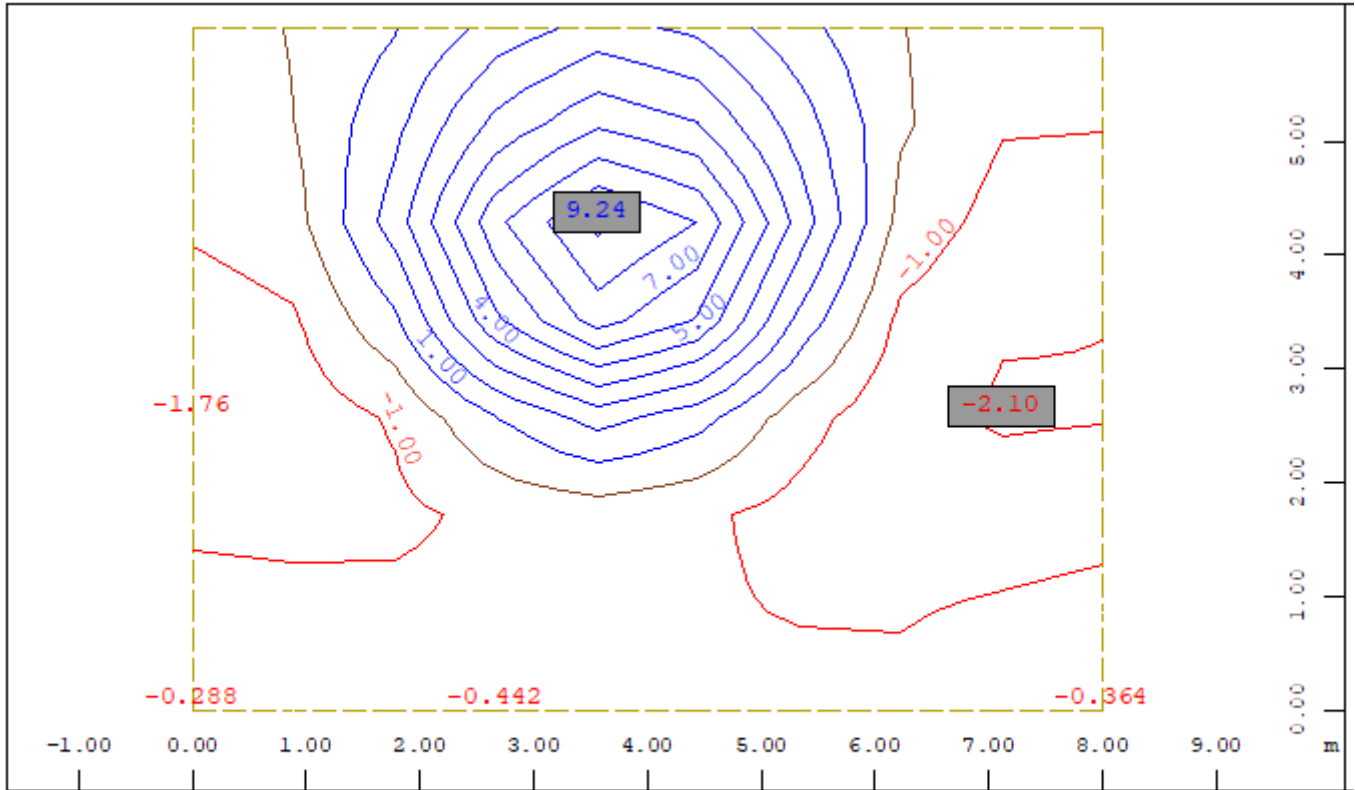


y Principal bending moment I from middle of element, Loadcase M 1 : 93  
 2102 MIN-MXX QUAD Forces in Quadrilat , from -2.93 to 3.68  
 step 0.500 kNm/m  
 X

**Fig. 42 – Involuppo diagramma di minimo momento flettente allo SLU Mxx**



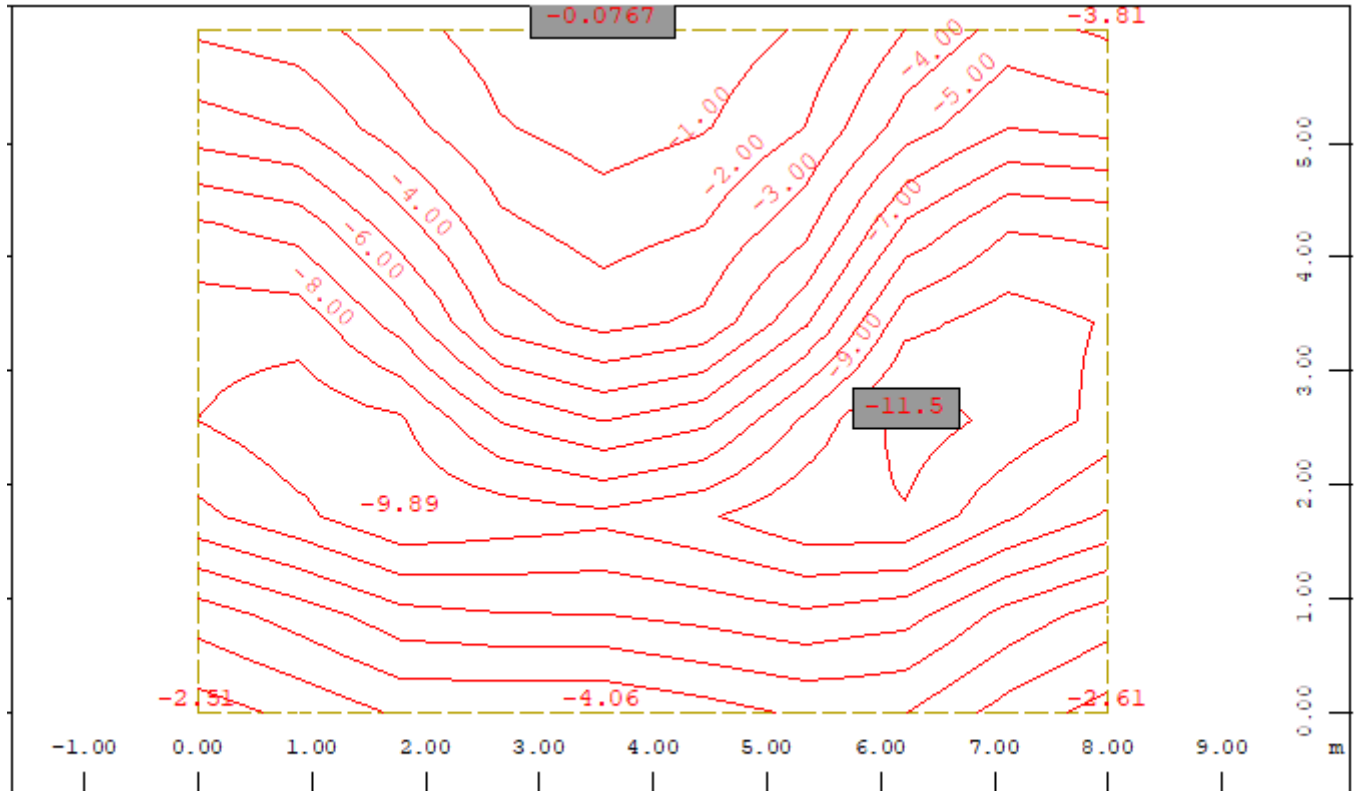
<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING    PINI    GCF</b> <b>    ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 161 di 194



y                      Principal bending moment II from middle of element, Loadcase                      M 1 : 93  
 ↕-x                      2103    MAX-MYY QUAD Forces in Quadrilat                      , from -2.10 to 9.24  
                                  step 1.00 kNm/m

**Fig. 43 – Involuppo diagramma di massimo momento flettente allo SLU Myy**

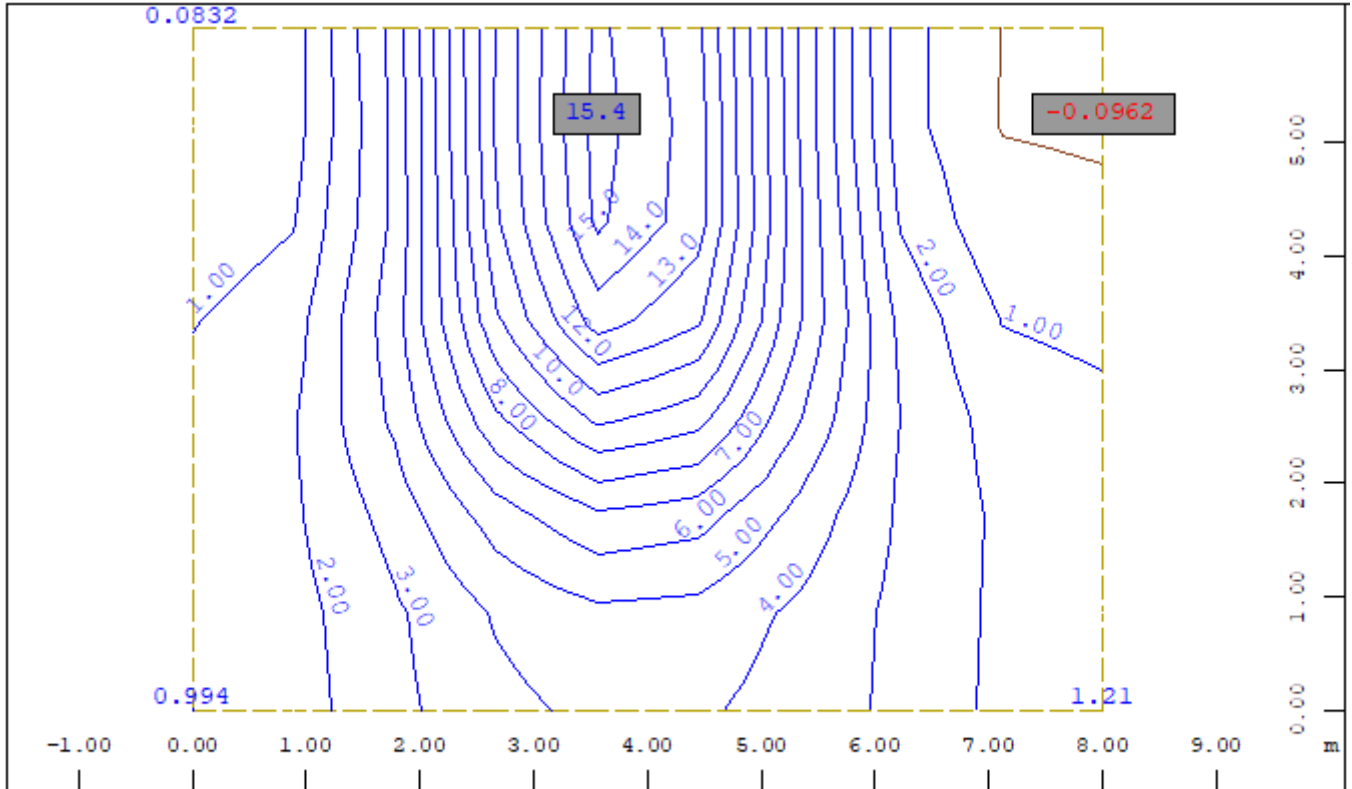
<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING   PINI   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E Z Z CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 162 di 194



y            Principal bending moment II from middle of element, Loadcase                      M 1 : 93  
 ↓ x        2104 MIN-MYY QUAD Forces in Quadrilat                      , from -11.5 to  
              -0.0767 step 1.00 kNm/m

**Fig. 44 – Involuppo diagramma di minimo momento flettente allo SLU Myy**

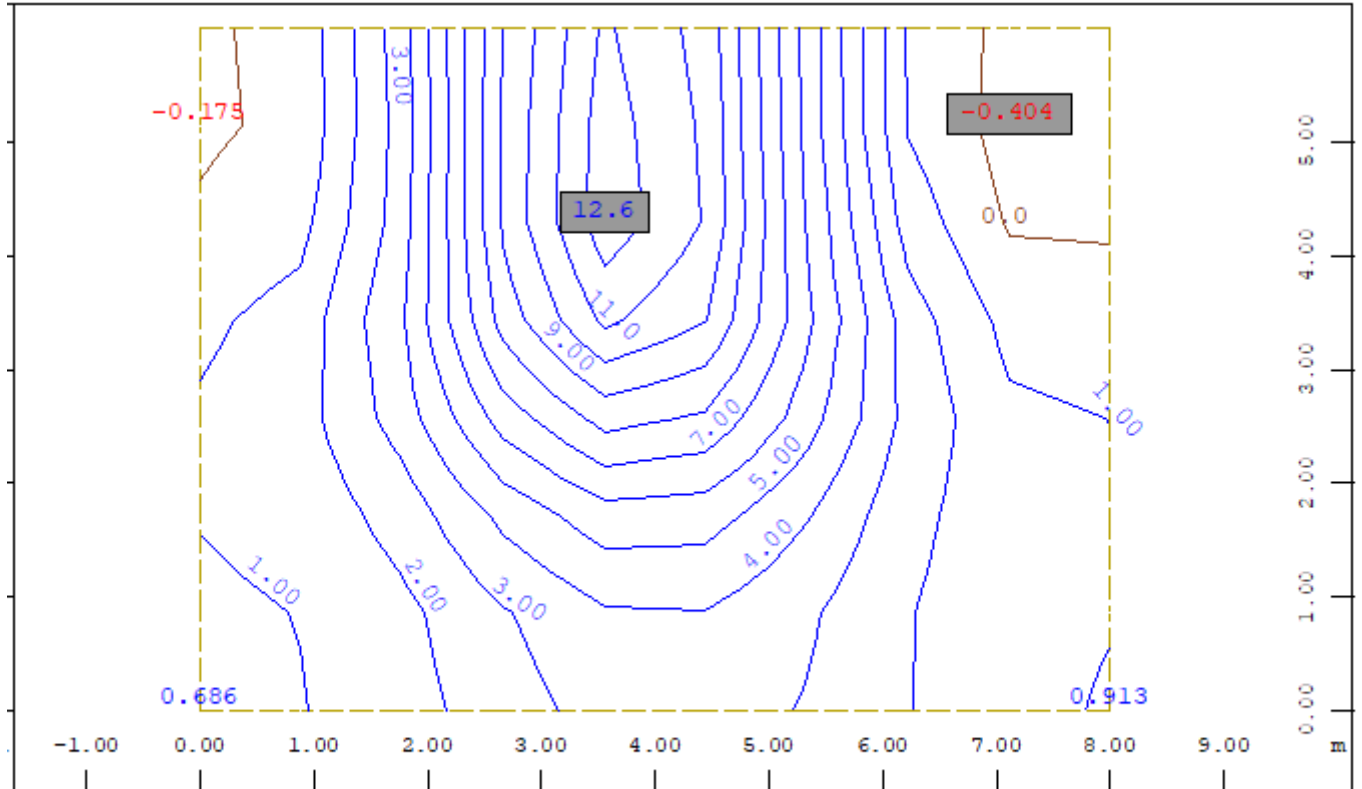
<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING   PINI   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 163 di 194



y Principal bending moment I from middle of element, Loadcase M 1 : 93  
 3101 MAXE-MXX QUAD Forces in Quadrila , from -0.0962 to 15.4  
 step 1.00 kNm/m

**Fig. 45 – Involuppo diagramma di massimo momento flettente allo SLV Mxx**

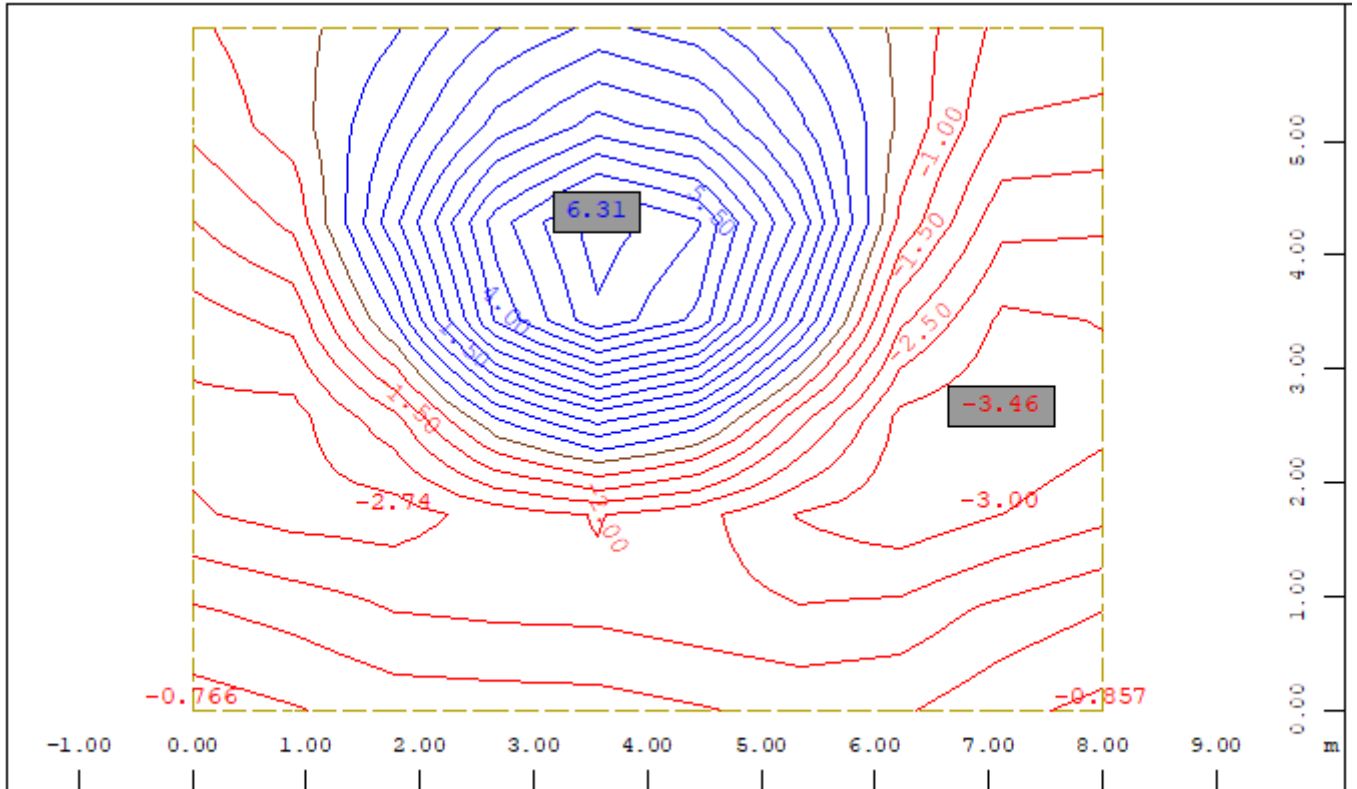
<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING   PINI   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 164 di 194



$\begin{matrix} Y \\ \downarrow \\ X \end{matrix}$ 
 Principal bending moment I from middle of element, Loadcase M 1 : 93  
 3102 MINE-MXX QUAD Forces in Quadrila , from -0.404 to 12.6  
 step 1.00 kNm/m

**Fig. 46 – Involuppo diagramma di minimo momento flettente allo SLV Mxx**

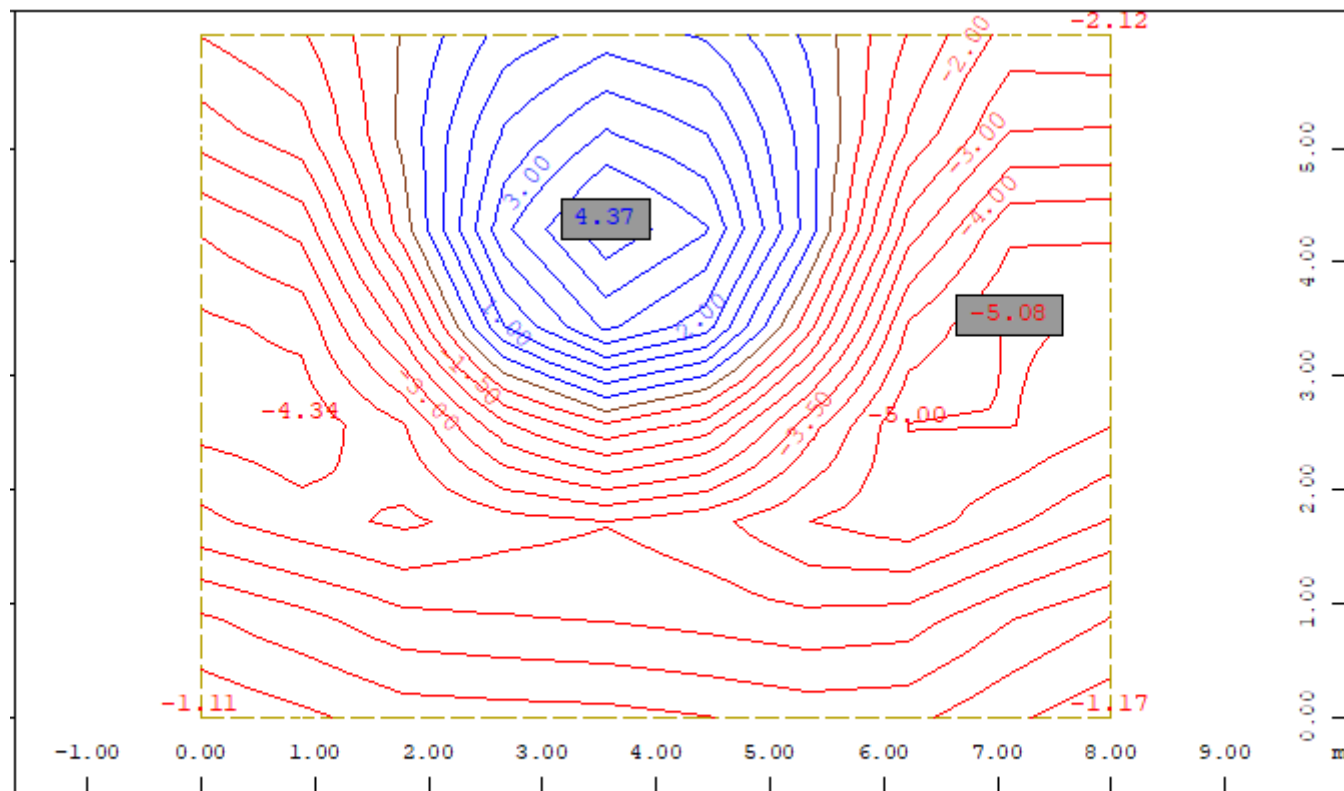
<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING   PINI   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 165 di 194



y Principal bending moment II from middle of element, Loadcase M 1 : 93  
 3103 MAXE-MYY QUAD Forces in Quadrila , from -3.46 to 6.31  
 step 0.500 kNm/m  
 X

**Fig. 47 – Involuppo diagramma di massimo momento flettente allo SLV Myy**

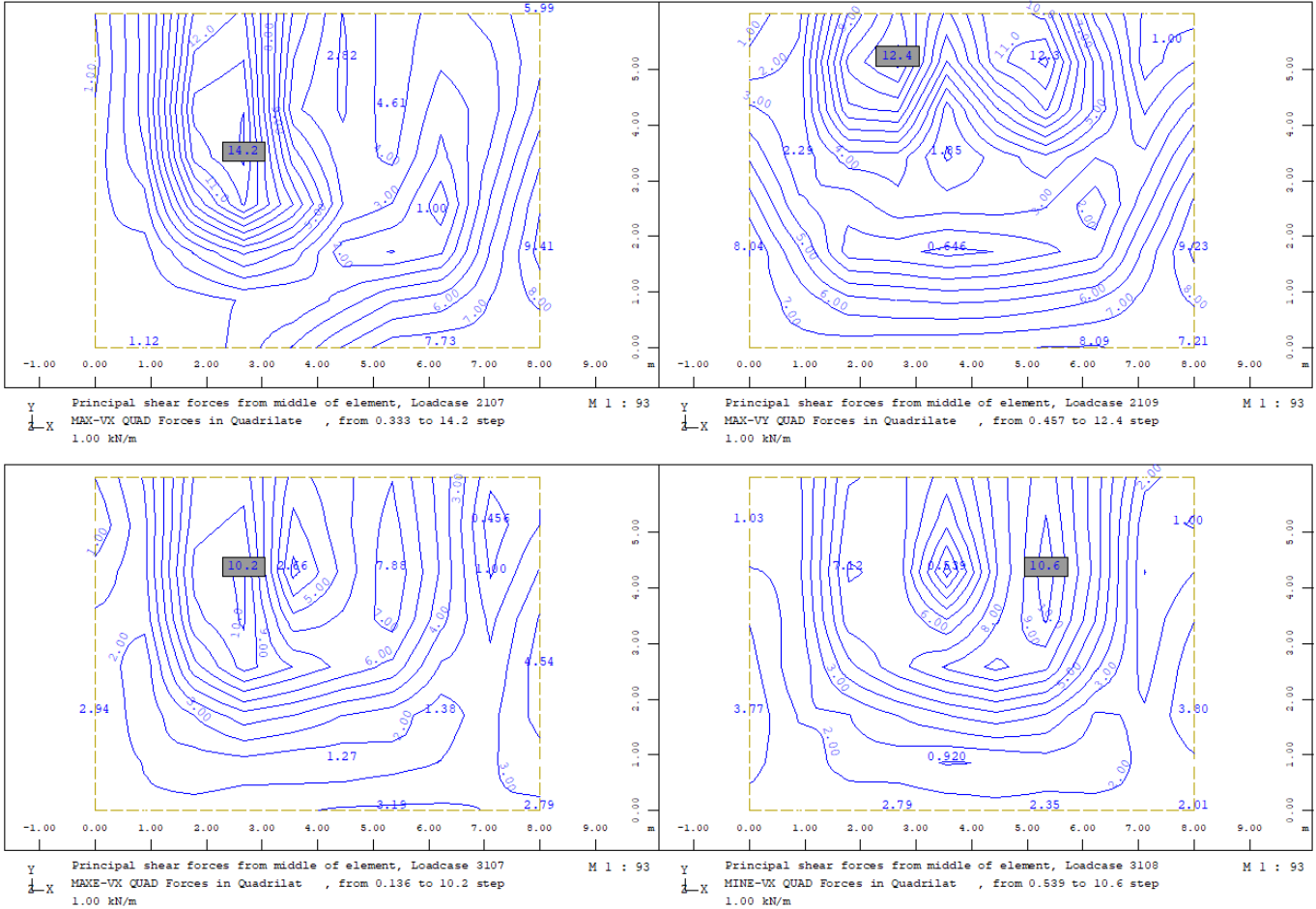
<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                 Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                 Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A             NET ENGINEERING   PINI   GCF</b> <b>ELETTRI-FER                 M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 166 di 194



y Principal bending moment II from middle of element, Loadcase M 1 : 93  
 3104 MINE-MYY QUAD Forces in Quadrila , from -5.08 to 4.37  
 step 0.500 kNm/m  
 X

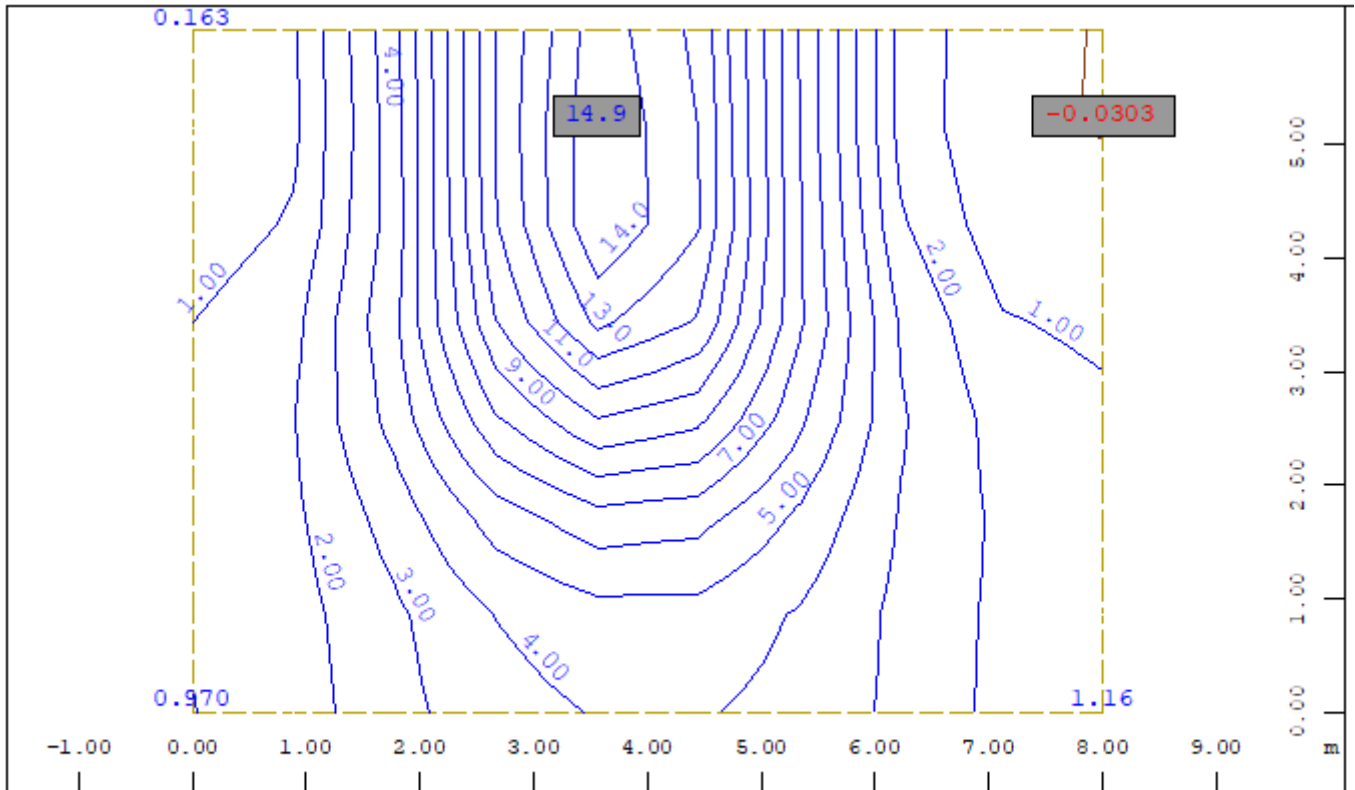
**Fig. 48 – Involuppo diagramma di minimo momento flettente allo SLU Myy**

APPALTATORE: Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV    WEBUILD ITALIA    PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING    PINI    GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione di calcolo</b>		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA03B0 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>167 di 194</b>



**Fig. 49 – Involuppo diagramma di Taglio minimo allo SLU e SLV**

<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   GCF</b> <b>    ELETTRI-FER                    M-INGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 168 di 194

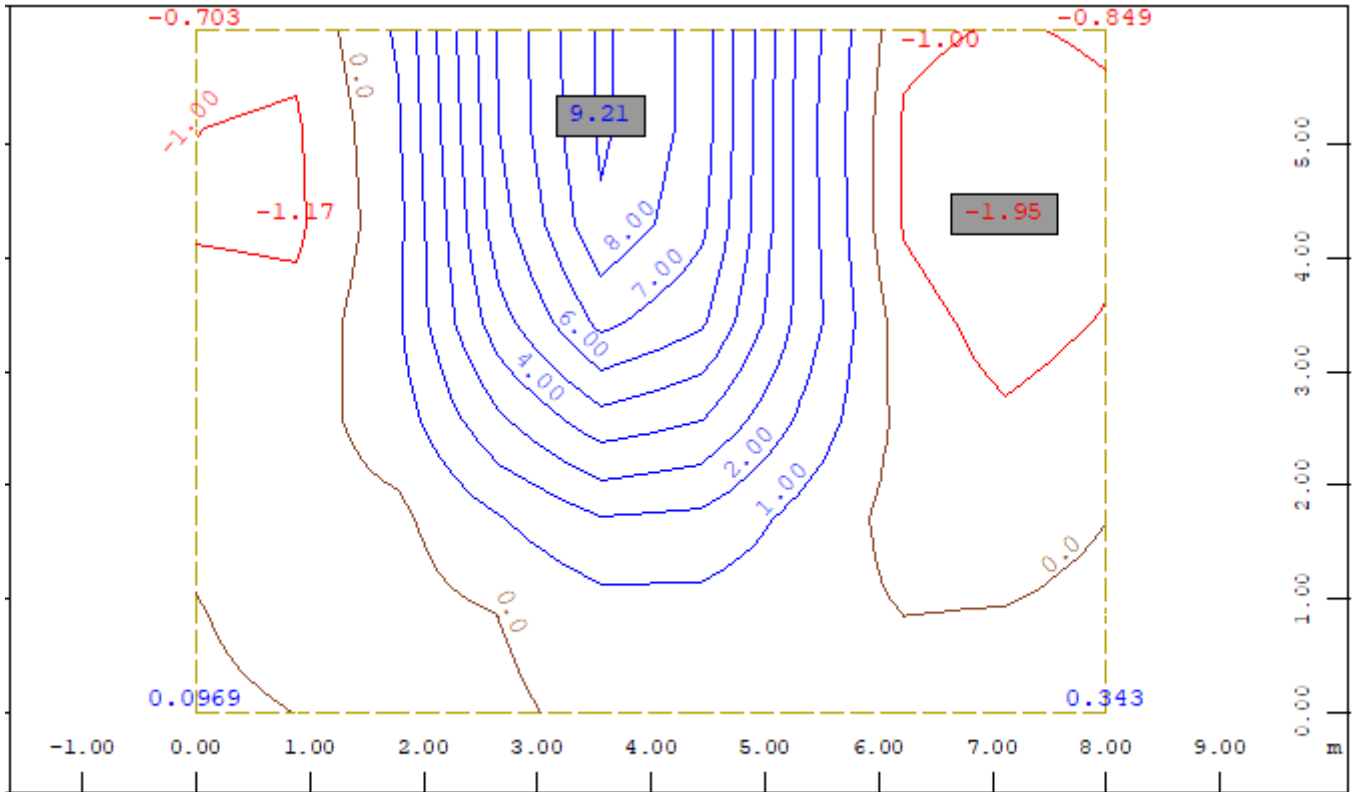


Y Principal bending moment I from middle of element, Loadcase                      M 1 : 93  
 1101 MAXR-MXX QUAD Forces in Quadrila , from -0.0303 to 14.9  
 step 1.00 kNm/m  
 X

**Fig. 50 – Involuppo diagramma di massimo momento flettente allo SLE- RARA Mxx**



<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 169 di 194

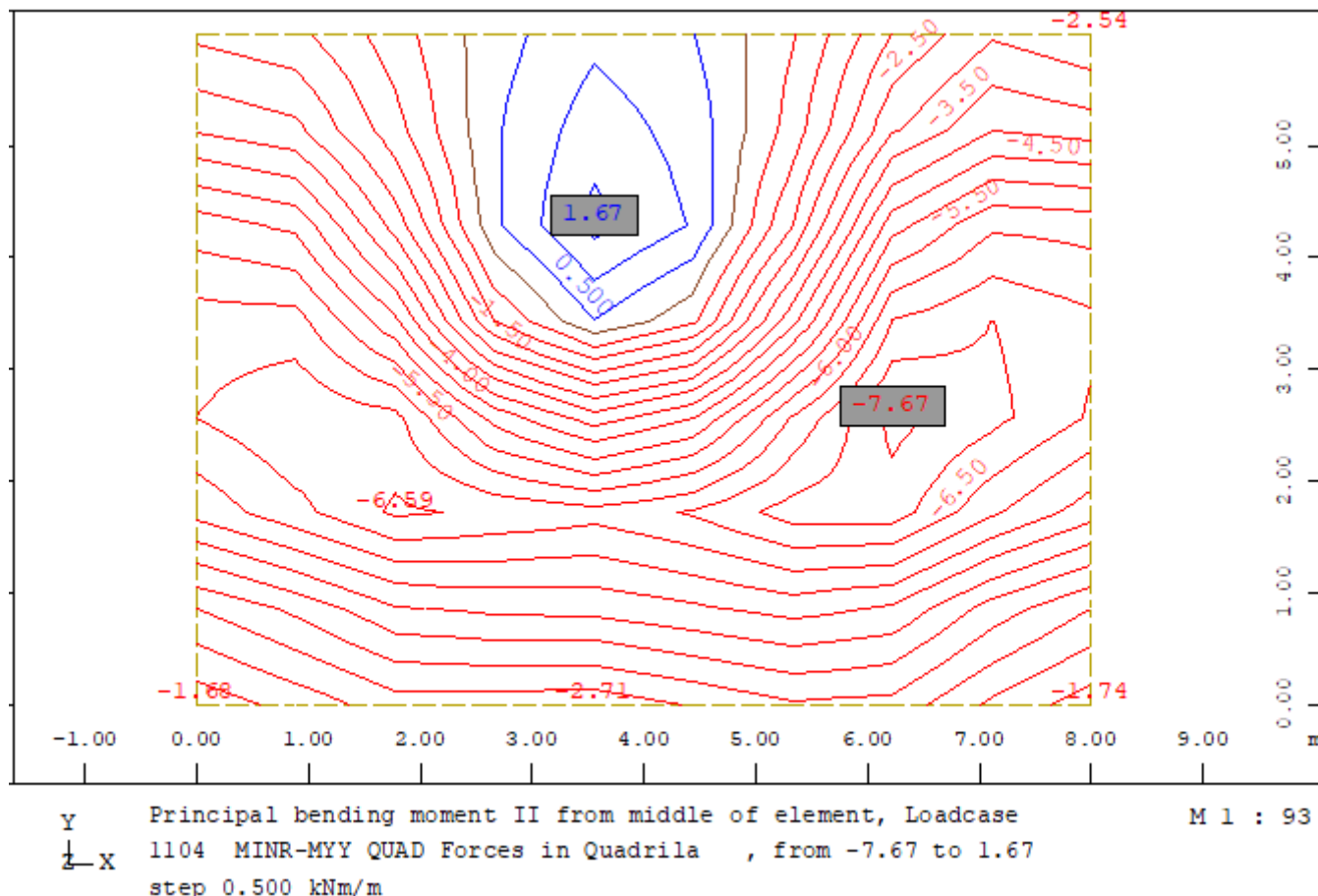


y                      Principal bending moment I from middle of element, Loadcase                      M 1 : 93  
 1102 MINR-MXX QUAD Forces in Quadrila                      , from -1.95 to 9.21  
 step 1.00 kNm/m

**Fig. 51 – Involuppo diagramma di minimo momento flettente allo SLE- RARA Mxx**



<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    GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 171 di 194



**Fig. 53 – Involuppo diagramma di minimo momento flettente allo SLE- RARA Myy**

## 30    TEORIA SULLE VERIFICHE STRUTTURALI

### 30.1 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI A FLESSIONE – PRESSOFLESSIONE

Allo stato limite ultimo, le verifiche a flessione o presso-flessione sono condotte confrontando (per le sezioni più significative) le resistenze ultime e le sollecitazioni massime agenti, valutando di conseguenza il corrispondente fattore di sicurezza.

### 30.2 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI A TAGLIO

La verifica allo stato limite ultimo per azioni di taglio è condotta secondo quanto prescritto dal DM17/01/2018, per elementi con armatura a taglio verticali.

Si fa, pertanto, riferimento ai seguenti valori della resistenza di calcolo:

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B FOGLIO 172 di 194

$$V_{Rd,c} = \max \left\{ \left[ 0.18 / \gamma_c \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d; (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \right\},$$

resistenza di calcolo dell'elemento privo di armatura a taglio

$$V_{Rd,s} = 0.9 \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot (\cot \alpha + \cot \vartheta) \cdot \sin \alpha, \text{ valore di progetto dello sforzo di taglio che può}$$

essere sopportato dall'armatura a taglio alla tensione di snervamento

$$V_{Rd,max} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} (\cot \alpha + \cot \vartheta) / (1 + \cot^2 \vartheta), \text{ valore di progetto del massimo sforzo di}$$

taglio che può essere sopportato dall'elemento, limitato dalla rottura delle bielle compresse.

Nelle espressioni precedenti, i simboli hanno i seguenti significati:

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2 \text{ con } d \text{ in mm};$$

$$\rho_1 = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \leq 0.02;$$

$A_{sl}$  è l'area dell'armatura tesa;

$b_w$  è la larghezza minima della sezione in zona tesa;

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} < 0.2 \cdot f_{cd};$$

$N_{Ed}$  è la forza assiale nella sezione dovuta ai carichi;

$A_c$  è l'area della sezione di calcestruzzo;

$$v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2};$$

$1 \leq \cot \vartheta \leq 2.5$  è l'inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave

$A_{sw}$  è l'area della sezione trasversale dell'armatura a taglio;

$s$  è il passo delle staffe;

$f_{ywd}$  è la tensione di snervamento di progetto dell'armatura a taglio;

$f'_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd}$  è la resistenza ridotta a compressione del calcestruzzo d'anima;

$\alpha_{cw} = 1$  è un coefficiente che tiene conto dell'interazione tra la tensione nel corrente compresso e qualsiasi tensione di compressione assiale

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A                      NET ENGINEERING                      PINI                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>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>FA03B0 000</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>173 di</b> <b>194</b>

### 30.3 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

Si effettuano le seguenti verifiche agli stati limite di esercizio:

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

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.

## 31 VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE

Eseguito il modello di calcolo bidimensionale in sofistik, si ricavano le sollecitazioni con le quali si sono eseguite le verifiche strutturali agli SLU e SLE.

Le verifiche strutturali sono svolte in modo automatizzato dal software sofistik.

Le verifiche strutturali rispecchiano i limiti normativi riportati al capitolo 12.

## 32 VERIFICHE STRUTTURALI

Le verifiche strutturali del basamento GE sono state eseguite tramite il postprocessore di sofistik.

Il software suddivide in automaticamente in aree la platea e verifica le varie aree per le sollecitazioni agenti a compressione, flessione e a taglio, per le varie combinazioni di carico.

Il programma fornisce il minimo di armatura affinché le verifiche risultino tutte soddisfatte.

Le verifiche iniziano dagli SLU/SLV e prosegue con le verifiche agli SLE (fessurazioni e tensioni).

### 32.1 VERIFICHE ALLO SLU/SLV

Il software effettuando le verifiche avendo impostato i limiti richiesti di fessurazione e di stato tensionale calcola in modo automatizzato il minimo quantitativo di armatura previsto per soddisfare le verifiche di resistenza e di esercizio.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 174 di 194

Il software calcola in modo automatizzato se necessaria armatura a punzonamento, per il caso in esame non è necessaria armatura a punzonamento e si riporta la tabella che mostra che la verifica è soddisfatta.

calcolo combinazione SLU

Required Reinforcements acc. to I EN 1992-1-1(I)

Grp	Element	LC	t [m]	asu [cm2/m]	asu2 [cm2/m]	asu3 [cm2/m]	asl [cm2/m]	asl2 [cm2/m]	asl3 [cm2/m]	supp [-]	shear [-]	ass [cm2/m2]
10	100001	max.	0.400	0.13	0.21		0.13	0.08			1	
	100002	max.	0.400	0.23	0.33		0.28	0.06			1	
	100003	max.	0.400	0.23	0.38		0.40	0.08			1	
	100004	max.	0.400	0.18	0.33		0.42	0.08			1	
	100005	max.	0.400	0.18	0.37		0.44	0.09			1	
	100006	max.	0.400	0.25	0.45		0.53	0.11			1	
	100007	max.	0.400	0.31	0.45		0.43	0.09			1	
	100008	max.	0.400	0.30	0.36		0.30	0.14			1	
	100009	max.	0.400	0.15	0.22		0.15	0.12			1	
	100010	max.	0.400	0.28	0.55		0.18	0.11			1	
	100011	max.	0.400	0.38	0.74		0.32	0.08			1	
	100012	max.	0.400	0.27	0.84		0.46	0.09			1	
	100013	max.	0.400	0.18	0.77		0.53	0.11			1	
	100014	max.	0.400	0.17	0.78		0.56	0.11			1	
	100015	max.	0.400	0.28	0.93		0.60	0.12			1	
	100016	max.	0.400	0.45	0.90		0.48	0.10			1	
	100017	max.	0.400	0.51	0.75		0.31	0.13			1	
	100018	max.	0.400	0.31	0.54		0.19	0.17			1	
	100019	max.	0.400	0.39	0.76		0.21	0.10			1	
	100020	max.	0.400	0.52	0.91		0.38	0.13			1	
	100021	max.	0.400	0.29	0.93		0.72	0.14			1	
	100022	max.	0.400	0.13	0.67		0.86	0.17			1	
	100023	max.	0.400	0.13	0.65		0.91	0.18			1	
	100024	max.	0.400	0.26	0.97		0.92	0.18			1	
	100025	max.	0.400	0.55	1.04		0.55	0.18			1	
	100026	max.	0.400	0.68	0.95		0.31	0.15			1	
	100027	max.	0.400	0.43	0.78		0.20	0.12			1	
	100028	max.	0.400	0.42	0.77		0.18	0.07			1	
	100029	max.	0.400	0.58	0.79		0.35	0.22			1	
	100030	max.	0.400	0.24	0.48		0.87	0.42			1	
	100031	max.	0.400	0.05	0.27		1.28	0.47			1	
	100032	max.	0.400	0.05	0.25		1.34	0.48			1	
	100033	max.	0.400	0.17	0.40		1.15	0.52			1	
	100034	max.	0.400	0.55	0.82		0.57	0.35			1	
	100035	max.	0.400	0.76	0.92		0.23	0.14			1	
	100036	max.	0.400	0.46	0.85		0.16	0.04			1	
	100037	max.	0.400	0.37	0.68		0.08	0.06			1	
	100038	max.	0.400	0.47	0.57		0.24	0.19			1	
	100039	max.	0.400	0.13	0.30		0.87	0.53			1	
	100040	max.	0.400	0.03	0.15		1.47	0.75			1	
	100041	max.	0.400	0.03	0.14		1.59	0.83			1	
	100042	max.	0.400	0.07	0.28		1.22	0.71			1	
	100043	max.	0.400	0.37	0.47		0.49	0.36			1	
	100044	max.	0.400	0.71	0.79		0.10	0.09			1	
	100045	max.	0.400	0.43	0.81		0.06	0.03			1	
	100046	max.	0.400	0.28	0.50		0.04	0.05			1	
	100047	max.	0.400	0.28	0.38		0.18	0.11			1	
	100048	max.	0.400	0.05	0.19		0.79	0.33			1	
	100049	max.	0.400	0.02	0.08		1.50	0.59			1	
	100050	max.	0.400	0.01	0.07		1.62	0.67			1	
	100051	max.	0.400	0.03	0.16		1.14	0.49			1	
	100052	max.	0.400	0.26	0.32		0.40	0.22			1	
	100053	max.	0.400	0.57	0.58		0.06	0.07			1	
	100054	max.	0.400	0.36	0.63		0.02	0.03			1	
	100055	max.	0.400	0.18	0.22		0.03	0.02			1	
	100056	max.	0.400	0.18	0.16		0.19	0.04			1	
	100057	max.	0.400	0.01	0.06		0.82	0.16			1	

APPALTATORE: Consorzio                      Soci HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING   PINI   GCF ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA          II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 175 di 194

calcolo combinazione SLU

Required Reinforcements acc. to I EN 1992-1-1(I)

Grp	Element	LC	t [m]	asu [cm2/m]	asu2 [cm2/m]	asu3 [cm2/m]	as1 [cm2/m]	as12 [cm2/m]	as13 [cm2/m]	supp [-]	shear [-]	ass [cm2/m2]
10	100058	max.	0.400		0.01		1.47	0.29			1	
	100059	max.	0.400				1.54	0.31			1	
	100060	max.	0.400	0.01	0.05		1.05	0.21			1	
	100061	max.	0.400	0.19	0.15		0.39	0.08			1	
	100062	max.	0.400	0.43	0.27		0.06	0.04			1	
	100063	max.	0.400	0.27	0.28		0.02	0.02			1	
Grp	primary group number				asu2	Cross reinforcements (2nd layer)		Top				
Element	element number				asu3	Third reinforcements		Top				
LC	load case				as1	Principal reinforcements (1st layer)		Bottom				
t	plate thickness				as12	Cross reinforcements (2nd layer)		Bottom				
asu	Principal reinforcements (1st layer)				as13	Third reinforcements		Bottom				
supp	reduction factor for the shear force near supports, punc-point in punching zone -> punching shear design											
shear	shear zone: 1=0k, punc=punching area, 1s=asu/1 increased for shear, 1d=for punching, 2=required ass, 2m=minimum shear reinf.											
ass	Shear reinforcement											

Se fosse stata necessaria armatura a punzonamento nella colonna shear sarebbe stato plottato il valore “1d” che rappresenta l’incremento di armatura quali spilli per punzonamento. Nella colonna “ass” il software plotta il quantitativo di armatura necessaria a taglio, nel caso in esame la verifica è soddisfatta senza che sia necessaria armatura a taglio.

Si riporta l’armatura per la combinazione SLV.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 176 di 194

Combinazione sismica SLV

Required Reinforcements acc. to I EN 1992-1-1(I)

Grp	Element	LC	t [m]	asu [cm2/m]	asu2 [cm2/m]	asu3 [cm2/m]	asl [cm2/m]	asl2 [cm2/m]	asl3 [cm2/m]	sup	shear [-]	ass [cm2/m2]
0	100001	max.	0.400	0.13	0.21		0.13	0.08			1	
	100002	max.	0.400	0.23	0.33		0.28	0.06			1	
	100003	max.	0.400	0.23	0.38		0.40	0.08			1	
	100004	max.	0.400	0.18	0.33		0.42	0.08			1	
	100005	max.	0.400	0.18	0.37		0.44	0.09			1	
	100006	max.	0.400	0.25	0.45		0.53	0.11			1	
	100007	max.	0.400	0.31	0.45		0.43	0.09			1	
	100008	max.	0.400	0.30	0.36		0.30	0.14			1	
	100009	max.	0.400	0.15	0.22		0.15	0.12			1	
	100010	max.	0.400	0.28	0.55		0.18	0.11			1	
	100011	max.	0.400	0.38	0.74		0.32	0.08			1	
	100012	max.	0.400	0.27	0.84		0.46	0.09			1	
	100013	max.	0.400	0.18	0.77		0.53	0.11			1	
	100014	max.	0.400	0.17	0.78		0.56	0.11			1	
	100015	max.	0.400	0.28	0.93		0.60	0.12			1	
	100016	max.	0.400	0.45	0.90		0.48	0.10			1	
	100017	max.	0.400	0.51	0.75		0.31	0.13			1	
	100018	max.	0.400	0.31	0.54		0.19	0.17			1	
	100019	max.	0.400	0.39	0.76		0.21	0.10			1	
	100020	max.	0.400	0.52	0.91		0.38	0.13			1	
	100021	max.	0.400	0.29	0.93		0.72	0.14			1	
	100022	max.	0.400	0.13	0.67		0.86	0.17			1	
	100023	max.	0.400	0.13	0.65		0.91	0.18			1	
	100024	max.	0.400	0.26	0.97		0.92	0.18			1	
	100025	max.	0.400	0.55	1.04		0.55	0.18			1	
	100026	max.	0.400	0.68	0.95		0.31	0.15			1	
	100027	max.	0.400	0.43	0.78		0.20	0.12			1	
	100028	max.	0.400	0.42	0.77		0.18	0.07			1	
	100029	max.	0.400	0.58	0.79		0.35	0.22			1	
	100030	max.	0.400	0.24	0.48		0.87	0.42			1	
	100031	max.	0.400	0.05	0.27		1.28	0.47			1	
	100032	max.	0.400	0.05	0.25		1.34	0.48			1	
	100033	max.	0.400	0.17	0.40		1.15	0.52			1	
	100034	max.	0.400	0.55	0.82		0.57	0.35			1	
	100035	max.	0.400	0.76	0.92		0.23	0.14			1	
	100036	max.	0.400	0.46	0.85		0.16	0.04			1	
	100037	max.	0.400	0.37	0.68		0.08	0.06			1	
	100038	max.	0.400	0.47	0.57		0.24	0.19			1	
	100039	max.	0.400	0.13	0.30		0.87	0.53			1	
	100040	max.	0.400	0.03	0.15		1.47	0.75			1	
	100041	max.	0.400	0.03	0.14		1.59	0.83			1	
	100042	max.	0.400	0.07	0.28		1.22	0.71			1	
	100043	max.	0.400	0.37	0.47		0.49	0.36			1	
	100044	max.	0.400	0.71	0.79		0.10	0.09			1	
	100045	max.	0.400	0.43	0.81		0.06	0.03			1	
	100046	max.	0.400	0.28	0.50		0.04	0.05			1	
	100047	max.	0.400	0.28	0.38		0.18	0.11			1	
	100048	max.	0.400	0.05	0.19		0.79	0.33			1	
	100049	max.	0.400	0.02	0.08		1.50	0.59			1	
	100050	max.	0.400	0.01	0.07		1.62	0.67			1	
	100051	max.	0.400	0.03	0.16		1.14	0.49			1	
	100052	max.	0.400	0.26	0.32		0.40	0.22			1	
	100053	max.	0.400	0.57	0.58		0.06	0.07			1	
	100054	max.	0.400	0.36	0.63		0.02	0.03			1	
	100055	max.	0.400	0.18	0.22		0.03	0.02			1	
	100056	max.	0.400	0.18	0.16		0.19	0.04			1	
	100057	max.	0.400	0.01	0.06		0.82	0.16			1	



APPALTATORE: Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>		<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING   PINI   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA03B0 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>177 di 194</b>

Combinazione sismica SLV

**Required Reinforcements acc. to I EN 1992-1-1(I)**

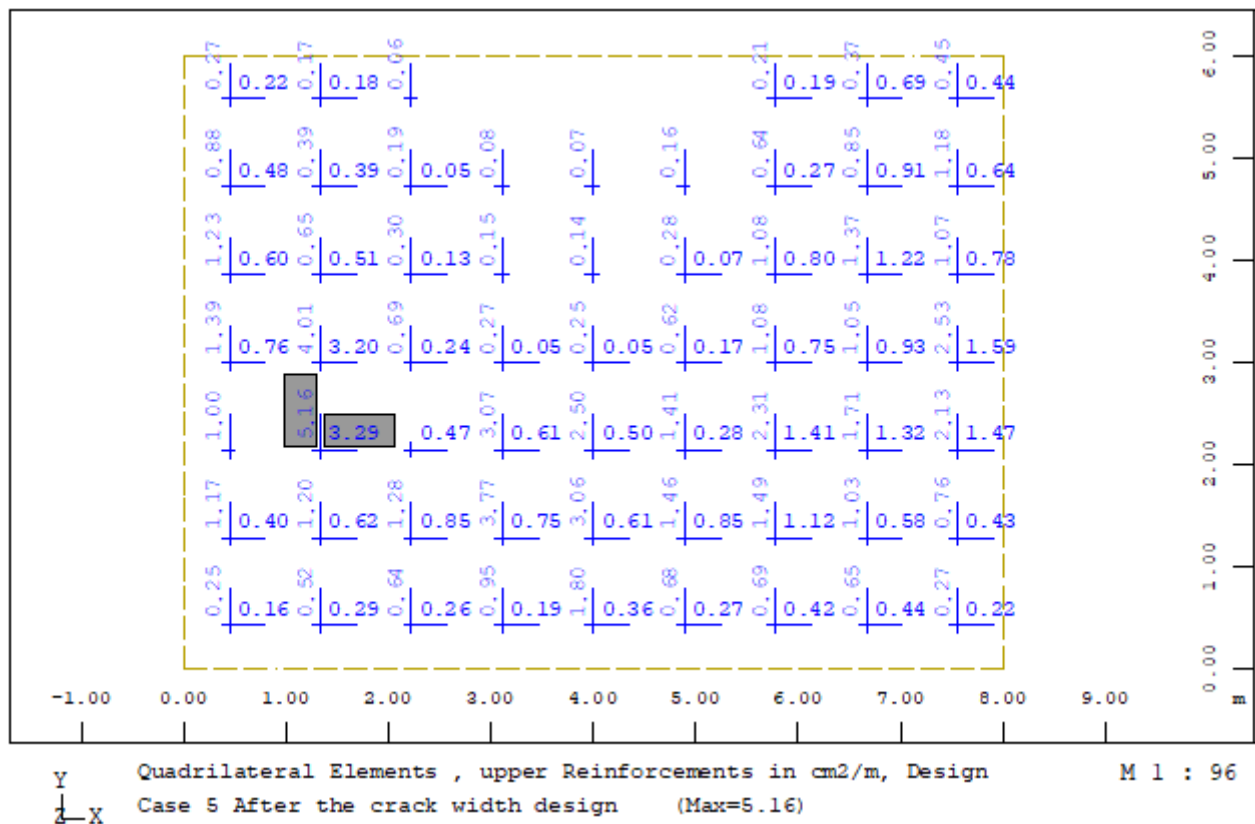
Grp	Element	LC	t [m]	asu [cm2/m]	asu2 [cm2/m]	asu3 [cm2/m]	asl [cm2/m]	asl2 [cm2/m]	asl3 [cm2/m]	supp [-]	shear [-]	ass [cm2/m2]
0	100058	max.	0.400		0.01		1.47	0.29			1	
	100059	max.	0.400				1.54	0.31			1	
	100060	max.	0.400	0.01	0.05		1.05	0.21			1	
	100061	max.	0.400	0.19	0.15		0.39	0.08			1	
	100062	max.	0.400	0.43	0.27		0.06	0.04			1	
	100063	max.	0.400	0.27	0.28		0.02	0.02			1	

Grp	primary group number	asu2	Cross reinforcements (2nd layer)	Top
Element	element number	asu3	Third reinforcements	Top
LC	load case	asl	Principal reinforcements (1st layer)	Bottom
t	plate thickness	asl2	Cross reinforcements (2nd layer)	Bottom
asu	Principal reinforcements (1st layer) Top	asl3	Third reinforcements	Bottom
supp	reduction factor for the shear force near supports, punc=point in punching zone -> punching shear design			
shear	shear zone: 1=0k, punc=punching area, 1s=asu/l increased for shear, 1d=for punching, 2=required ass, 2m=minimum shear reinf.			
ass	Shear reinforcement			

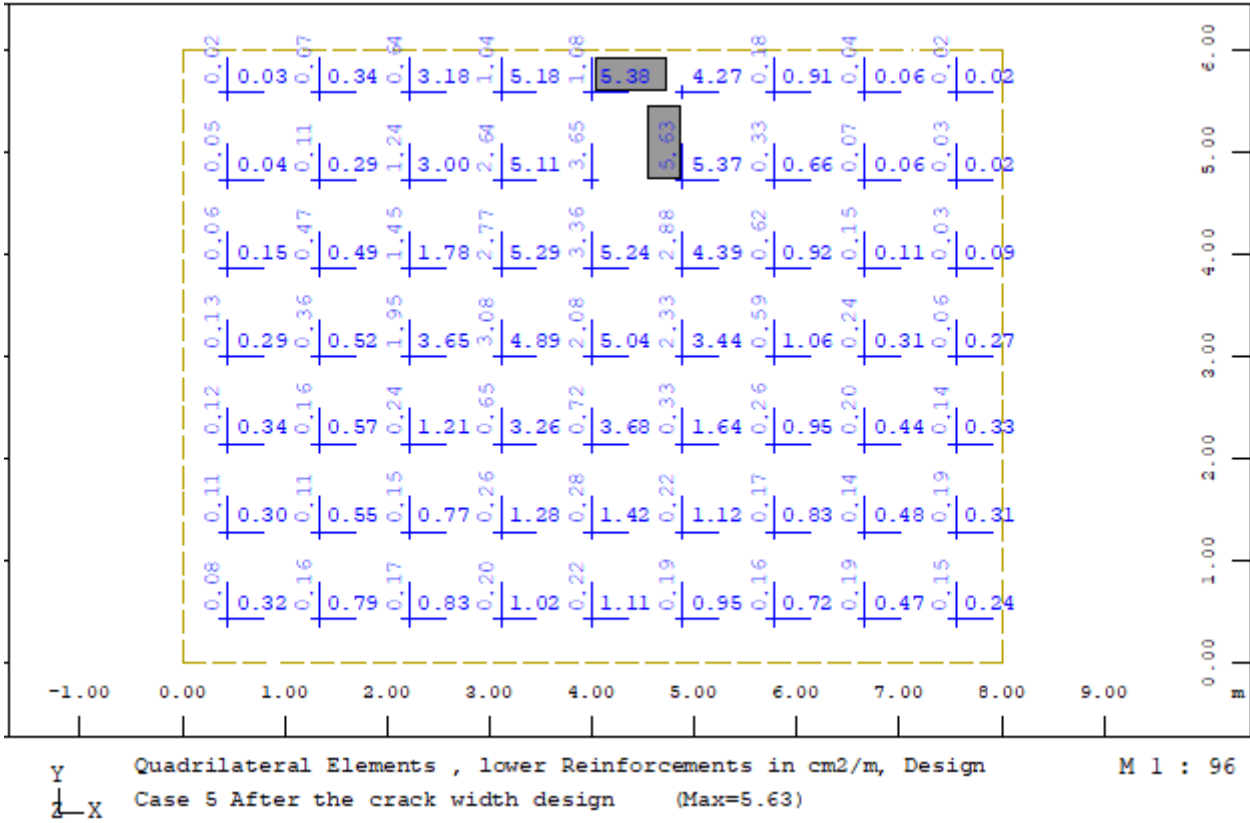
Anche in questo caso non è necessaria armatura a taglio colonna "Shear" e "ass".

Nell'immagine seguente si riporta il minimo quantitativo di armatura richiesta:



**Fig. 54 – Armatura minima a flessione lembo superiore**

<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>		<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo		COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA03B0 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>178 di 194</b>



**Fig. 55 – Armatura minima a flessione lembo inferiore**

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 179 di 194

## 32.2 VERIFICHE ALLO SLE

### 32.2.1 Verifiche delle tensioni

Si riportano i diagrammi che rappresentano lo stato tensionale del cls e dell'acciaio per la combinazione **SLE Rara**.

#### Serviceability limit state control parameters

No	Code	sigS	sigT	CHKC	CHKR	wk [mm]	
1	EN-1992	-	-	0.55	0.75	0.20	Calculation of crack-width acc. EN 1992 7.3.4 Reinforcement has been increased by SLS design -> WINGRAF: Decisive design check✓

Per l'elemento più sollecitato si riportano le verifiche in modo tabellare.

Calcolo tensioni - comb. SLE rara.

#### Steel stress, concrete pressure, stress range

E=ELEM N=NODE	stress range on top			stress range bottom			links Ass [MPa]	concre sig-max [MPa]	steel-l sig-max [MPa]	steel-s sig-max
	asu [MPa]	asu2 [MPa]	asu3 [MPa]	asl [MPa]	asl2 [MPa]	asl3 [MPa]				
E 100029	31.76	29.43	-	161.15	135.16	-	-	-2.31	170.07	-
E 100030	87.37 <sup>1</sup>	131.06 <sup>1</sup>	-	106.19 <sup>1</sup>	122.10 <sup>1</sup>	-	-	-2.55 <sup>1</sup>	173.92 <sup>1</sup>	-
E 100034	132.96 <sup>1</sup>	110.99 <sup>1</sup>	-	134.56 <sup>1</sup>	106.86 <sup>1</sup>	-	-	-2.81 <sup>1</sup>	174.69 <sup>1</sup>	-
E 100041	-	10.57	-	36.72	47.35	-	-	-2.66	95.04	-
E 100043	118.74 <sup>1</sup>	115.09 <sup>1</sup>	-	142.93 <sup>1</sup>	136.54 <sup>1</sup>	-	-	-2.08 <sup>1</sup>	170.70 <sup>1</sup>	-
E 100045	169.75 <sup>1</sup>	133.88 <sup>1</sup>	-	34.86 <sup>1</sup>	33.72 <sup>1</sup>	-	-	-2.52 <sup>1</sup>	249.01 <sup>1</sup>	-
E 100047	129.56 <sup>1</sup>	127.29 <sup>1</sup>	-	138.26 <sup>1</sup>	126.15 <sup>1</sup>	-	-	-1.43 <sup>1</sup>	170.91 <sup>1</sup>	-
E 100056	152.75 <sup>1</sup>	170.16 <sup>1</sup>	-	91.91 <sup>1</sup>	47.19 <sup>1</sup>	-	-	-0.81 <sup>1</sup>	171.63 <sup>1</sup>	-
Maximum	169.75 <sup>1</sup>	170.16 <sup>1</sup>	-	161.15	136.54 <sup>1</sup>	-	-	-2.81 <sup>1</sup>	249.01 <sup>1</sup>	-

<sup>1</sup> reinforcement increased, stress with new increased reinforcement

stress range on top longitudinal reinforcement  
links stress range in shear reinforcements  
concre maximum concrete compression (# greater that allowed)  
steel-l maximum stress in longitudinal reinforcement  
steel-s maximum stress in the shear reinforcement  
Elements with maximum values are printed

La tensione nell'acciaio e nel calcestruzzo considerando i minimi di armatura calcolati dal software valgono:

$$\sigma_s = 249.01 \text{ Mpa} < 0.75 \times 450 = 338 \text{ Mpa}$$

Verificato

$$\sigma_c = 2.81 \text{ Mpa} < 0.55 \times 30.71 = 16.89 \text{ Mpa}$$

Verificato

La verifica tensionale per la combinazione **SLE quasi permanente** risulta anch'essa verificata

#### Serviceability limit state control parameters

No	Code	sigS	sigT	CHKC	CHKR	wk [mm]	
1	EN-1992	-	-	0.40	-	0.20	Calculation of crack-width acc. EN 1992 7.3.4 Reinforcement has been increased by SLS design -> WINGRAF: Decisive design check✓

APPALTATORE: Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING   PINI   GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 180 di 194

Calcolo tensioni - comb. SLE q. perm.

**Steel stress, concrete pressure, stress range**

E=ELEM N=NODE	stress range on top			stress range bottom			links Ass [MPa]	concre sig-max [MPa]	steel-l sig-max [MPa]	steel-s sig-max
	asu [MPa]	asu2 [MPa]	asu3 [MPa]	asl [MPa]	asl2 [MPa]	asl3 [MPa]				
E 100001	34.93	41.54	-	12.58	31.82	-	-	-0.49	150.91	-
E 100018	20.82	20.86	-	4.50	1.91	-	-	-1.32	159.92	-
E 100020	5.83	2.64	-	75.10	18.92	-	-	-1.63	116.74	-
E 100035	24.55	25.08	-	1.70	4.33	-	-	-2.06	162.45	-
E 100041	-	2.14	-	9.08	10.62	-	-	-2.57	91.32	-
E 100043	0.19	5.40	-	2.03	17.82	-	-	-1.74	170.39	-
E 100052	0.03	13.47	-	2.82	55.06	-	-	-1.13	159.15	-
E 100055	22.17	21.14	-	4.80	6.62	-	-	-0.57	169.91	-
Maximum	34.93	41.54	-	75.10	55.06	-	-	-2.57	170.39	-

stress range on top longitudinal reinforcement  
 links stress range in shear reinforcements  
 concre maximum concrete compression (# greater that allowed)  
 steel-l maximum stress in longitudinal reinforcement  
 steel-s maximum stress in the shear reinforcement  
 Elements with maximum values are printed

La tensione nell'acciaio e nel calcestruzzo considerando i minimi di armatura calcolati dal software valgono:

$$\sigma_s = 170.40 \text{ Mpa} < 0.75 \times 450 = 360 \text{ Mpa}$$

Verificato

$$\sigma_c = 2.57 \text{ Mpa} < 0.40 \times 30.71 = 12.28 \text{ Mpa}$$

Verificato

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 181 di 194

### 32.2.2 Verifica fessurazioni

Si riportano le verifiche a fessurazione per la comb. **SLE - Rara**:

#### Serviceability limit state control parameters

No	Code	sigS	sigT	CHKC	CHKR	wk [mm]	
1	EN-1992	-	-	0.55	0.75	0.20	Calculation of crack-width acc. EN 1992 7.3.4
Reinforcement has been increased by SLS design -> WINGRAF: Decisive design check✓							

Si riporta la tabella con indicazione della fessura per la porzione più sollecitata.

Calcolo tensioni - comb. SLE rara.

#### Detail Results Calculation of Crack Widths

Grp	Element	ID	dir [°]	LC	t [mm]	d [mm]	z [mm]	x [mm]	hc,ef [mm]	ø [mm]	σs [MPa]	as_0 [cm <sup>2</sup> /m]	as [cm <sup>2</sup> /m]	wk [mm]	wk,req [mm]
10	100061	asu	0	1110	400.0	330.0	240.0	0.0	133.3	10	30.10	0.19		0.04	0.19
		asu2	90	1110	400.0	310.0	246.0	0.0	133.3	10	152.4	0.16	0.21	0.19	0.19
		asl2	90	1101	400.0	310.0	249.4	0.0	133.3	10	54.31	0.17	0.18	0.08	0.19
		asl	0	1101	400.0	330.0	313.2	14.1	128.6	10	126.8	0.84	0.88	0.19	0.19
	100062	asu	0	1102	400.0	330.0	314.5	0.0	133.3	10	156.4	0.68	0.69	0.19	0.19
		asu2	90	1106	400.0	310.0	240.0	0.0	133.3	10	168.7	0.30	0.36	0.19	0.19
	100063	asu	0	1110	400.0	330.0	322.2	0.0	133.3	10	169.4	0.44		0.19	0.19
		asu2	90	1110	400.0	310.0	301.9	0.0	133.3	10	170.2	0.45		0.19	0.19
	Maximum										176.1	5.38	5.38	0.19	

Grp primary group number x height of compression zone  
Element element number hc,ef effective tension area  
ID reinforcement identifier u=upper, l=lower, 2=cross ø diameter of the reinforcement  
dir direction of the reinforcement to local x axis σs steel stress  
LC load case as\_0 reinforcement before this check  
t plate thickness as increased reinforcement due to this check  
d Effective depth of a cross-section wk crack width with actual reinforcement  
z lever arm in cracked state wk,req required crack width  
Calculation of crack width according to EN 1992-1-1 7.3.4 (first element):  
kt= 0.60 k1= 0.80 k2= 0.61 k3= variable k4= 0.43

### 32.3 RIEPILOGO ARMATURE

La verifica risulta soddisfatta. Wk =0.20 considerando un minimo di armatura teorico di 5.63 cm<sup>2</sup>, armatura commerciale scelta è la seguente:

Armatura superiore direzione longitudinale: Ø14/200 che corrisponde a 7.70 cm<sup>2</sup> > 6.77 cm<sup>2</sup>

Armatura superiore direzione trasversale: Ø14/200 che corrisponde a 7.70 cm<sup>2</sup> > 6.77 cm<sup>2</sup>

Armatura inferiore direzione longitudinale: Ø14/200 che corrisponde a 7.70 cm<sup>2</sup> > 6.77 cm<sup>2</sup>

Armatura inferiore direzione trasversale: Ø14/200 che corrisponde a 7.70 cm<sup>2</sup> > 6.77 cm<sup>2</sup>

Armatura a taglio spilli: Ø10/400x400

APPALTATORE: Consorzio                      Soci HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING   PINI   GCF ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA          II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 182 di 194

### 33 VERIFICA GEOTECNICA

Per le verifiche geotecniche si riportano le sollecitazioni massime agenti in fondazione per le comb. SLU/SLV per la verifica di capacità portante e SLE rara per la verifica dei cedimenti, le seguenti sollecitazioni sono state ricavate creando un secondo modello con incastro nel baricentro della platea di fondazione.

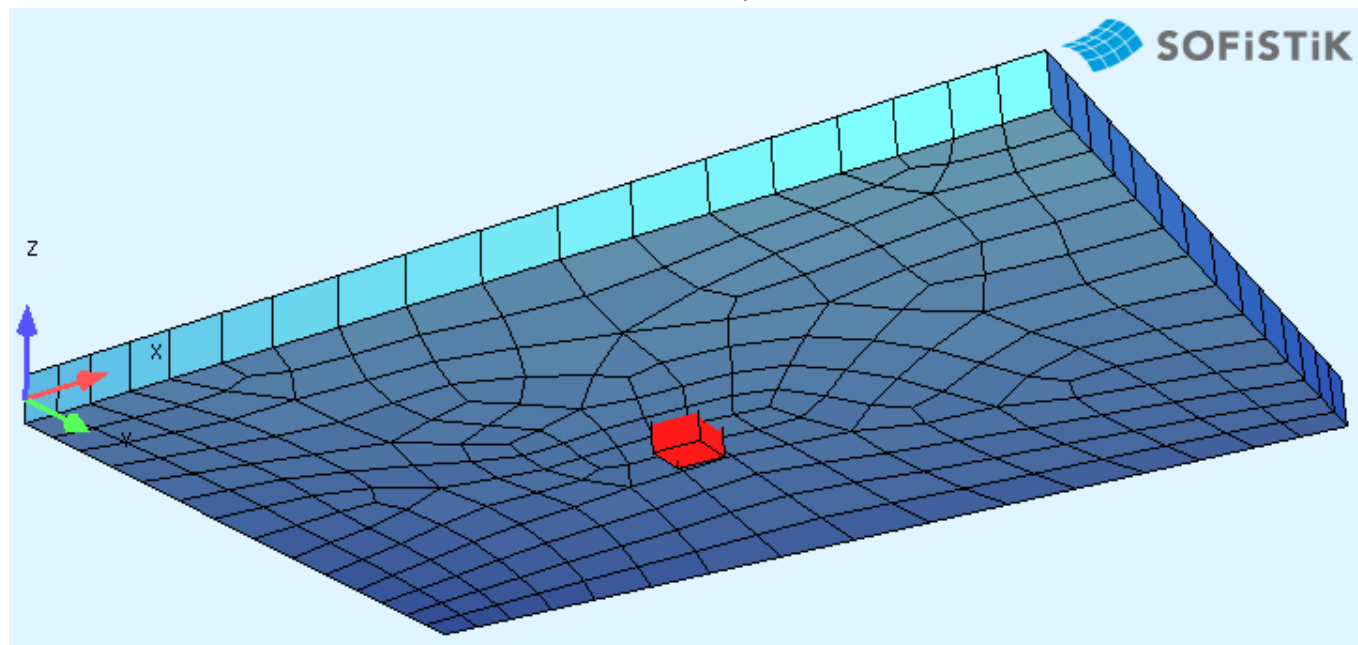


Fig. 56 – Modello con incastro al baricentro

Massime sollecitazioni agli SLU/SLV:

**LC: 2155, 3155, Nodes Support force; Nodes Support moment Groups 10**

LC	LC-title	Number	P-Z [kN]	M-X [kNm]	M-Y [kNm]
1	2155 MAX-PZ NODE Supporting Forces in	1	1591.3	223.71	71.04
2	3155 MAXE-PZ NODE Supporting Forces i	1	1011.2	210.76	34.29

Massime sollecitazioni agli SLE - rara:

**LC: 1155, Nodes Support force; Nodes Support moment Groups 10**

LC	LC-title	Number	P-Z [kN]	M-X [kNm]	M-Y [kNm]
1	1155 MAXR-PZ NODE Supporting Forces i	1	1124.9	149.14	47.36

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 183 di 194

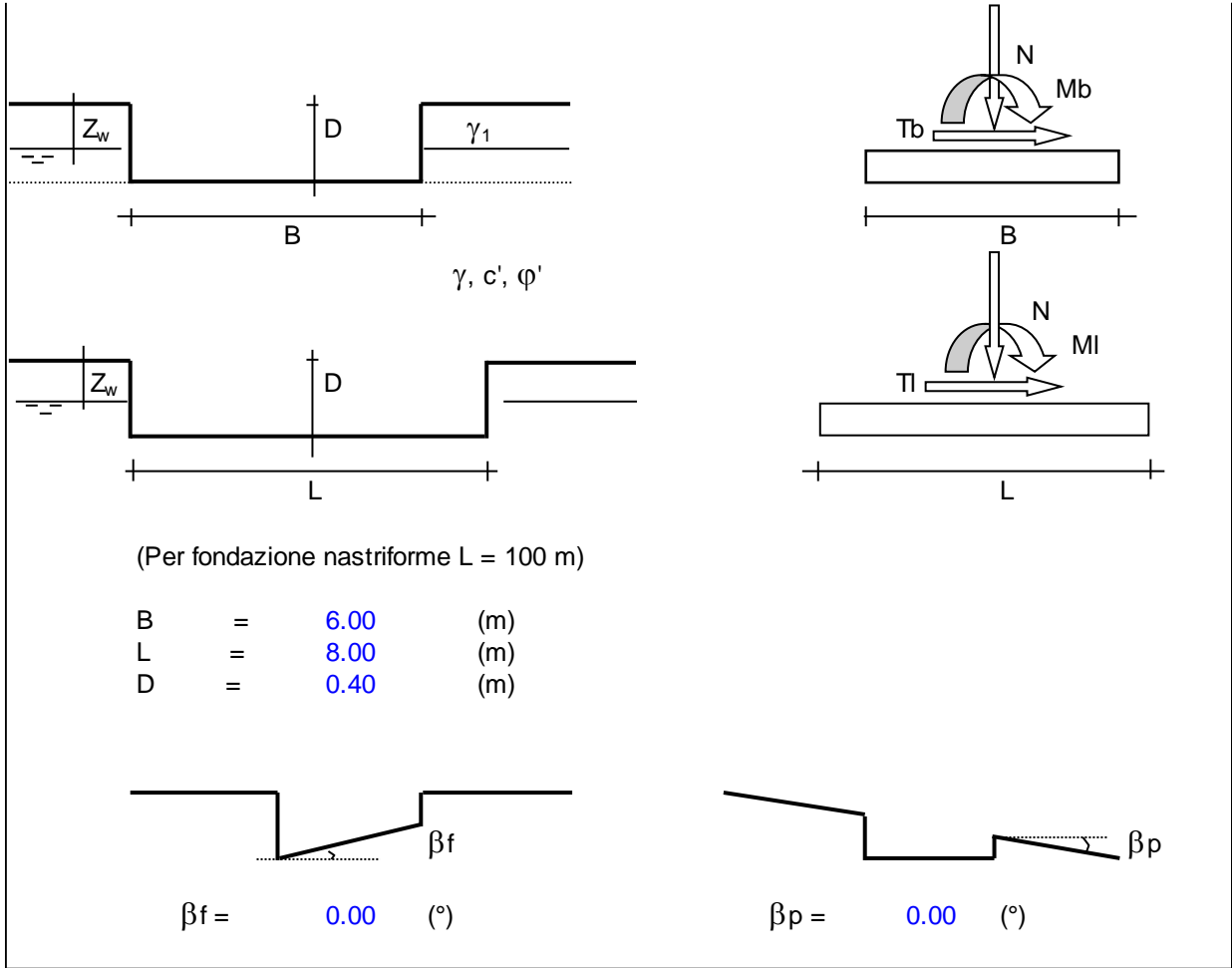
### 33.1 VERIFICA CAPACITÀ PORTANTE

Si riporta la verificasvolta mediante il foglio excel.

<b>Fondazioni Dirette</b>					
<b>Verifica in tensioni efficaci</b>					
$q_{lim} = c^*Nc^* sc^*dc^*ic^*bc^*gc + q^*Nq^*sq^*dq^*iq^*bq^*gq + 0,5^*\gamma^*B^*N\gamma^*s\gamma^*d\gamma^*i\gamma^*b\gamma^*g\gamma$					
D = Profondità del piano di appoggio					
$e_B$ = Eccentricità in direzione B ( $e_B = Mb/N$ )					
$e_L$ = Eccentricità in direzione L ( $e_L = Ml/N$ ) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$ ; $L^* = L$ )					
$B^*$ = Larghezza fittizia della fondazione ( $B^* = B - 2^*e_B$ )					
$L^*$ = Lunghezza fittizia della fondazione ( $L^* = L - 2^*e_L$ )					
<i>(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)</i>					
<b>coefficienti parziali</b>					
<b>Metodo di calcolo</b>		azioni		proprietà del terreno	
		permanenti	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	$c'$
Stato limite ultimo	<input type="radio"/>	1,00	1,30	1,25	1,60
Tensioni ammissibili	<input type="radio"/>	1,00	1,00	1,00	1,00
definiti dall'utente	<input checked="" type="radio"/>	1,00	1,00	1,00	1,00
valori suggeriti dall'EC7					

<b>APPALTATORE:</b> Consorzio                      Soci <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	
<b>PROGETTAZIONE:</b> Mandataria                      Mandanti <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING   PINI   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	

<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA03B0 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>184 di 194</b>





<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING   PINI   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>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>FA03B0 000</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>185 di</b> <b>194</b>

<b>AZIONI</b>			
RIGA	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	1592.00	0.00	1592.00
Mb [kNm]	72.00	0.00	72.00
Ml [kNm]	224.00	0.00	224.00
Tb [kN]	0.00	0.00	0.00
Tl [kN]	0.00	0.00	0.00
H [kN]	0.00	0.00	0.00

*Peso unità di volume del terreno*

$\gamma_1 = 19.00$  (kN/mc)  
 $\gamma = 19.00$  (kN/mc)

<i>Valori caratteristici di resistenza del terreno</i>	<i>Valori di progetto</i>
$c' = 0.00$ (kN/mq)	$c' = 0.00$ (kN/mq)
$\phi' = 35.00$ (°)	$\phi' = 35.00$ (°)

*Profondità della falda*

$Z_w = 5.00$  (m)

$e_B = 0.05$ (m)	$B^* = 5.91$ (m)
$e_L = 0.14$ (m)	$L^* = 7.72$ (m)

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   GCF ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B  FOGLIO 186 di 194

**q : sovraccarico alla profondità D**

$$q = 7.60 \quad (\text{kN/mq})$$

**$\gamma$  : peso di volume del terreno di fondazione**

$$\gamma = 16.67 \quad (\text{kN/mc})$$

**Nc, Nq, N $\gamma$  : coefficienti di capacità portante**

$$Nq = \tan^2(45 + \varphi'/2) * e^{(\pi * \text{tg} \varphi')}$$

$$Nq = 33.30$$

$$Nc = (Nq - 1) / \tan \varphi'$$

$$Nc = 46.12$$

$$N\gamma = 2 * (Nq + 1) * \tan \varphi'$$

$$N\gamma = 48.03$$

**s<sub>c</sub>, s<sub>q</sub>, s <sub>$\gamma$</sub>  : fattori di forma**

$$s_c = 1 + B * Nq / (L * Nc)$$

$$s_c = 1.55$$

$$s_q = 1 + B * \tan \varphi' / L *$$

$$s_q = 1.54$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 * B * / L *$$

$$s_\gamma = 0.69$$

<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   GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 187 di 194

**$i_c, i_q, i_\gamma$  : fattori di inclinazione del carico**

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.57 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 90.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.43 \quad m = 1.57 \quad (-)$$

$$i_q = (1 - H/(N + B^*L^* c' \cotg\varphi))^m$$

(m=2 nel caso di fondazione nastriforme e m=(m<sub>b</sub>sin<sup>2</sup>θ+m<sub>l</sub>cos<sup>2</sup>θ) in tutti gli altri casi)

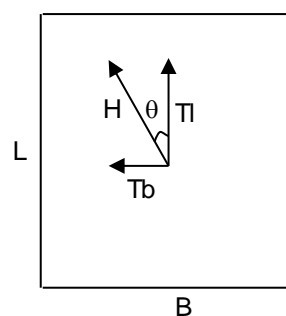
$$i_q = 1.00$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q)/(Nq - 1)$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_\gamma = (1 - H/(N + B^*L^* c' \cotg\varphi))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 1.00$$



**$d_c, d_q, d_\gamma$  : fattori di profondità del piano di appoggio**

per  $D/B^* \leq 1$ ;  $d_q = 1 + 2 D \tan\varphi' (1 - \text{sen}\varphi')^2 / B^*$

per  $D/B^* > 1$ ;  $d_q = 1 + (2 \tan\varphi' (1 - \text{sen}\varphi')^2) * \arctan (D / B^*)$

$$d_q = 1.02$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$d_c = 1.02$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

APPALTATORE: Consorzio                      Soci HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria                      Mandanti ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING   PINI   GCF ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV.      FOGLIO B              188 di 194

**b<sub>c</sub>, b<sub>q</sub>, b<sub>γ</sub> : fattori di inclinazione base della fondazione**

$$b_q = (1 - \beta_f \tan\varphi)^2 \qquad \beta_f + \beta_p = \qquad 0.00 \qquad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = \qquad 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$b_c = \qquad 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = \qquad 1.00$$

**g<sub>c</sub>, g<sub>q</sub>, g<sub>γ</sub> : fattori di inclinazione piano di campagna**

$$g_q = (1 - \tan\beta_p)^2 \qquad \beta_f + \beta_p = \qquad 0.00 \qquad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = \qquad 1.00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$g_c = \qquad 1.00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = \qquad 1.00$$

**Carico limite unitario**

$$q_{lim} = \qquad 2036.29 \qquad (\text{kN/m}^2) \qquad \begin{matrix} R3 \\ qrd \end{matrix} \qquad \begin{matrix} 2.30 \\ 885 \end{matrix} \qquad (\text{kN/m}^2)$$

**Pressione massima agente**

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = \qquad 34.90 \qquad (\text{kN/m}^2)$$

**Coefficiente di sicurezza**

$$F_s = q_{lim} / q = \qquad 58.34 \qquad \text{OK}$$

Si riporta la verifica per la seconda combinazione

<b>APPALTATORE:</b> <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> <b>HIRPINIA - ORSARA AV   WEBUILD ITALIA   PIZZAROTTI</b>	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
<b>PROGETTAZIONE:</b> <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> <b>ROCKSOIL S.P.A              NET ENGINEERING    PINI    GCF</b> <b>   ELETTRI-FER              M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>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>FA03B0 000</b>	<b>REV.</b> <b>B</b>	<b>FOGLIO</b> <b>189 di</b> <b>194</b>

<b>AZIONI</b>			
RIGA	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	1012.00	0.00	1012.00
Mb [kNm]	35.00	0.00	35.00
MI [kNm]	211.00	0.00	211.00
Tb [kN]	0.00	0.00	0.00
TI [kN]	0.00	0.00	0.00
H [kN]	0.00	0.00	0.00

*Peso unità di volume del terreno*

$\gamma_1 = 19.00$  (kN/mc)  
 $\gamma = 19.00$  (kN/mc)

<i>Valori caratteristici di resistenza del terreno</i>	<i>Valori di progetto</i>
$c' = 0.00$ (kN/mq)	$c' = 0.00$ (kN/mq)
$\phi' = 35.00$ (°)	$\phi' = 35.00$ (°)

*Profondità della falda*

$Z_w = 5.00$  (m)

$e_B = 0.03$ (m)	$B^* = 5.93$ (m)
$e_L = 0.21$ (m)	$L^* = 7.58$ (m)

<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                      GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<table border="0" style="width: 100%;"> <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;">FA03B0 000</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">190 di 194</td> </tr> </table>					COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	FA03B0 000	B	190 di 194
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO												
IF3A	02	E ZZ CL	FA03B0 000	B	190 di 194												
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>Relazione di calcolo</b>																	

<p><b>q : sovraccarico alla profondità D</b></p> <p>q =            7.60            (kN/mq)</p>
<p><b>γ : peso di volume del terreno di fondazione</b></p> <p>γ =            16.67            (kN/mc)</p>
<p><b>Nc, Nq, Nγ : <u>coefficienti di capacità portante</u></b></p> <p><math>Nq = \tan^2(45 + \varphi'/2) * e^{(\pi * tg\varphi')}</math></p> <p>Nq =            33.30</p> <p><math>Nc = (Nq - 1) / \tan\varphi'</math></p> <p>Nc =            46.12</p> <p><math>N\gamma = 2 * (Nq + 1) * \tan\varphi'</math></p> <p>Nγ =            48.03</p>
<p><b>sc, sq, sy : <u>fattori di forma</u></b></p> <p><math>s_c = 1 + B * Nq / (L * Nc)</math></p> <p>sc =            1.56</p> <p><math>s_q = 1 + B * \tan\varphi' / L *</math></p> <p>sq =            1.55</p> <p><math>s_\gamma = 1 - 0,4 * B * / L *</math></p> <p>sγ =            0.69</p>

<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   GCF</b> <b>ELETTRI-FER                      M-INGEGNERIA</b>	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</b> <b>II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> Relazione di calcolo	COMMESSA <b>IF3A</b>	LOTTO <b>02</b>	CODIFICA <b>E ZZ CL</b>	DOCUMENTO <b>FA03B0 000</b>	REV. <b>B</b>	FOGLIO <b>191 di 194</b>

**$i_c, i_q, i_\gamma$  : fattori di inclinazione del carico**

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.56 \quad \theta = \text{arctg}(T_b/T_l) = 90.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.44 \quad m = 1.56 \quad (-)$$

( $m=2$  nel caso di fondazione nastroforme e  $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$  in tutti gli altri casi)

$$i_q = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^m$$

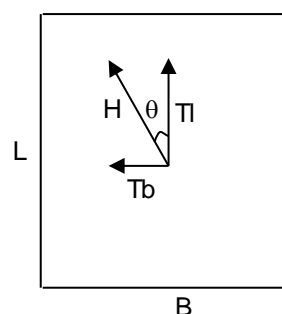
$$i_q = 1.00$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$$

$$i_c = 1.00$$

$$i_\gamma = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 1.00$$



**$d_c, d_q, d_\gamma$  : fattori di profondità del piano di appoggio**

per  $D/B^* \leq 1$ ;  $d_q = 1 + 2 D \tan \varphi' (1 - \text{sen} \varphi')^2 / B^*$

per  $D/B^* > 1$ ;  $d_q = 1 + (2 \tan \varphi' (1 - \text{sen} \varphi')^2) * \text{arctan}(D / B^*)$

$$d_q = 1.02$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$d_c = 1.02$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B	FOGLIO 192 di 194

**b<sub>c</sub>, b<sub>q</sub>, b<sub>γ</sub> : fattori di inclinazione base della fondazione**

$$b_q = (1 - \beta_f \tan\varphi')^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0,00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1,00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$b_c = 1,00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1,00$$

**g<sub>c</sub>, g<sub>q</sub>, g<sub>γ</sub> : fattori di inclinazione piano di campagna**

$$g_q = (1 - \tan\beta_p)^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0,00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1,00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$g_c = 1,00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1,00$$

**Carico limite unitario**

$$q_{lim} = 2029.49 \quad (\text{kN/m}^2) \quad R3 \quad 2.30$$

$$q_{rd} = 882 \quad (\text{kN/m}^2)$$

**Pressione massima agente**

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 22.50 \quad (\text{kN/m}^2)$$

**Coefficiente di sicurezza**

$$F_s = q_{lim} / q = 90.19 \quad \text{OK}$$



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b>				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<b>RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</b>				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO FA03B0 000	REV. B FOGLIO 193 di 194

### 33.2 VERIFICA DEI CEDIMENTI

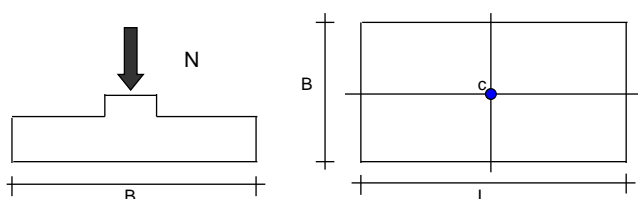
La verifica dei cedimenti è stata svolta mediante i fogli di calcolo excel.

La verifica è stata svolta per la comb. SLE – Rara.

Il massimo cedimento calcolato per il basamento vale **4 mm**

#### CEDIMENTI DI UNA FONDAZIONE RETTANGOLARE

##### LAVORO:



##### Formulazione Teorica (H.G. Poulos, E.H. Davis: 1974)

$$\Delta\sigma_{zi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) + ((L/2)(B/2)z/R_3)(1/R_1^2 + 1/R_2^2))$$

$$\Delta\sigma_{xi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) - ((L/2)(B/2)z/R_3R_1^2))$$

$$\Delta\sigma_{yi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) - ((L/2)(B/2)z/R_3R_2^2))$$

$$R_1 = ((L/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$R_2 = ((B/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$R_3 = ((L/2)^2 + (B/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$\delta_{ot} = \sum \delta_i = \sum ((\Delta\sigma_{zi} - \nu_i(\Delta\sigma_{xi} + \Delta\sigma_{yi}))\Delta z_i / E_i)$$

##### DATI DI INPUT:

B = 6,00 (m) (Larghezza della Fondazione)

L = 8,00 (m) (Lunghezza della Fondazione)

N = 1125 (kN) (Carico Verticale Agente)

q = 23,44 (kN/mq) (Pressione Agente (q = N/(B\*L)))

ns = 3 (-) (numero strati) (massimo 6)

Strato	Litologia	Spessore	da z <sub>i</sub>	a z <sub>i+1</sub>	Δz <sub>i</sub>	E	ν	δ <sub>ci</sub>
(-)	(-)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN/m <sup>2</sup> )	(-)	(cm)
1	Rilevato	5,00	0,0	5,0	0,5	30000	0,30	0,23
2	terreno sab. med addensato	5,00	5,0	10,0	0,5	22000	0,30	0,14
3	ASP	5,00	10,0	15,0	0,5	73000	0,30	0,02
-		0,00	0,0	0,0	1,0	0	0,00	-
-		0,00	0,0	0,0	1,0	0	0,00	-
-		0,00	0,0	0,0	1,0	0	0,00	-

$$\delta_{ctot} = 0,38 \text{ (cm)}$$

