

ASSE VIARIO MARCHE-UMBRIA E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA MAXI LOTTO 2

LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIRETTRICE PERUGIA ANCONA:
 SS. 318 DI "VALFABBRICA", TRATTO PIANELLO -VALFABBRICA
 SS. 76 "VAL D'ESINO", TRATTI FOSSATO VICO - CANCELLI E ALBACINA - SERRA SAN QUIRICO
 "PEDEMONTANA DELLE MARCHE", TRATTO FABRIANO-MUCCIA-SFERCIA.

PERIZIA DI VARIANTE

CONTRAENTE GENERALE:  DIRPA 2 s.c.a.r.l.	Il Responsabile del Contraente Generale:
---	--

PROGETTAZIONE: Partecipazioni Italia S.p.A. IL PROGETTISTA: Dott. Ing. Salvatore Lieto Ordine degli Ingegneri Prov. di Mantova n.1147 IL GEOLOGO: Geol. Amedeo Babbini Ordine dei Geologi Regione Toscana n.1032	ASSISTENZA ALLA PROGETTAZIONE:  TECNOSTRUTTURE S.r.l. <small>SEDE LEGALE: Piazza Regina Margherita n.27 - 00198 ROMA SEDE OPERATIVA: Via delle Querciole n. 13 - 00037 Segni (RM)</small>
--	---

VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO: Ing. Iginio Farotti	
---	--

2.1.3 - PEDEMONTANA DELLE MARCHE 3° Stralcio funzionale - Castelraimondo Nord - Castelraimondo Sud 4° Stralcio funzionale - Castelraimondo Sud - Innesto SS77 a Muccia <i>Opere di sostegno e dreni</i> PARATIA DI PALI 1500 IN SX DA Km 0+178 AL Km 0+266 <i>Relazione di calcolo</i>	SCALA: ----- DATA: 28.07.2022
---	--

Codice Unico di Progetto (CUP) F12C03000050021 (assegnato CIPE 20.04.2015)

CODICE ELABORATO:	Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	n° progr	Rev.
	L O 7 0 3	2 1 3	E	1 6	O S 0 0 0 1	R E L	0 1	C

Rev.	Data	Descrizione	Redatto		Controllato	Approvato
A	Sett. 2021	Emissione	Tecnostrutture	Tecnostrutture	A. Tosiani	S. Lieto
B	22/12/2021	Inserimento trincea drenante	Tecnostrutture	Tecnostrutture	A. Tosiani	S. Lieto
C	28.07.2022	Riscontro istruttoria ANAS	Tecnostrutture	Tecnostrutture	A.Tosiani	S.Lieto

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 1 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

INDICE

1. GENERALITÀ	3
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
2.1 DOCUMENTI DI PROGETTO	4
2.2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO	4
2.3 SOFTWARE	4
3. DESCRIZIONE DELL' OPERA	5
4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	9
4.1 CALCESTRUZZO PER PALI E CORDOLO	9
4.2 ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA	9
5. MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO	11
5.1 LIVELLO DELLA FALDA	11
5.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	11
6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA	13
7. VERIFICHE GEOTECNICHE E STRUTTURALI	16
7.1 VERIFICHE GEOTECNICHE	16
7.1.1 STABILITA' GLOBALE	16
7.1.2 STABILITA' LOCALE PARATIA	18
7.1.3 VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ	19
7.2 VERIFICHE STRUTTURALI DELLE SEZIONI IN C.A.	19
7.2.1 STATO LIMITE ULTIMO	19
7.2.2 STATO LIMITE ESERCIZIO	19
8. STATI LIMITE E COMBINAZIONI DI CALCOLO	20
8.1 STATO LIMITE ULTIMO	20
8.2 STATO LIMITE ESERCIZIO	21
9. CRITERI GENERALI DI ANALISI DELLE PARATIE	23
9.1 METODOLOGIA DI CALCOLO	23
9.2 PRESSIONE E RESISTENZA STATICA DELLE TERRE E DELL'ACQUA	25
10. SOLUZIONI PROGETTUALI	29
11. ANALISI E VERIFICHE	30
11.1 SEZIONE 1	31
11.1.1 Modello numerico	32
11.1.2 Risultati delle analisi	38
11.1.2.1 Verifiche spostamenti SLE	38
11.1.2.2 Verifiche SLU GEO	40
11.1.2.3 Verifiche SLU STR	41
11.1.3 Verifiche strutturali	43
11.2 SEZIONE 2	47
11.2.1 Modello numerico	47
11.2.2 Risultati delle analisi	53
11.2.2.1 Verifiche spostamenti SLE	53
11.2.2.2 Verifiche SLU GEO	55
11.2.2.3 Verifiche SLU STR	56

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 2 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

11.2.3	Verifiche strutturali	58
11.3	SEZIONE 3	62
11.3.1	Modello numerico	62
11.3.2	Risultati delle analisi	68
11.3.2.1	Verifiche spostamenti SLE	68
11.3.2.2	Verifiche SLU GEO	70
11.3.2.3	Verifiche SLU STR	71
11.3.3	Verifiche strutturali	73
11.4	VERIFICHE STRUTTURALI DELLA TRAVE DI CORONAMENTO	77
12.	VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE	80
13.	CONCLUSIONI	82
	APPENDICE A	83
	APPENDICE B	112
	APPENDICE C	142
	APPENDICE D	171

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 3 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

1. GENERALITÀ

Il presente documento costituisce la relazione di calcolo del Progetto Esecutivo di Dettaglio (PED) delle opere geotecniche di contenimento previste nell'ambito dei lavori di completamento degli stralci funzionali 3 e 4 del tratto della Pedemontana delle Marche.

La redazione del Progetto Esecutivo di Dettaglio ha lo scopo di ottimizzare, laddove possibile, le opere geotecniche oggetto del Progetto Esecutivo. A tal fine, sono state prese come riferimento per la ottimizzazione le valutazioni e caratterizzazioni idrogeologiche, geotecniche e sismiche dei siti in esame presenti nel Progetto Esecutivo. I calcoli e le verifiche di sicurezza in conformità alle norme NTC 2008.

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 4 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Nella redazione del progetto esecutivo di dettaglio si è fatto riferimento ai seguenti documenti.

2.1 DOCUMENTI DI PROGETTO

- L0703213E01000000REL01D - Relazione tecnica generale
- L0703213E02GE0000REL01C - Relazione geologica, geomorfologica e geoidrologica generale
- L03213E02GE0001REL01D - Relazione geotecnica generale sulle opere all'aperto e gallerie artificiali
- L0703213E04000000REL01D - Relazione sismica
- L0703213E02GE0000PRF01C – Profilo geologico
- L0703213E02GE0001PRF01D – Profilo geotecnico

2.2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Nella redazione del progetto esecutivo si è fatto riferimento ai seguenti documenti normativi.

- D.M. 14/01/2008 “*Norme tecniche per le costruzioni*” (NTC08).
- Circolare del 02/02/2009. *Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. del 14/01/2008.*
- UNI EN1990 *EUROCODICE 0 – Criteri generali di progettazione strutturale.*
- UNI EN1991 *EUROCODICE 1 – Azioni sulle strutture*
- UNI EN1992-1-1 *EUROCODICE 2, parte 1-1 Progettazione delle strutture in calcestruzzo. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.*
- UNI EN 1997-1. *EUROCODICE 7, parte 1. Progettazione geotecnica. Parte 1: Regole generali*
- UNI EN 1998-5. *EUROCODICE 8, parte 5. Progettazione delle strutture per la resistenza sismica. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.*

2.3 SOFTWARE

RC-Sec (GeoStru – 2021) - www.geostru.eu

PARATIE PLUS – versione 2021 – Harpaceas – www.harpaceas.it

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 5 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

3. DESCRIZIONE DELL' OPERA

Le analisi e verifiche nel seguito esposte fanno in particolare riferimento all'opera di sostegno OS01 situata in SX dell'asse stradale, dal km 0+180 al km 0+266.39, per uno sviluppo totale di circa 90 m.

Nell'ambito del Progetto Esecutivo di Dettaglio (PED), l'ottimizzazione dell'opera in oggetto prevede la realizzazione di paratie di pali $\phi 1500/1.70\text{m}$ aventi lunghezza variabile di 11m, 13.5m e 15m.

In Figura 3.1, Figura 3.2 e Figura 3 sono rappresentati pianta, profilo e sezioni tipo dell'opera. Per i dettagli si rimanda agli elaborati grafici di riferimento.

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	OS0001	REL	01	C	6 di 189

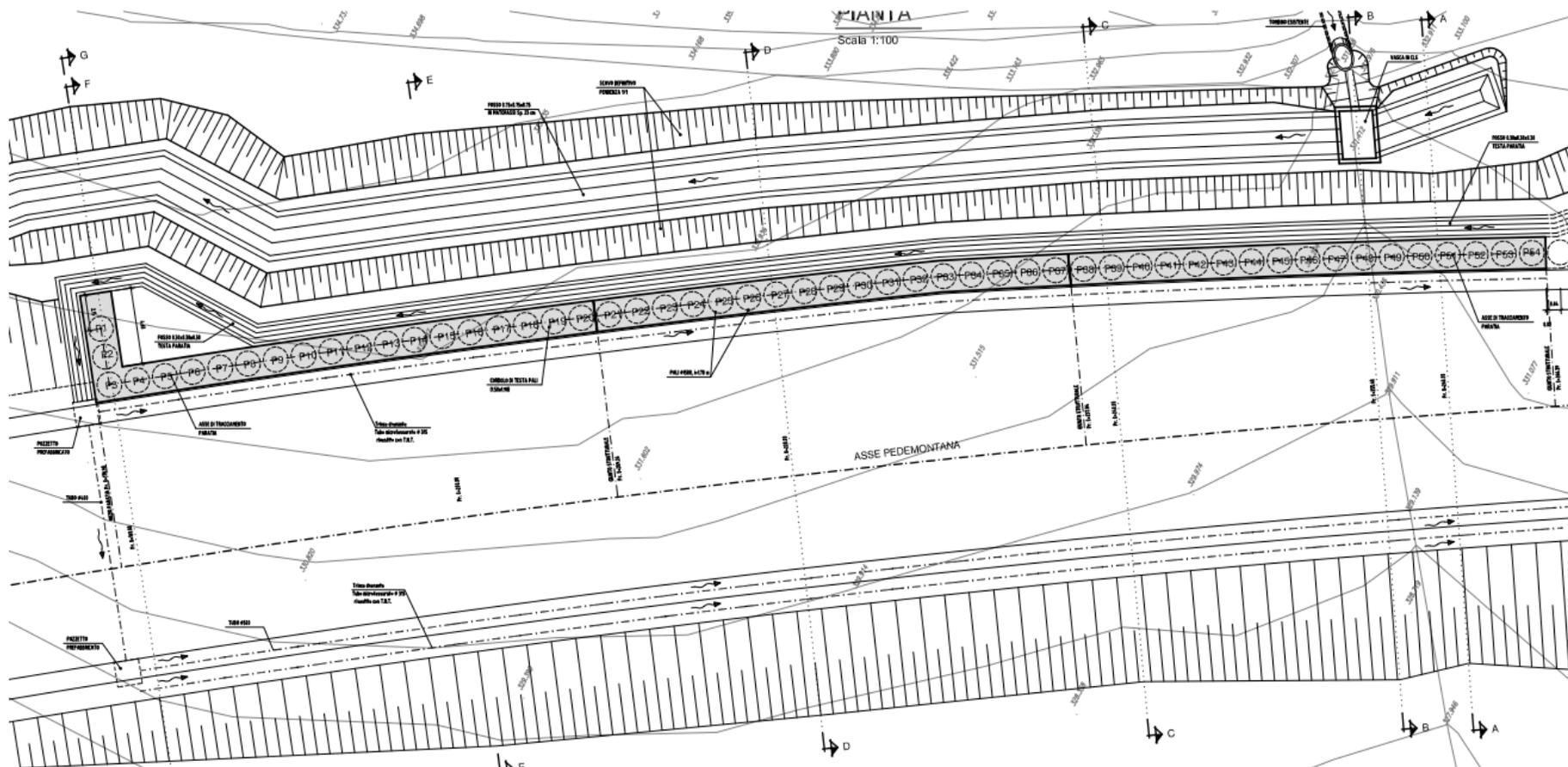


Figura 3.1 – Pianta dell'intervento

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	213	E	16	OS0001	REL	01	C	7 di 189

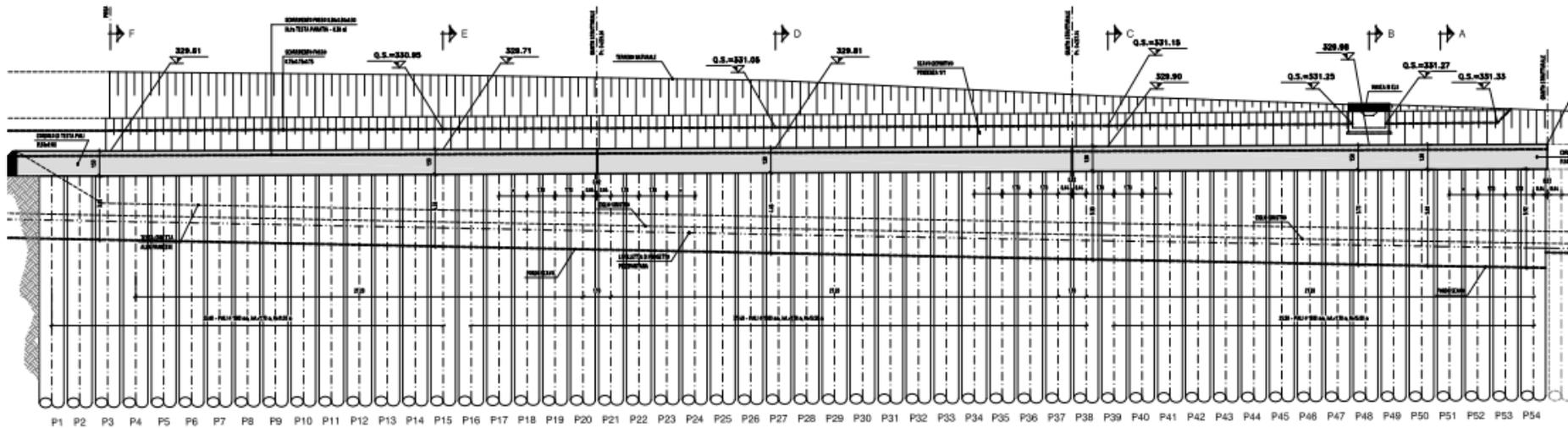


Figura 3.2 – Profilo longitudinale della paratia

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 8 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

SEZIONE TIPO IN FASE DEFINITIVA

Scala 1:100

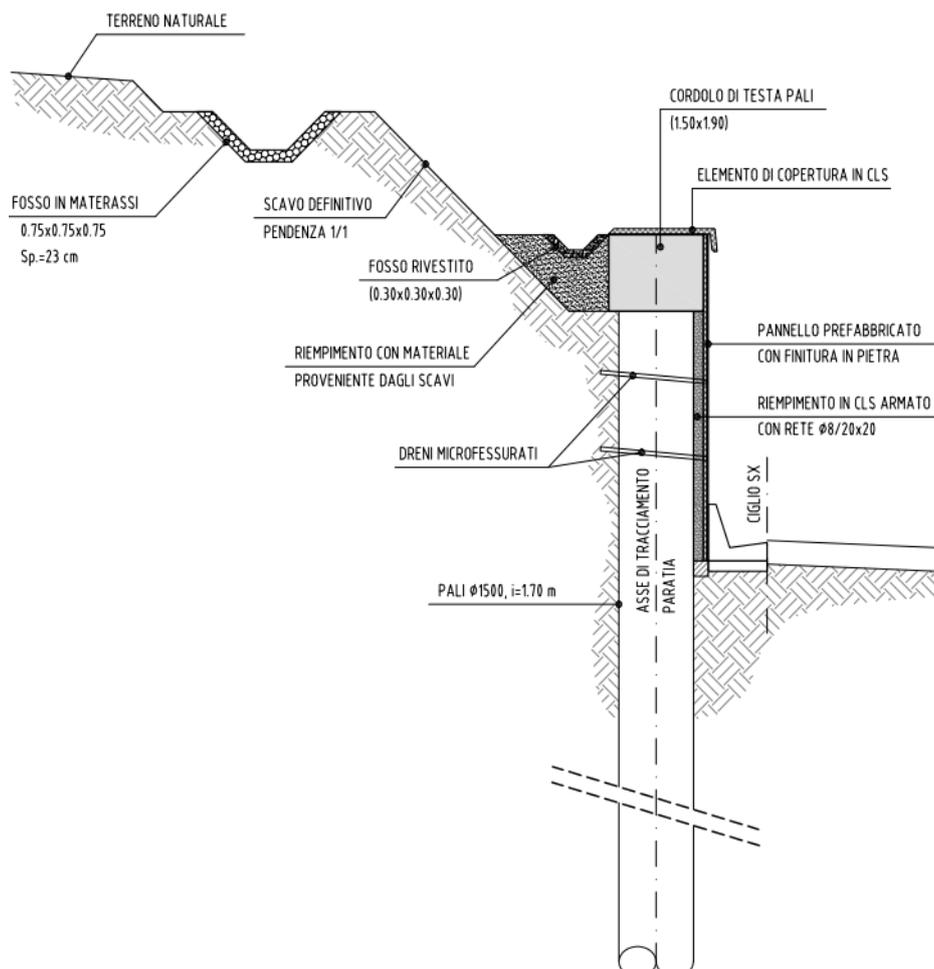


Figura 3.1 – Sezione tipo paratia

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 9 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

4.1 CALCESTRUZZO PER PALI E CORDOLO

Per i getti in opera è stato considerato un calcestruzzo di classe C32/40 ($R_{ck}=30\text{MPa}$ a 28 gg), le cui proprietà meccaniche sono:

- Resistenza caratteristica cubica a compressione 28 gg: $R_{ck} = 40 \text{ MPa}$
- Resistenza caratteristica cilindrica a compressione 28 gg: $f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 32 \text{ MPa}$
- Resistenza media cilindrica a compressione: $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 40 \text{ MPa}$
- Resistenza media a trazione semplice (assiale): $f_{ctm} = 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3} = 3.02 \text{ MPa}$
- Resistenza caratteristica corrispondente al frattile 5%: $f_{ctk,0.05} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.12 \text{ MPa}$
- Modulo elastico: $E_{cm} = 22 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3} = 33 \text{ GPa}$
- Rapporto massimo acqua/cemento: $A/C \leq 0.50$
- Classe di esposizione ambientale: $XA2$

I valori delle resistenze di progetto sono ottenuti applicando i seguenti fattori di sicurezza:

- Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo: $\gamma_c = 1.5$
- Coefficiente riduttivo per la resistenza di lunga durata: $\alpha_{cc} = 0.85$

Resistenza di progetto allo SLU

- Resistenza di calcolo a compressione: $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 18.1 \text{ MPa}$
- Resistenza di calcolo a trazione: $f_{ctd} = f_{ctk,0.05} / \gamma_c = 1.41 \text{ MPa}$

Resistenza di progetto allo SLE

- Tensione limite in comb. caratteristica (rara): $\sigma_{c,r} = 0.6 \cdot f_{ck} = 19.2 \text{ MPa}$
- Tensione limite in comb. quasi permanente: $\sigma_{c,qp} = 0.45 \cdot f_{ck} = 14.4 \text{ MPa}$
- Tensione limite fessurazione (trazione): $\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 = 2.52 \text{ MPa}$

4.2 ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA

Per le barre di armatura è stato considerato un acciaio del tipo B450C, le cui caratteristiche di resistenza sono:

- Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$
- Tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$
- Rapporto $(f_t/f_y)_k$: $1.15 \leq (f_t/f_y)_k < 1.35$
- Limite sup. resistenza caratteristica di snervamento: $f_{yk}/(450\text{MPa}) \leq 1.25$
- Allungamento: $(A_{gt})_k \geq 7.5\%$

Il valore della resistenza di progetto è ottenuto applicando un fattore di sicurezza pari a:



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 10 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

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

Resistenza di progetto allo SLU

- Resistenza di calcolo dell'acciaio: $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 450 / 1.15 = 391 \text{ MPa}$

Resistenza di progetto allo SLE

- Tensione massima acciaio $\sigma_s = 0.8 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 11 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

5. MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO

Nel presente paragrafo si riporta la caratterizzazione geotecnica specifica per l'opera in esame. Per dettagli si rimanda alla Relazione Geotecnica Generale. Si sottolinea, comunque, che mediamente il profilo stratigrafico presenta un primo tratto in cui lo strato più superficiale è costituito da depositi alluvionali a componente limo argillosa che presentano uno spessore di circa 3m, ed un secondo tratto in cui sono presenti depositi coesivi a componente limoso argillosa che si estendono sino ad una profondità media di circa 16 m. Al di sotto di tali strati è presente una fascia di spessore variabile costituita da argilla limosa, marnosa, consistente che rappresenta la parte superiore alterata del substrato. Quest'ultimo è costituito dalla Formazione di Camerino.

Analizzando il profilo geologico geotecnico, e considerando i tratti di ubicazione dell'opera di sostegno oggetto di dimensionamento, è possibile dunque assumere cautelativamente, la seguente configurazione stratigrafica:

Tabella 5.1 - Stratigrafia di riferimento OS01 (da pk 0+180 a pk 0+266)

Unità geotecnica	Profondità dal piano campagna [m da p.c.]	Descrizione
Ecla	0.0 ÷ 16.0	Depositi Eluvio-colluviali limoso argillosi
Salt	16.0 ÷ 18.0	Substrato alterato argilloso limoso
Ap	>18.0	Substrato arenaceo pelitico

5.1 LIVELLO DELLA FALDA

La falda è riscontrata a profondità variabili. Sulla base dell'andamento riportato nel profilo geotecnico, nelle analisi si assume cautelativamente un livello di **falda prossima ad una profondità di circa 6 metri dal piano campagna.**

5.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

I parametri geotecnici considerati per l'opera in esame sono riportati nella seguente tabella e fanno riferimento alla caratterizzazione presentata nella relazione L03213E02GE0001REL01D. In termini operativi sono stati adottati i valori caratteristici medi espressi all'interno dei range di progetto.

Tabella 5.2 - Parametri geotecnici terreno in sito

Unità	γ [kN/m ³]	ϕ' [°]	c' [kPa]	E [MPa]	ν [-]
Ecla	19	25	10	60	0.2
Salt	20	26	10	200	0.2
Ap	23.5	36	70	106	0.2

γ = peso dell'unità di volume



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 12 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

φ' = angolo di resistenza al taglio

c' = coesione drenata

E = modulo elastico

ν = Modulo poisson

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 13 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Per la caratterizzazione sismica del sito si rimanda alle considerazioni presenti nella relazione sismica (L0703213E04000000REL01D).

Di seguito si riportano i parametri di progetto adottati per le verifiche della stabilità dell'opera in caso di azione sismica.

Tabella 6.1 – Periodo di riferimento azione sismica

Vita nominale V_N	Classe d'uso	Coefficiente d'uso	Periodo di riferimento V_R
50	III	1.5	75

Tabella 6.2 - Accelerazione (a_g), fattore (F_0) e periodo (T^*c)

V_R [anni]	Stato Limite	PV_R -	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c [s]
75	SLO	81%	45	0.078	2.440	0.285
	SLD	63%	75	0.097	2.433	0.295
	SLV	10%	712	0.220	2.544	0.333
	SLC	5%	1462	0.277	2.584	0.343

Lo spettro di risposta elastico per la descrizione della componente orizzontale del moto sismico è infine costruito a partire dai parametri seguenti.

Tabella 6.3 – Caratterizzazione sito

Categoria di sottosuolo	Categoria topografica	S_s , fattore stratigrafico	S_t , fattore topografico
C	T1	1.363	1.0

Per la valutazione degli effetti dell'azione sismica sulle masse e sui coefficienti di spinta del terreno, si è fatto riferimento al metodo pseudo-statico previsto al punto 7.11.3.5.2 - "Metodi di Analisi" - delle NTC2008 secondo il quale, nelle verifiche allo stato limite ultimo, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le seguenti espressioni:

$$k_h = a \cdot \beta_s \cdot \frac{a_{max}}{g}$$

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

dove

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 14 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

g = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione:

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_t \cdot a_g$$

dove

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_t).

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Nel caso delle paratie, i coefficienti α e β possono essere ricavati, con riferimento ai seguenti diagrammi, in funzione rispettivamente dell'altezza complessiva H della paratia e della categoria di sottosuolo (fig. 8.1) e del massimo spostamento u_s che l'opera può subire (fig. 8.2), che deve risultare:

$$u_s \leq 0.005 H$$

dove H indica la lunghezza complessiva della paratia.

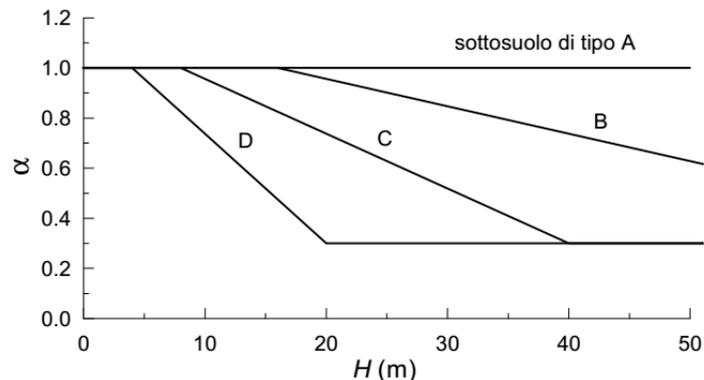


Figura 8.1 – Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento α .

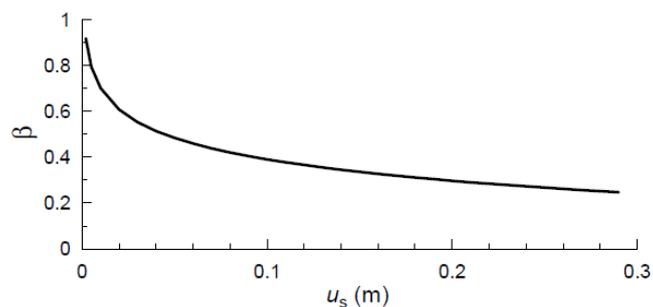


Figura 8.2 – Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento β .



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 15 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

I parametri di progetto dell'azione sismica considerati nell'analisi dell'opera oggetto della presente relazione sono riassunti nelle tabelle seguenti.

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 16 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

7. VERIFICHE GEOTECNICHE E STRUTTURALI

Di seguito si riassumono le verifiche condotte per la stabilità globale dell'opera in esame e le verifiche strutturali della paratia.

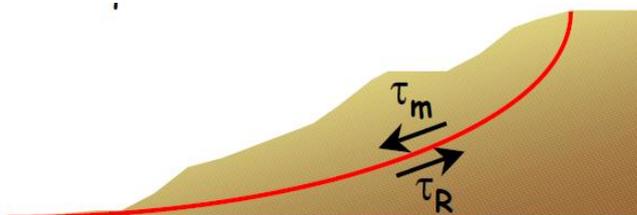
7.1 VERIFICHE GEOTECNICHE

7.1.1 STABILITA' GLOBALE

Nel presente paragrafo sono illustrati i Criteri generali adottati per l'effettuazione delle Verifiche di Stabilità Globale prescritte dalla normativa.

Nello specifico, le Analisi sono state effettuate mediante i metodi dell'equilibrio limite, messi a punto da diversi autori tra cui, Fellenius, Bishop, Janbu, Morgenstern-Price, ecc.

In generale, ciascuno metodo va alla ricerca dei potenziali superfici di scivolamento, generalmente di forma circolare, in qualche caso anche di forma diversa, rispetto a cui effettuare un equilibrio alla rotazione (o roto-traslazione) della potenziale massa di terreno coinvolta nel possibile movimento e quindi alla determinazione di un coefficiente di sicurezza coefficiente di sicurezza disponibile, espresso in via generale tra la resistenza al taglio disponibile lungo la superficie S e quella effettivamente mobilitata lungo la stessa superficie, ovvero:



$$FS = \frac{\int_S \tau_{rott}}{\int_S \tau_{mob}}$$

Si procede generalmente suddividendo la massa di terreno coinvolta nella verifica in una serie di conci di dimensione b, interessati da azioni taglianti e normali sulle superfici di delimitazione dello stesso come di seguito rappresentato.

Per il caso in esame, le verifiche sono state effettuate rispetto a superfici di forma circolare, utilizzando il metodo di **Bishop**, per i cui dettagli si rimanda a quanto esposto a riguarda nella letteratura tecnica.

Le verifiche sono state effettuate rispetto a famiglie di superfici potenziali di rottura disegnate in maniera tale da non intersecare le opere, escludendo quindi ai fini della stabilità la resistenza al taglio locale offerta dalle opere, fermo restando tutte le prescrizioni definite dalla normativa per questo tipo di verifica.

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 17 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

Il DM 14.01.08 affronta il tema della Stabilità Globale distinguendo tra il caso dei Pendii Naturali (§ 6.3) e quello delle opere in terra in Materiali sciolti e Fronti di scavo (§ 6.8) fornendo prescrizioni differenti circa i criteri di verifica da adottare nei due casi.

Trattandosi nel caso in esame di valutare la Stabilità Globale di Opere a sostegno di scavi, si ricade nel caso dei “Fronti di Scavo e rilevati”; nel seguito si riportano dunque, per maggiore chiarezza espositiva, le specifiche normative a riguardo

Il punto 6.8.2 del DM 10.01.08 e relativa circolare applicativa, tratta l’argomento della verifica di Stabilità di Materiali Sciolti e fronti di scavo, nella fattispecie, al punto 6.8.2 “Verifiche di Sicurezza (SLU)” viene prescritto quanto di seguito:

Le verifiche devono essere effettuate secondo l’Approccio 1 - Combinazione 2 (A2+M2+R2) tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I.

In aggiunta a quanto già riportato nei precedenti paragrafi, si riporta di seguito la Tab. 6.8.I, in cui è definito il valore del coefficiente parziale “R2” da applicare al valore della resistenza caratteristica calcolata per la generica superficie di potenziale scivolamento analizzata:

Tabella 6.8.I – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.

Coefficiente	R2
γ_R	1.1

In zona sismica il valore del coefficiente parziale “R2” è pari a 1.2 (NTC2008: §7.11.4)

Per la valutazione degli effetti dell’azione sismica sulle masse e sui coefficienti di spinta del terreno, si è fatto riferimento al metodo pseudo-statico previsto al punto 7.11.3.5.2 - “Metodi di Analisi” - delle NTC2008 secondo il quale, nelle verifiche allo stato limite ultimo, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le seguenti espressioni:

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

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

dove

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito

g = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l’accelerazione massima può essere valutata con la relazione:

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_t \cdot a_g$$

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 18 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

dove

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_t).

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Di seguito sono riportati i valori di β_s considerati per i fronti di scavo (utilizzati nelle analisi globali), e per le paratie, in accordo a quanto indicato nella NTC2008.

Tabella 7.1 – Coefficienti dell'accelerazione massima attesa al sito – Fronti di scavo e rilevati

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.3	0.28
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.27	0.24
$a_g(g) \leq 0.1$	0.2	0.2

7.1.2 STABILITA' LOCALE PARATIA

Nell'ambito delle verifiche finalizzate al controllo della stabilità locale dell'opera di sostegno, bisogna analizzare i seguenti due potenziali meccanismi.

- 1) - collasso per rotazione intorno a un punto dell'opera (atto di moto rigido);
- 2) - collasso per carico limite verticale verticale (il calcolo viene omissso poichè la struttura ha la funzione di sostegno della spinta orizzontale);

Potendo ritenere non significativa per il caso delle opere in oggetto la verifica 2, si è proceduto a controllare il meccanismo di cui al punto 1, in termini di massimo rapporto di mobilitazione della spinta passiva (GR) nell'ambito delle varie fasi caratteristiche di scavo e/o completamenti previsti, controllando il rispetto della seguente condizione:

$$G_m = kP_{mob}^{max} / k_p \leq 1$$

kP_{mob}^{max} = massimo rapporto tra la tensione orizzontale del terreno in zona passiva e la tensione verticale efficace nel medesimo punto

k_p = coefficiente di spinta passiva locale di progetto, valutato in base ai parametri caratteristici dei terreni fattorizzati secondo i coefficienti M1/M2 in relazione alla generica combinazione analizzata secondo specifiche di cui già al precedente paragrafo.

	2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE 3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud 4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266 Relazione tecnica e di calcolo								
	Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 19 di 189

7.1.3 VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ

Si verifica che la deformata massima della paratia in fase sismica sia:

$d_{max, sis} = 0.005L$ con $L =$ altezza totale della paratia

7.2 VERIFICHE STRUTTURALI DELLE SEZIONI IN C.A.

Le verifiche delle sezioni in c.a. dei pali della paratia sono state condotte per mezzo del codice RC-Sec (GeoStru – 2021). Le sollecitazioni sulla paratia sono ricavate, in condizioni SLE, SLU ed SLV, dal calcolo svolto con il codice Paratie Plus.

7.2.1 STATO LIMITE ULTIMO

La determinazione della capacità resistente della sezione del palo viene effettuata con i criteri di cui al punto 4.1.2.3 delle NTC08 per le seguenti sollecitazioni:

- Pressoflessione (rif. formule al punto 4.1.2.1.2.4 delle NTC 2008);
- Taglio per elementi con armature trasversali (rif. formule al punto 4.1.2.1.3 delle NTC 2008).

7.2.2 STATO LIMITE ESERCIZIO

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle Combinazioni di Calcolo allo SLE, il tasso di Lavoro nei materiali e l'ampiezza delle fessure nel calcestruzzo attesa, secondo quanto di seguito specificato:

- Verifica delle tensioni nel calcestruzzo e acciaio sotto combinazione di carico quasi permanente e rara (ref. punto 4.1.2.2.4.1 delle NTC 2008)

$\sigma_{c,r} = 0.6 \cdot f_{ck} = 19.2 \text{ MPa}$ tensione limite calcestruzzo in comb. rara

$\sigma_{c,qp} = 0.45 \cdot f_{ck} = 14.4 \text{ MPa}$ tensione limite calcestruzzo in comb. qp

$\sigma_s = 0.8 f_{yk} = 360 \text{ MPa}$ tensione limite acciaio

- Verifica a fessurazione calcestruzzo sotto combinazione di carico frequente e combinazione quasi permanente (ref. punto 4.1.2.2.4.2 e Tab. 4.1.IV delle NTC 2008)

Condizioni Ambientali: Ordinarie

Armature: Poco Sensibili

$w < 0.2 \text{ mm.}$

	2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE 3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud 4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266 Relazione tecnica e di calcolo								
	Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 20 di 189

8. STATI LIMITE E COMBINAZIONI DI CALCOLO

8.1 STATO LIMITE ULTIMO

Per quanto riguarda le opere di stabilizzazione, costituite da paratia di pali, si effettuano le verifiche con riferimento ai seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO);
- SLU di tipo strutturale (STR) per il raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Secondo quanto riportato in normativa DM 14-01-2008, la verifica di stabilità globale dell'insieme terreno-opera deve essere effettuata secondo l'Approccio 1:

- Combinazione 2: (A2+M2+R2)

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate secondo almeno uno dei seguenti approcci:

Approccio 1:

- Combinazione 1: (A1+M1+R1)
- Combinazione 2: (A2+M2+R1)

In aggiunta a quanto sopra, al § C6.5.3.1.2 della Circolare Applicativa n 617/2009 viene inoltre specificato quanto segue:

Per il dimensionamento geotecnico delle paratie, le analisi possono essere condotte con la Combinazione 2 (A2+M2+R1).

Per la verifica degli elementi strutturali (STR), le analisi può essere condotta con riferimento alla Combinazione 1 (A1+M1+R1).

I coefficienti per le azioni A, per i parametri geotecnici M e per le resistenze R sono riassunti nelle seguenti tabelle.

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 21 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

Tabella 8.1 – Coefficienti parziali per le azioni SLU

Carichi tipo	Effetto	Coefficiente parziale	A1	A2
Permanenti G1	Favorevole	γ_{G1}	1.0	1.0
	Sfavorevole		1.3	1.0
Permanenti non strutturali G2	Favorevole	γ_{G2}	0.8	0.8
	Sfavorevole		1.5	1.3
Variabili Q	Favorevole	γ_Q	0	0
	Sfavorevole		1.5	1.3

Tabella 1.2 – Coefficienti parziali per i parametri del terreno SLU

Carichi tipo	Coefficiente parziale	M1	M2
Tangente angolo resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	1.0	1.25
Coazione efficace	c'_k	1.0	1.25
Resistenza non drenata	c_{uk}	1.0	1.4
Peso unità di volume	γ	1.0	1.0

I coefficienti parziali sulle azioni e parametri geotecnici sono posti pari all'unità mentre i coefficienti parziali relativi alle resistenze risultano invariati rispetto a quelli considerati per le verifiche in condizioni statiche.

8.2 STATO LIMITE ESERCIZIO

Per le verifiche strutturali allo stato limite di esercizio seguenti coefficienti parziali per le azioni sono stati considerati:



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 22 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

Tabella 8.3 – Coefficienti parziali per le azioni SLS rara

Carichi tipo	Effetto	γ	ψ
Permanenti G1	Sfavorevole	1.0	-
Permanenti G2	Sfavorevole	1.0	-
Variabili Q	Sfavorevole	1.0	-

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 23 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

9. CRITERI GENERALI DI ANALISI DELLE PARATIE

9.1 METODOLOGIA DI CALCOLO

Al fine di rappresentare il comportamento delle paratie durante le varie fasi di lavoro (scavi e/o eventuale inserimento degli elementi di contrasto), è necessario l'impiego di un metodo di calcolo iterativo atto a simulare l'interazione in fase elasto-plastica terreno-paratia.

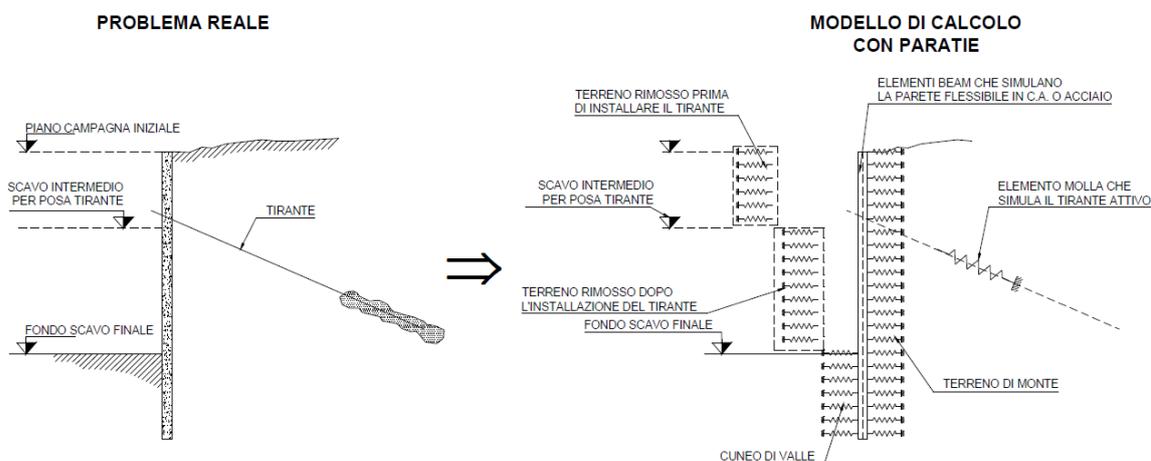
Le analisi finalizzate al dimensionamento delle paratie trattate nell'ambito del presente documento, sono state condotte con il programma di calcolo "Paratie Plus" della HarpaCeas s.r.l. di Milano Version 2021. 0

Lo studio del comportamento di un elemento di paratia inserito nel terreno viene effettuato tenendo conto della deformabilità dell'elemento stesso, considerato in regime elastico, e soggetto alle azioni derivanti dalla spinta dei terreni, dalle eventuali differenze di pressione idrostatiche, dalle spinte dovute ai sovraccarichi esterni e dalla presenza degli elementi di contrasto.

La paratia viene discretizzata con elementi finiti monodimensionali a due gradi di libertà per nodo (spostamento orizzontale e rotazione).

Il terreno viene schematizzato con delle molle secondo un modello elasto-plastico; esso reagisce elasticamente sino a valori limite dello spostamento, raggiunti i quali la reazione corrisponde, a seconda del segno dello stesso spostamento, ai valori limite della pressione attiva o passiva.

Gli spostamenti vengono computati a partire dalla situazione di spinta "a riposo".



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 24 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

Al fine di ottenere informazioni attendibili sull'entità delle sollecitazioni e delle deformazioni nelle paratie è necessario poterne seguire il comportamento durante le principali fasi esecutive.

A tal riguardo, l'interazione fra la paratia e il terreno, è simulata modellando la prima con elementi finiti caratterizzati da una rigidità flessionale ed il secondo con molle elasto-plastiche connesse ai nodi della paratia di rigidità proporzionale al modulo di rigidità del terreno. Inoltre, è possibile modellare eventuali elementi di sostegno della paratia (tiranti, puntoni) con molle dotate di opportuna rigidità.

In particolare, la paratia è schematizzata attraverso un diaframma di spessore equivalente ricavato attraverso la seguente espressione:

$$s_{eq} = \sqrt[3]{12E_m J_p}$$

dove:

E_m modulo elastico del materiale costituente la paratia

J_p inerzia della sezione della paratia

Il terreno si comporta come un mezzo elastico sino a che il rapporto tra la tensione orizzontale efficace ($\sigma' h$) e la tensione verticale efficace ($\sigma' v$) risulta compreso tra il coefficiente di spinta attivo (k_a) e passivo (k_p), mentre quando il rapporto è pari a k_a o a k_p il terreno si comporta come un mezzo elasto-plastico.

Questo modello, nella sua semplicità concettuale, derivato direttamente dal modello di Winkler, consente una simulazione del comportamento del terreno adeguata agli scopi progettuali. In particolare, vengono superate le limitazioni dei più tradizionali metodi dell'equilibrio limite, non idonei a seguire il comportamento della struttura al variare delle fasi esecutive.

I parametri di deformabilità del terreno compaiono nella definizione della rigidità delle molle. Per un letto di molle distribuite la rigidità di ciascuna di esse, k , è data da:

$$k = E / L$$

ove E è un modulo di rigidità del terreno mentre L è una grandezza geometrica caratteristica. Poiché nel programma PARATIE le molle sono posizionate a distanze finite Δ , la rigidità di ogni molla è:

$$K = \frac{E\Delta}{L}$$

Il valore di Δ è fornito dalla schematizzazione ad elementi finiti.

Il valore di L è fissato automaticamente dal programma. Esso rappresenta una grandezza

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 25 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

caratteristica che è diversa a valle e a monte della paratia perché diversa è la zona di terreno coinvolta dal movimento in zona attiva e passiva.

Si è scelto, in zona attiva (uphill):

$$L_A = \frac{2}{3} \ell_A \tan(45^\circ - \phi' / 2)$$

e in zona passiva (downhill):

$$L_P = \frac{2}{3} \ell_P \tan(45^\circ + \phi' / 2)$$

dove ℓ_A ed ℓ_P sono rispettivamente:

$$\ell_A = \min\{l, 2H\};$$

$$\ell_P = \min\{l - H, H\}$$

con

l = altezza totale della paratia

H = altezza corrente dello scavo.

La logica di questa scelta è illustrata nella pubblicazione di Becci e Nova (1987). Si assume in ogni caso un valore di H non minore di 1/10 dell'altezza totale della parete.

Il programma consente di seguire le fasi evolutive degli scavi a valle dell'opera, determinando, per ciascuna fase di scavo prevista, la deformata dell'opera e le sollecitazioni e gli stati tensionali nel terreno con essa interagente.

9.2 PRESSIONE E RESISTENZA STATICA DELLE TERRE E DELL'ACQUA

In generale, la pressione σ'_h che lo scheletro solido del terreno esercita su una struttura di sostegno dipende dagli spostamenti che essa subisce per effetto di σ'_h stessa ovvero dipende dall'interazione fra la struttura ed il terreno a tergo dell'opera. Nel caso in cui la struttura subisca uno spostamento verso valle (diminuzione della tensione orizzontale efficace rispetto alle condizioni geostatiche), la σ'_h sul paramento di monte può essere calcolata come:

$$\sigma'_h = k_a \sigma'_v - 2c' \sqrt{k_a} \quad \text{pressione attiva}$$

dove:

k_a è il coefficiente di spinta attiva

σ'_v è la tensione verticale efficace

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 26 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

c' è la coesione efficace

In condizioni statiche, k_a è funzione dell'angolo di attrito efficace dello scheletro solido ϕ' , dell'angolo di attrito δ fra struttura e terreno (nelle analisi $\delta = 0.50 \phi'$) dell'inclinazione ψ rispetto all'orizzontale del paramento di monte della struttura di sostegno (nelle analisi $\psi = 90^\circ$) e dell'inclinazione β rispetto all'orizzontale del versante a tergo dell'opera. Fra le varie formulazioni proposte per il calcolo di k_a , nel caso di condizioni stratigrafiche omogenee e di cunei di spinta non influenzati dall'andamento della falda lungo il pendio, poiché formulazioni più complesse come ad esempio il modello a spirale logaritmica (cfr. Figura 4) non portano a risultati più accurati, si farà riferimento a quella di [Coulomb, 1776] che considera una superficie di rottura piana:

$$k_a = \frac{[\sin(\psi + \phi')]^2}{(\sin \psi)^2 \sin(\psi - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi' + \delta) \sin(\phi' - \beta)}{\sin(\psi - \delta) \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

Nel caso in cui la struttura subisca uno spostamento verso monte (aumento della tensione orizzontale efficace rispetto alle condizioni geostatiche), la σ'_h sul paramento di monte può essere calcolata come:

$$\sigma'_h = k_p \sigma'_v + 2c' \sqrt{k_p} \quad \text{pressione passiva}$$

dove:

k_p è il coefficiente di spinta passiva

σ'_v è la tensione verticale efficace

c' è la coesione efficace

Analogamente al coefficiente di spinta attiva, in condizioni statiche si può porre $k_p = k_p(\phi', \psi, \beta, \delta)$. Fra le varie formulazioni proposte per il calcolo di k_p , di seguito, si farà riferimento a quella di [Caquot-Kerisel, 1948]. La superficie potenziale di scorrimento del terreno è assimilabile in questo caso ad un arco di spirale logaritmica e non più ad una superficie piana. Tale coefficiente viene determinato dall'interpolazione polinomiale delle spirali logaritmiche fornite sperimentalmente da [Caquot-Kerisel, 1948], riportate in Figura 4.

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 27 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

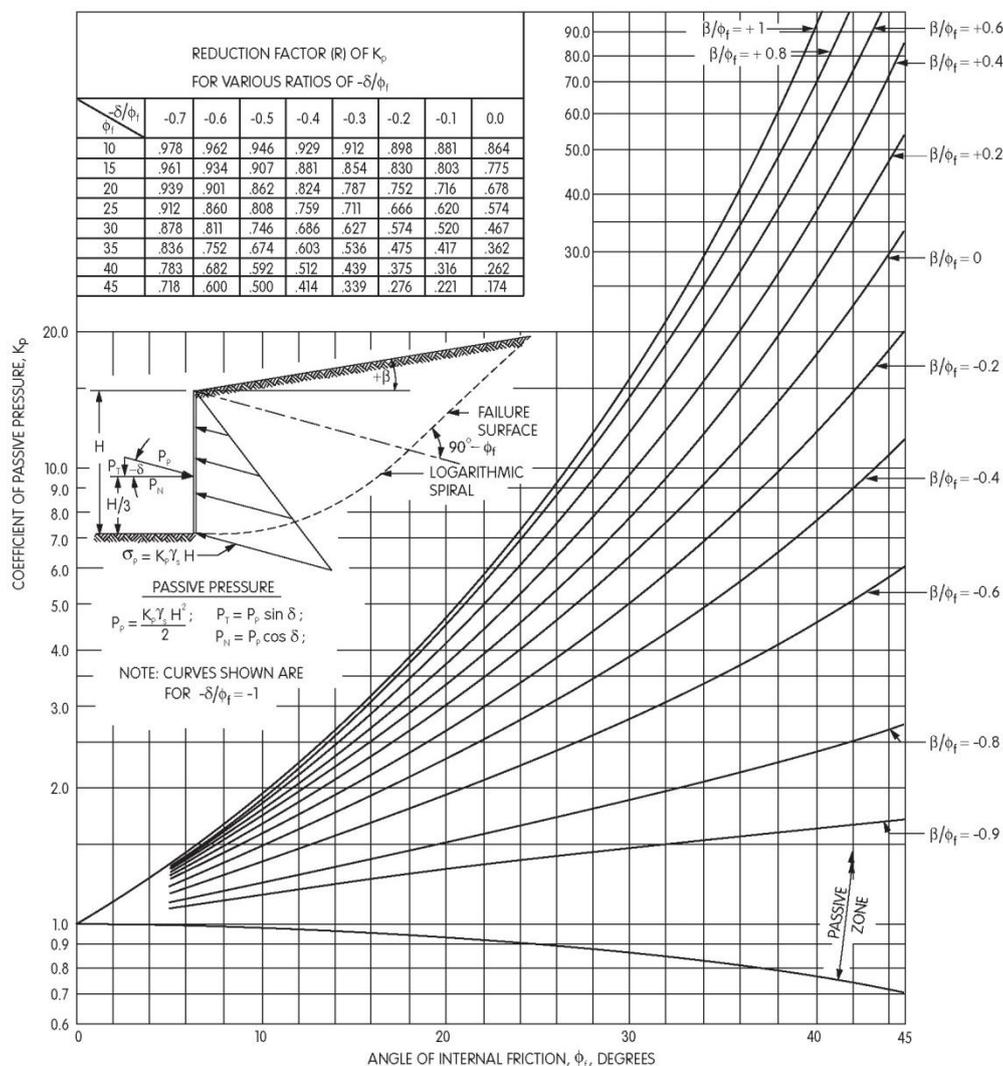


Figura 4– modello a spirale logaritmica per il calcolo dei coefficienti di spinta

Pertanto, in generale, nel caso di strutture di sostegno flessibili, eventualmente contrastate da elementi strutturali attivi o passivi messi in opera in fasi successive, sul paramento di monte agirà la pressione attiva e su quello di valle la pressione passiva.

Nel caso di strutture molto rigide, incapaci di subire spostamenti sufficienti a mobilitare la pressione attiva o quella passiva, la pressione σ'_h esercitata dallo scheletro solido sull'opera di sostegno può essere calcolata come la pressione in condizioni geostatiche:

$$\sigma'_h = k_0 \sigma'_v \quad \text{pressione a riposo}$$

dove:

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 28 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

k_0 è il coefficiente di spinta a riposo;

σ'_v è la tensione verticale efficace.

Secondo la relazione di [Kulhawy et al., 1989] k_0 dipende dalla resistenza del terreno e dal rapporto di sovraconsolidazione del terreno O.C.R.:

$$k_0 = k_0^{nc} (OCR)^m$$

dove:

k_0^{nc} è il coefficiente di spinta a riposo per terreni normal consolidati che secondo [Jaky, 1936] può essere posto pari a $(1 - \sin \phi')$;

m è un parametro empirico, di solito compreso tra 0.4 e 0.7.

In generale, per strutture di sostegno impermeabili senza sistemi di drenaggio a monte, alla pressione esercitata dallo scheletro solido deve essere sommata la pressione esercitata dall'acqua.

In condizioni drenate (regime stazionario), che sono le condizioni a vantaggio di sicurezza nel caso di esecuzione di scavi (detensionamento del terreno), la pressione dell'acqua (pressione neutra) nei pori è indipendente dalla deformazione dello scheletro solido (disaccoppiamento meccanico-idraulico). Pertanto, nell'ipotesi semplificativa che il flusso nell'intorno della paratia si sviluppi prevalentemente in direzione verticale il calcolo della pressione neutra p alla quota z può essere condotto considerando che il prodotto fra permeabilità k e perdita di carico i è costante (principio di conservazione della massa applicato alla legge di Darcy) ovvero, che in ciascun tratto omogeneo (permeabilità k costante), di spessore $L = z - z_0$, la perdita di carico i è costante:

$$p = p_0 - \gamma_w (1+i)(z - z_0) \quad \text{pressione neutra}$$

p_0 è la pressione all'inizio di ciascun tratto omogeneo ovvero $p(z = z_0)$

γ_w è il peso specifico dell'acqua

$$i = \frac{-\Delta h}{L} = - \frac{[h(z) - h(z_0)]}{z - z_0}$$

i è la perdita di carico

z è la quota, positiva verso l'alto, alla quale si calcola p

	2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE 3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud 4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266 Relazione tecnica e di calcolo								
	Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 29 di 189

10. SOLUZIONI PROGETTUALI

Le opere di sostegno degli scavi sono pali con diametro di perforazione $\Phi = 1500$ mm, posti ad interasse $i = 1.70$ m e collegati in testa da una trave di coronamento in c.a.;

Le paratie sono protette mediante uno strato di spritz- beton fibrorinforzato di spessore pari a 10 cm.

Si riportano nel seguito le principali fasi esecutive rilevanti dal punto di vista dei calcoli per le verifiche delle opere di sostegno:

FASE 0. Preparazione del piano di lavoro ed esecuzione degli sbancamenti a monte della paratia;

FASE 1. Esecuzione dei pali e del cordolo di testa;

FASE 2. Esecuzione dello scavo fino alla quota di progetto;

FASE 3. Ritombamento a valle della paratia fino a quota piano viario

FASE 4. Applicazione del sisma definitivo.

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 30 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

11. ANALISI E VERIFICHE

Nel presente paragrafo si riportano i risultati delle analisi e verifiche condotte per la paratia di pali in fase di scavo e in fase definitiva a protezione della strada Pedemontana. Il calcolo fa riferimento alla sezione come di seguito illustrata:

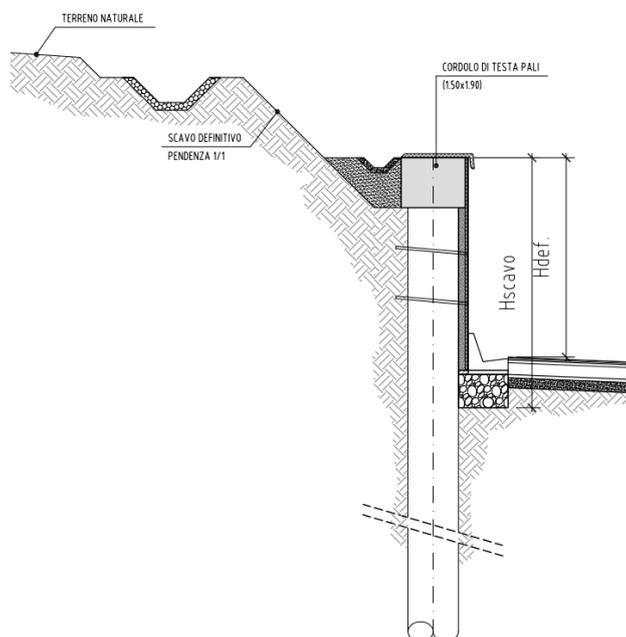


Figura 11.1 - Sezione tipologica di calcolo

Sono state verificate le seguenti sezioni:

- sez. 1: Hscavo=5.84m; Hdef.=4.36m:
- sez. 2: Hscavo=6.83m; Hdef.=5.36m
- sez. 3: Hscavo=7.43 m; Hdef.=5.95m

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 31 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

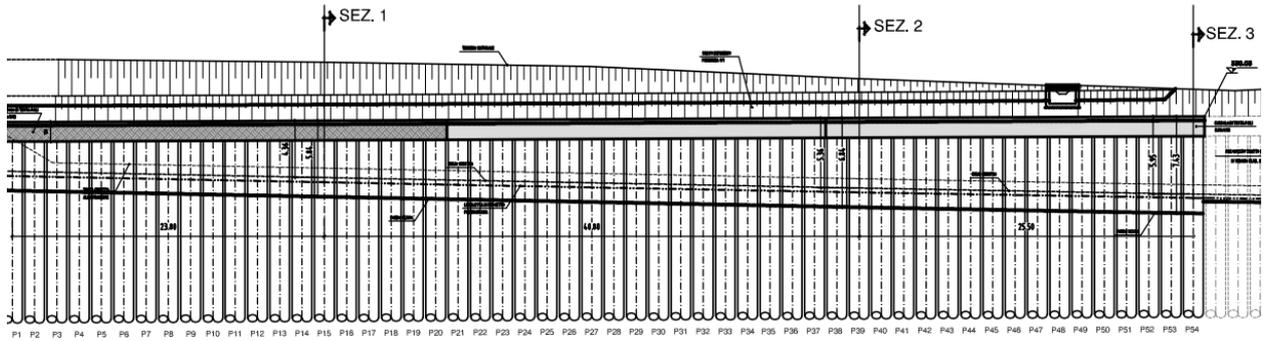


Figura 11.2- Sezioni di calcolo

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 32 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

11.1 SEZIONE 1

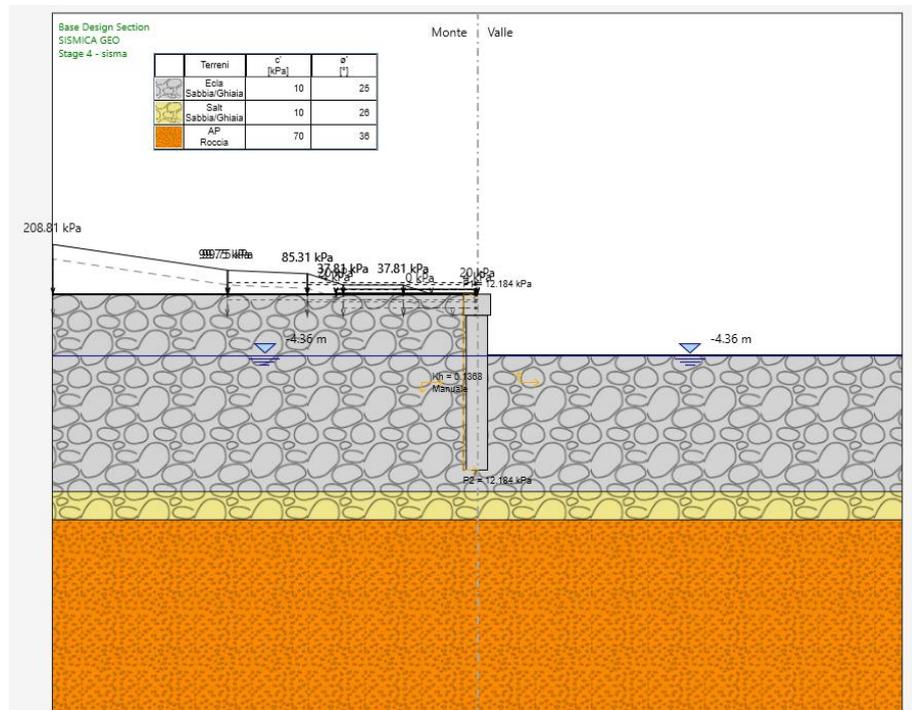
La sezione oggetto di studio è una paratia a sbalzo, caratterizzata da un'altezza di scavo di 5.84 m (fase provvisoria) e 4.36 m (in fase definitiva).

Sono di seguito riportate le principali caratteristiche dell'opera di sostegno e del modello geotecnico utilizzati per le analisi di verifica.

Viene presentato in primo luogo il modello implementato nel software Paratie Plus con la sequenza delle fasi di lavorazione previste, e successivamente i risultati in termini di sollecitazione e verifiche strutturali e geotecniche da effettuare ai sensi di quanto prescritto dalla Normativa secondo quanto già descritto nei paragrafi precedenti.

11.1.1 Modello numerico

La Figura 11.3 mostra un confronto tra la sezione reale e quella simulata; si può osservare ad esempio come l'inclinazione del pendio a monte dell'opera sia stata modellata mediante l'applicazione di un carico fittizio equivalente, su un piano campagna simulato orizzontale. La falda viene posta fondo scavo per la presenza di dreni sulla paratia.



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 33 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

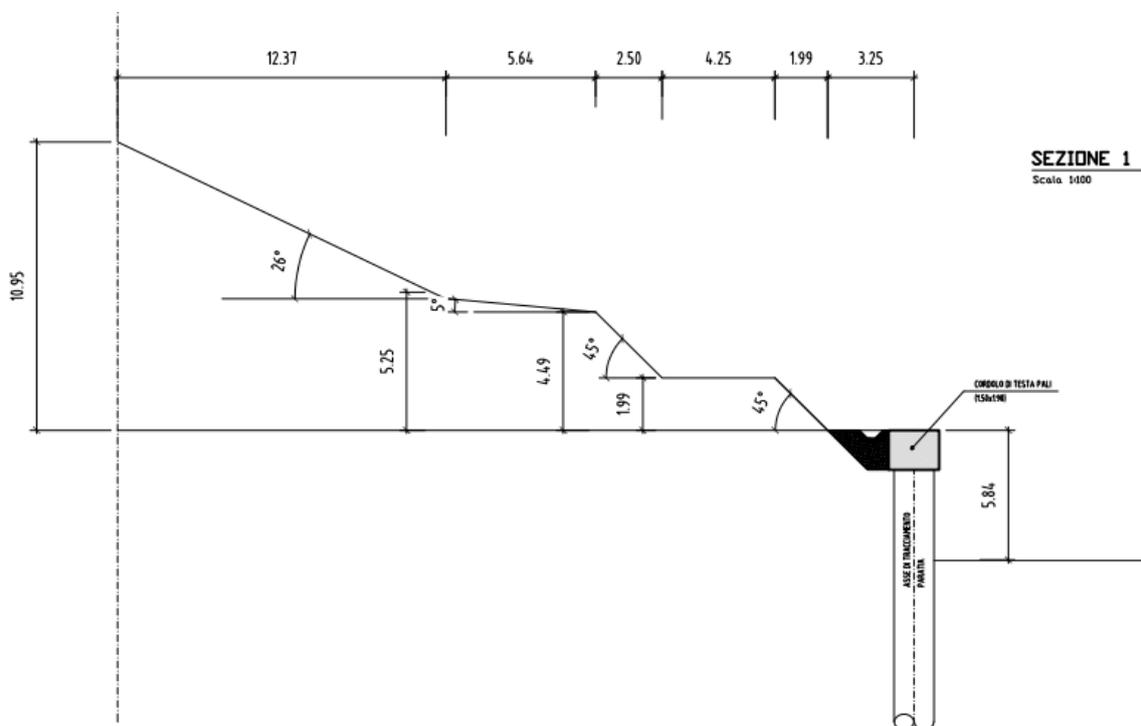


Figura 11.3 - Confronto tra la sezione modellata (sopra) e quella reale (sotto)

Sono di seguito descritte le principali caratteristiche della struttura e del modello geotecnico per le analisi di verifica.

Tipologia struttura di sostegno	Paratia di pali di diametro $\varnothing = 1500$ mm, posti ad interasse $i = 1.7$ m;
Altezza totale paratia	$H_{tot} = 12.50$ m
Altezza libera paratia	$H = 5.84$ m(step 2 - fase provvisoria) $H = 4.36$ m(step 3 - fase fase definitiva)
Inclinazione del piano campagna a monte	terreno naturale inclinato (5° - 26° - 45°)
Inclinazione del piano campagna a valle	0°
Sovraccarichi permanenti a monte	Carico fittizio variabile equivalente alla pendenza del p.c.
Sovraccarichi permanenti a valle	-
Sovraccarichi variabili a monte	$Q_{1,k} = 20$ kPa, estensione 10.00 m- step 3 $Q_{1,k} = 4$ kPa, estensione 10.00 m- step 4 (sisma)
Sovraccarichi variabili a valle	-

Tabella 11.1 - Caratteristiche geometriche della sezione di calcolo

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 34 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

I parametri geotecnici adottati nelle analisi variano a seconda della combinazione di riferimento adottata in considerazione della specifica verifica prevista dal D.M. 14/01/2008 così come riportato nel prospetto che segue.

Terreno	Gruppo coeff. parziali	Condizione	γ	$c'd$	$\varphi'd$	δ	E'	E'_{ur}	k_o	K_{ah}	K_{ph}	
			(kN/m^3)	(kPa)	(°)	(°)	(MPa)	(MPa)	(-)	(-)	(-)	
Ecla (da testa paratia a -16.00 m)	M1	SLU	19	10	25	16.67	60	96	0.577	0.345	3.416	
		SLV				0				-	-	
	M2	SLU		8	20.5	13.67				0.65	0.418	2.649
		SLV				0					-	-
Salt (da -16.0 a -18.0 m)	M1	SLU	19	10	26	17.34	200	320	0.561	0.331	3.623	
		SLV				0				-	-	
	M2	SLU		8	21.31	13.87				0.636	0.403	2.775
		SLV				0					-	-
Ap (da -18.0 in poi)	M1	SLU	23.5	70	36	24.01	106	170	0.412	0.214	7.017	
		SLV				0				-	-	
	M2	SLU		56	30.16	20.12				0.497	0.277	4.689
		SLV				0					-	-

γ = peso dell'unità di volume
 $c'd$ = coesione efficace (valore di calcolo)
 $\varphi'd$ = angolo di resistenza al taglio (valore di calcolo)
 δ = angolo d'attrito struttura/terreno
 E' = modulo di Young
 E'_{ur} = modulo di Young (scarico/ricarico)
 k_o = coefficiente di spinta a riposo
 K_a = coefficiente di spinta attiva
 K_p = coefficiente di resistenza passiva

Tabella 11.2 – Parametri geotecnici di calcolo.

Con riferimento alla valutazione del coefficiente sismico orizzontale k_h , i valori di α e β sono stati assunti rispettivamente pari a 1.0 e 0.455 avendo considerato un sottosuolo di tipo C e uno spostamento massimo ammissibile μ_s pari a $0.005 \times 12.5 = 0.0625$ m (cfr. § 7.11.6.3.2 del D.M. 14/01/2008).

Si sottolinea che i coefficienti di spinta sono stati determinati considerando orizzontale il piano campagna a monte dell'opera.

L'incremento di spinta del terreno, dovuto all'azione sismica, valutato secondo la teoria di Mononobe-Okabe e agente direttamente sulla paratia secondo una distribuzione uniforme sull'intera altezza dell'opera

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 35 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

Sezione di calcolo	H (m)	Terreno	Gruppo coeff. parziali	Condizione	Categoria sottosuolo	α	u_s	β	K_h	K_{ahE}	K_{phE}
					(-)	(-)	(m)	(-)	(-)	(-)	(-)
1	12.5	Ecla	M1	SLV	C	1	0.0625	0.455	0.1365	0.451	-
			M2	SLV		1	0.0625	0.455	0.1365	-	2.205
		Salt	M1	SLV		1	0.0625	0.455	0.1365	0.434	-
			M2	SLV		1	0.0625	0.455	0.1365	-	2.298
		Ap	M1	SLV		1	0.0625	0.455	0.1365	0.293	-
			M2	SLV		1	0.0625	0.455	0.1365	-	3.535
									0.369	-	
										-	2.737

α = coefficiente di deformabilità (Figura 7.11.2 del DM 14/01/2008)
 u_s = spostamento ammissibile
 β = coefficiente di spostamento (Figura 7.11.3 del DM 14/01/2008)
 K_{ahE} = coefficiente di spinta attiva orizzontale
 K_{phE} = coefficiente di resistenza passiva orizzontale

Tabella 11.3 – Parametri per l'analisi sismica.

Le strutture componenti l'opera sono state modellate all'interno del software come segue:

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

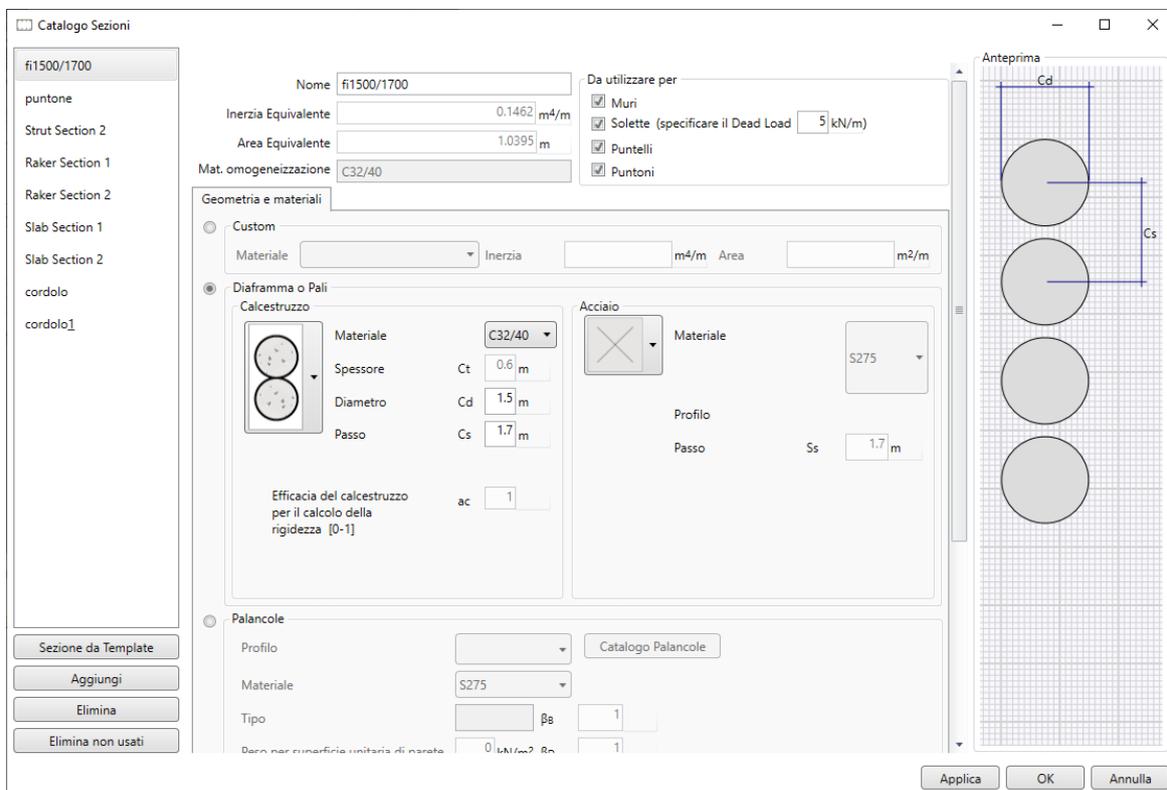
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 36 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------



Catalogo Sezioni

Nome: fi1500/1700

Inerzia Equivalente: 0.1462 m⁴/m

Area Equivalente: 1.0395 m

Mat. omogeneizzazione: C32/40

Da utilizzare per:

- Muri
- Solette (specificare il Dead Load: 5 kN/m)
- Puntelli
- Puntoni

Geometria e materiali

Custom

Materiale: Inerzia: m⁴/m Area: m²/m

Diaframma o Pali

Calcestruzzo

Materiale: C32/40

Spessore: Ct: 0.6 m

Diametro: Cd: 1.5 m

Passo: Cs: 1.7 m

Acciaio

Materiale: S275

Profilo:

Passo: Ss: 1.7 m

Efficacia del calcestruzzo per il calcolo della rigidità [0-1]: ac: 1

Palancole

Profilo: Catalogo Palancole

Materiale: S275

Tipo: β_s : 1

Peso per superficie unitaria di parete: 0 kN/m² β_n : 1

Anteprima

Cd

Cs

Applica OK Annulla

Figura 11.4 - Caratteristiche dei micropali inserite in Paratie Plus

Si sottolinea che i coefficienti di spinta sono stati determinati considerando orizzontale il piano campagna a monte dell'opera.

Si riportano, infine, le fasi di calcolo in cui è articolata l'analisi numerica:

- STAGE 0. Inizializzazione dello stato tensionale geostatico;
- STAGE 1. Simulazione della paratia di pali F1500/1.7 m con relativi cordoli di testa e applicazione del terreno equivalente al terreno con inclinazione variabile a tergo della paratia;
- STAGE 2. Scavo di ribasso fino a quota -5,84 m rispetto alla testa dell'opera;
- STAGE 3. Ritombamento a valle fino a quota -4,36 m dalla testa e applicazione del carico variabile $Q_1=20$ kPa (rappresentativo dell'accidentale stradale).
- STAGE 4. Applicazione dell'azione sismica come definita in Tabella 11.3 e applicazione del carico variabile $Q_1=4$ kPa (accidentale sisimco).

Si precisa infine che le Analisi sono state svolte, tenendo conto delle specifiche della Normativa come già richiamate ai precedenti paragrafi, secondo l'Approccio 1, analizzando tutte le combinazioni prescritte dalla Normativa per l'analisi di Paratie di Sostegno in fase statica che nel seguito si riportano come implementate nel software utilizzato:



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 37 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

Lista degli approcci di progetto

Attivo	Std	Collezione	Nome	Stato Limite	Descrizione	Carichi Permanenti Sfavorevoli (F_dead_load_unfavour)	Carichi Permanenti Favorevoli (F_dead_load_favour)	Carichi Variabili Sfavorevoli (F_live_load_unfavour)	Carichi Variabili Favorevoli (F_live_load_favour)	Carico Sismico (F_seism_load)	Pressioni Acqua Laterale (F_water/A)	Pressioni Acqua Laterale Valle (F_water/Val)	Carichi Permanenti Destabilizzanti (F_UP_GDstab)	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_UP_GDstab)	Carichi Variabili Destabilizzanti (F_UP_GDstab)	Carichi Variabili Stabilizzanti (F_UP_GDstab)	
						Yg	Yg	Yq	Yq	Yce	Yg	Yg	Ygdst	Ygdst	Yqdst	Yqdst	
<input checked="" type="checkbox"/>			Nominal	UNDEFINED		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		SLE (Rara/Frequente/Quasi)	SERVICE		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	ULTIMATE		1,3	1	1,5	1	1	1,3	1	1	1	1	1	1,3
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		A2+M2+R1	ULTIMATE		1	1	1,3	1	1	1	1	1	1	1	1	1,3
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		SISMICA STR	ULTIMATE		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		SISMICA GEO	ULTIMATE		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,3

Lista degli approcci di progetto

Attivo	Std	Collezione	Nome	Stato Limite	Descrizione	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_HYD_GDstab)	Carichi Variabili Destabilizzanti (F_HYD_GDstab)	Deformazione elastica (F_elastic_strain)	Parziale su tiranti (F_T) (F_T)	Parziale su cuneo (F_c_eff_cone)	Parziale su (F_Su)	Parziale su ru (F_ru)	Parziale su peso specifico (F_gamma)	Parziale resistenza tiranti (F_Soil_Ten_walls)	Parziale resistenza tiranti permanenti (F_Arch_T)	Parziale resistenza tiranti temporanei (F_Arch_T)	Parziale elementi strutturali (F_well)	FS tiranti (F_Calen)	Chiodi qS (F_CalenNails)	Chiodi qS (F_Calen)	Pressiometro PI (F_PI)	Tiranti attrito (F_Friction)	Cessione c (tir. rinforzato) (F_Cracks)	Non drenata su (tir. rinforzato) (F_SuNails)	
						Ygdst	Yqdst	Yp	Yp	Yc	Ycu	Ycu	Yy	Yre	Yap	Yat	Yat	Yat	Yat	Yat	Yat	Yat	Yat	Yat	Yat
<input checked="" type="checkbox"/>			Nominal	UNDEFINED		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		SLE (Rara/Frequente/Quasi)	SERVICE		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	ULTIMATE		0,9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,2	1,1	1	1	1	1	1	1,2	1,1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		A2+M2+R1	ULTIMATE		0,9	1	1	1,25	1,25	1,4	1	1	1	1,2	1,1	1	1	1	1	1	1,2	1,1	1	
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		SISMICA STR	ULTIMATE		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,2	1,1	1	1	1	1	1,2	1,1	1	
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		SISMICA GEO	ULTIMATE		0,9	1	1	1,25	1,25	1,4	1	1	1	1,2	1,1	1	1	1	1	1	1,2	1,1	1	

Lista degli approcci di progetto

Attivo	Std	Collezione	Nome	Stato Limite	Descrizione	Parziale su peso specifico (F_gamma)	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Ten_walls)	Parziale resistenza tiranti (F_Arch_T)	Parziale resistenza tiranti temporanei (F_Arch_T)	Parziale elementi strutturali (F_well)	FS tiranti (F_Calen)	Chiodi qS (F_CalenNails)	Chiodi qS (F_Calen)	Pressiometro PI (F_PI)	Tiranti attrito (F_Friction)	Cessione c (tir. rinforzato) (F_Cracks)	Non drenata su (tir. rinforzato) (F_SuNails)
						Yy	Yre	Yap	Yat	Yat	Yat	Yat	Yat	Yat	Yat	Yat	Yat
<input checked="" type="checkbox"/>			Nominal	UNDEFINED		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		SLE (Rara/Frequente/Quasi)	SERVICE		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	ULTIMATE		1	1	1,2	1,1	1	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		A2+M2+R1	ULTIMATE		1	1	1,2	1,1	1	1	1,4	1,4	1	1,25	1,25	1,4
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		SISMICA STR	ULTIMATE		1	1	1,2	1,1	1	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		SISMICA GEO	ULTIMATE		1	1	1,2	1,1	1	1	1	1	1	1	1	1

Combinazioni ed approcci di progetto utilizzati nelle Analisi

Comb. SLE → (Verifiche stato tensionale/fessurativo/spostamenti/deformazioni)

Comb. A1-M1-R1(STR) → (Verifiche strutturali allo SLU in fase statica e sismica)

Comb. A2-M2-R1(GEO) → (Verifiche geotecniche allo SLU in fase statica e sismica)

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 38 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

11.1.2 Risultati delle analisi

I risultati delle analisi sono di seguito descritti in sintesi ed illustrati in maggior dettaglio nell'allegato pertinente (All. [A]).

11.1.2.1 Verifiche spostamenti SLE

La verifica è finalizzata a garantire il corretto dimensionamento dell'opera con particolare riferimento alla funzionalità dell'opera. A tale scopo, nei prospetti che seguono, sono riportati gli output relativi alle fasi finali dell'analisi statica (stage 2 e 3) in termini di deformata dell'opera:

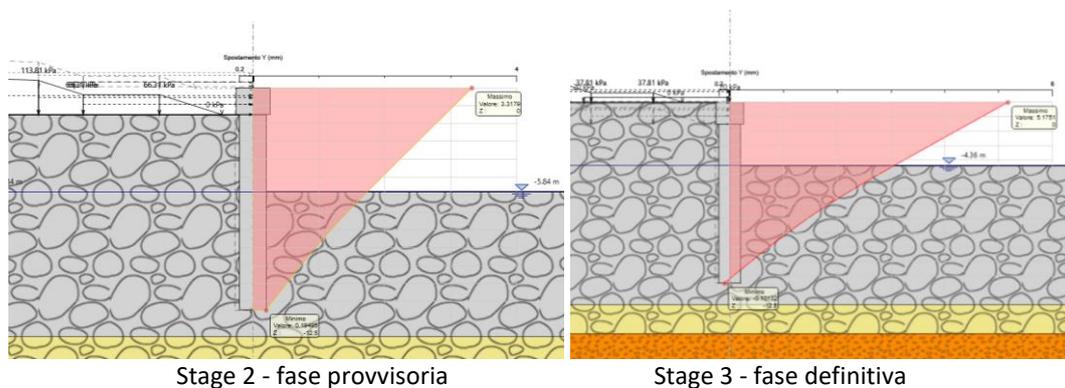


Figura 11.5 - Risultati dell'analisi SLE: diagramma degli spostamenti

Lo scavo a -5.84 m, essendo una situazione transitoria, la deformata si può ritenere accettabile, ed è pari a:

$\delta_{\text{fase scavo}} = 3.32 \text{ mm}$ (stage 2):

Nello stage successivo (stage 3), essendo una situazione definitiva, occorre controllare che la deformata in esercizio sia compatibile con la funzionalità dell'opera. Tale deformata, dopo aver detratto la deformata dello stage 2, risulta essere pari a:

$d_{\text{eser}} = d(\text{stage 3}) - d(\text{stage 2}) = 5.18 - 3.32 = 1.86 \text{ mm}$ (ritenuta accettabile)

Dal grafico seguente la deformata in fase sismica (GEO) nella situazione definitiva risulta essere pari a:

$d = 35.35 \text{ mm} < d_{\text{max, sis}} = 62.5 \text{ mm}$

Pertanto, la verifica di deformabilità risulta accettabile.

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 39 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

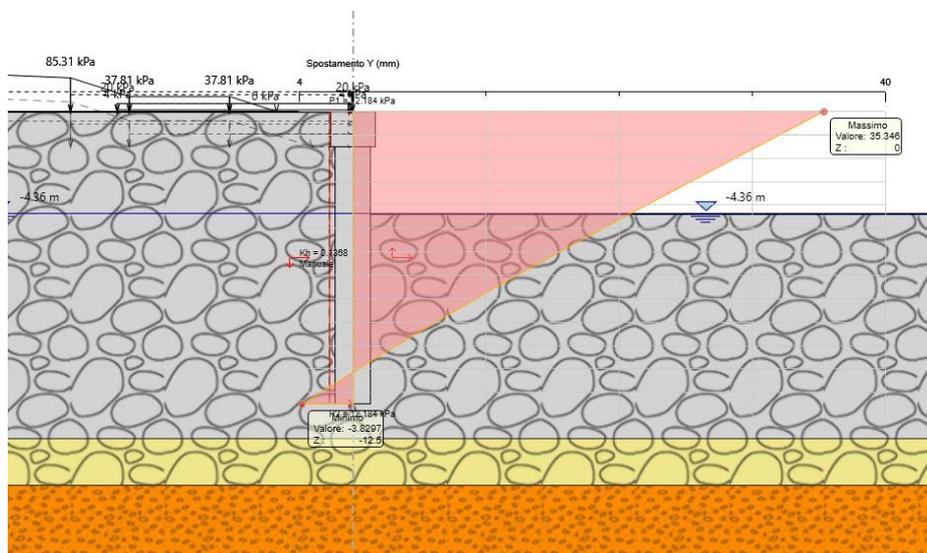


Figura 11.6 - Risultati dell'analisi sismica GEO: diagramma degli spostamenti

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 40 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

11.1.2.2 Verifiche SLU GEO

Verifica del complesso opera – terreno

La verifica è finalizzata a garantire il corretto dimensionamento dell'opera con particolare riferimento alla profondità di infissione della paratia. A tale scopo, nei prospetti che seguono, sono riportati gli output relativi alle fasi finali dell'analisi statica (stage 3) e dell'analisi sismica (Stage 4) in termini di percentuale di spinta passiva mobilitata.

Massimi rapporti di mobilitazione spinta passiva

D.A. <A2+M2+R1>

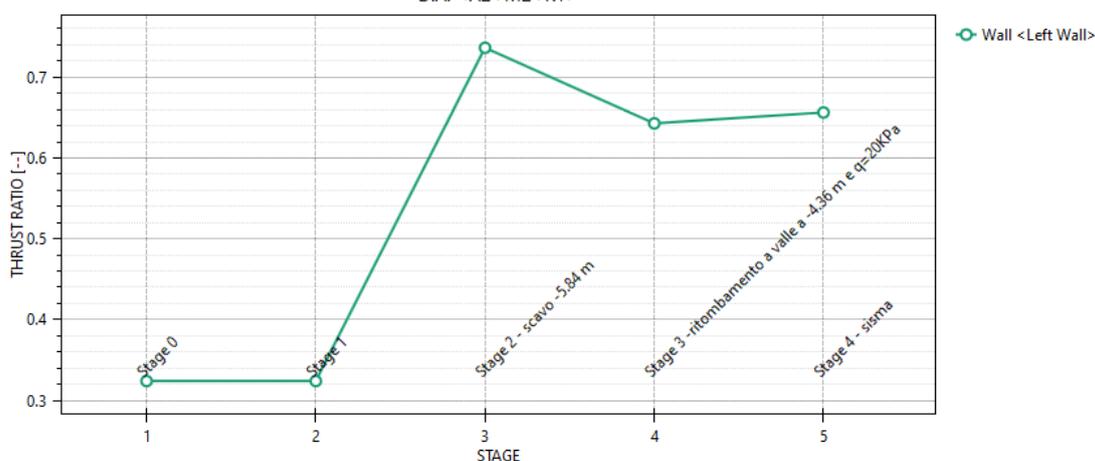


Figura 11.7 - Risultati dell'analisi SLU-GEO: Riepilogo delle spinte: spinta reale efficace/spinta passiva = **0.73**

Massimi rapporti di mobilitazione spinta passiva

D.A. <SISMICA GEO>

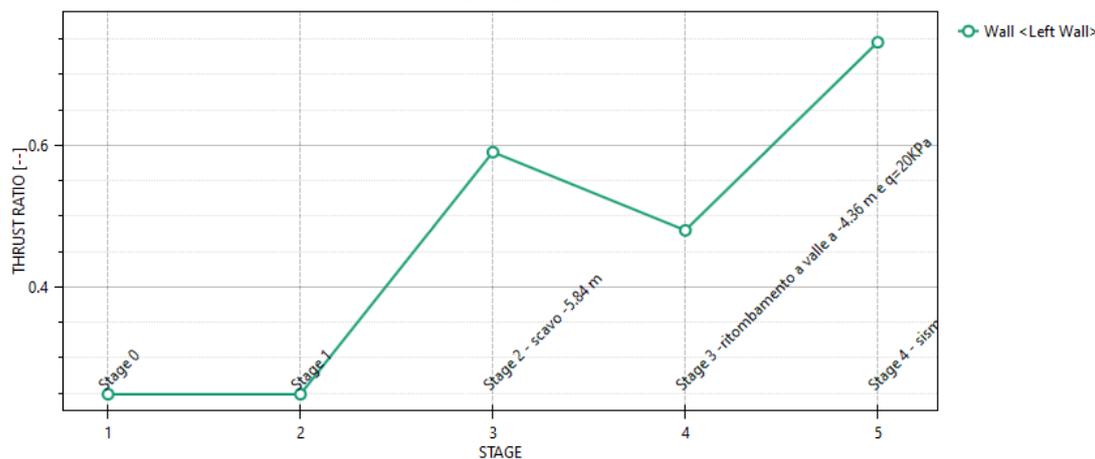


Figura 11.8 - Risultati dell'analisi SLV-GEO: Riepilogo delle spinte: spinta reale efficace/spinta passiva = **0.75**

La percentuale di spinta passiva mobilitata, per la paratia più sollecitata, è pari al 73% in condizione statica e pari a 75% in condizione sismica.

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 41 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

11.1.2.3 Verifiche SLU STR

Verifica dell'elemento strutturale costituente la struttura di sostegno

Nei prospetti che seguono, per le combinazioni STR statica, sismica e SLE_rara, si riportano gli involuipi degli andamenti delle caratteristiche della sollecitazione a ml sulla paratia di pali ed i valori numerici relativi alle sezioni di sollecitazioni massime, scelte come rappresentative per le verifiche strutturali.

Condizione	Fase di calcolo	Soll. Max.	Quota	M_{Sd}	N_{Sd}	T_{Sd}
[-]	[-]	[-]	[m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]
SLU	Stage 3	Momento/Taglio	-7.5	201.72	/	73.23
SLV	Stage 4	Momento/Taglio	-7.5	315.53	/	99.26
SLE rara	Stage 3	Momento/Taglio	-7.5	155.17	/	/

Tabella 11.4- Sollecitazioni allo SLU, SLV nella combinazione A1+M1+R1 e SLE rara

Lo sforzo normale viene trascurato.

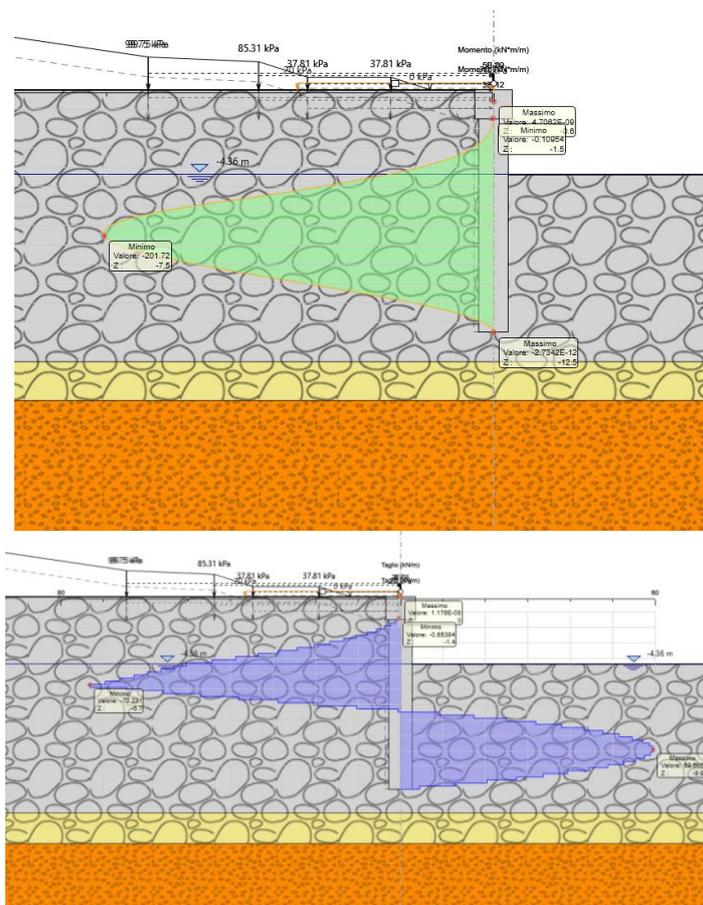


Figura 11.9 - Risultati dell'analisi SLU-STR: Caratteristiche della sollecitazione

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 42 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

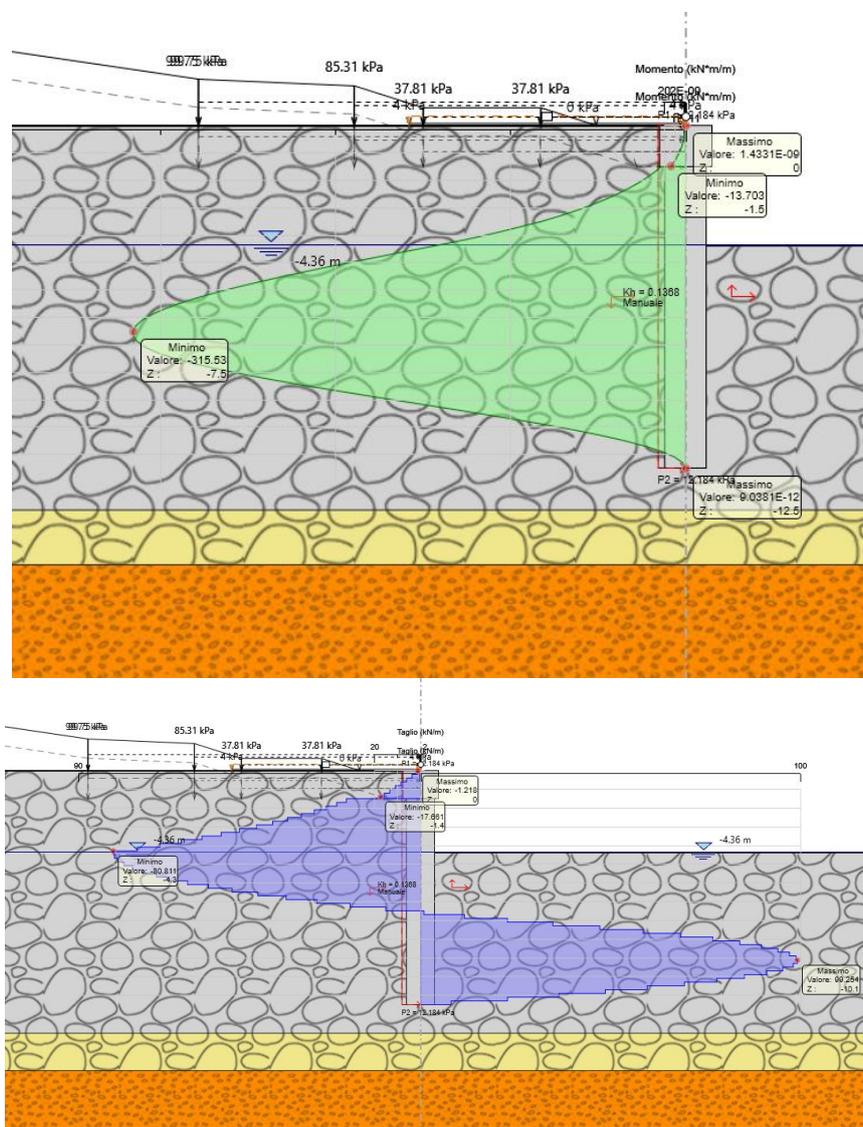


Figura 11.10 - Risultati dell'analisi SLV-STR: Caratteristiche della sollecitazione

I principali risultati delle analisi sono descritti in sintesi nel seguito; per una più completa rappresentazione degli stessi si rimanda allo specifico allegato. (All. [A]).

Le verifiche strutturali SLU/SLV e SLE rara vengono eseguite per confronto tra le sollecitazioni di calcolo (ottenute a partire dai risultati del modello numerico applicando gli opportuni coefficienti parziali) e le resistenze di calcolo (definite dai punti MRd, NRd che definiscono il dominio resistente nel piano) sulla sezione più sollecitata.

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 43 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

11.1.3 Verifiche strutturali

Per l'opera di sostegno, costituita da pali di diametro 1500mm ad interasse 1.7m, si prevede la seguente armatura di calcolo:

- Armatura longitudinale: Gabbia: $16\Phi 26\text{mm}$, $L = 12\text{m}$;
- Armatura a taglio: Spirali $\Phi 12/20\text{cm}$;
- Copriferro netto: 6cm.

Il quantitativo di armatura longitudinale è stato verificato nei rispetti dei requisiti minimi e massimi da normativa UNI EN 1536:2003 e NTC08.

In particolare:

$$A_{s_{gabbia,sup}} = 16\Phi 26 = 0.00849 \text{ m}^2$$

$$A_{s_{tesa,sup}} = 13\Phi 26 = 0.006903 \text{ m}^2 \text{ (ferri area tesa considerando asse neutro}=54.2 \text{ cm)}$$

$$A_{s,min} = 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 0.0024 \text{ m}^2 \text{ [4.1.6.1.1 NTC2008]}$$

$$A_{s,min} = 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 0.00177 \text{ m}^2 \text{ [4.1.6.1.1 NTC2008]}$$

$$A_{s,min} = 0.25\% \cdot A_c = 0.004 \text{ m}^2 \text{ [7.6 UNI EN 1536]}$$

$$A_{s,max} = 0.003 \cdot A_c = 0.053 \text{ m}^2 \text{ [7.2.5 NTC2008]}$$

Con $b_t = 103.3 \text{ cm}$ e $d = 132 \text{ cm}$

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati di carpenterie ed armature.

Il singolo palo è stato verificato per le seguenti combinazioni di carico utilizzando i valori della tabella 11.4 moltiplicati per l'interasse dei pali (1.7 m):

Tabella 11.5 – Sollecitazioni verificate (gabbia)

STATO LIMITE	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
SLU	-	343	125
SLV	-	537	169
SLE	-	264	-

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 44 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

PRESSOFLESSIONE STATO LIMITE ULTIMO

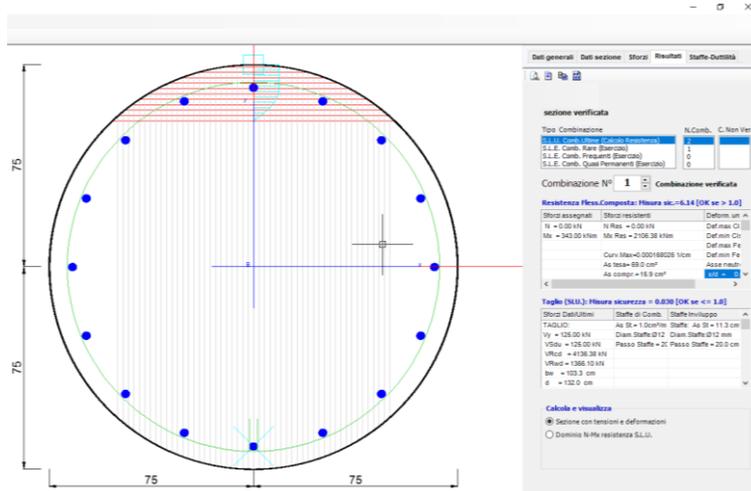


Figura 11.11 – Combinazione 1 (Mmax) – Gabbia 16Φ26

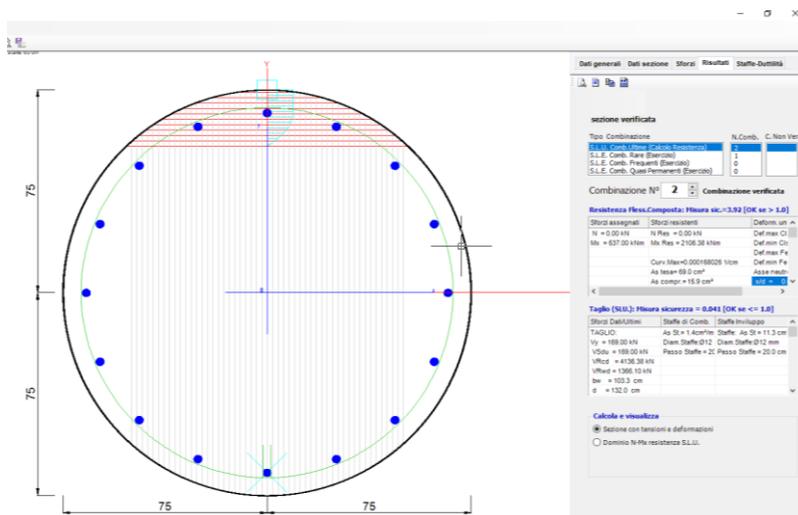


Figura 11.12– Combinazione 2 (Mmax) – Gabbia 16Φ26 - SLV

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 45 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

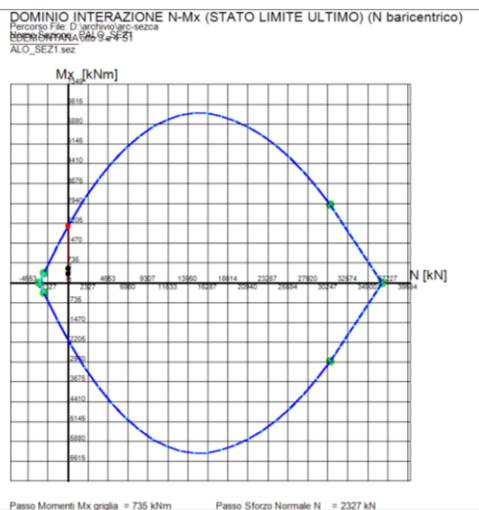


Figura 11.13 – Dominio M-N - Gabbia 16 Φ 26 - SLU e SLV

STATO LIMITE ESERCIZIO

Di seguito sono riportate le massime sollecitazioni nelle barre e nel calcestruzzo durante le fasi di esercizio e l'apertura massima delle fessure nella sezione maggiormente sollecitata del palo.

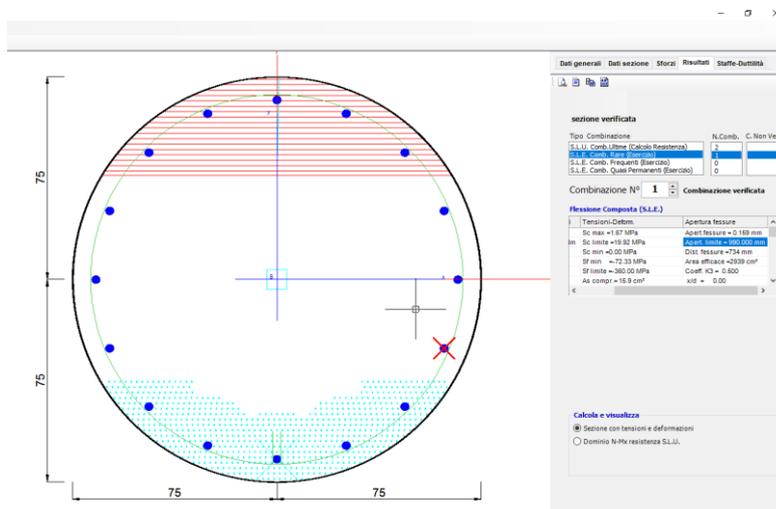


Figura 11.14 Gabbia 16 Φ 26 - SLE – Verifiche di fessurazione e di tensione sulle barre



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 46 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

Tabella 11.6 – Verifica tensioni (gabbia)

COMBINAZIONE	TENSIONI ESERCIZIO	TENSIONI AMMISSIBILI
S.L.E. RARA	$\sigma_s = 72.33 \text{ MPa}$	360 MPa
	$\sigma_c = 1.67 \text{ MPa}$	19.92 MPa
S.L.E. QUASI PERMANENTE	$\sigma_s = 72.33 \text{ MPa}$	360 MPa
	$\sigma_c = 1.67 \text{ MPa}$	14.94 MPa

Tabella 11.7 – Verifica apertura fessure (gabbia)

COMBINAZIONE	MAX. APERTURA	FESSURA LIMITE
S.L.E. FREQUENTE	0.159 mm	0.2 mm
S.L.E. QUASI PERMANENTE	0.159 mm	0.2 mm

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 47 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

11.2 SEZIONE 2

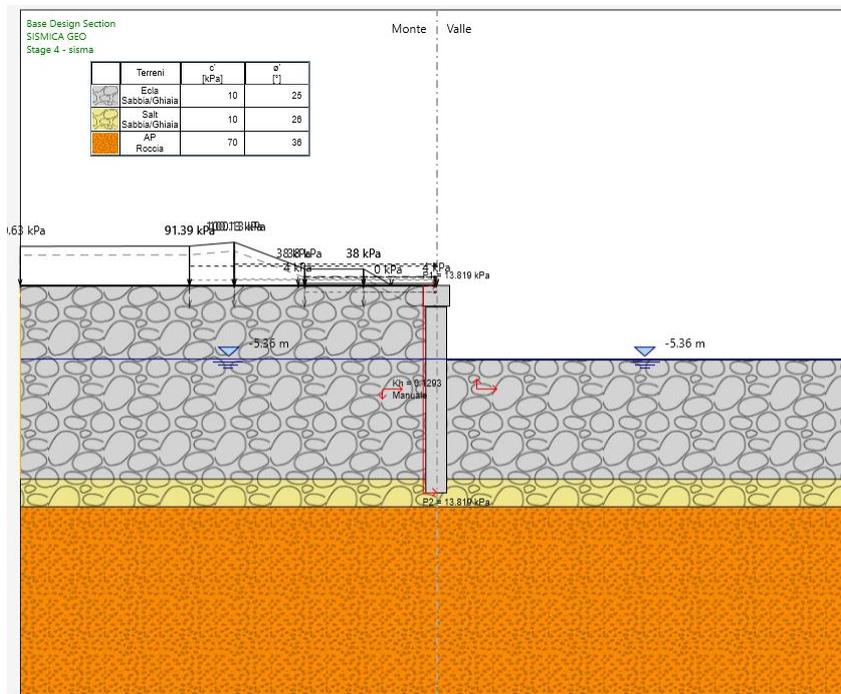
La sezione oggetto di studio è una paratia a sbalzo, caratterizzata da un'altezza di scavo di 6.83 m (fase provvisoria) e 5.36 m (in fase definitiva).

Sono di seguito riportate le principali caratteristiche dell'opera di sostegno e del modello geotecnico utilizzati per le analisi di verifica.

Viene presentato in primo luogo il modello implementato nel software Paratie Plus con la sequenza delle fasi di lavorazione previste, e successivamente i risultati in termini di sollecitazione e verifiche strutturali e geotecniche da effettuare ai sensi di quanto prescritto dalla Normativa secondo quanto già descritto nei paragrafi precedenti.

11.2.1 Modello numerico

La Figura 11.15 mostra un confronto tra la sezione reale e quella simulata; si può osservare ad esempio come l'inclinazione del pendio a monte dell'opera sia stata modellata mediante l'applicazione di un carico fittizio equivalente, su un piano campagna simulato orizzontale. La falda viene posta fondo scavo per la presenza di dreni sulla paratia.



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 48 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

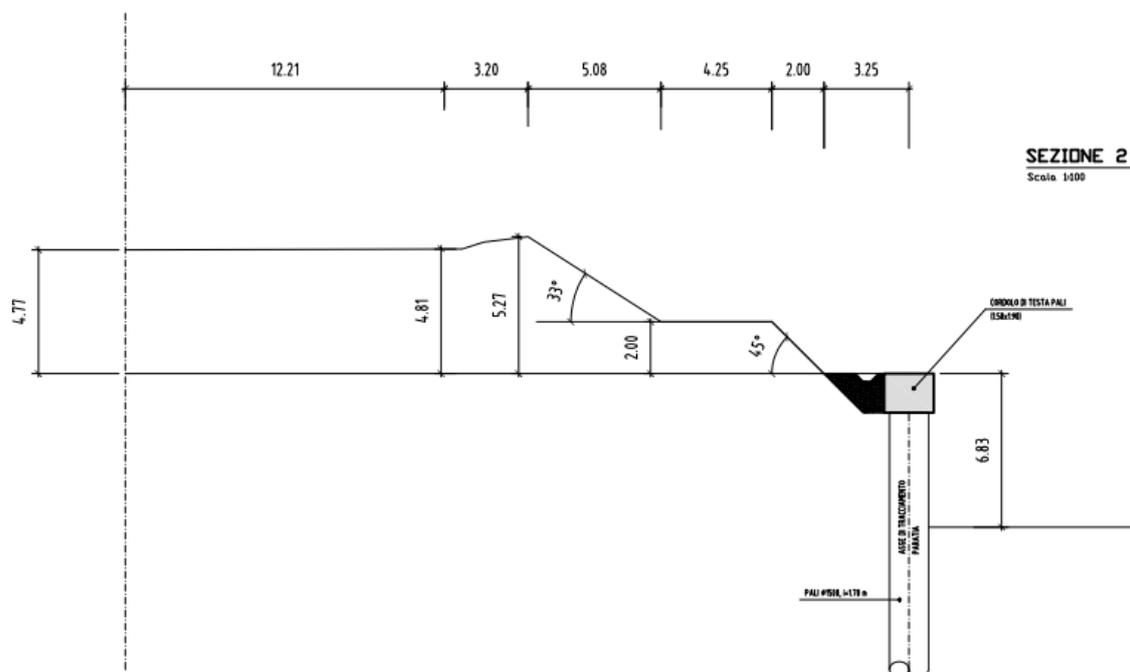


Figura 11.15- Confronto tra la sezione modellata (sopra) e quella reale (sotto)

Sono di seguito descritte le principali caratteristiche della struttura e del modello geotecnico per le analisi di verifica.

Tipologia struttura di sostegno	Paratia di pali di diametro $\varnothing = 1500$ mm, posti ad interasse $i = 1.7$ m;
Altezza totale paratia	$H_{tot} = 15.0$ m
Altezza libera paratia	$H = 6.83$ m(step 2 - fase provvisoria) $H = 5.36$ m(step 3 - fase fase definitiva)
Inclinazione del piano campagna a monte	terreno naturale inclinato ($33^\circ - 45^\circ$)
Inclinazione del piano campagna a valle	0°
Sovraccarichi permanenti a monte	Carico fittizio variabile equivalente alla pendenza del p.c.
Sovraccarichi permanenti a valle	-
Sovraccarichi variabili a monte	$Q_{1,k} = 20$ kPa, estensione 10.00 m- step 3 $Q_{1,k} = 4$ kPa, estensione 10.00 m- step 4 (sisma)
Sovraccarichi variabili a valle	-

Tabella 11.8 - Caratteristiche geometriche della sezione di calcolo

I parametri geotecnici adottati nelle analisi variano a seconda della combinazione di riferimento adottata in considerazione della specifica verifica prevista dal D.M. 14/01/2008 così come riportato nel prospetto che segue.

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 49 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

Terreno	Gruppo coeff. parziali	Condizione	γ	$c'd$	$\phi'd$	δ	E'	E'_{ur}	k_0	K_{ah}	K_{ph}	
			(kN/m^3)	(kPa)	($^\circ$)	($^\circ$)	(MPa)	(MPa)	(-)	(-)	(-)	
Ecla (da testa paratia a -16.00 m)	M1	SLU	19	10	25	16.67	60	96	0.577	0.345	3.416	
		SLV				0				-	-	
	M2	SLU		8	20.5	13.67				0.65	0.418	2.649
		SLV				0					-	-
Salt (da -16.0 a -18.0 m)	M1	SLU	19	10	26	17.34	200	320	0.561	0.331	3.623	
		SLV				0				-	-	
	M2	SLU		8	21.31	13.87				0.636	0.403	2.775
		SLV				0					-	-
Ap (da -18.0 in poi)	M1	SLU	23.5	70	36	24.01	106	170	0.412	0.214	7.017	
		SLV				0				-	-	
	M2	SLU		56	30.16	20.12				0.497	0.277	4.689
		SLV				0					-	-

γ = peso dell'unità di volume
 $c'd$ = coesione efficace (valore di calcolo)
 $\phi'd$ = angolo di resistenza al taglio (valore di calcolo)
 δ = angolo d'attrito struttura/terreno
 E' = modulo di Young
 E'_{ur} = modulo di Young (scarico/ricarico)
 k_0 = coefficiente di spinta a riposo
 K_a = coefficiente di spinta attiva
 K_p = coefficiente di resistenza passiva

Tabella 11.9 – Parametri geotecnici di calcolo.

Con riferimento alla valutazione del coefficiente sismico orizzontale k_h , i valori di α e β sono stati assunti rispettivamente pari a 1.0 e 0.43 avendo considerato un sottosuolo di tipo C e uno spostamento massimo ammissibile μ_s pari a $0.005 \times 15 = 0.075$ m (cfr. § 7.11.6.3.2 del D.M. 14/01/2008).

Si sottolinea che i coefficienti di spinta sono stati determinati considerando orizzontale il piano campagna a monte dell'opera.

L'incremento di spinta del terreno, dovuto all'azione sismica, valutato secondo la teoria di Mononobe-Okabe e agente direttamente sulla paratia secondo una distribuzione uniforme sull'intera altezza dell'opera



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 50 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

Sezione di calcolo	H (m)	Terreno	Gruppo coeff. parziali	Condizione	Categoria sottosuolo	α	u_s	β	K_h	K_{ahE}	K_{phE}
					(-)	(-)	(m)	(-)	(-)	(-)	(-)
2	15	Ecla	M1	SLV	C	1	0.075	0.43	0.129	0.445	-
			M2	SLV		1	0.075	0.43	0.129	-	2.25
		Salt	M1	SLV		1	0.075	0.43	0.129	0.428	-
			M2	SLV		1	0.075	0.43	0.129	-	2.315
		Ap	M1	SLV		1	0.075	0.43	0.129	0.288	-
			M2	SLV		1	0.075	0.43	0.129	-	3.554
									0.363	-	
										-	2.755

α = coefficiente di deformabilità (Figura 7.11.2 del DM 14/01/2008)
 u_s = spostamento ammissibile
 β = coefficiente di spostamento (Figura 7.11.3 del DM 14/01/2008)
 K_{ahE} = coefficiente di spinta attiva orizzontale
 K_{phE} = coefficiente di resistenza passiva orizzontale

Tabella 11.10 – Parametri per l'analisi sismica.

Le strutture componenti l'opera sono state modellate all'interno del software come segue:

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 51 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

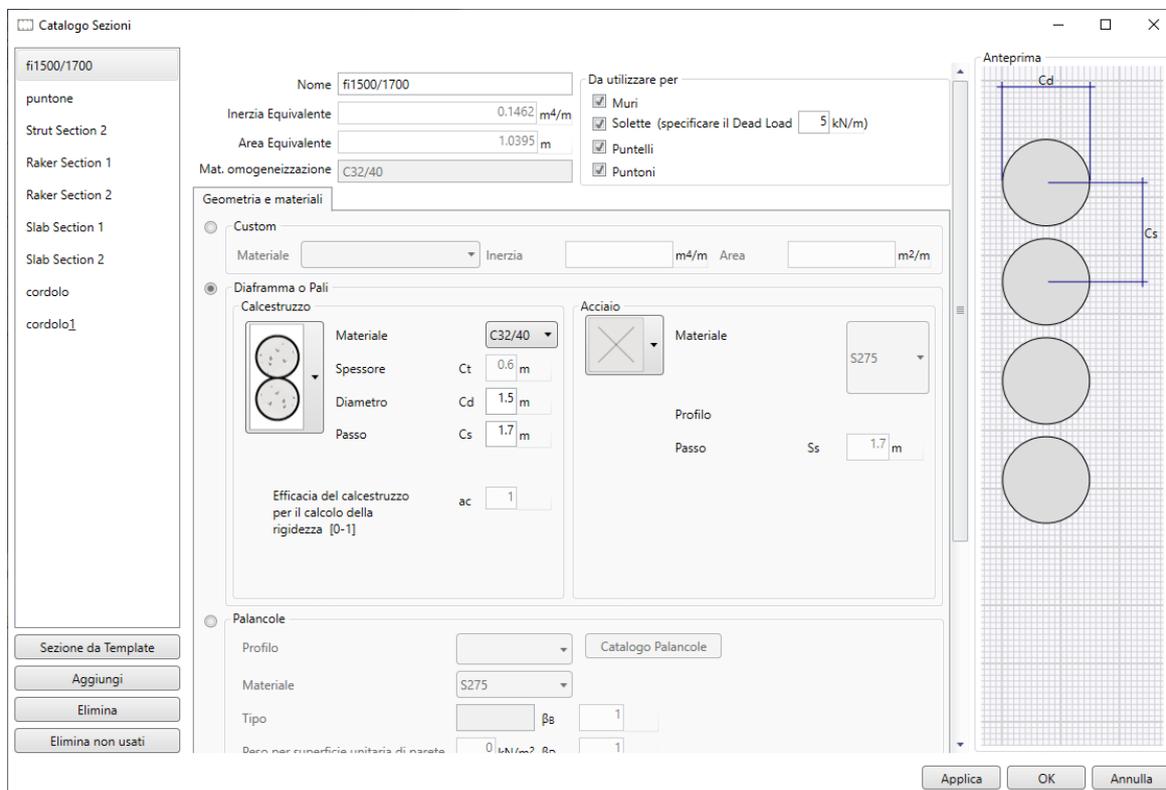


Figura 11.16 - Caratteristiche dei micropali inserite in Paratie Plus

Si sottolinea che i coefficienti di spinta sono stati determinati considerando orizzontale il piano campagna a monte dell'opera.

Si riportano, infine, le fasi di calcolo in cui è articolata l'analisi numerica:

- STAGE 0. Inizializzazione dello stato tensionale geostatico;
- STAGE 1. Simulazione della paratia di pali F1500/1.7 m con relativi cordoli di testa e applicazione del terreno equivalente al terreno con inclinazione variabile a tergo della paratia;
- STAGE 2. Scavo di ribasso fino a quota -6,83 m rispetto alla testa dell'opera;
- STAGE 3. Ritombamento a valle fino a quota -5,36 m dalla testa e applicazione del carico variabile $Q1=20$ kPa (rappresentativo dell'accidentale stradale).
- STAGE 4. Applicazione dell'azione sismica come definita in Tabella 11.10 e applicazione del carico variabile $Q1=4$ kPa (accidentale sismico).

Si precisa infine che le Analisi sono state svolte, tenendo conto delle specifiche della Normativa come già richiamate ai precedenti paragrafi, secondo l'Approccio 1, analizzando tutte le combinazioni prescritte dalla Normativa per l'analisi di Paratie di Sostegno in fase statica che nel seguito si riportano come implementate nel software utilizzato:



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 52 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

Lista degli approcci di progetto

Attivo	Std	Collezione	Nome	Stato Limite	Descrizione	Carichi Permanenti Sfavorevoli (F_dead_load_unfavour)	Carichi Permanenti Favorevoli (F_dead_load_favour)	Carichi Variabili Sfavorevoli (F_live_load_unfavour)	Carichi Variabili Favorevoli (F_live_load_favour)	Carico Sismico (F_seism_load)	Pressioni Acqua Lato Morte (F_water0)	Pressioni Acqua Lato Valle (F_waterRec)	Carichi Permanenti Destabilizzanti (F_UPL_GDstab)	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_UPL_GDstab)	Carichi Variabili Destabilizzanti (F_UPL_GDstab)	Carichi Variabili Stabilizzanti (F_UPL_GDstab)	
						Y0	Y5	Y0	Y0	Y0E	Y0	Y0st	Y0stb	Y0dst	Y0dst		
<input checked="" type="checkbox"/>			Normal	UNDEFINED		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		SLE (Rara/Frequente/Quasi)	SERVICE		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	ULTIMATE		1,3	1	1,5	1	1	1,3	1	1	1	1	1	1,3
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		A2+M2+R1	ULTIMATE		1	1	1,3	1	1	1	1	1	1	1	1	1,3
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		SISMICA STR	ULTIMATE		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		SISMICA GEO	ULTIMATE		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,3

Lista degli approcci di progetto

Attivo	Std	Collezione	Nome	Stato Limite	Descrizione	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_HYD_GDstab)	Carichi Variabili Destabilizzanti (F_HYD_GDstab)	Deformazione elastica (F_elastic_strain)	Parziale su tiranti (F_T) (F_T)	Parziale su cuneo (F_eff_cone)	Parziale su (F_Su)	Parziale su ru (F_ru)	Parziale su peso specifico (F_gamma)	Parziale resistenza (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Arch_T)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Arch_T)	Parziale elementi strutturali (F_well)	FS tiranti (F_Calen)	Chiodi qS (F_CalenHais)	Chiodi qS (F_Calen)	Pressiometro PL (F_PL)	Tiranti attrito (F_Friction)	Coazione c (tir. rinforzato) (F_Calk)	Non drenata su (tir. rinforzato) (F_SuHais)
						Y0stb	Y0dst	Y0	Y0r	Y0c	Y0u	Y0u	Y0y	Y0re	Y0p	Y0t	Y0r	Y0t	Y0r	Y0t	Y0r	Y0t	Y0t	Y0t
<input checked="" type="checkbox"/>			Normal	UNDEFINED		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		SLE (Rara/Frequente/Quasi)	SERVICE		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	ULTIMATE		0,9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,2	1,1	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		A2+M2+R1	ULTIMATE		0,9	1	1	1,25	1,25	1,4	1	1	1	1,2	1,1	1	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		SISMICA STR	ULTIMATE		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,2	1,1	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		SISMICA GEO	ULTIMATE		0,9	1	1	1,25	1,25	1,4	1	1	1	1,2	1,1	1	1	1	1	1	1	1	1

Lista degli approcci di progetto

Attivo	Std	Collezione	Nome	Stato Limite	Descrizione	Parziale su peso specifico (F_gamma)	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Arch_T)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Arch_T)	Parziale elementi strutturali (F_well)	FS tiranti (F_Calen)	Chiodi qS (F_CalenHais)	Chiodi qS (F_Calen)	Pressiometro PL (F_PL)	Tiranti attrito (F_Friction)	Coazione c (tir. rinforzato) (F_Calk)	Non drenata su (tir. rinforzato) (F_SuHais)
						Y0	Y0e	Y0p	Y0t	Y0r	Y0t	Y0t	Y0t	Y0t	Y0t	Y0t	Y0t
<input checked="" type="checkbox"/>			Normal	UNDEFINED		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		SLE (Rara/Frequente/Quasi)	SERVICE		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	ULTIMATE		1	1	1,2	1,1	1	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		A2+M2+R1	ULTIMATE		1	1	1,2	1,1	1	1	1,4	1,4	1	1,25	1,25	1,4
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		SISMICA STR	ULTIMATE		1	1	1,2	1,1	1	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		SISMICA GEO	ULTIMATE		1	1	1,2	1,1	1	1	1	1	1	1	1	1

Combinazioni ed approcci di progetto utilizzati nelle Analisi

Comb. SLE → (Verifiche stato tensionale/fessurativo/spostamenti/deformazioni)

Comb. A1-M1-R1(STR) → (Verifiche strutturali allo SLU in fase statica e sismica)

Comb. A2-M2-R1(GEO) → (Verifiche geotecniche allo SLU in fase statica e sismica)

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 53 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

11.2.2 Risultati delle analisi

I risultati delle analisi sono di seguito descritti in sintesi ed illustrati in maggior dettaglio nell'allegato pertinente (All. [B]).

11.2.2.1 Verifiche spostamenti SLE

La verifica è finalizzata a garantire il corretto dimensionamento dell'opera con particolare riferimento alla funzionalità dell'opera. A tale scopo, nei prospetti che seguono, sono riportati gli output relativi alle fasi finali dell'analisi statica (stage 2 e 3) in termini di deformata dell'opera:

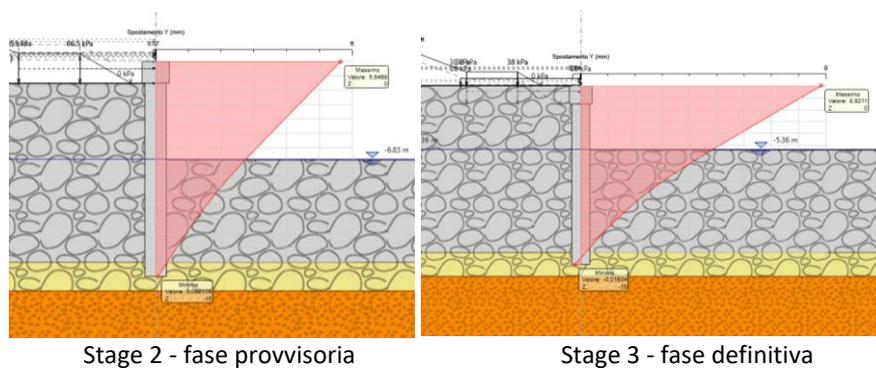


Figura 11.17 - Risultati dell'analisi SLE: diagramma degli spostamenti

Lo scavo a -6.83 m, essendo una situazione transitoria, la deformata si può ritenere accettabile, ed è pari a:

$\delta_{\text{fase scavo}} = 5.65 \text{ mm}$ (stage 2):

Nello stage successivo (stage 3), essendo una situazione definitiva, occorre controllare che la deformata in esercizio sia compatibile con la funzionalità dell'opera. Tale deformata, dopo aver detratto la deformata dello stage 2, risulta essere pari a:

$d_{\text{eser}} = d(\text{stage 3}) - d(\text{stage 2}) = 8.83 - 5.65 = 3.18 \text{ mm}$ (ritenuta accettabile)

Dal grafico seguente la deformata in fase sismica (GEO) nella situazione definitiva risulta essere pari a:

$d = 33.67 \text{ mm} < d_{\text{max, sis}} = 75 \text{ mm}$

Pertanto, la verifica di deformabilità risulta accettabile.

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 54 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

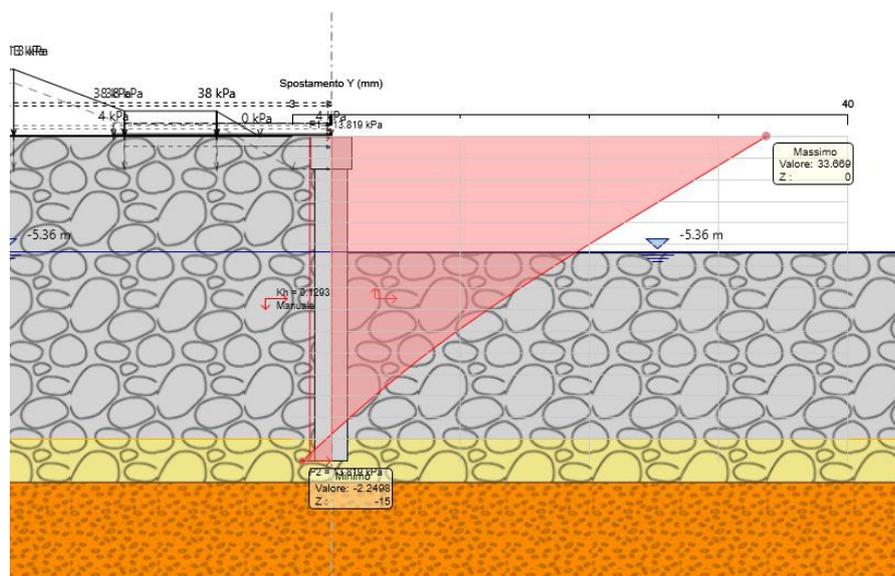


Figura 11.18 - Risultati dell'analisi sismica GEO: diagramma degli spostamenti

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 55 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

11.2.2.2 Verifiche SLU GEO

Verifica del complesso opera – terreno

La verifica è finalizzata a garantire il corretto dimensionamento dell'opera con particolare riferimento alla profondità di infissione della paratia. A tale scopo, nei prospetti che seguono, sono riportati gli output relativi alle fasi finali dell'analisi statica (stage 3) e dell'analisi sismica (Stage 4) in termini di percentuale di spinta passiva mobilitata.

Massimi rapporti di mobilitazione spinta passiva

D.A. <A2+M2+R1>

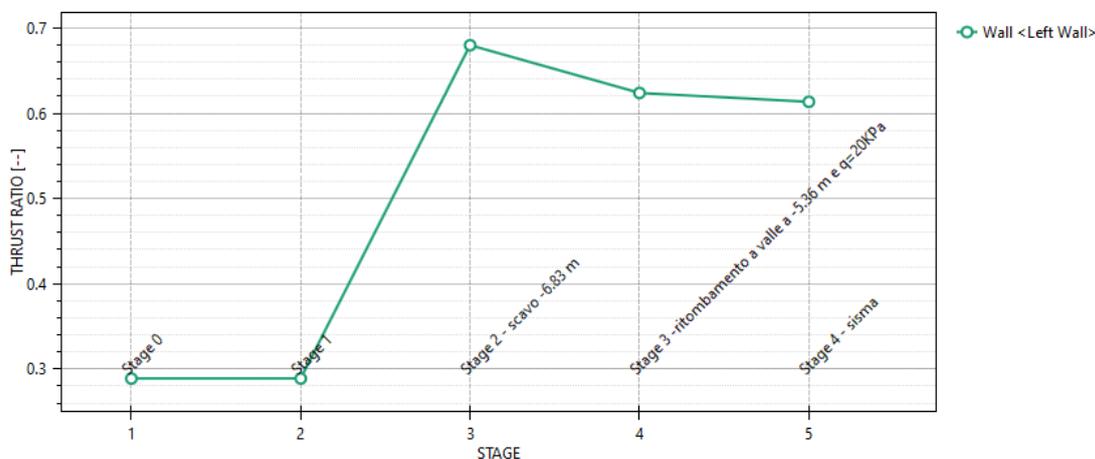


Figura 11.19 - Risultati dell'analisi SLU-GEO: Riepilogo delle spinte: spinta reale efficace/spinta passiva = **0.68**

Massimi rapporti di mobilitazione spinta passiva

D.A. <SISMICA GEO>

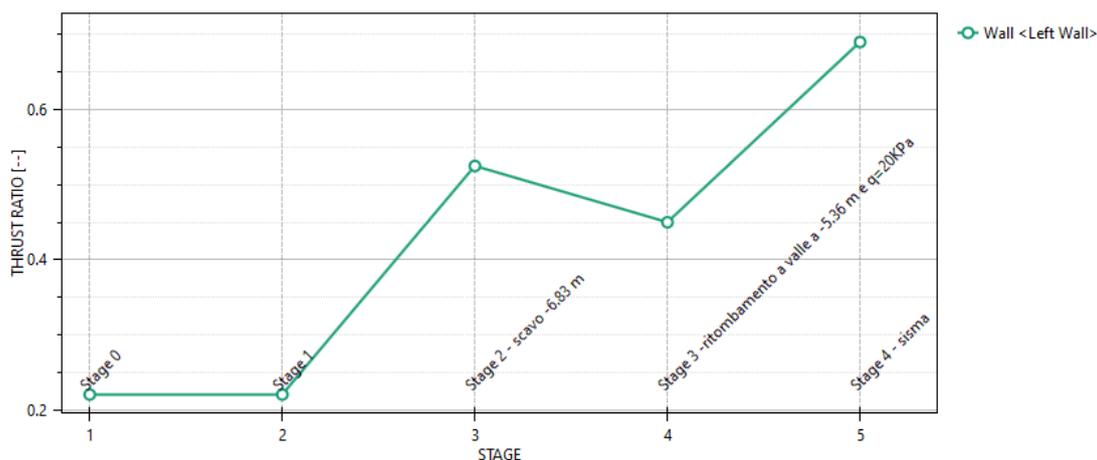


Figura 11.20 - Risultati dell'analisi SLV-GEO: Riepilogo delle spinte: spinta reale efficace/spinta passiva = **0.69**

La percentuale di spinta passiva mobilitata, per la paratia più sollecitata, è pari al 68% in condizione statica e pari a 69 % in condizione sismica.

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 56 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

11.2.2.3 Verifiche SLU STR

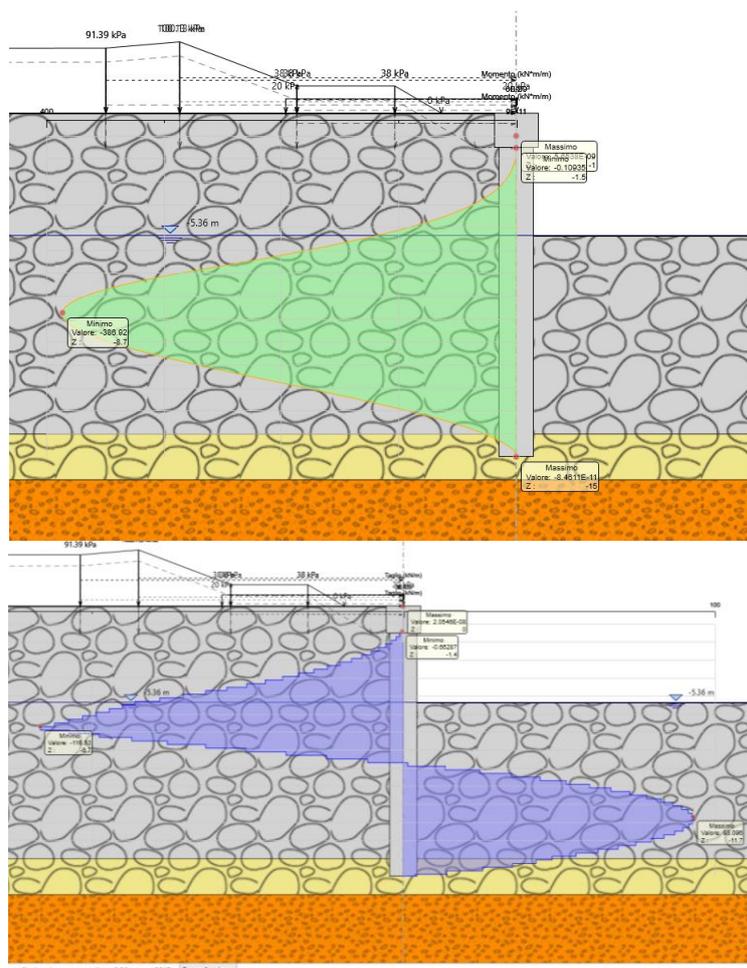
Verifica dell'elemento strutturale costituente la struttura di sostegno

Nei prospetti che seguono, per le combinazioni STR statica, sismica e SLE_rara, si riportano gli involuipi degli andamenti delle caratteristiche della sollecitazione a ml sulla paratia di pali ed i valori numerici relativi alle sezioni di sollecitazioni massime, scelte come rappresentative per le verifiche strutturali.

Condizione	Fase di calcolo	Soll. Max.	Quota	M_{Sd}	N_{Sd}	T_{Sd}
[-]	[-]	[-]	[m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]
SLU	Stage 3	Momento/Taglio	-8.7	386.92	/	116.53
SLV	Stage 4	Momento/Taglio	-9.7	658.79	/	199.63
SLE rara	Stage 3	Momento/Taglio	-8.7	297.63	/	/

Tabella 11.11- Sollecitazioni allo SLU, SLV nella combinazione A1+M1+R1 e SLE rara

Lo sforzo normale viene trascurato.



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 57 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

Figura 11.21 - Risultati dell'analisi SLU-STR: Caratteristiche della sollecitazione

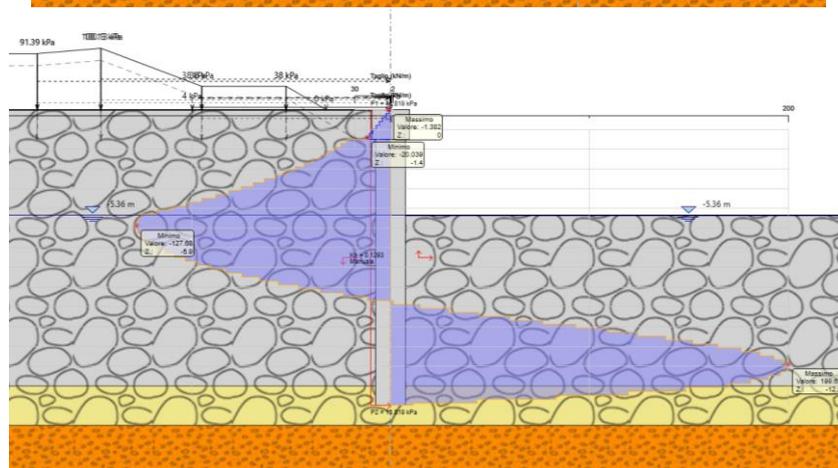
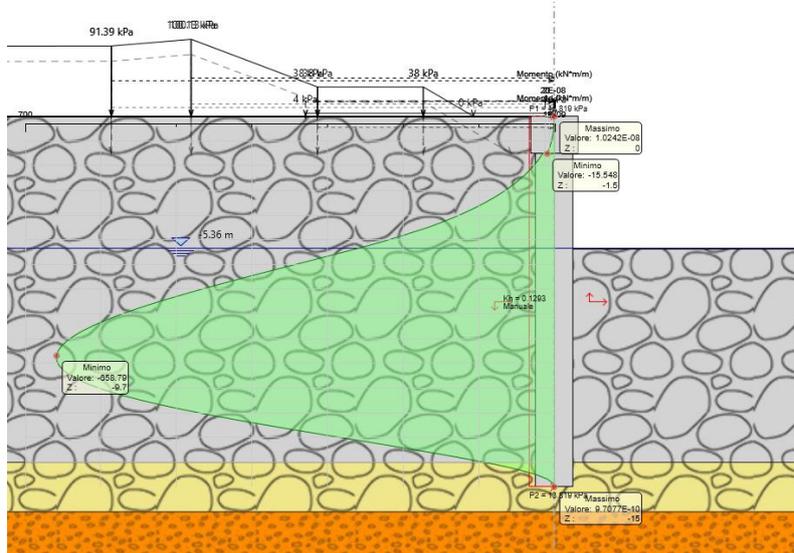


Figura 11.22 - Risultati dell'analisi SLV-STR: Caratteristiche della sollecitazione

I principali risultati delle analisi sono descritti in sintesi nel seguito; per una più completa rappresentazione degli stessi si rimanda allo specifico allegato. (All. [B]).

Le verifiche strutturali SLU/SLV e SLE rara vengono eseguite per confronto tra le sollecitazioni di calcolo (ottenute a partire dai risultati del modello numerico applicando gli opportuni coefficienti parziali) e le resistenze di calcolo (definite dai punti MRd, NRd che definiscono il dominio resistente nel piano) sulla sezione più sollecitata.

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 58 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

11.2.3 Verifiche strutturali

Per l'opera di sostegno, costituita da pali di diametro 1500mm ad interasse 1.7m, si prevede la seguente armatura di calcolo:

- Armatura longitudinale: Gabbia: $26\phi 26\text{mm}$, $L = 12\text{m} + 4.2\text{m}$;
- Armatura a taglio: Spirali $\phi 12/20\text{cm}$;
- Copriferro netto: 6cm.

Il quantitativo di armatura longitudinale è stato verificato nei rispetti dei requisiti minimi e massimi da normativa UNI EN 1536:2003 e NTC08.

In particolare:

$$A_{s_{gabbia,sup}} = 26\phi 26 = 0.0138 \text{ m}^2$$

$$A_{s_{tesa,sup}} = 19\phi 26 = 0.01009 \text{ m}^2 \text{ (ferri area tesa considerando asse neutro}=51.7 \text{ cm)}$$

$$A_{s,min} = 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 0.00258 \text{ m}^2 \text{ [4.1.6.1.1 NTC2008]}$$

$$A_{s,min} = 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 0.00187 \text{ m}^2 \text{ [4.1.6.1.1 NTC2008]}$$

$$A_{s,min} = 0.25\% \cdot A_c = 0.004 \text{ m}^2 \text{ [7.6 UNI EN 1536]}$$

$$A_{s,max} = 0.003 \cdot A_c = 0.053 \text{ m}^2 \text{ [7.2.5 NTC2008]}$$

Con $b_t = 112.8 \text{ cm}$ e $d = 127.9 \text{ cm}$

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati di carpenterie ed armature.

Il singolo palo è stato verificato per le seguenti combinazioni di carico utilizzando i valori della tabella 11.11 moltiplicati per l'interasse dei pali (1.7 m):

Tabella 11.12 – Sollecitazioni verificate (gabbia)

STATO LIMITE	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
SLU	-	658	199
SLV	-	1120	340
SLE	-	506	-

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 59 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

PRESSOFLESSIONE STATO LIMITE ULTIMO

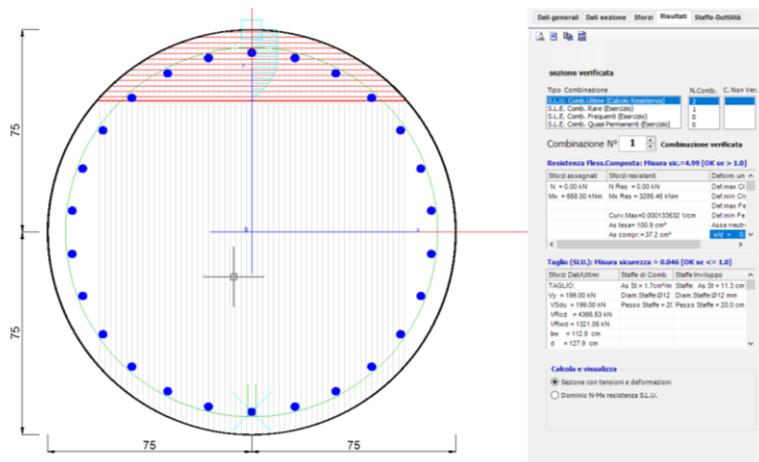


Figura 11.23 – Combinazione 1 (Mmax) – Gabbia 26 Φ 26

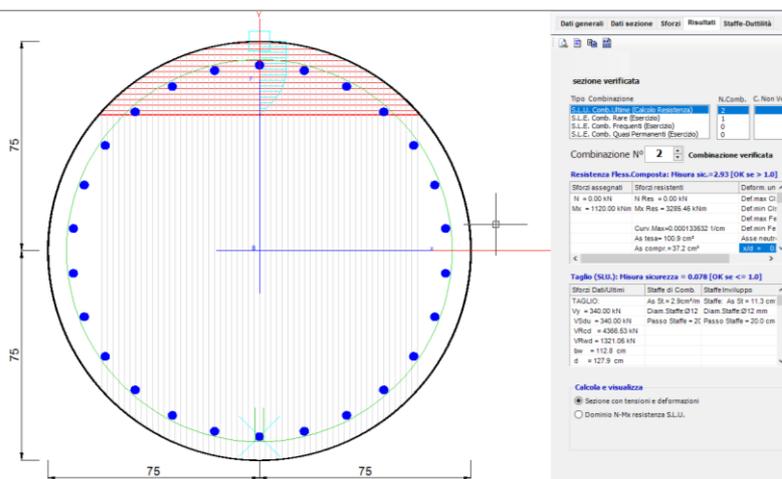


Figura 11.24 – Combinazione 2 (Mmax) – Gabbia 26 Φ 26 - SLV

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 60 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

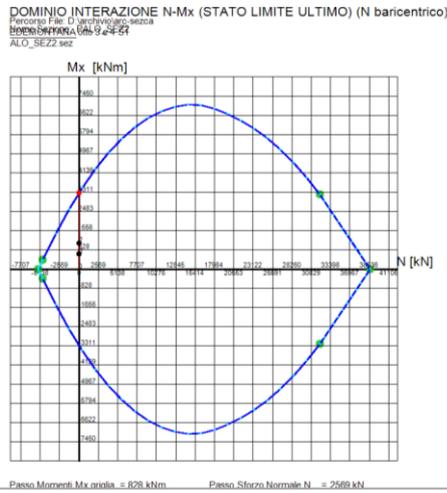


Figura 11.25 – Dominio M-N - Gabbia 26Φ26 - SLU e SLV

STATO LIMITE ESERCIZIO

Di seguito sono riportate le massime sollecitazioni nelle barre e nel calcestruzzo durante le fasi di esercizio e l'apertura massima delle fessure nella sezione maggiormente sollecitata del palo.

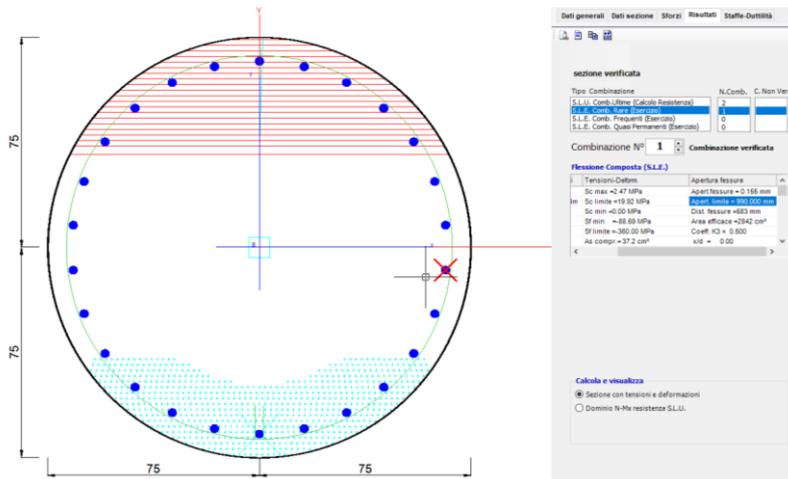


Figura 11.26 Gabbia 26 Φ 26 - SLE – Verifiche di fessurazione e di tensione sulle barre

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 61 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

Tabella 11.13 – Verifica tensioni (gabbia)

COMBINAZIONE	TENSIONI ESERCIZIO	TENSIONI AMMISSIBILI
S.L.E. RARA	$\sigma_s = 88.69 \text{ MPa}$	360 MPa
	$\sigma_c = 2.47 \text{ MPa}$	19.92 MPa
S.L.E. QUASI PERMANENTE	$\sigma_s = 88.69 \text{ MPa}$	360 MPa
	$\sigma_c = 2.47 \text{ MPa}$	14.94 MPa

Tabella 11.14 – Verifica apertura fessure (gabbia)

COMBINAZIONE	MAX. APERTURA	FESSURA LIMITE
S.L.E. FREQUENTE	0.155 mm	0.2mm
S.L.E. QUASI PERMANENTE	0.155 mm	0.2 mm

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 62 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

11.3 SEZIONE 3

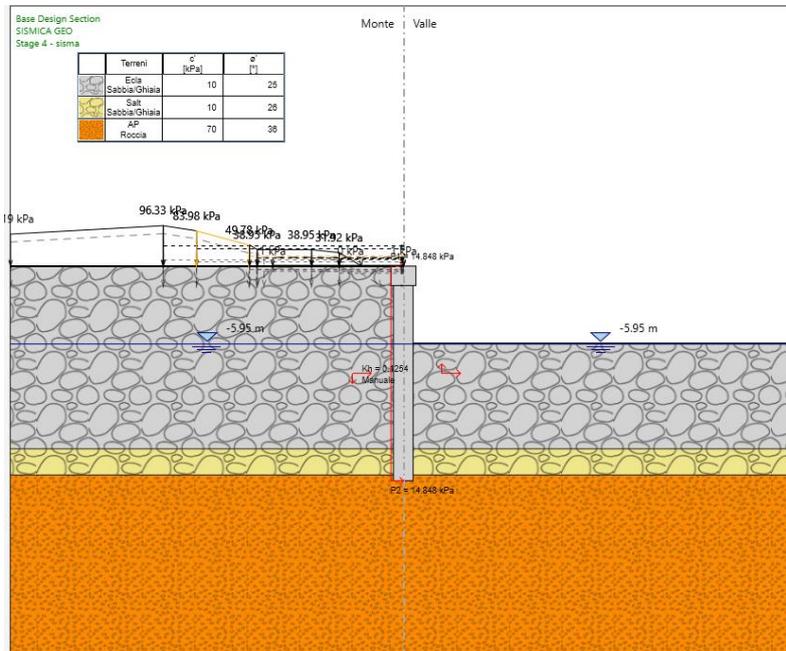
La sezione oggetto di studio è una paratia a sbalzo, caratterizzata da un'altezza di scavo di 7.43 m (fase provvisoria) e 5.95 m (in fase definitiva).

Sono di seguito riportate le principali caratteristiche dell'opera di sostegno e del modello geotecnico utilizzati per le analisi di verifica.

Viene presentato in primo luogo il modello implementato nel software Paratie Plus con la sequenza delle fasi di lavorazione previste, e successivamente i risultati in termini di sollecitazione e verifiche strutturali e geotecniche da effettuare ai sensi di quanto prescritto dalla Normativa secondo quanto già descritto nei paragrafi precedenti.

11.3.1 Modello numerico

La Figura 11.27 mostra un confronto tra la sezione reale e quella simulata; si può osservare ad esempio come l'inclinazione del pendio a monte dell'opera sia stata modellata mediante l'applicazione di un carico fittizio equivalente, su un piano campagna simulato orizzontale. La falda viene posta fondo scavo per la presenza di dreni sulla paratia.



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 63 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

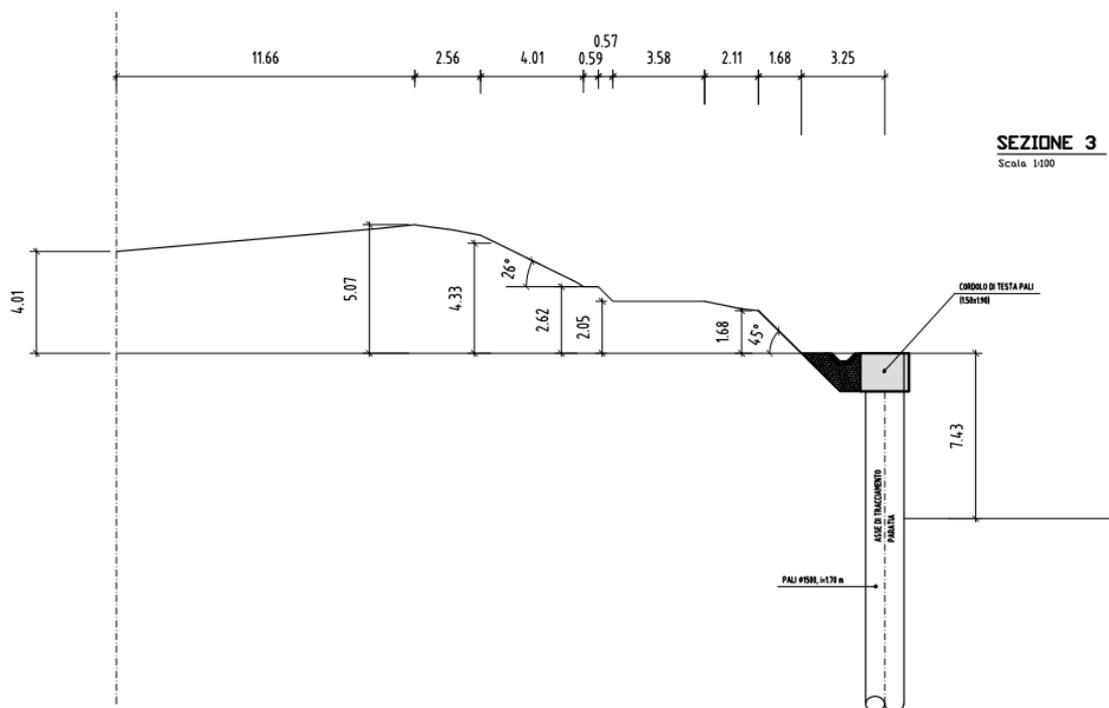


Figura 11.27 - Confronto tra la sezione modellata (sopra) e quella reale (sotto)

Sono di seguito descritte le principali caratteristiche della struttura e del modello geotecnico per le analisi di verifica.

Tipologia struttura di sostegno	Paratia di pali di diametro $\varnothing = 1500$ mm, posti ad interasse $i = 1.7$ m;
Altezza totale paratia	$H_{tot} = 16.5$ m
Altezza libera paratia	$H = 5.95$ m (step 2 - fase provvisoria) $H = 7.43$ m (step 3 - fase fase definitiva)
Inclinazione del piano campagna a monte	terreno naturale inclinato ($26^\circ - 45^\circ$)
Inclinazione del piano campagna a valle	0°
Sovraccarichi permanenti a monte	Carico fittizio variabile equivalente alla pendenza del p.c.
Sovraccarichi permanenti a valle	-
Sovraccarichi variabili a monte	$Q_{1,k} = 20$ kPa, estensione 10.00 m- step 3 $Q_{1,k} = 4$ kPa, estensione 10.00 m- step 4 (sisma)
Sovraccarichi variabili a valle	-

Tabella 11.15 - Caratteristiche geometriche della sezione di calcolo

I parametri geotecnici adottati nelle analisi variano a seconda della combinazione di riferimento

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 64 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

adottata in considerazione della specifica verifica prevista dal D.M. 14/01/2008 così come riportato nel prospetto che segue.

Terreno	Gruppo coeff. parziali	Condizione	γ	$c'd$	$\phi'd$	δ	E'	E'_{ur}	k_0	K_{ah}	K_{ph}	
			(kN/m^3)	(kPa)	($^\circ$)	($^\circ$)	(MPa)	(MPa)	(-)	(-)	(-)	
Ecla (da testa paratia a -16.00 m)	M1	SLU	19	10	25	16.67	60	96	0.577	0.345	3.416	
		SLV				0				-	-	
	M2	SLU		8	20.5	13.67				0.65	0.418	2.649
		SLV				0					-	-
Salt (da -16.0 a -18.0 m)	M1	SLU	19	10	26	17.34	200	320	0.561	0.331	3.623	
		SLV				0				-	-	
	M2	SLU		8	21.31	13.87				0.636	0.403	2.775
		SLV				0					-	-
Ap (da -18.0 in poi)	M1	SLU	23.5	70	36	24.01	106	170	0.412	0.214	7.017	
		SLV				0				-	-	
	M2	SLU		56	30.16	20.12				0.497	0.277	4.689
		SLV				0					-	-

γ = peso dell'unità di volume
 $c'd$ = coesione efficace (valore di calcolo)
 $\phi'd$ = angolo di resistenza al taglio (valore di calcolo)
 δ = angolo d'attrito struttura/terreno
 E' = modulo di Young
 E'_{ur} = modulo di Young (scarico/ricarico)
 k_0 = coefficiente di spinta a riposo
 K_a = coefficiente di spinta attiva
 K_p = coefficiente di resistenza passiva

Tabella 11.16 – Parametri geotecnici di calcolo.

Con riferimento alla valutazione del coefficiente sismico orizzontale k_h , i valori di α e β sono stati assunti rispettivamente pari a 1.0 e 0.417 avendo considerato un sottosuolo di tipo C e uno spostamento massimo ammissibile μ_s pari a $0.005 \times 16.5 = 0.0825$ m (cfr. § 7.11.6.3.2 del D.M. 14/01/2008).

Si sottolinea che i coefficienti di spinta sono stati determinati considerando orizzontale il piano campagna a monte dell'opera.

L'incremento di spinta del terreno, dovuto all'azione sismica, valutato secondo la teoria di Mononobe-Okabe e agente direttamente sulla paratia secondo una distribuzione uniforme sull'intera altezza dell'opera

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 65 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

Sezione di calcolo	H (m)	Terreno	Gruppo coeff. parziali	Condizione	Categoria sottosuolo	α	u_s	β	K_h	K_{ahE}	K_{phE}
					(-)	(-)	(m)	(-)	(-)	(-)	(-)
3	16.5	Ecla	M1	SLV	C	1	0.0825	0.417	0.125	0.441	-
			M2	SLV		1	0.0825	0.417	0.125	-	2.23
		Salt	M1	SLV		1	0.0825	0.417	0.125	0.424	-
			M2	SLV		1	0.0825	0.417	0.125	-	2.324
		Ap	M1	SLV		1	0.0825	0.417	0.125	0.286	-
			M2	SLV		1	0.0825	0.417	0.125	-	3.565
									0.36	-	
										-	2.764

α = coefficiente di deformabilità (Figura 7.11.2 del DM 14/01/2008)
 u_s = spostamento ammissibile
 β = coefficiente di spostamento (Figura 7.11.3 del DM 14/01/2008)
 K_{ahE} = coefficiente di spinta attiva orizzontale
 K_{phE} = coefficiente di resistenza passiva orizzontale

Tabella 11.17 – Parametri per l'analisi sismica.

Le strutture componenti l'opera sono state modellate all'interno del software come segue:

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 66 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

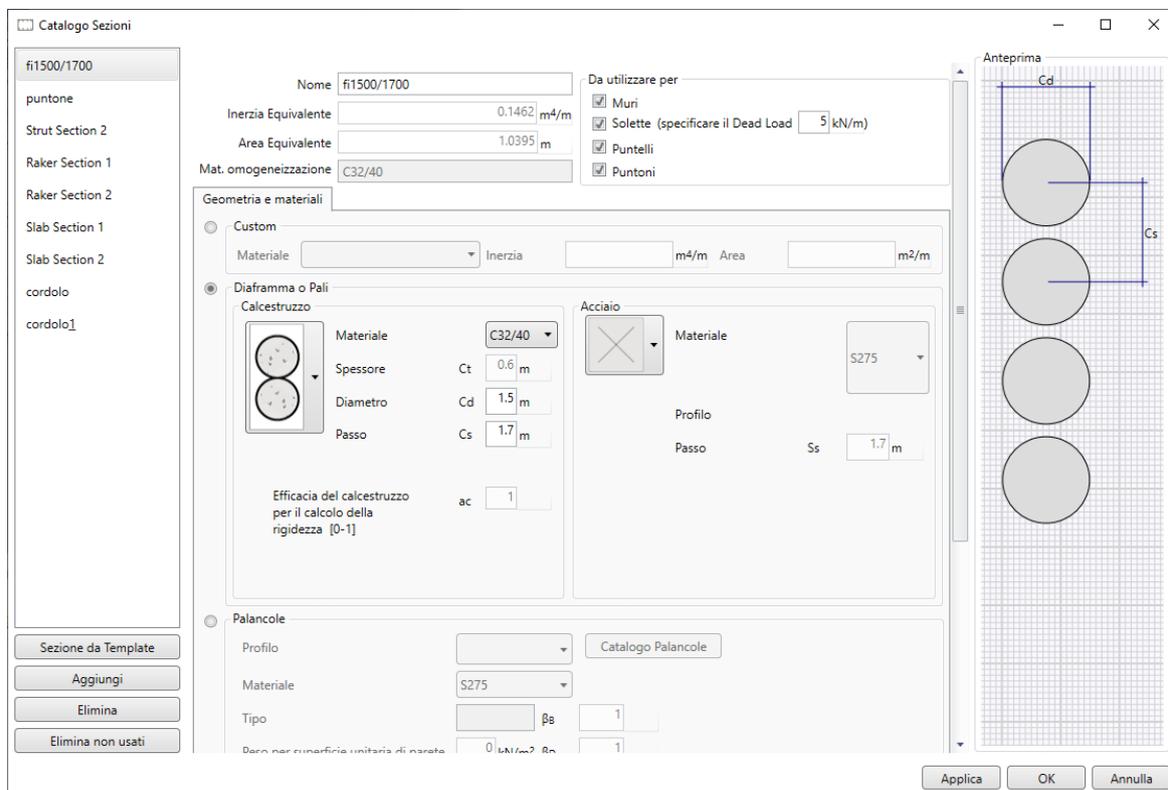


Figura 11.28 - Caratteristiche dei micropali inserite in Paratie Plus

Si sottolinea che i coefficienti di spinta sono stati determinati considerando orizzontale il piano campagna a monte dell'opera.

Si riportano, infine, le fasi di calcolo in cui è articolata l'analisi numerica:

- STAGE 0. Inizializzazione dello stato tensionale geostatico;
- STAGE 1. Simulazione della paratia di pali F1500/1.7 m con relativi cordoli di testa e applicazione del terreno equivalente al terreno con inclinazione variabile a tergo della paratia;
- STAGE 2. Scavo di ribasso fino a quota -7,43 m rispetto alla testa dell'opera;
- STAGE 3. Ritombamento a valle fino a quota -5,95 m dalla testa e applicazione del carico variabile $Q1=20$ kPa (rappresentativo dell'accidentale stradale).
- STAGE 4. Applicazione dell'azione sismica come definita in Tabella 11.17 e applicazione del carico variabile $Q1=4$ kPa (accidentale sismico).

Si precisa infine che le Analisi sono state svolte, tenendo conto delle specifiche della Normativa come già richiamate ai precedenti paragrafi, secondo l'Approccio 1, analizzando tutte le combinazioni prescritte dalla Normativa per l'analisi di Paratie di Sostegno in fase statica che nel seguito si riportano come implementate nel software utilizzato:



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 67 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

Lista degli approcci di progetto

Attivo	Std	Collezione	Nome	Stato Limite	Descrizione	Carichi Permanenti Sfavorevoli (F_dead_load_unfavour)	Carichi Permanenti Favorevoli (F_dead_load_favour)	Carichi Variabili Sfavorevoli (F_live_load_unfavour)	Carichi Variabili Favorevoli (F_live_load_favour)	Carico Sismico (F_seism_load)	Pressioni Acqua Laterale (F_water)	Pressioni Acqua Laterale Valle (F_waterVal)	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_UPL_GDstab)	Carichi Permanenti Destabilizzanti (F_UPL_GDstab)	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_UPL_GDstab)	Carichi Variabili Destabilizzanti (F_UPL_GDstab)	Carichi Permanenti Destabilizzanti (F_HYD_GDstab)
						A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
<input checked="" type="checkbox"/>			Normale	UNDEFINED		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		SLE (Rara/Frequente/Quasi)	SERVICE		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	ULTIMATE		1,3	1	1,5	1	1	1,3	1	1	1	1	1,3	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		A2+M2+R1	ULTIMATE		1	1	1,3	1	1	1	1	1	1	1	1,3	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		SISMICA STR	ULTIMATE		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		SISMICA GEO	ULTIMATE		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,3

Lista degli approcci di progetto

Attivo	Std	Collezione	Nome	Stato Limite	Descrizione	Carichi Permanenti Stabilizzanti (F_HYD_GDstab)	Carichi Variabili Destabilizzanti (F_HYD_GDstab)	Deformazione elastica (F_elastic_strain)	Parziale su tiranti (F_T) (F_T)	Parziale su cuneo (F_eff_cone)	Parziale su (F_Su)	Parziale su ru (F_ru)	Parziale su peso specifico (F_gamma)	Parziale resistenza (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Arch_T)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Arch_T)	Parziale resistenza strutturali (F_well)	ES tiranti (F_Curtain)
						A	A	A	M	M	M	M	M	R	R	R	R	R
<input checked="" type="checkbox"/>			Normale	UNDEFINED		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		SLE (Rara/Frequente/Quasi)	SERVICE		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	ULTIMATE		0,9	1	1	1	1	1	1	1	1	1,2	1,1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		A2+M2+R1	ULTIMATE		0,9	1	1	1,25	1,25	1,4	1	1	1	1,2	1,1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		SISMICA STR	ULTIMATE		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,2	1,1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		SISMICA GEO	ULTIMATE		0,9	1	1	1,25	1,25	1,4	1	1	1	1,2	1,1	1	1

Lista degli approcci di progetto

Attivo	Std	Collezione	Nome	Stato Limite	Descrizione	Parziale su peso specifico (F_gamma)	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Arch_T)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Arch_T)	Parziale elementi strutturali (F_well)	FS tiranti (F_Curtain)	Chiodi qd (F_CurtainNails)	Chiodi qd (F_CurtainNails)	Pressione PI (F_PI)	Tiranti attrito (F_Friction)	Condizione c (tir. rinforzato) (F_Curtain)	Non drenata su (tir. rinforzato) (F_SoilNails)
						M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
<input checked="" type="checkbox"/>			Normale	UNDEFINED		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		SLE (Rara/Frequente/Quasi)	SERVICE		1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	ULTIMATE		1	1	1,2	1,1	1	0	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		A2+M2+R1	ULTIMATE		1	1	1,2	1,1	1	1	1,4	1,4	1	1,25	1,25	1,4
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		SISMICA STR	ULTIMATE		1	1	1,2	1,1	1	1	1	1	1	1	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	NTC2008 (ITA)		SISMICA GEO	ULTIMATE		1	1	1,2	1,1	1	1	1	1	1	1	1	1

Combinazioni ed approcci di progetto utilizzati nelle Analisi

Comb. SLE → (Verifiche stato tensionale/fessurativo/spostamenti/deformazioni)

Comb. A1-M1-R1(STR) → (Verifiche strutturali allo SLU in fase statica e sismica)

Comb. A2-M2-R1(GEO) → (Verifiche geotecniche allo SLU in fase statica e sismica)

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 68 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

11.3.2 Risultati delle analisi

I risultati delle analisi sono di seguito descritti in sintesi ed illustrati in maggior dettaglio nell'allegato pertinente (All. [C]).

11.3.2.1 Verifiche spostamenti SLE

La verifica è finalizzata a garantire il corretto dimensionamento dell'opera con particolare riferimento alla funzionalità dell'opera. A tale scopo, nei prospetti che seguono, sono riportati gli output relativi alle fasi finali dell'analisi statica (stage 2 e 3) in termini di deformata dell'opera:

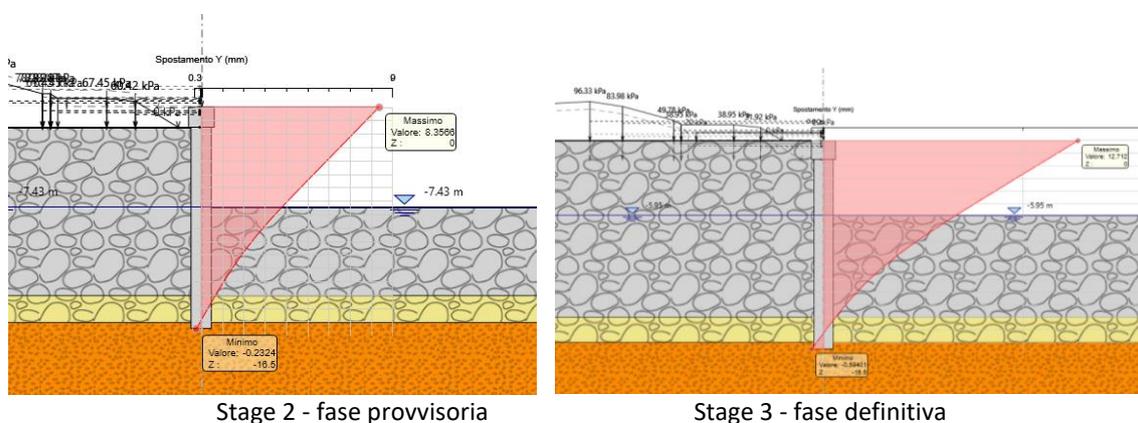


Figura 11.29- Risultati dell'analisi SLE: diagramma degli spostamenti

Lo scavo a -7.43 m, essendo una situazione transitoria, la deformata si può ritenere accettabile, ed è pari a:

$\delta_{\text{fase scavo}} = 8.36 \text{ mm}$ (stage 2):

Nello stage successivo (stage 3), essendo una situazione definitiva, occorre controllare che la deformata in esercizio sia compatibile con la funzionalità dell'opera. Tale deformata, dopo aver detratto la deformata dello stage 2, risulta essere pari a:

$d_{\text{eser}} = d(\text{stage 3}) - d(\text{stage 2}) = 12.72 - 8.36 = 4.36 \text{ mm}$ (ritenuta accettabile)

Dal grafico seguente la deformata in fase sismica (GEO) nella situazione definitiva risulta essere pari a:

$d = 61.95 \text{ mm} < d_{\text{max, sis}} = 82.5 \text{ mm}$

Pertanto, la verifica di deformabilità risulta accettabile.

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 69 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

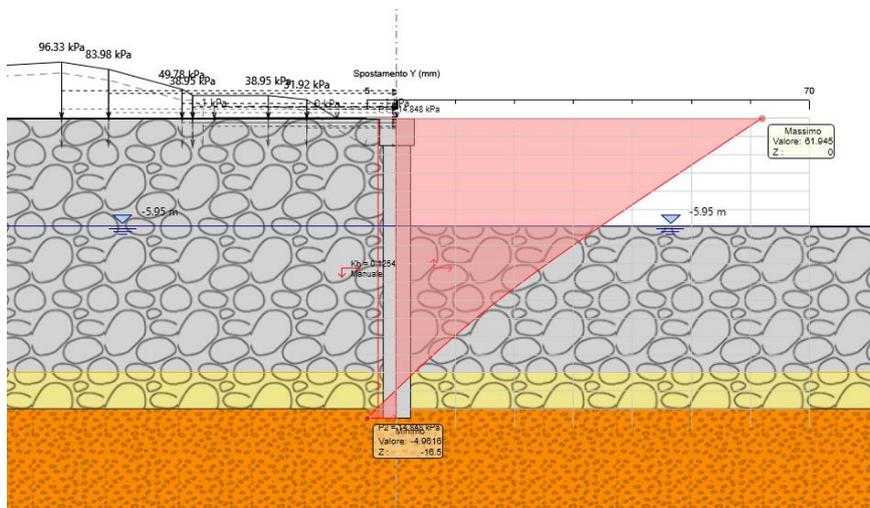


Figura 11.30 - Risultati dell'analisi sismica GEO: diagramma degli spostamenti

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 70 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

11.3.2.2 Verifiche SLU GEO

Verifica del complesso opera – terreno

La verifica è finalizzata a garantire il corretto dimensionamento dell'opera con particolare riferimento alla profondità di infissione della paratia. A tale scopo, nei prospetti che seguono, sono riportati gli output relativi alle fasi finali dell'analisi statica (stage 3) e dell'analisi sismica (Stage 4) in termini di percentuale di spinta passiva mobilitata.

Massimi rapporti di mobilitazione spinta passiva

D.A. <A2+M2+R1>

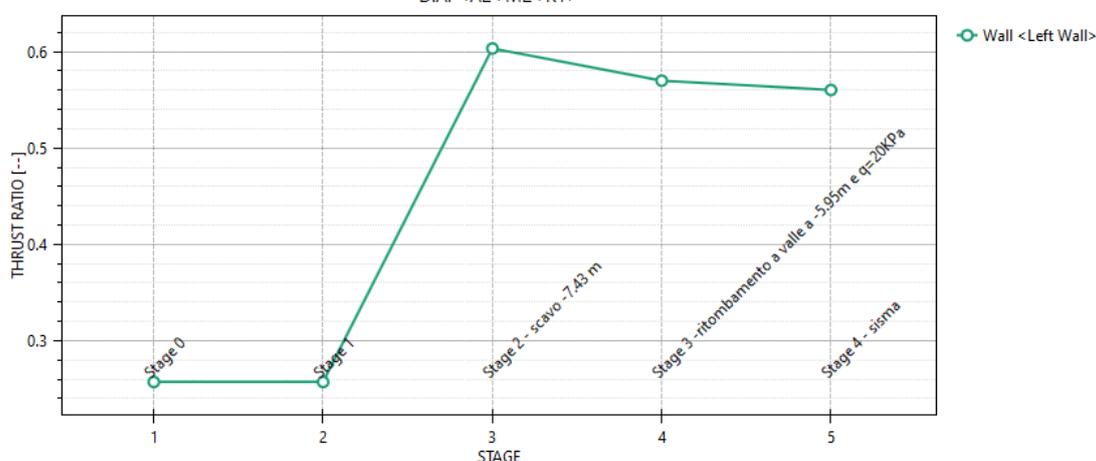


Figura 11.31- Risultati dell'analisi SLU-GEO: Riepilogo delle spinte: spinta reale efficace/spinta passiva = **0.60**

Massimi rapporti di mobilitazione spinta passiva

D.A. <SISMICA GEO>

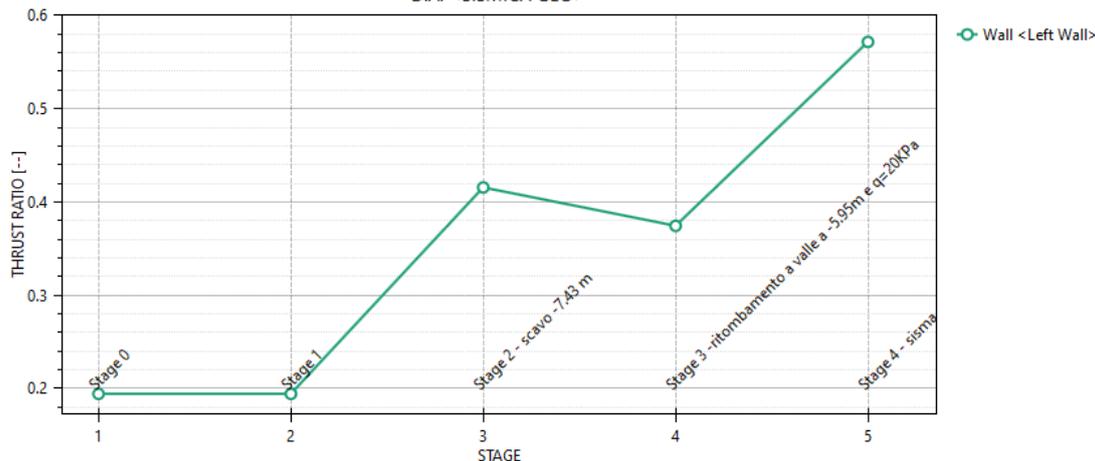


Figura 11.32 - Risultati dell'analisi SLV-GEO: Riepilogo delle spinte: spinta reale efficace/spinta passiva = **0.572**

La percentuale di spinta passiva mobilitata, per la paratia più sollecitata, è pari al 60% in condizione statica e pari a 57.2 % in condizione sismica.

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 71 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

11.3.2.3 Verifiche SLU STR

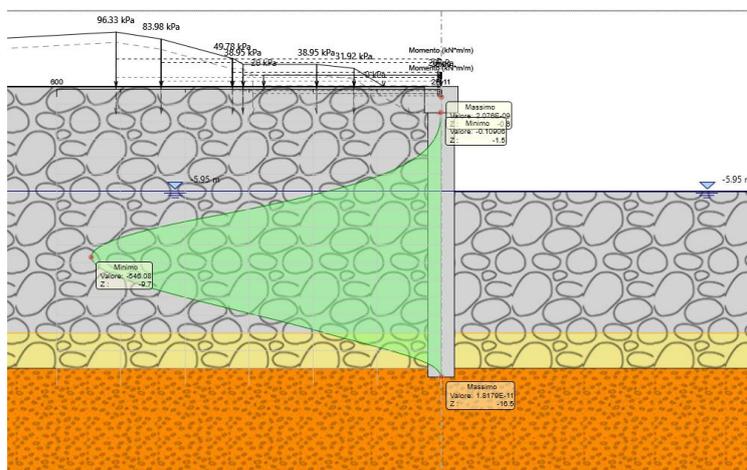
Verifica dell'elemento strutturale costituente la struttura di sostegno

Nei prospetti che seguono, per le combinazioni STR statica, sismica e SLE_rara, si riportano gli involuipi degli andamenti delle caratteristiche della sollecitazione a ml sulla paratia di pali ed i valori numerici relativi alle sezioni di sollecitazioni massime, scelte come rappresentative per le verifiche strutturali.

Condizione	Fase di calcolo	Soll. Max.	Quota	M_{sd}	N_{sd}	T_{sd}
[-]	[-]	[-]	[m]	[kNm/m]	[kN/m]	[kN/m]
SLU	Stage 3	Momento/Taglio	-9.7	546.08	/	146.61
SLV	Stage 4	Momento/Taglio	-11.1	928.96	/	307.37
SLE rara	Stage 3	Momento/Taglio	-9.7	420.06	/	/

Tabella 11.18- Sollecitazioni allo SLU, SLV nella combinazione A1+M1+R1 e SLE rara

Lo sforzo normale viene trascurato.



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 72 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

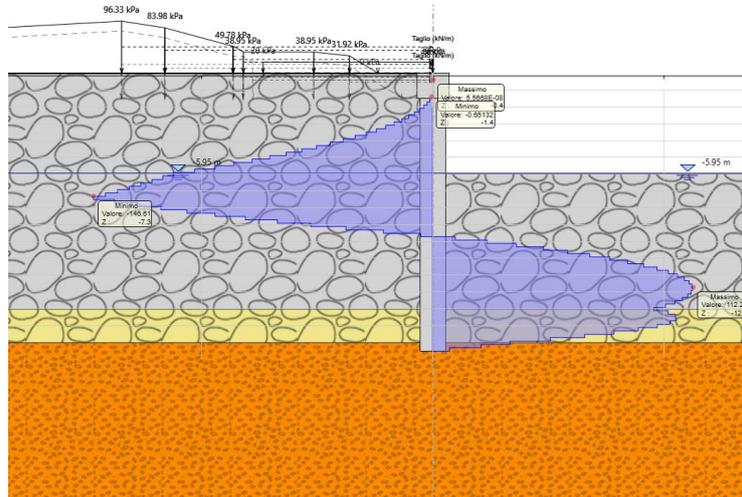
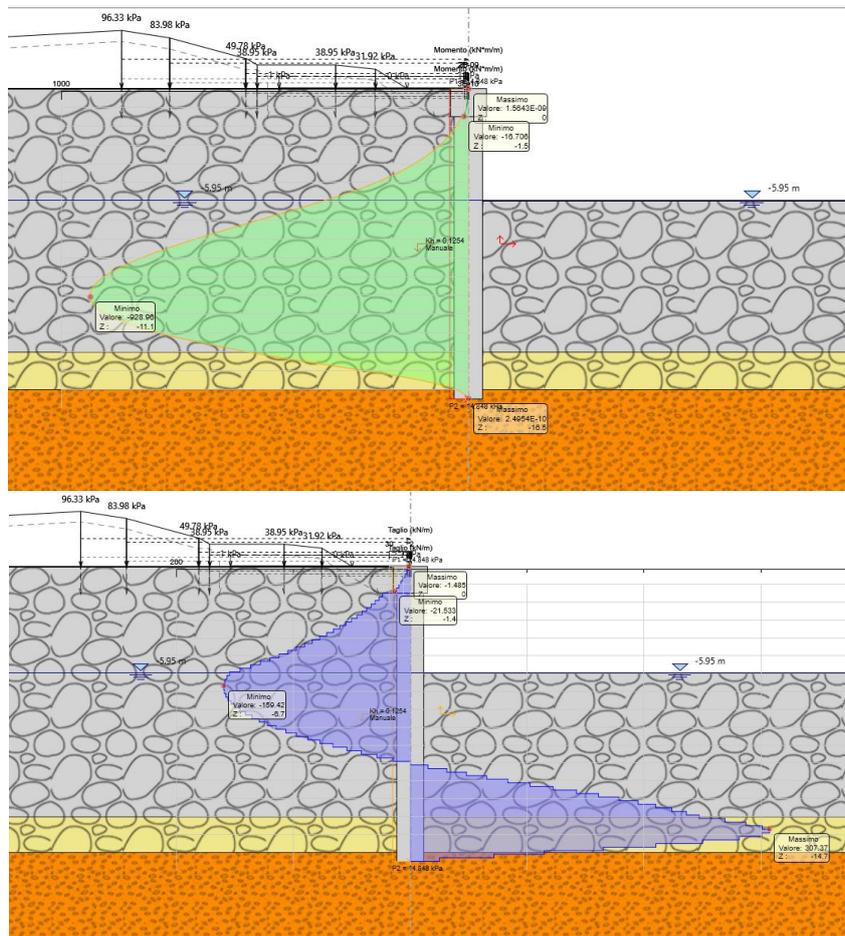


Figura 11.33 - Risultati dell'analisi SLU-STR: Caratteristiche della sollecitazione



	2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE 3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud 4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266 Relazione tecnica e di calcolo								
	Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 73 di 189

Figura 11.34 - Risultati dell'analisi SLV-STR: Caratteristiche della sollecitazione

I principali risultati delle analisi sono descritti in sintesi nel seguito; per una più completa rappresentazione degli stessi si rimanda allo specifico allegato. (All. [C]).

Le verifiche strutturali SLU/SLV e SLE rara vengono eseguite per confronto tra le sollecitazioni di calcolo (ottenute a partire dai risultati del modello numerico applicando gli opportuni coefficienti parziali) e le resistenze di calcolo (definite dai punti MRd, NRd che definiscono il dominio resistente nel piano) sulla sezione più sollecitata.

11.3.3 Verifiche strutturali

Per l'opera di sostegno, costituita da pali di diametro 1500mm ad interasse 1.7m, si prevede la seguente armatura di calcolo:

- Armatura longitudinale: Gabbia: 30 Φ 26mm, L= 12m +5.7m;
- Armatura a taglio: Spirali Φ 12/20cm;
- Copriferro netto: 6cm.

Il quantitativo di armatura longitudinale è stato verificato nei rispetti dei requisiti minimi e massimi da normativa UNI EN 1536:2003 e NTC08.

In particolare:

$$A_{s_{gabbia,sup}} = 30\phi 26 = 0.0154 \text{ m}^2$$

$$A_{s_{tesa,sup}} = 23\phi 26 = 0.01180 \text{ m}^2 \text{ (ferri area tesa considerando asse neutro=46.4 cm)}$$

$$A_{s,min} = 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 0.0017 \text{ m}^2 \text{ [4.1.6.1.1 NTC2008]}$$

$$A_{s,min} = 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 0.0019 \text{ m}^2 \text{ [4.1.6.1.1 NTC2008]}$$

$$A_{s,min} = 0.25\% \cdot A_c = 0.004 \text{ m}^2 \text{ [7.6 UNI EN 1536]}$$

$$A_{s,max} = 0.003 \cdot A_c = 0.053 \text{ m}^2 \text{ [7.2.5 NTC2008]}$$

Con $b_t = 114.7 \text{ cm}$ e $d = 126.8 \text{ cm}$

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati di carpenterie ed armature.

Il singolo palo è stato verificato per le seguenti combinazioni di carico utilizzando i valori della tabella 11.18 moltiplicati per l'interasse dei pali (1.7 m):

Tabella 11.19– Sollecitazioni verificate (gabbia)



GUADRILATERO

Marche Umbria S.p.A.

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 74 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

STATO LIMITE	N [kN]	M [kNm]	T [kN]
SLU	-	929	250
SLV	-	1580	523
SLE	-	715	-

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 75 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

PRESSOFLESSIONE STATO LIMITE ULTIMO

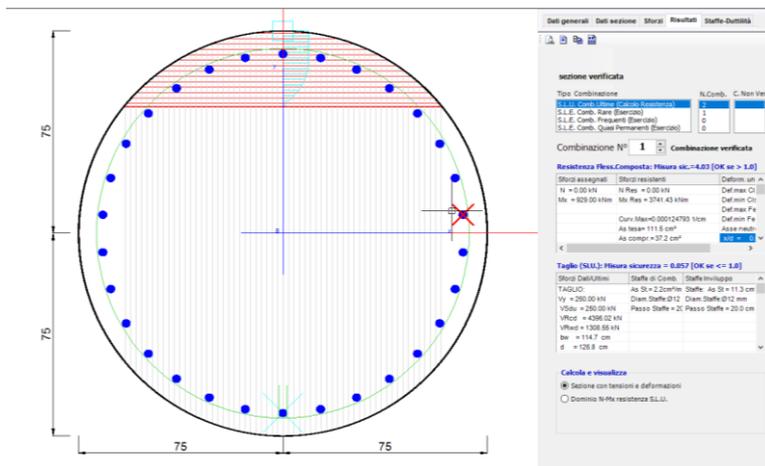


Figura 11.35– Combinazione 1 (Mmax) – Gabbia 30Φ26

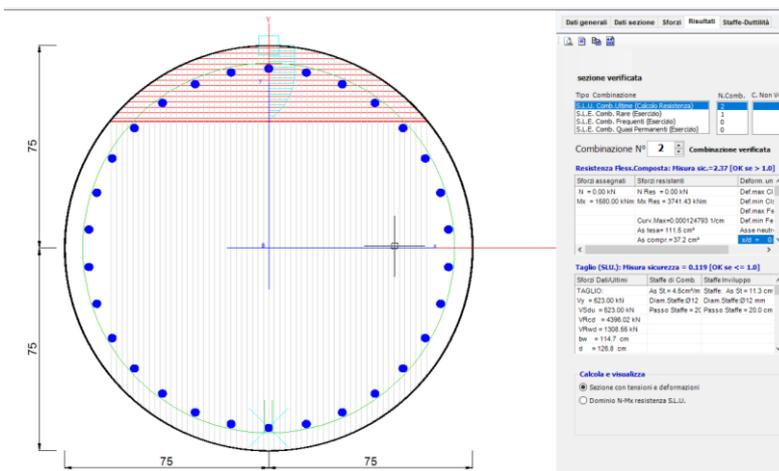


Figura 11.36 – Combinazione 2 (Mmax) – Gabbia 30Φ26 - SLV

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 76 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

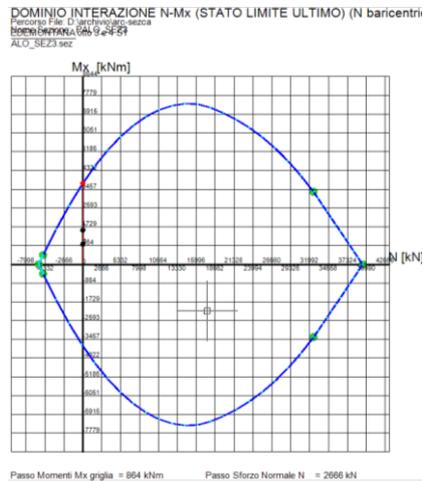


Figura 11.37 – Dominio M-N - Gabbia 30 Φ 26 - SLU e SLV

STATO LIMITE ESERCIZIO

Di seguito sono riportate le massime sollecitazioni nelle barre e nel calcestruzzo durante le fasi di esercizio e l'apertura massima delle fessure nella sezione maggiormente sollecitata del palo.

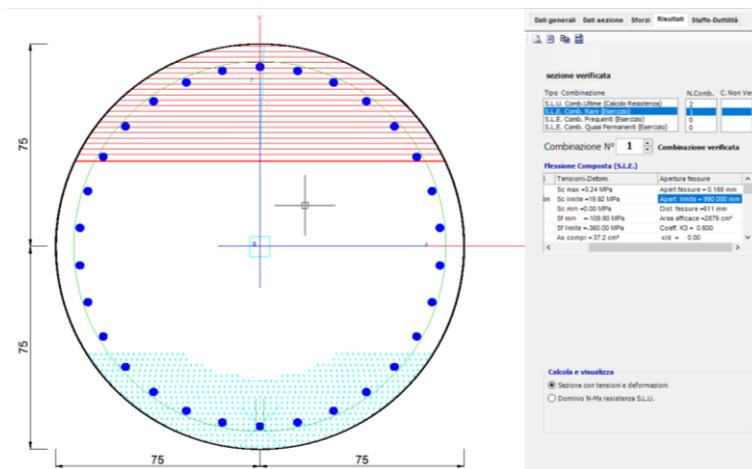


Figura 11.38 Gabbia 30 Φ 26 - SLE – Verifiche di fessurazione e di tensione sulle barre

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 77 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

Tabella 11.20 – Verifica tensioni (gabbia)

COMBINAZIONE	TENSIONI ESERCIZIO	TENSIONI AMMISSIBILI
S.L.E. RARA	$\sigma_s = 109.9$ MPa	360 MPa
	$\sigma_c = 3.24$ MPa	19.92 MPa
S.L.E. QUASI PERMANENTE	$\sigma_s = 109.9$ MPa	360 MPa
	$\sigma_c = 3.24$ MPa	14.94 MPa

Tabella 11.21– Verifica apertura fessure (gabbia)

COMBINAZIONE	MAX. APERTURA	FESSURA LIMITE
S.L.E. FREQUENTE	0.168 mm	0.2 mm
S.L.E. QUASI PERMANENTE	0.168 mm	0.2 mm

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 78 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

11.4 VERIFICHE STRUTTURALI DELLA TRAVE DI CORONAMENTO

Per la verifica strutturale della trave di coronamento si considera, cautelativamente, che 1 palo non contribuisca al contenimento delle spinte. Ipotizzando uno schema di trave incastrata alle estremità, di luce pari a 3.4m, si ricavano le sollecitazioni con cui effettuare le verifiche (in condizioni SLU).

Risulta:

$$q = V_{max} = 160 \frac{kN}{m} \quad \text{-Taglio massimo in testa sez.3}$$

$$M = \frac{q \cdot i^2}{12} = 155 \text{ kNm}$$

$$V = 0.5 \cdot q \cdot i = 272 \text{ kN}$$

Per la trave di coronamento, di altezza pari a 150 cm e larghezza pari a 190 cm, si prevede la seguente armatura di calcolo:

- Armatura longitudinale: $(8+8)\Phi 20\text{mm} + (7+7)\Phi 20\text{mm}$;
- Staffe: $\Phi 14/30\text{cm} + 3\text{spille } \Phi 14/40\text{cm}$;
- Copriferro netto: 5cm.

Il copriferro netto è stato calcolato considerando i limiti per le travi su terreno preparato secondo quanto riportato in normativa quantitativi di armatura soddisfano i requisiti da normativa UNI EN 1536:2003 e ENV 1992-1-1.

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta_c = 40\text{mm} + 10\text{mm} = 50 \text{ mm}$$

Il quantitativo di armatura longitudinale è stato verificato nei rispetti dei requisiti minimi e massimi da normativa UNI EN 1536:2003 e NTC08.

In particolare:

$$A_{s,tesa} = 20\varphi 20 = 0.00628 \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} = 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 0.0048 \text{ m}^2 \text{ [4.1.6.1.1 NTC2008]}$$

$$A_{s,min} = 0.0013 \cdot b_t \cdot d = 0.0036 \text{ m}^2 \text{ [4.1.6.1.1 NTC2008]}$$

Con

$$b = 1.5 \text{ m}$$

$$d = 1.82 \text{ m}$$

Il quantitativo di armatura trasversale è stato verificato nei rispetti dei requisiti minimi da normativa NTC08.

$$A_{sw} = 2 \text{ bracci } \frac{\Phi 14}{20} + 3\text{spille } \frac{\Phi 14}{40} = (1540 + 1155) = 2695 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 79 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

$$A_{sw,min} = 1.5 b = 2250 \frac{mm^2}{m}$$

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati di armatura del cordolo.

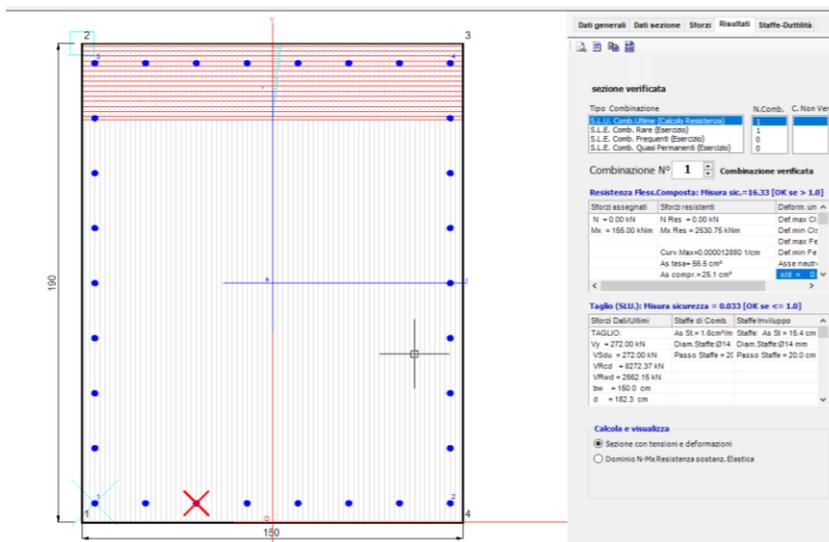


Figura 11.39 – Verifiche armatura cordolo – SLU

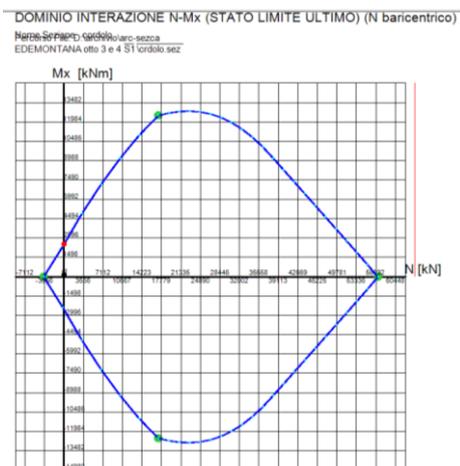


Figura 11.40 – Dominio N-M cordolo

Tabella 11.22 – Verifica tensioni

COMBINAZIONE	TENSIONI ESERCIZIO	TENSIONI AMMISSIBILI
S.L.E. RARA	$\sigma_s = 17.21$ MPa	360 MPa
	$\sigma_c = 0.26$ MPa	19.92 MPa



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 80 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

S.L.E. QUASI PERMANENTE	$\sigma_s = 17.21$ MPa	360 MPa
	$\sigma_c = 0.26$ MPa	14.94 MPa

Tabella 11.23 – Verifica apertura fessure

COMBINAZIONE	MAX. APERTURA	FESSURA LIMITE
S.L.E. FREQUENTE	0.033 mm	0.2 mm
S.L.E. QUASI PERMANENTE	0.033 mm	0.2 mm

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 81 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

12. VERIFICHE DI STABILITÀ GLOBALE

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

Per la valutazione degli effetti dell'azione sismica sulle masse e sui coefficienti di spinta del terreno, si è fatto riferimento al metodo pseudo-statico previsto al punto 7.11.3.5.2 - "Metodi di Analisi" - delle NTC2008 e al §9.4 della presente relazione secondo i quali, nelle verifiche allo stato limite ultimo, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le seguenti espressioni:

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{max}}{g} = 0.28 \cdot 0.3/g = 0.084/g$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h = \pm 0.084/2 = \pm 0.042/g$$

Le analisi sono state condotte con i metodi all'equilibrio limite tenendo conto della stratigrafia reale del sito. Il livello di sicurezza è espresso come rapporto tra la resistenza a taglio disponibile e lo sforzo di taglio mobilitato lungo la potenziale superficie di scorrimento. In particolare, nei metodi delle strisce la massa di terreno viene discretizzata in strisce verticali e si determina la superficie di scorrimento critica in corrispondenza della quale si ha il minimo coefficiente di sicurezza

La condizione di verifica $E_d \leq R_d$ equivale ad avere un coefficiente di sicurezza in corrispondenza della superficie di scorrimento critica $F_{min} \geq \gamma R$: $F = R_d/E_d \geq 1.1$.

Nelle analisi è stato adottato il metodo di Bishop che considera delle superfici di scorrimento a direttrice circolare.

I calcoli sono stati svolti mediante l'ausilio del modulo di Verifica di Stabilità dei Pendii (Microstabl) e si riferiscono alla sezione 3 più gravosa.

I principali risultati sono riportati di seguito:

	F_{min}	R2
Condizioni Statiche: fase di esercizio accidentale stradale pari a 1.3*20=26 kN/mq	1.551	1.1
Condizioni Sismiche: accidentale stradale sismico pari a 1.0*4=4 kN/mq	1.221	1.1

La stratigrafia è la seguente:

1° strato (H= 16 m): $\gamma=19$ kN/m³ $\phi' =25$ $c' = 10$ kPa;

2° strato (H=2m): $\gamma=19$ kN/m³ $\phi' =26$ $c' = 10$ kPa;

3° strato (H=infinito): $\gamma=23.5$ kN/m³ $\phi' =36$ $c' = 70$ kPa

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 82 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

La falda è posta a -6 m da p.c.

La verifica di stabilità è soddisfatta in entrambe le condizioni analizzate. I tabulati completi sono riportati nell'allegato D.

Le superfici di scorrimento critiche sono riportate nella figura seguente:

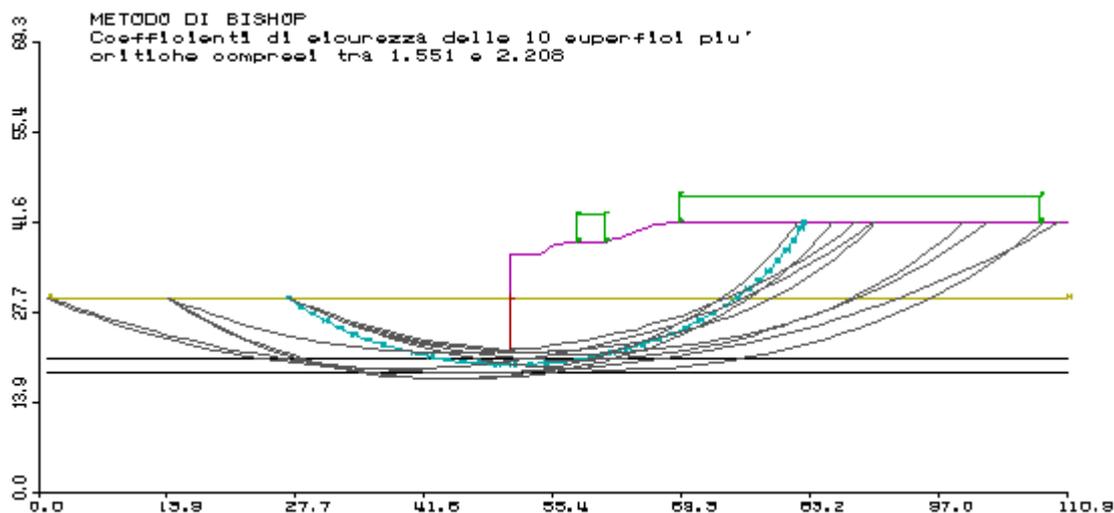


Fig. 12.1 - Condizioni Statiche: Fase di esercizio – Superficie Critiche di Scorrimento

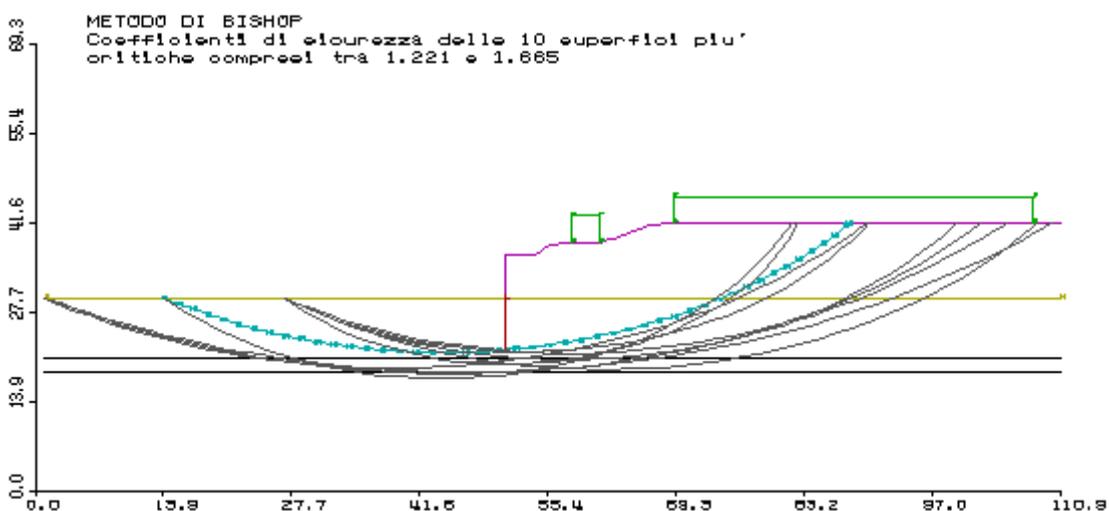


Fig. 12.2 - Condizioni Sismiche: Fase definitiva – Superficie Critiche di Scorrimento



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 83 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

13. CONCLUSIONI

La presente relazione tecnica e di calcolo riassume i criteri di dimensionamento, le analisi e le verifiche condotte sulle opere di stabilità profonda dei terreni di fondazione del rilevato da progressiva 0+178 a progressiva 0+266 dei Lotti 3 e 4 dell'opera Pedemontana delle Marche.

Le verifiche geotecniche e strutturali risultano soddisfatte per gli stati limite considerati secondo le normative di riferimento.



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 85 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -12.5 m

Muro di sinistra

Sezione : fi1500/1700

Area equivalente : 1.03949756920251 m

Inerzia equivalente : 0.1462 m⁴/m

Materiale calcestruzzo : C32/40

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 1.7 m

Diametro : 1.5 m

Efficacia : 1

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1.5 m

Muro di sinistra

Sezione : cordolo

Area equivalente : 1.9 m

Inerzia equivalente : 0.5716 m⁴/m

Materiale calcestruzzo : C32/40

Tipo sezione : Solid

Spessore : 1.9 m

Efficacia : 1



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 86 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

Fasi di Calcolo

Stage 0

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : -1.5 m

Lato valle : -1.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

-1.5 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-1.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -4.92 m

Falda di destra : -4.92 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -30 m

X finale : -17.63 m

Pressione iniziale : 237.31 kPa

Pressione finale : 128.25 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -17.63 m

X finale : -11.99 m

Pressione iniziale : 128.25 kPa

Pressione finale : 113.81 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -11.99 m

X finale : -9.49 m

Pressione iniziale : 113.81 kPa

Pressione finale : 66.31 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -9.49 m

X finale : -5.24 m

Pressione iniziale : 66.31 kPa

Pressione finale : 66.31 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -5.24 m



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 87 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

X finale : -1.75 m

Pressione iniziale : 66.31 kPa

Pressione finale : 0 kPa



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 88 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

Stage 1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : -1.5 m

Lato valle : -1.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

-1.5 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-1.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -4.92 m

Falda di destra : -4.92 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -30 m

X finale : -17.63 m

Pressione iniziale : 237.31 kPa

Pressione finale : 128.25 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -17.63 m

X finale : -11.99 m

Pressione iniziale : 128.25 kPa

Pressione finale : 113.81 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -11.99 m

X finale : -9.49 m

Pressione iniziale : 113.81 kPa

Pressione finale : 66.31 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -9.49 m

X finale : -5.24 m

Pressione iniziale : 66.31 kPa

Pressione finale : 66.31 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -5.24 m

X finale : -1.75 m



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 89 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

Pressione iniziale : 66.31 kPa

Pressione finale : 0 kPa

Elementi strutturali

Paratia : fi1500/1700

X : 0 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -12.5 m

Sezione : fi1500/1700

Paratia : cordolo

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1.5 m

Sezione : cordolo



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 90 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

Stage 2 - scavo -5.84 m

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : -1.5 m

Lato valle : -5.84 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

-1.5 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-5.84 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -5.84 m

Falda di destra : -5.84 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -30 m

X finale : -17.63 m

Pressione iniziale : 237.31 kPa

Pressione finale : 128.25 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -17.63 m

X finale : -11.99 m

Pressione iniziale : 128.25 kPa

Pressione finale : 113.81 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -11.99 m

X finale : -9.49 m

Pressione iniziale : 113.81 kPa

Pressione finale : 66.31 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -9.49 m

X finale : -5.24 m

Pressione iniziale : 66.31 kPa

Pressione finale : 66.31 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -5.24 m

X finale : -1.75 m



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 91 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

Pressione iniziale : 66.31 kPa

Pressione finale : 0 kPa

Elementi strutturali

Paratia : fi1500/1700

X : 0 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -12.5 m

Sezione : fi1500/1700

Paratia : cordolo

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1.5 m

Sezione : cordolo



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 92 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

Stage 3 -ritombamento a valle a -4.36 m e q=20KPa

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -4.36 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-4.36 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -4.36 m

Falda di destra : -4.36 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -30 m

X finale : -17.63 m

Pressione iniziale : 208.81 kPa

Pressione finale : 99.75 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -17.63 m

X finale : -11.99 m

Pressione iniziale : 99.75 kPa

Pressione finale : 85.31 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -11.99 m

X finale : -9.49 m

Pressione iniziale : 85.31 kPa

Pressione finale : 37.81 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -9.49 m

X finale : -5.24 m

Pressione iniziale : 37.81 kPa

Pressione finale : 37.81 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -5.24 m

X finale : -3.25 m



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 93 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

Pressione iniziale : 37.81 kPa

Pressione finale : 0 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -10 m

X finale : 0 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali

Paratia : fi1500/1700

X : 0 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -12.5 m

Sezione : fi1500/1700

Paratia : cordolo

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1.5 m

Sezione : cordolo



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 94 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

Stage 4 - sisma

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -4.36 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-4.36 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -4.36 m

Falda di destra : -4.36 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Mezzi_sx_acc

X iniziale : -10 m

X finale : 0 m

Pressione iniziale : 4 kPa

Pressione finale : 4 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -30 m

X finale : -17.63 m

Pressione iniziale : 208.81 kPa

Pressione finale : 99.75 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -17.63 m

X finale : -11.99 m

Pressione iniziale : 99.75 kPa

Pressione finale : 85.31 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -11.99 m

X finale : -9.49 m

Pressione iniziale : 85.31 kPa

Pressione finale : 37.81 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -9.49 m

X finale : -5.24 m



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 95 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

Pressione iniziale : 37.81 kPa

Pressione finale : 37.81 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -5.24 m

X finale : -3.25 m

Pressione iniziale : 37.81 kPa

Pressione finale : 0 kPa

Elementi strutturali

Paratia : fi1500/1700

X : 0 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -12.5 m

Sezione : fi1500/1700

Paratia : cordolo

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1.5 m

Sezione : cordolo



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 96 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

Descrizione Coefficienti Design Assumption

Coefficienti A

Nome	Carichi Permanenti Sfavorevoli (F_dead_loa d_unfavour)	Carichi Permanen ti Favorevoli (F_live_loa oad_favou r)	Carichi Variabili Sfavorevoli (F_live_loa d_unfavour)	Carichi Variabili Favorevoli (F_live_lo ad_favour)	Carico Sismic o (F_seis m_load)	Pressi Acqua Lato Mont (F_Wa terDR)	Pressi Acqua Lato Valle (F_UPL)	Carichi Perman enti (F_UPL)	Carichi Perma nenti (F_UPL)	Carichi Variabil i (F_UPL)	Carichi Perman enti (F_HYD _GStab)	Carichi Perma nenti (F_HYD _GStab)	Carichi Variabili Destabil izzanti (F_HYD _QDSta b)
Simbolo	γ_G	γ_G	γ_Q	γ_Q	γ_{QE}	γ_G	γ_G	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SLE	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
(Rara/Freq uente/Qua si Permanent e)													
A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1
SISMICA STR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SISMICA GEO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

Coefficienti M

Nome	Parziale su $\tan(\phi')$ (F_Fr)	Parziale su c' (F_eff_cohe)	Parziale su Su (F_Su)	Parziale su qu (F_qu)	Parziale su peso specifico (F_gamma)
Simbolo	γ_ϕ	γ_c	γ_{cu}	γ_{qu}	γ_γ
Nominal	1	1	1	1	1
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	1
A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1	1	1	1
A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1
SISMICA STR	1	1	1	1	1
SISMICA GEO	1.25	1.25	1.4	1	1

Coefficienti R

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 97 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Anch_T)	Parziale elementi strutturali (F_wall)
Simbolo	γ_{Re}	γ_{ap}	γ_{at}	
Nominal	1	1	1	1
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1
A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1.2	1.1	1
A2+M2+R1	1	1.2	1.1	1
SISMICA STR	1	1.2	1.1	1
SISMICA GEO	1	1.2	1.1	1

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

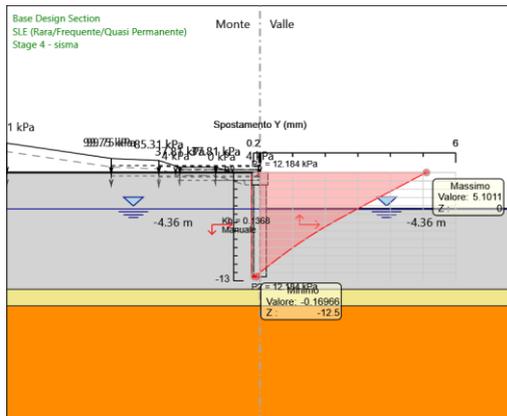
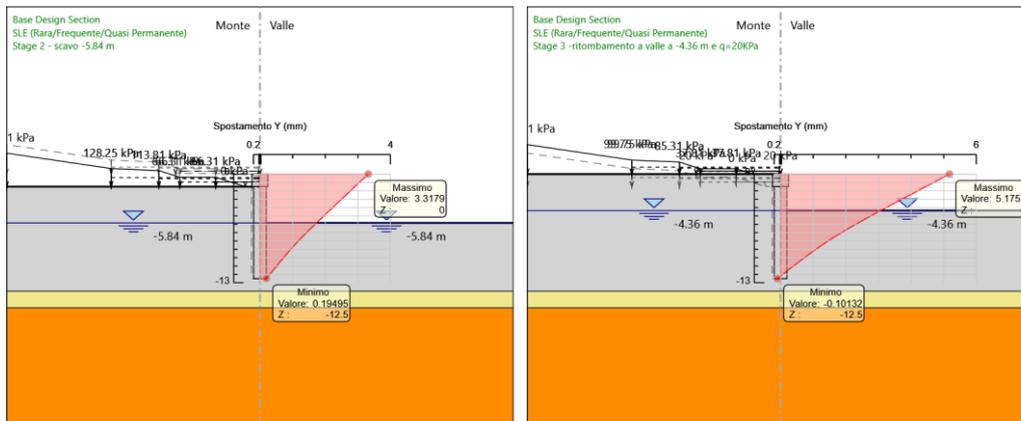
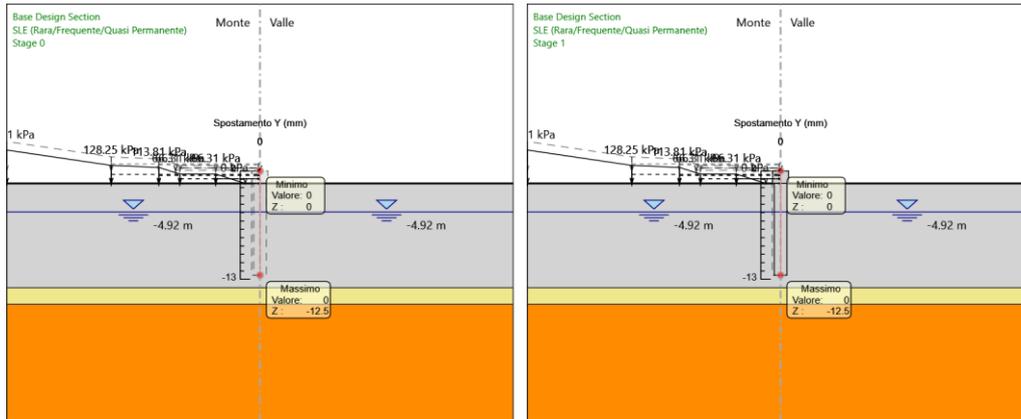
Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 98 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------

Risultati SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)

Tabella Grafici dei Risultati



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

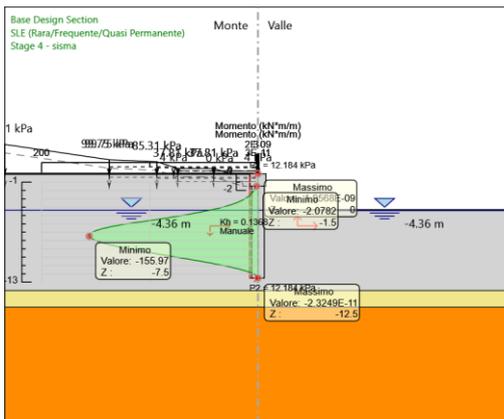
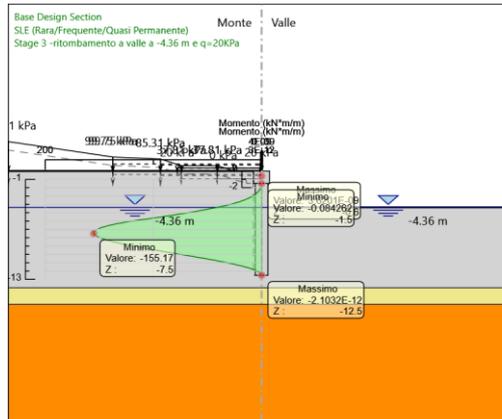
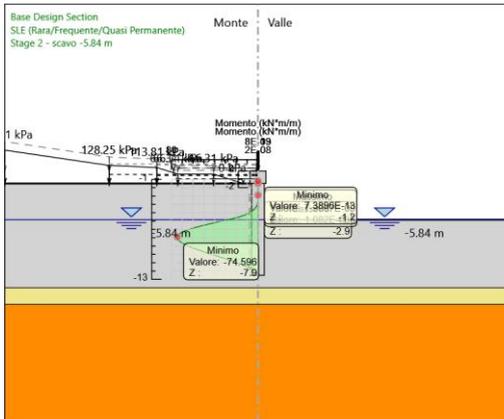
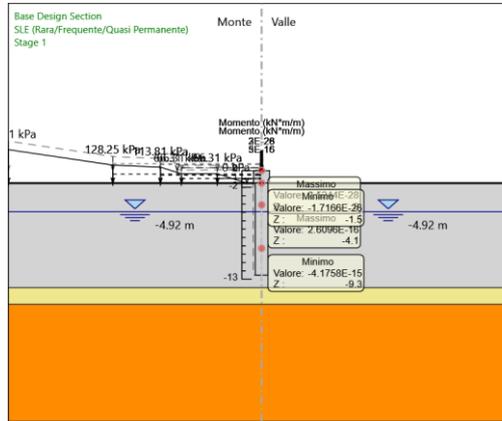
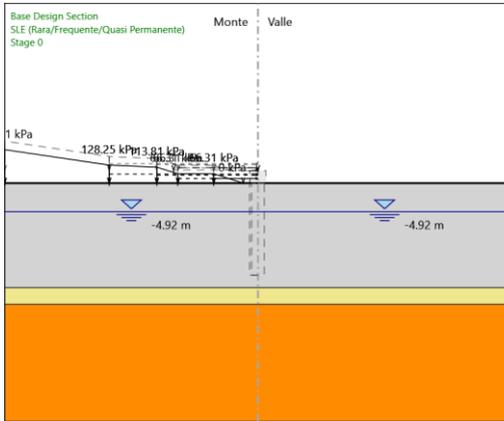
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 99 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	------------------------------



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

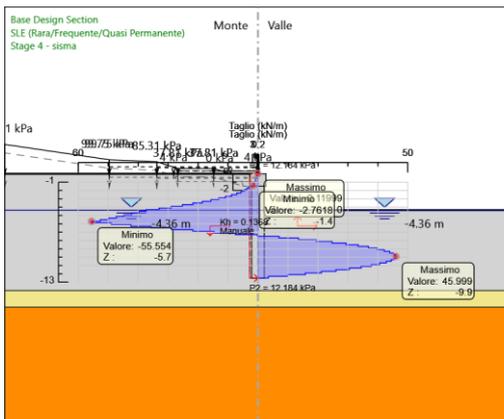
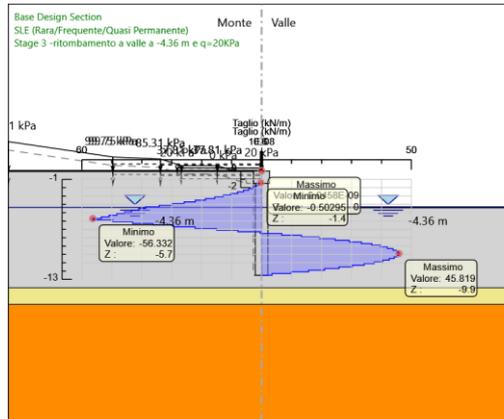
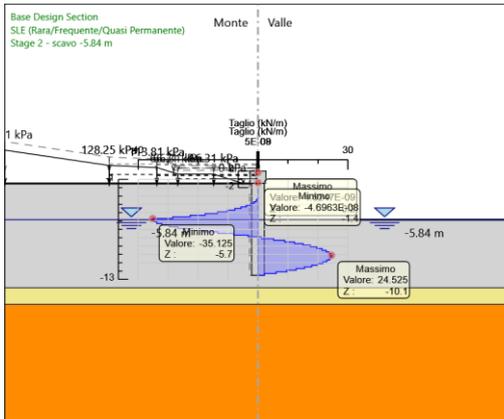
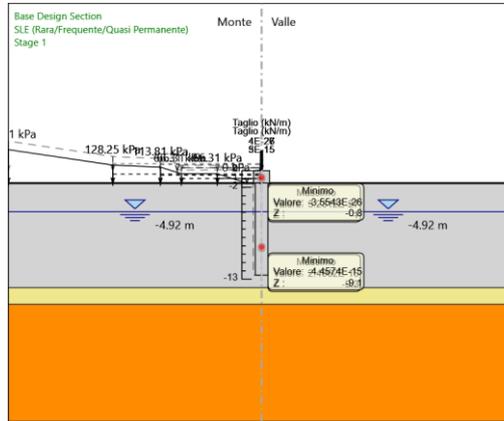
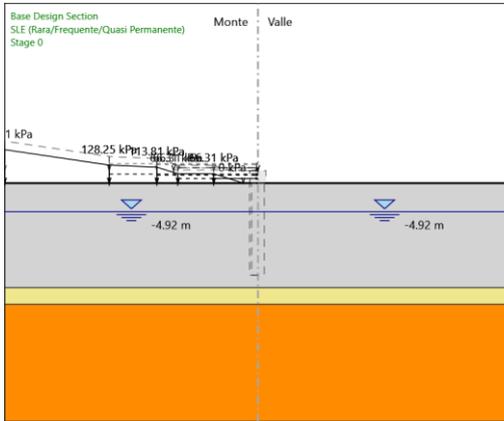
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 100 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

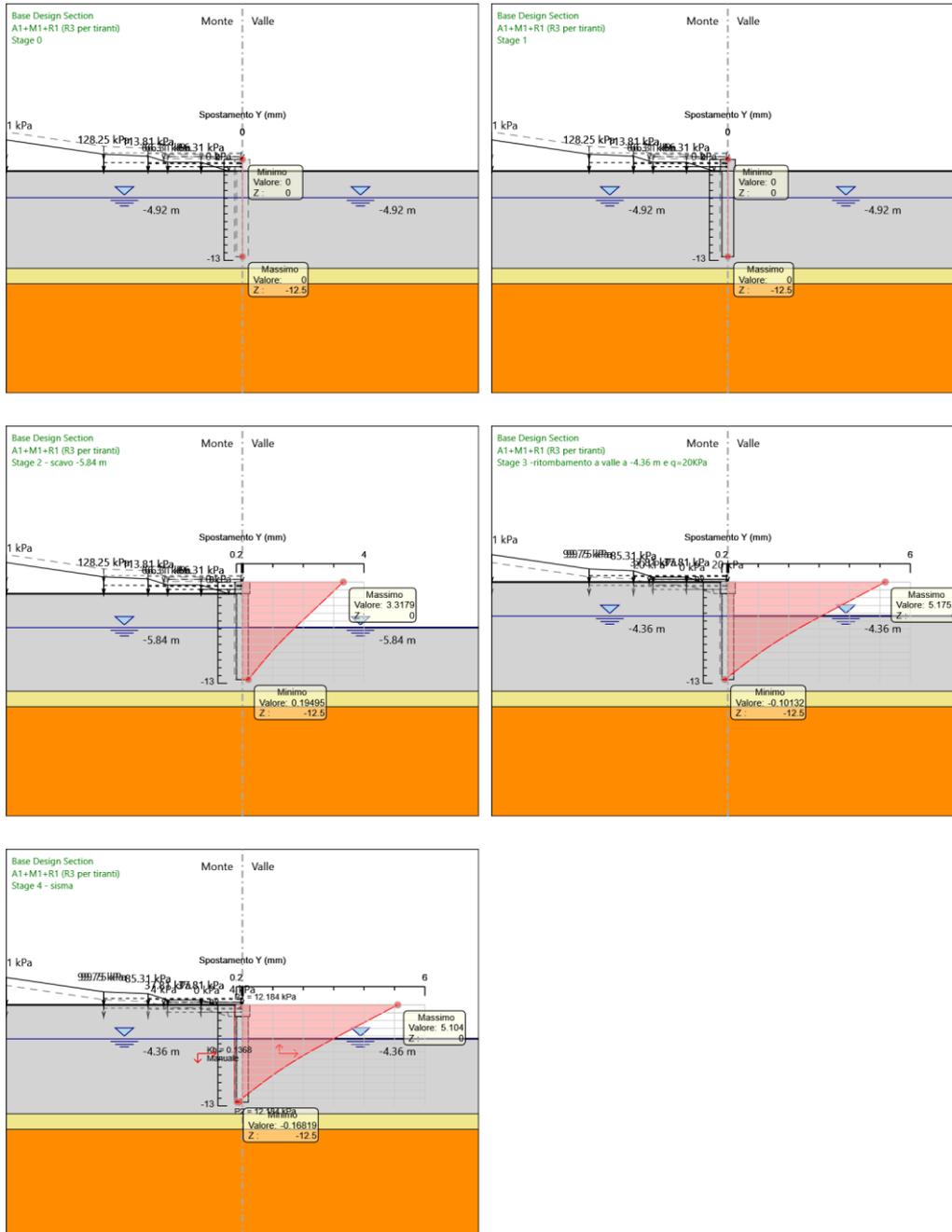
Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 101 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Risultati A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

Tabella Grafici dei Risultati



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

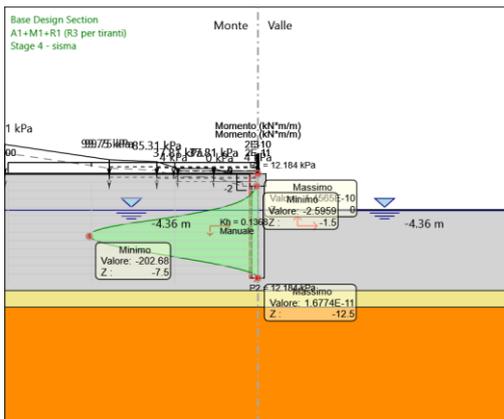
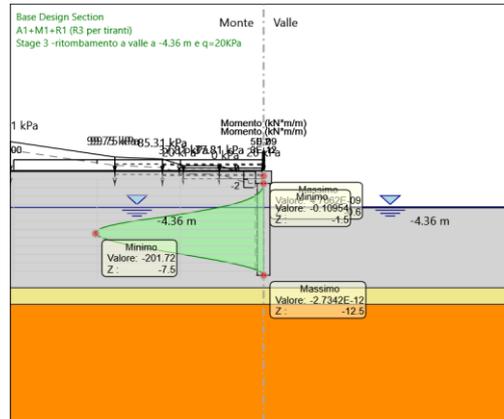
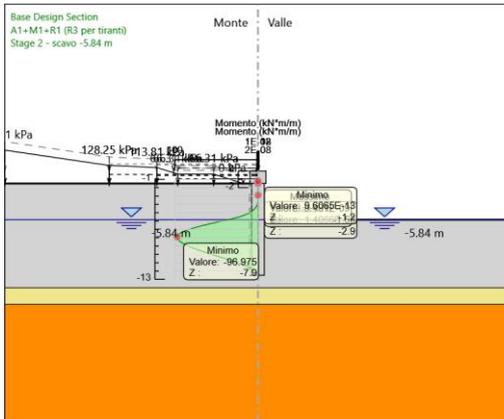
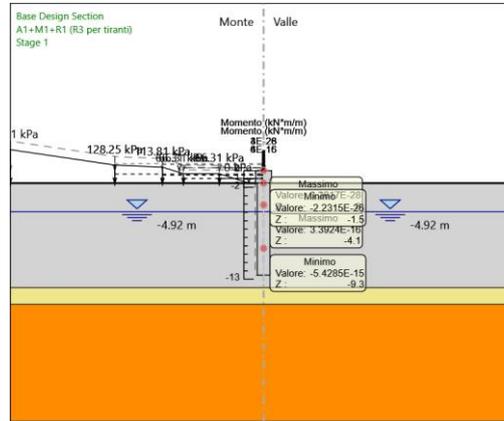
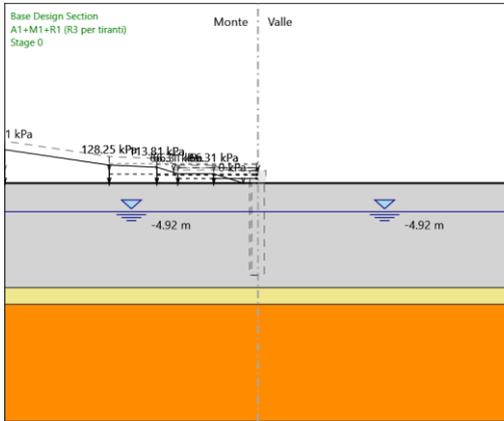
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 102 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

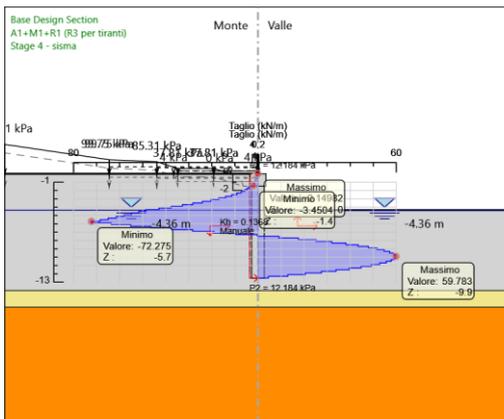
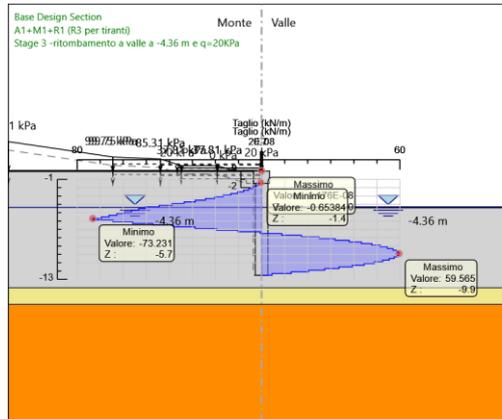
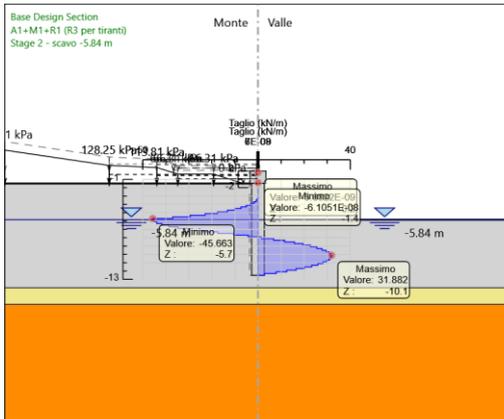
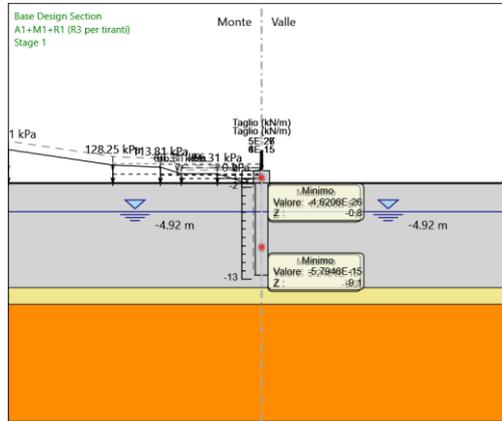
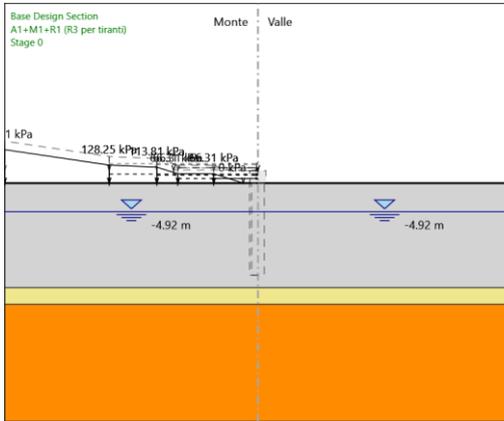
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 103 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

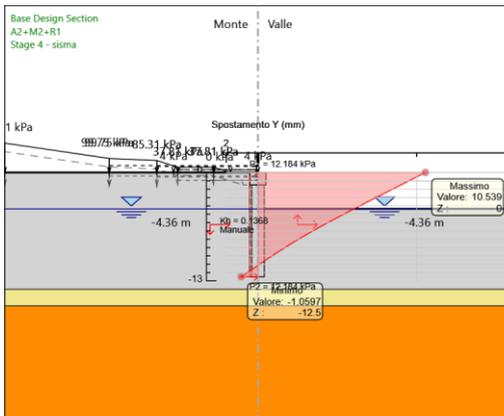
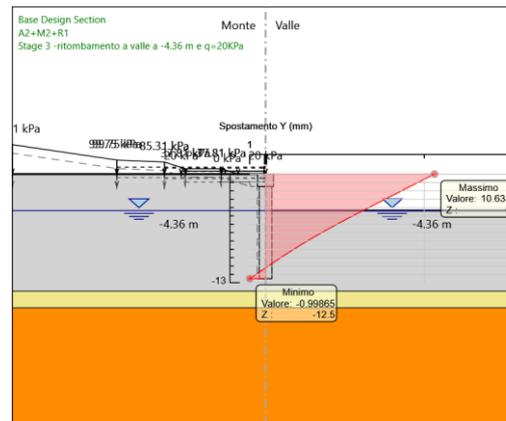
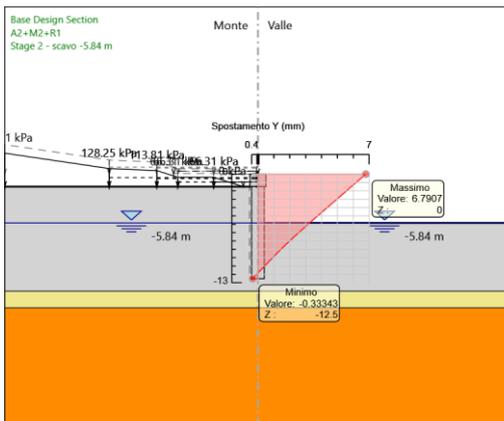
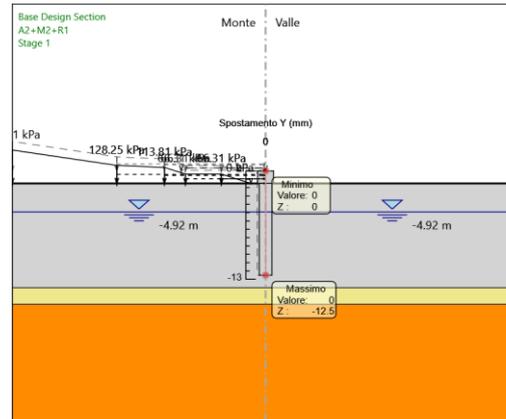
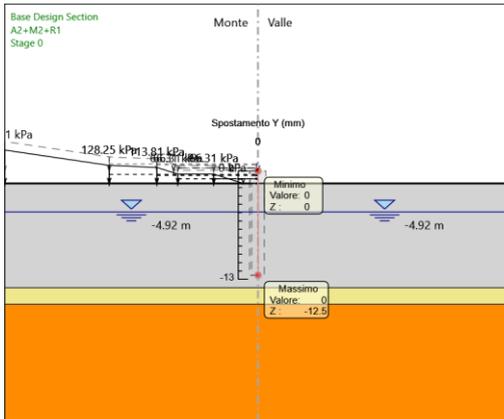
Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 104 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Risultati A2+M2+R1

Tabella Grafici dei Risultati



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

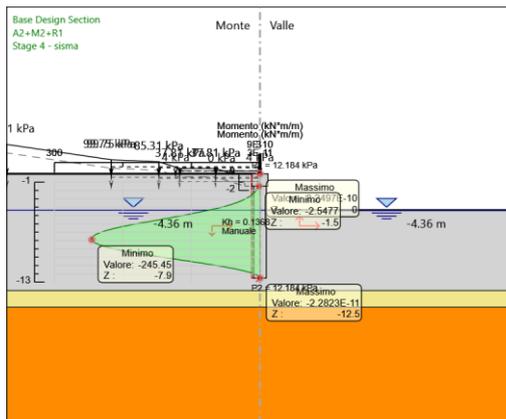
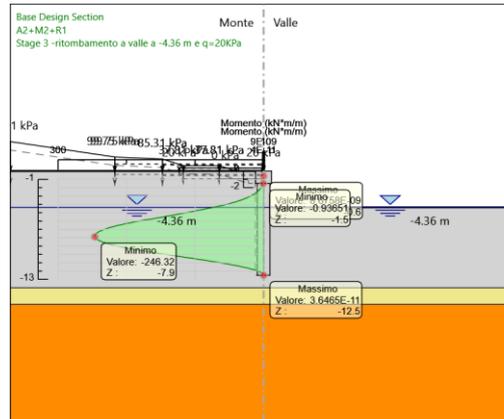
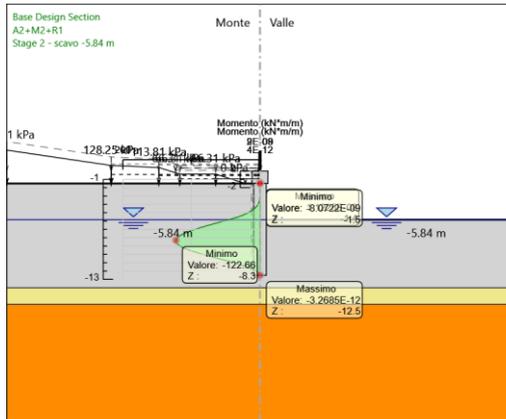
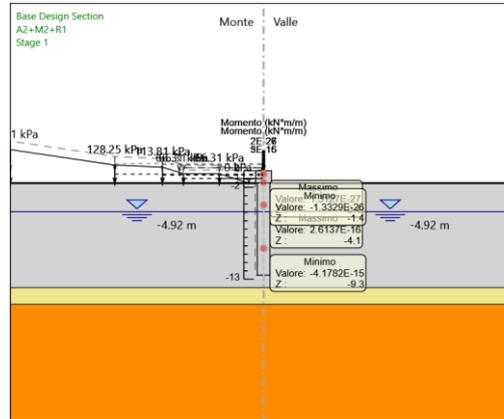
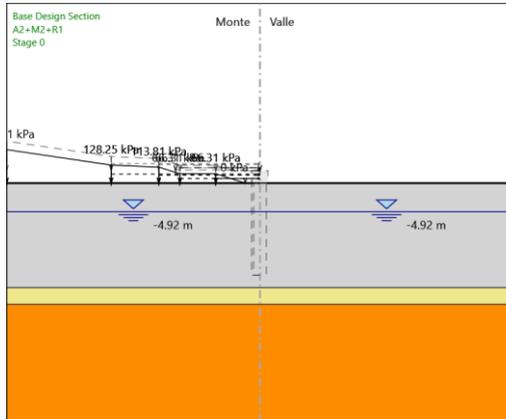
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 105 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

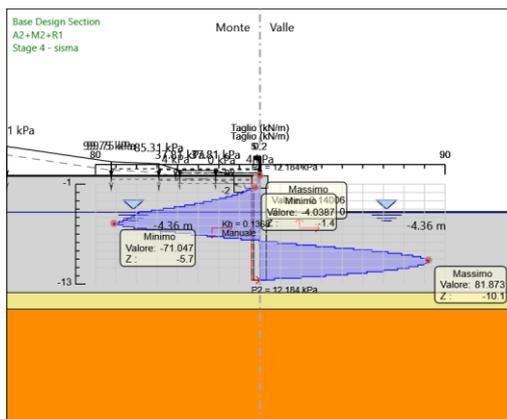
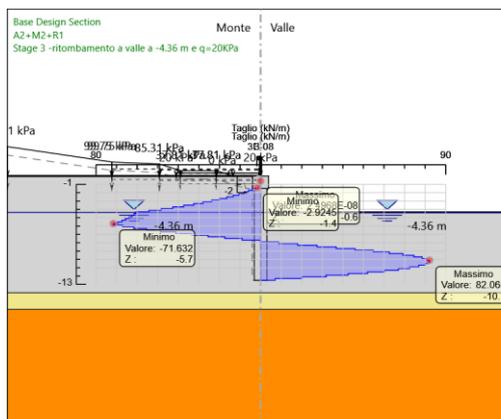
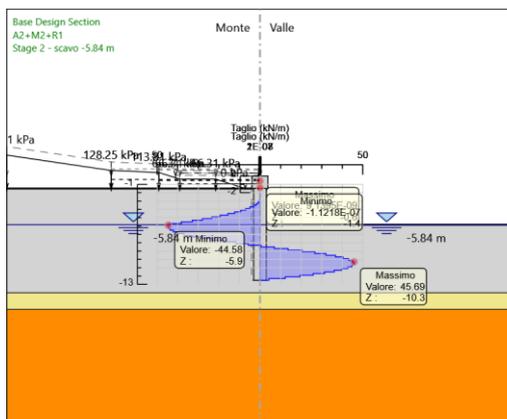
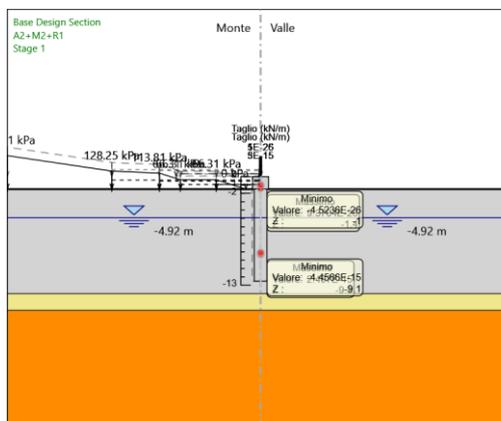
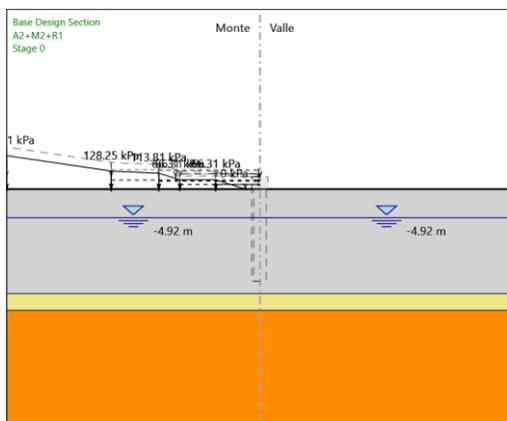
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 106 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

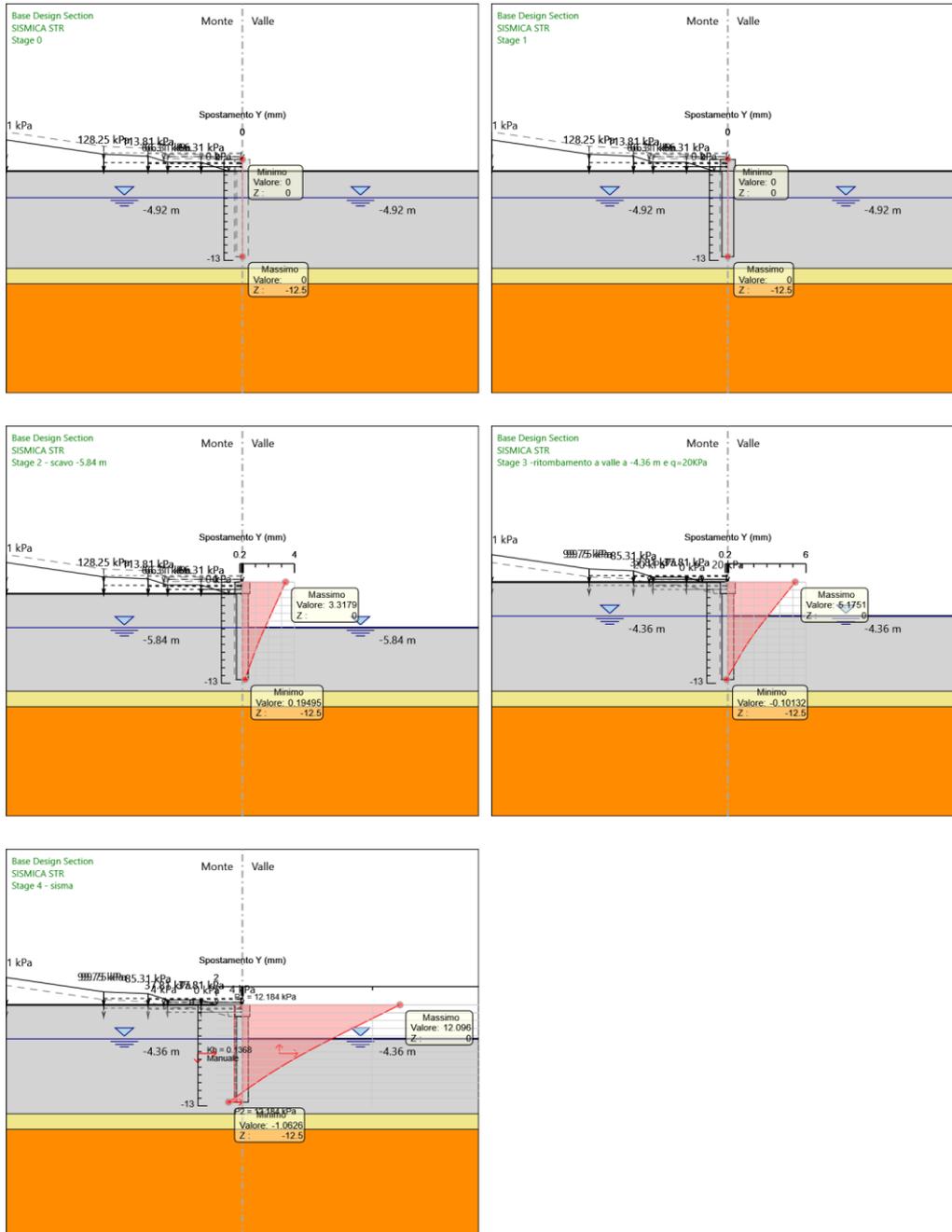
Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 107 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Risultati SISMICA STR

Tabella Grafici dei Risultati



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

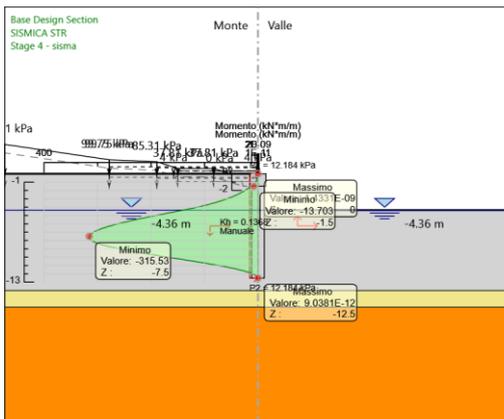
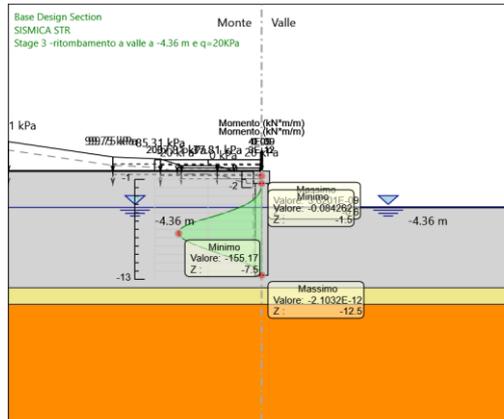
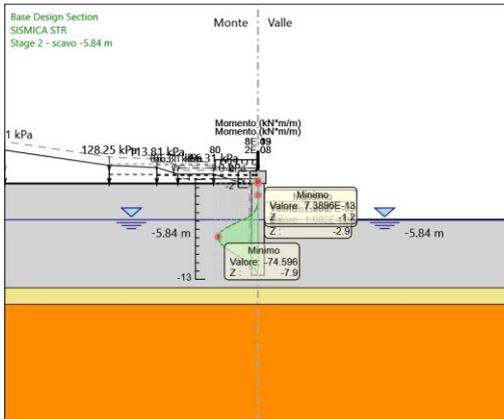
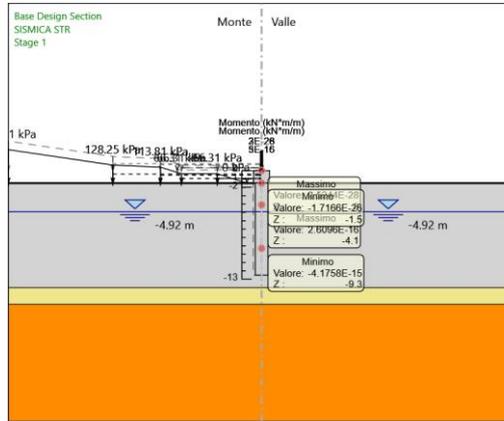
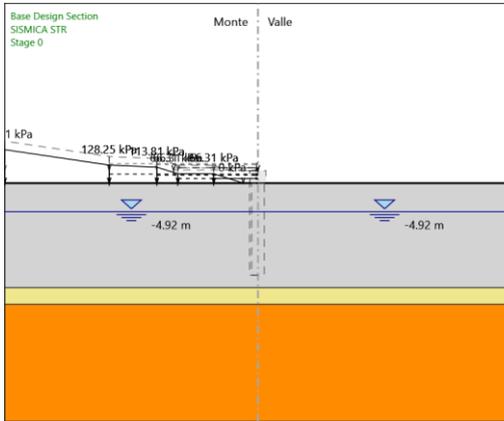
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 108 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

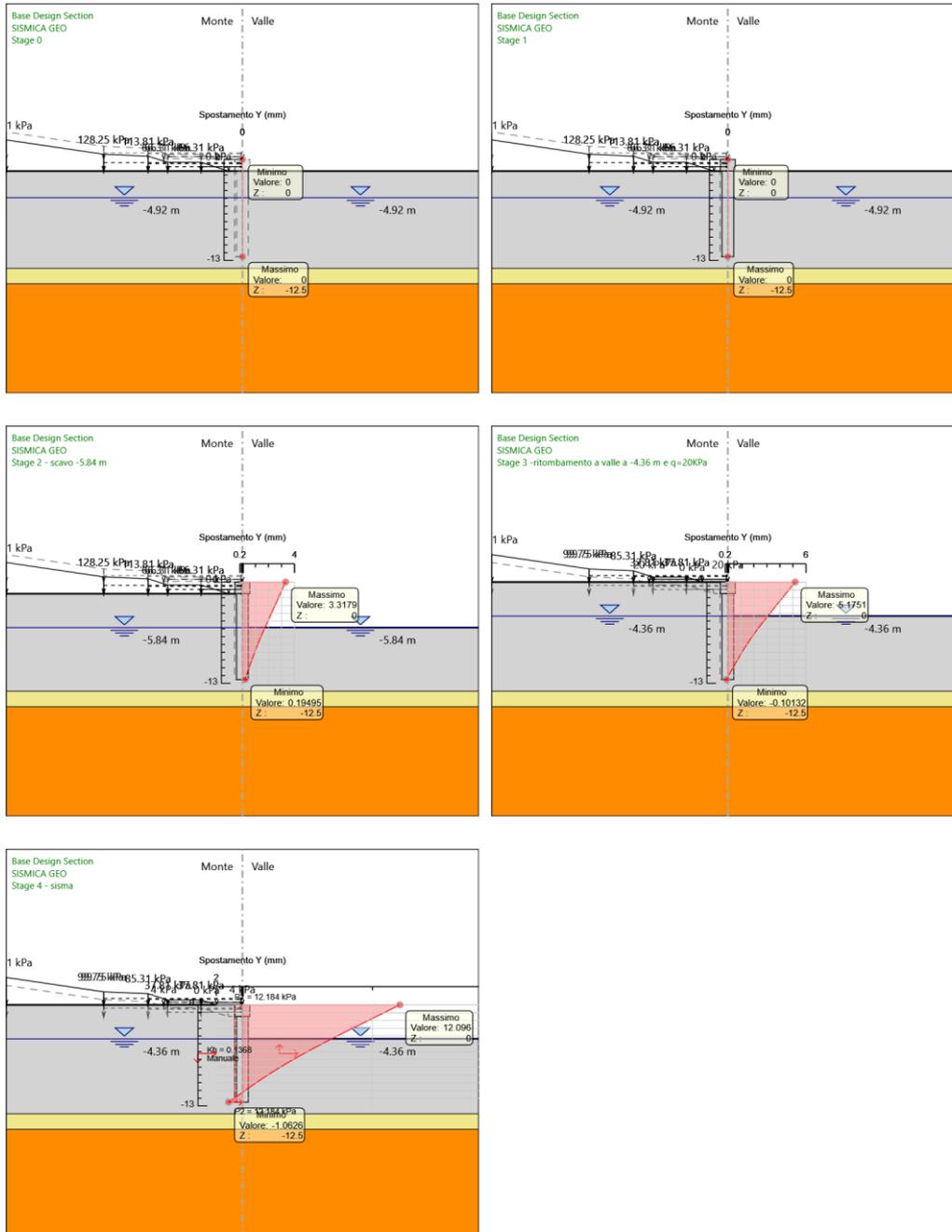
Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 110 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Risultati SISMICA GEO

Tabella Grafici dei Risultati



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

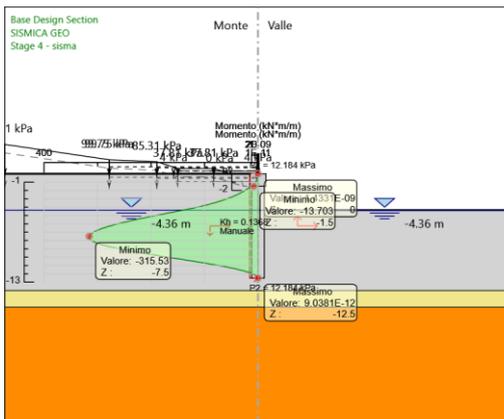
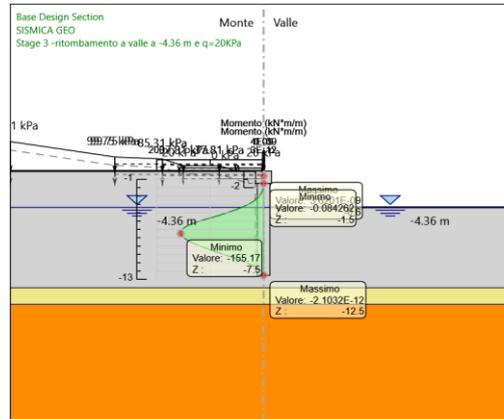
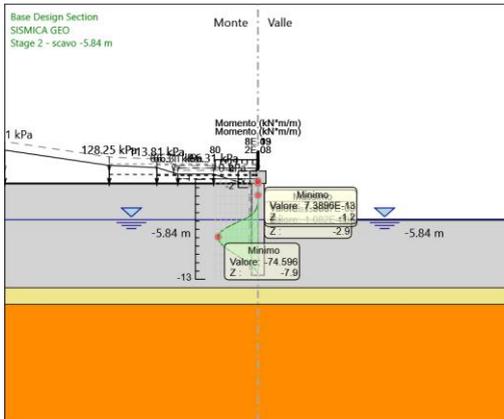
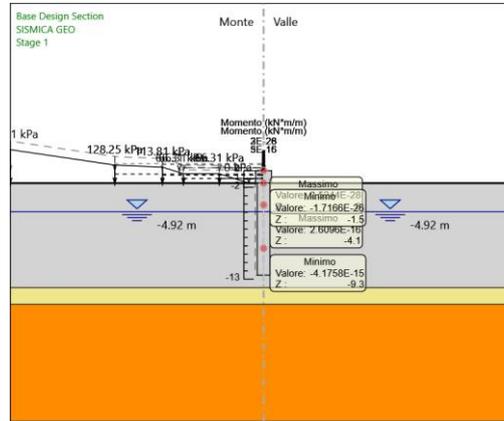
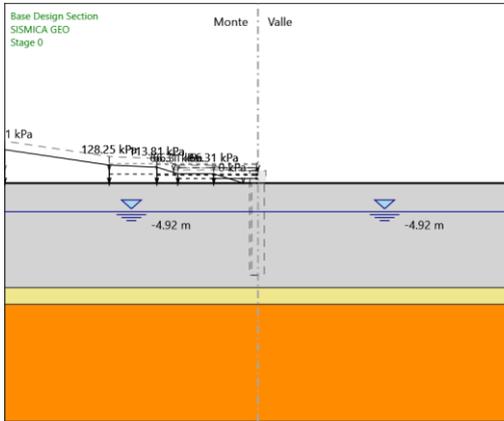
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 111 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

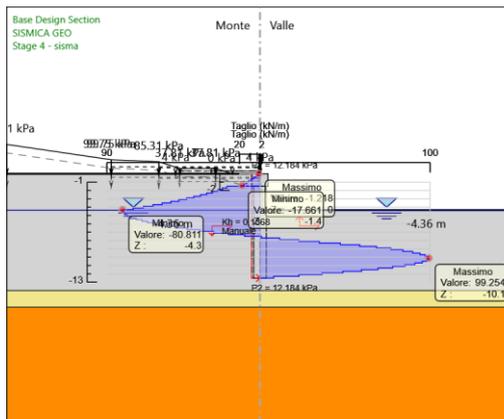
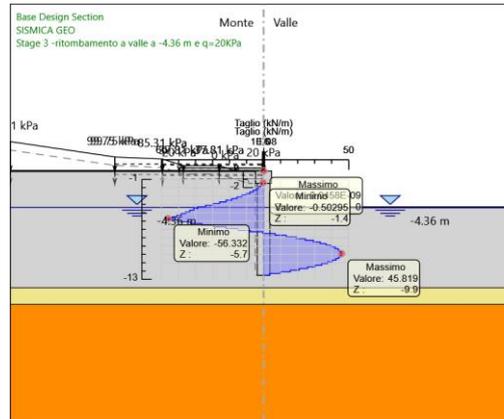
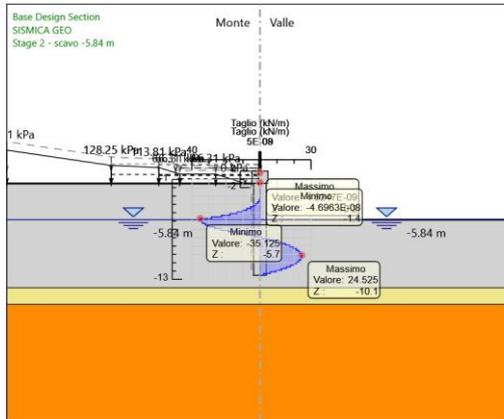
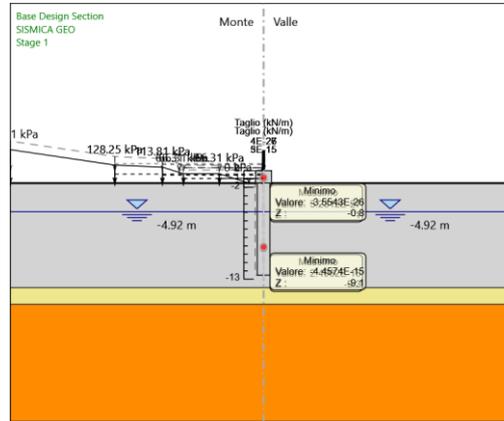
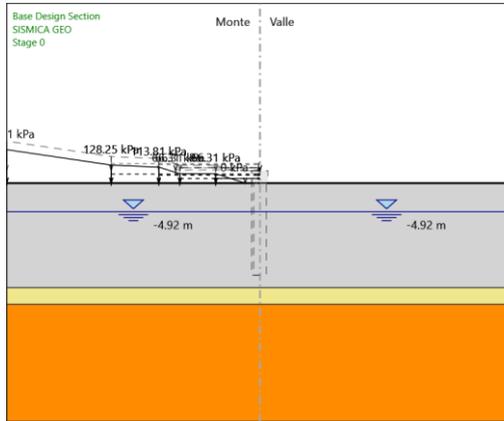
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 112 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------





2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 114 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -15 m

Muro di sinistra

Sezione : fi1500/1700

Area equivalente : 1.03949756920251 m

Inerzia equivalente : 0.1462 m⁴/m

Materiale calcestruzzo : C32/40

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 1.7 m

Diametro : 1.5 m

Efficacia : 1

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1.5 m

Muro di sinistra

Sezione : cordolo

Area equivalente : 1.9 m

Inerzia equivalente : 0.5716 m⁴/m

Materiale calcestruzzo : C32/40

Tipo sezione : Solid

Spessore : 1.9 m

Efficacia : 1



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 115 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Fasi di Calcolo

Stage 0

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : -1.5 m

Lato valle : -1.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

-1.5 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-1.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -5.91 m

Falda di destra : -5.91 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -30 m

X finale : -17.79 m

Pressione iniziale : 119.13 kPa

Pressione finale : 119.89 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -17.79 m

X finale : -14.59 m

Pressione iniziale : 119.89 kPa

Pressione finale : 128.63 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -14.59 m

X finale : -9.51 m

Pressione iniziale : 128.63 kPa

Pressione finale : 66.5 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -9.51 m

X finale : -5.26 m

Pressione iniziale : 66.5 kPa

Pressione finale : 66.5 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -5.26 m



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 116 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

X finale : -1.75 m

Pressione iniziale : 66.5 kPa

Pressione finale : 0 kPa



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 117 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Stage 1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : -1.5 m

Lato valle : -1.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

-1.5 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-1.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -5.91 m

Falda di destra : -5.91 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -30 m

X finale : -17.79 m

Pressione iniziale : 119.13 kPa

Pressione finale : 119.89 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -17.79 m

X finale : -14.59 m

Pressione iniziale : 119.89 kPa

Pressione finale : 128.63 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -14.59 m

X finale : -9.51 m

Pressione iniziale : 128.63 kPa

Pressione finale : 66.5 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -9.51 m

X finale : -5.26 m

Pressione iniziale : 66.5 kPa

Pressione finale : 66.5 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -5.26 m

X finale : -1.75 m



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 118 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Pressione iniziale : 66.5 kPa

Pressione finale : 0 kPa

Elementi strutturali

Paratia : fi1500/1700

X : 0 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -15 m

Sezione : fi1500/1700

Paratia : cordolo

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1.5 m

Sezione : cordolo



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 119 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Stage 2 - scavo -6.83 m

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : -1.5 m

Lato valle : -6.83 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

-1.5 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-6.83 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -6.83 m

Falda di destra : -6.83 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -30 m

X finale : -17.79 m

Pressione iniziale : 119.13 kPa

Pressione finale : 119.89 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -17.79 m

X finale : -14.59 m

Pressione iniziale : 119.89 kPa

Pressione finale : 128.63 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -14.59 m

X finale : -9.51 m

Pressione iniziale : 128.63 kPa

Pressione finale : 66.5 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -9.51 m

X finale : -5.26 m

Pressione iniziale : 66.5 kPa

Pressione finale : 66.5 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -5.26 m

X finale : -1.75 m



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 120 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Pressione iniziale : 66.5 kPa

Pressione finale : 0 kPa

Elementi strutturali

Paratia : fi1500/1700

X : 0 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -15 m

Sezione : fi1500/1700

Paratia : cordolo

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1.5 m

Sezione : cordolo



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 121 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Stage 3 -ritombamento a valle a -5.36 m e q=20KPa

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -5.36 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-5.36 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -5.36 m

Falda di destra : -5.36 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -30 m

X finale : -17.79 m

Pressione iniziale : 90.63 kPa

Pressione finale : 91.39 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -17.79 m

X finale : -14.59 m

Pressione iniziale : 91.39 kPa

Pressione finale : 100.13 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -14.59 m

X finale : -9.51 m

Pressione iniziale : 100.13 kPa

Pressione finale : 38 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -9.51 m

X finale : -5.26 m

Pressione iniziale : 38 kPa

Pressione finale : 38 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -5.26 m

X finale : -3.25 m



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 122 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Pressione iniziale : 38 kPa

Pressione finale : 0 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -10 m

X finale : 0 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali

Paratia : fi1500/1700

X : 0 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -15 m

Sezione : fi1500/1700

Paratia : cordolo

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1.5 m

Sezione : cordolo



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 123 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Stage 4 - sisma

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -5.36 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-5.36 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -5.36 m

Falda di destra : -5.36 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Mezzi_sx_acc

X iniziale : -10 m

X finale : 0 m

Pressione iniziale : 4 kPa

Pressione finale : 4 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -30 m

X finale : -17.79 m

Pressione iniziale : 90.63 kPa

Pressione finale : 91.39 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -17.79 m

X finale : -14.59 m

Pressione iniziale : 91.39 kPa

Pressione finale : 100.13 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -14.59 m

X finale : -9.51 m

Pressione iniziale : 100.13 kPa

Pressione finale : 38 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -9.51 m

X finale : -5.26 m



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 124 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Pressione iniziale : 38 kPa

Pressione finale : 38 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -5.26 m

X finale : -3.25 m

Pressione iniziale : 38 kPa

Pressione finale : 0 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -10 m

X finale : 0 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Elementi strutturali

Paratia : fi1500/1700

X : 0 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -15 m

Sezione : fi1500/1700

Paratia : cordolo

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1.5 m

Sezione : cordolo



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 125 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------

Descrizione Coefficienti Design Assumption

Coefficienti A

Nome	Carichi Permanenti Sfavorevoli (F_dead_loa d_unfavour)	Carichi Permanen ti Favorevoli (F_live_loa d_unfavour)	Carichi Variabili Sfavorevoli (F_live_loa ad_favour)	Carichi Variabili Favorevoli (F_live_lo ad_favour)	Carico Sismic o (F_seis m_load)	Pressi Acqua Lato Mont (F_Wa terDR)	Pressi Acqua Lato Valle (F_UPL)	Carichi Perman enti (F_UPL)	Carichi Perma nenti (F_UPL)	Carichi Variabil i (F_UPL)	Carichi Perman enti (F_HYD)	Carichi Perma nenti (F_HYD)	Carichi Variabil izzanti (F_HYD _QDSta b)
Simbolo	γ_G	γ_G	γ_Q	γ_Q	γ_{QE}	γ_G	γ_G	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SLE	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
(Rara/Freq uente/Qua si Permanent e)													
A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1
SISMICA STR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SISMICA GEO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

Coefficienti M

Nome	Parziale su $\tan(\phi')$ (F_Fr)	Parziale su c' (F_eff_cohe)	Parziale su Su (F_Su)	Parziale su qu (F_qu)	Parziale su peso specifico (F_gamma)
Simbolo	γ_ϕ	γ_c	γ_{cu}	γ_{qu}	γ_γ
Nominal	1	1	1	1	1
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	1
A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1	1	1	1
A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1
SISMICA STR	1	1	1	1	1
SISMICA GEO	1.25	1.25	1.4	1	1

Coefficienti R



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 126 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Anch_T)	Parziale elementi strutturali (F_wall)
Simbolo	γ_{Re}	γ_{ap}	γ_{at}	
Nominal	1	1	1	1
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1
A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1.2	1.1	1
A2+M2+R1	1	1.2	1.1	1
SISMICA STR	1	1.2	1.1	1
SISMICA GEO	1	1.2	1.1	1

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

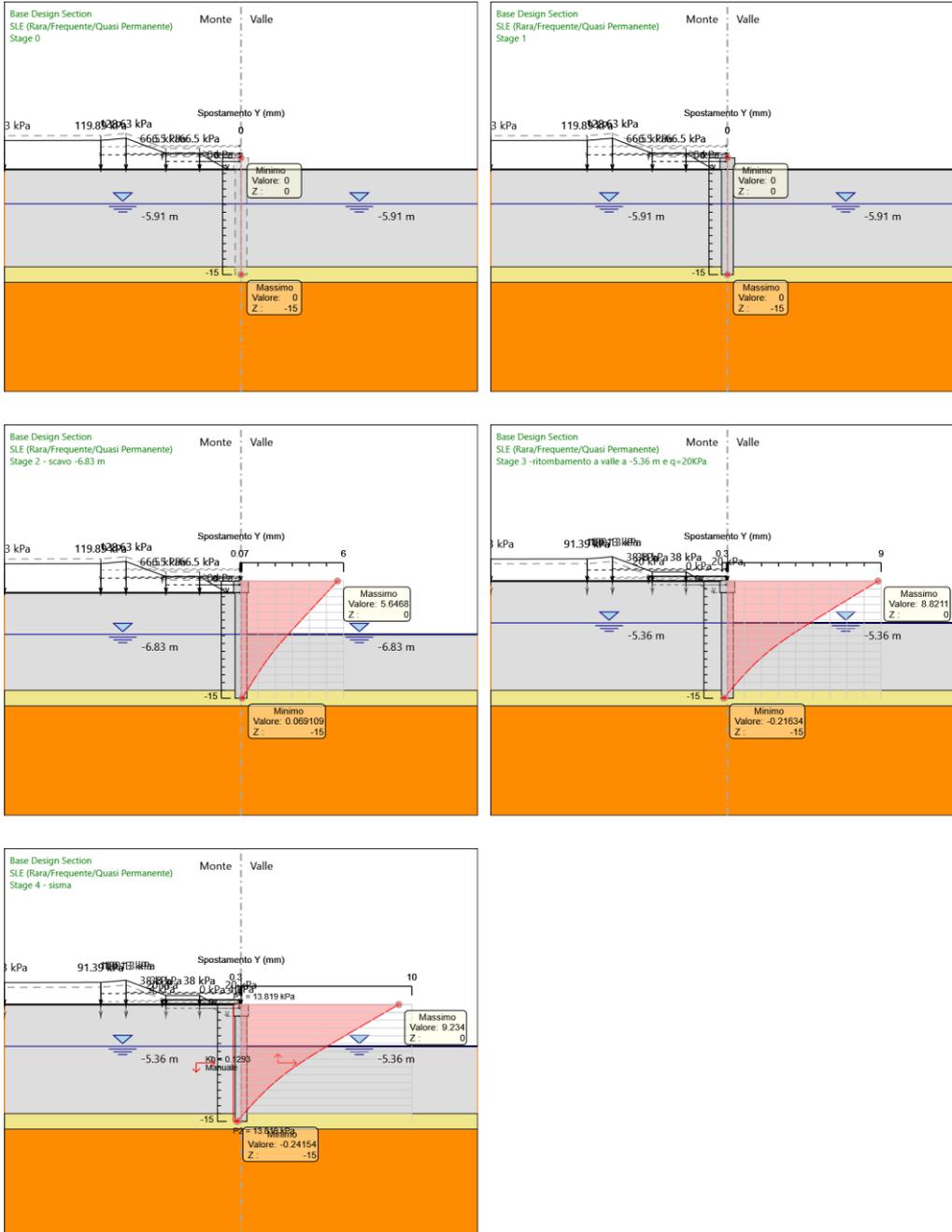
Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 127 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Risultati SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)

Tabella Grafici dei Risultati



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

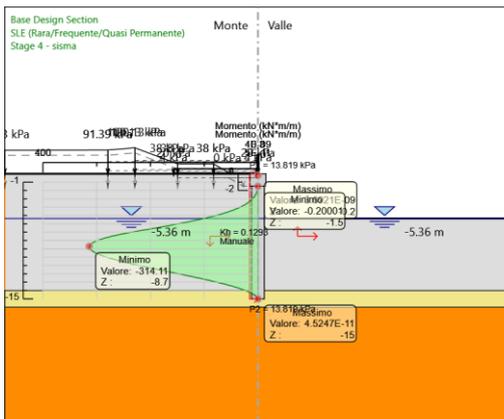
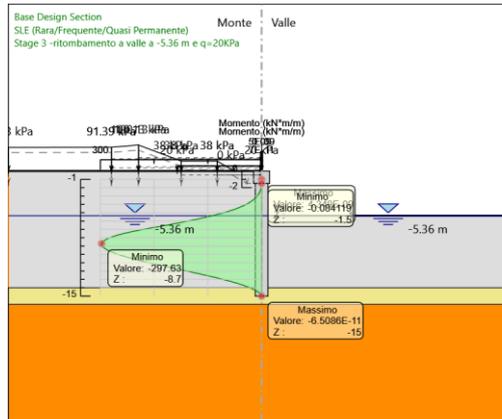
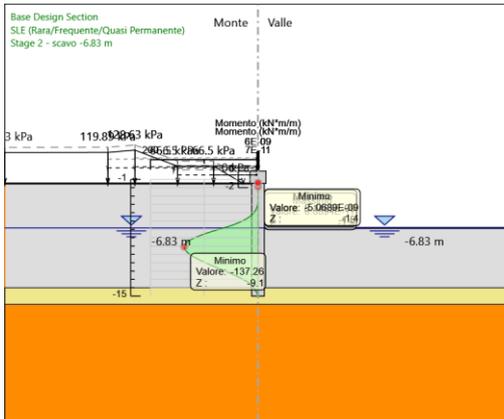
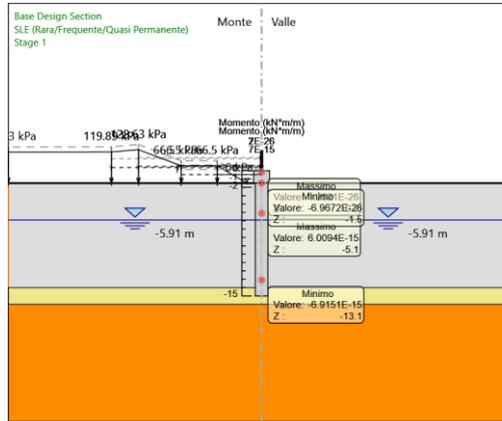
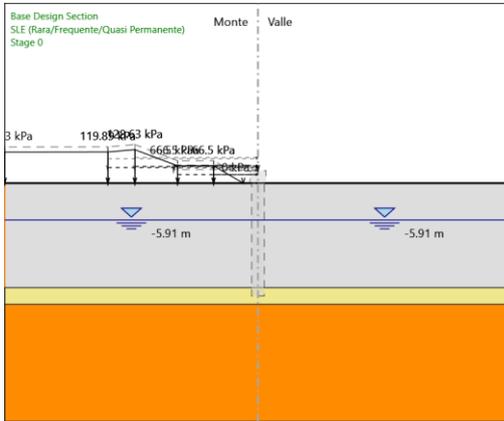
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 128 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

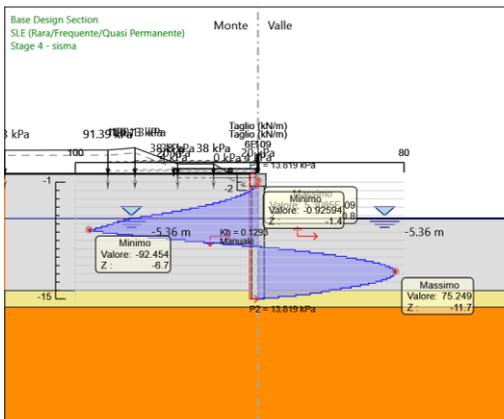
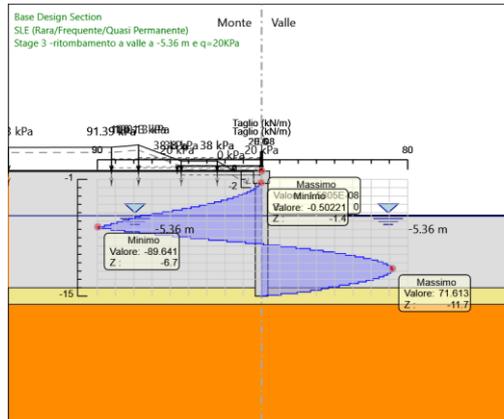
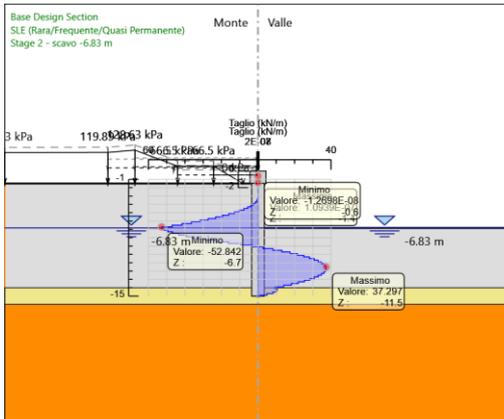
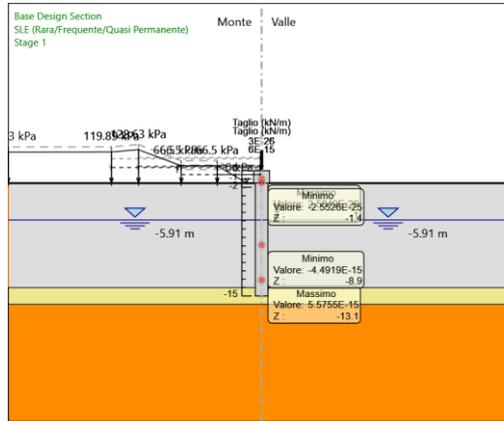
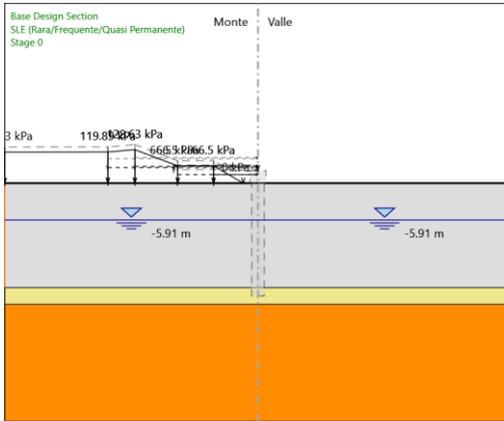
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 129 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

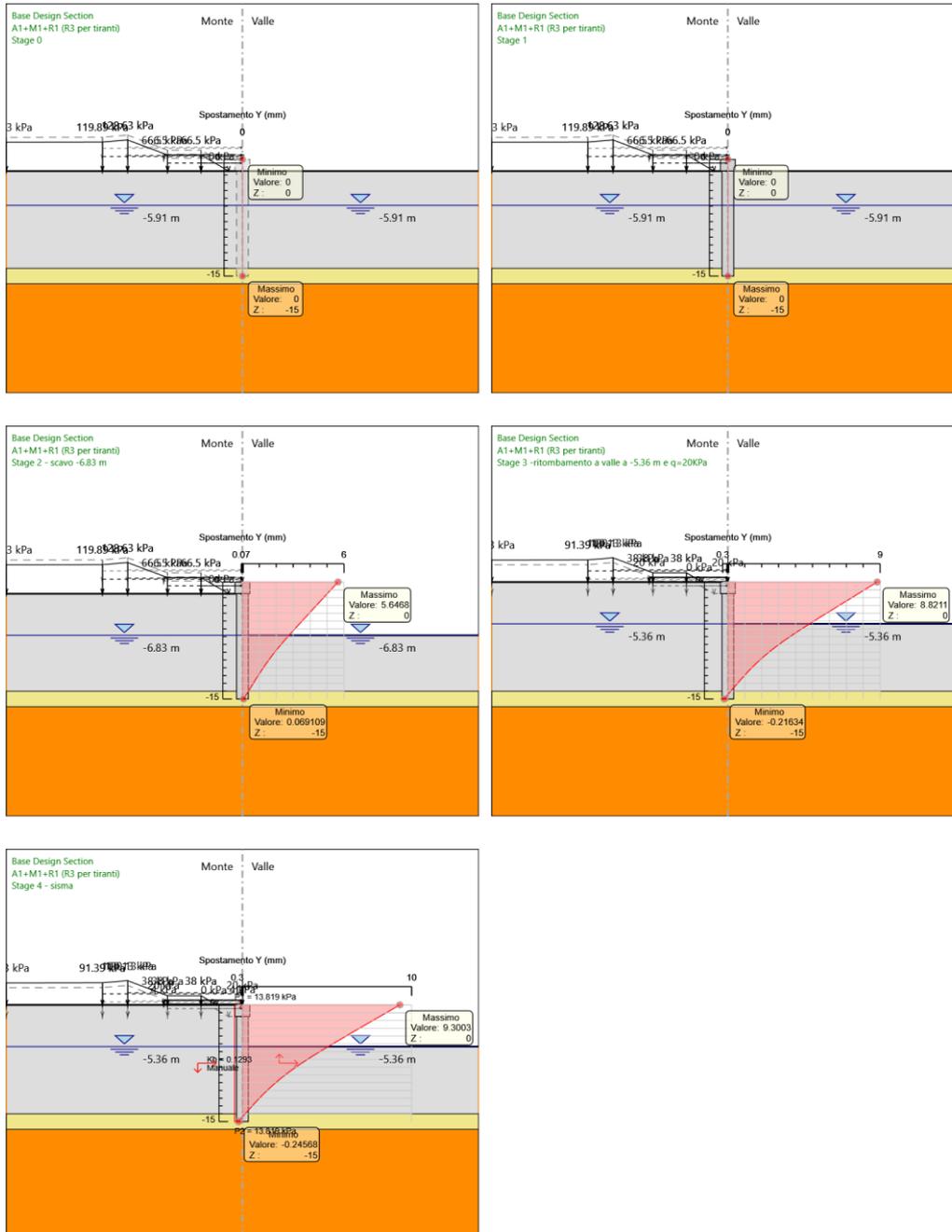
Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 130 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Risultati A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

Tabella Grafici dei Risultati



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

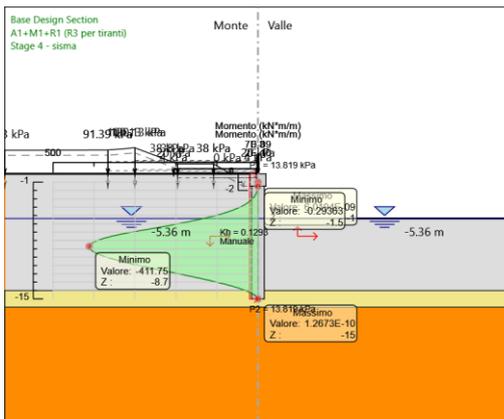
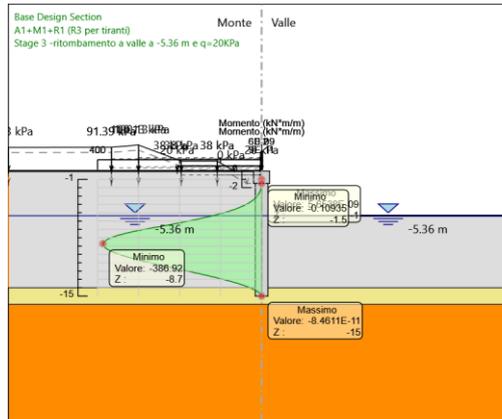
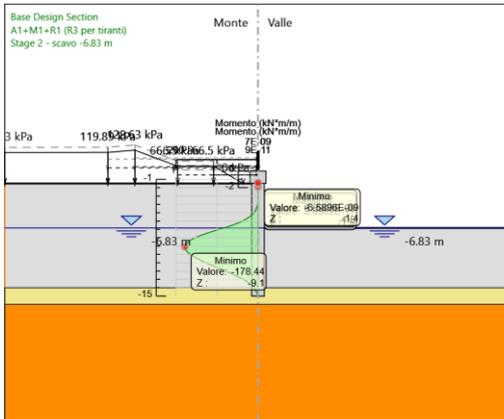
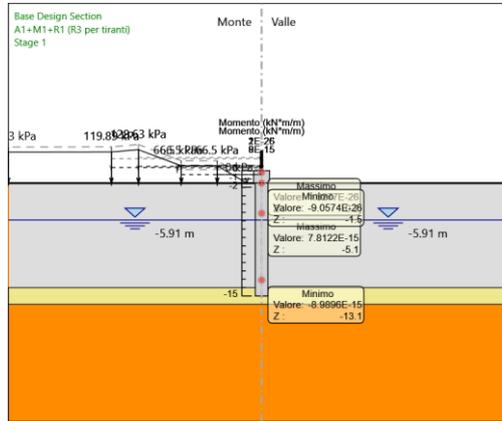
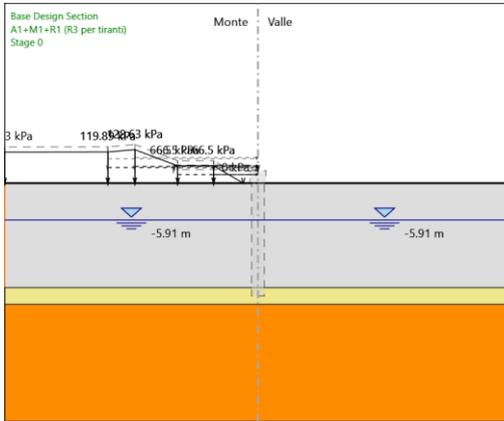
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 131 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

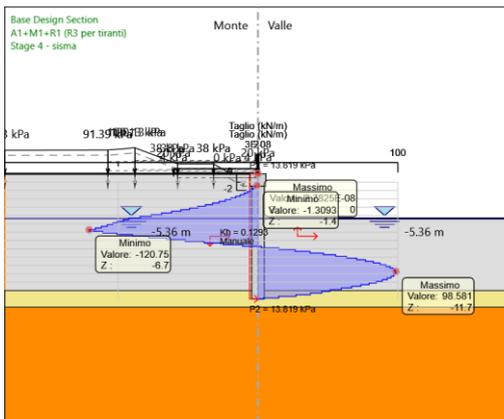
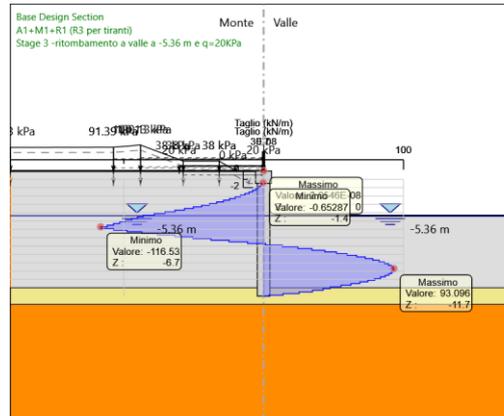
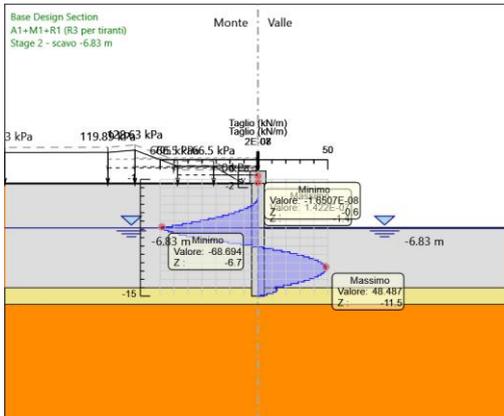
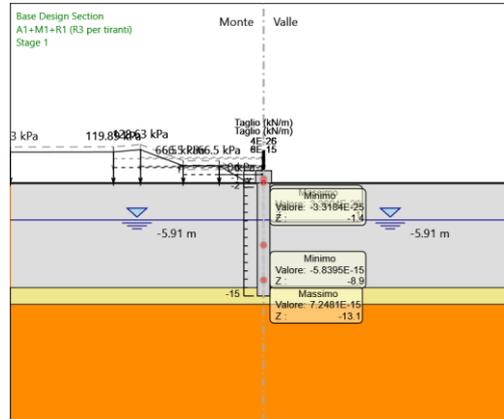
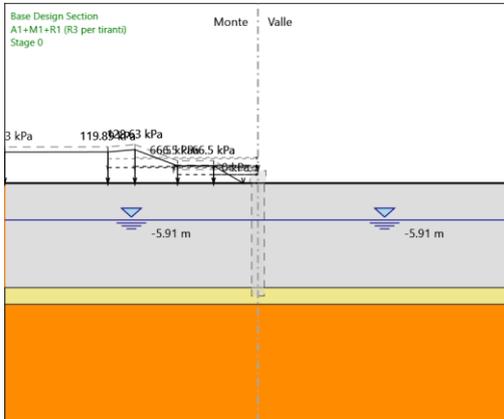
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 132 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

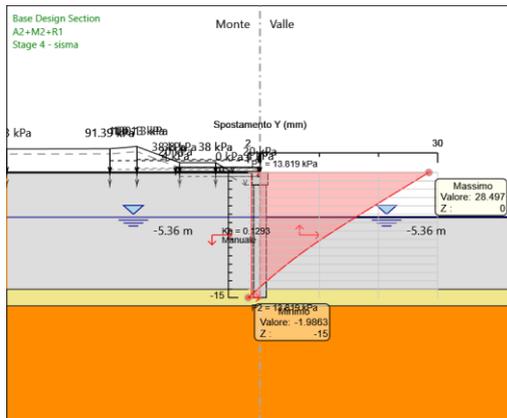
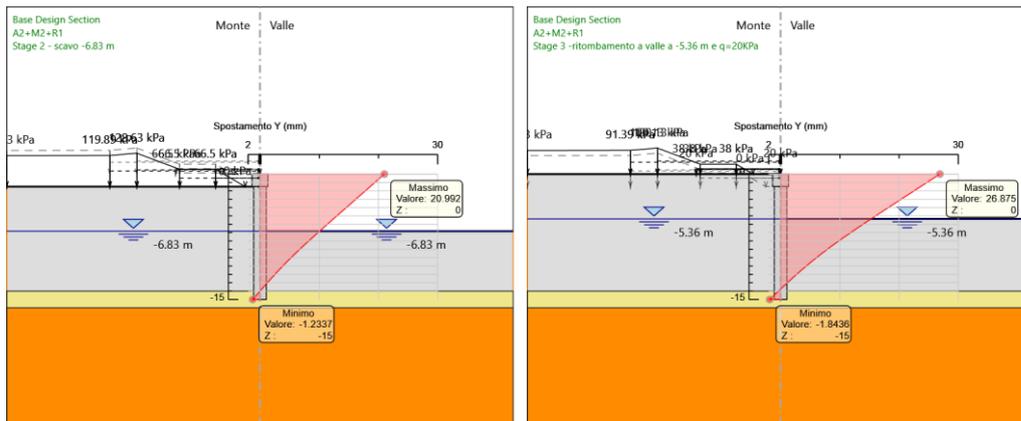
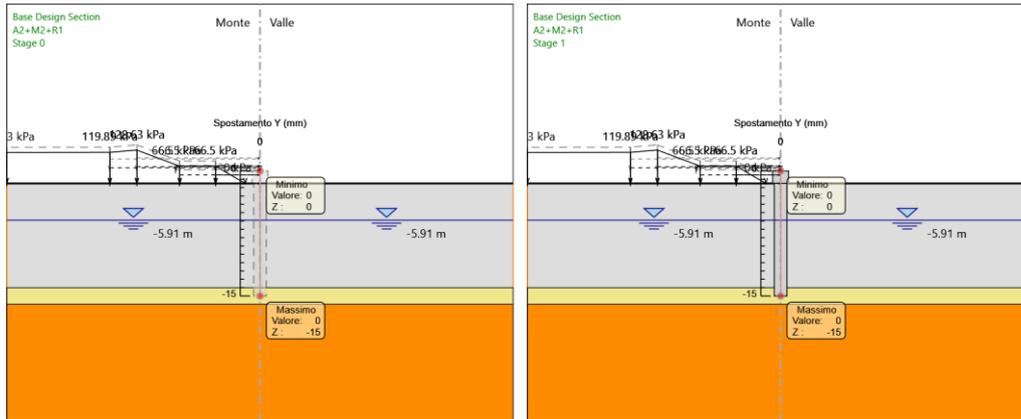
Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 133 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Risultati A2+M2+R1

Tabella Grafici dei Risultati



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

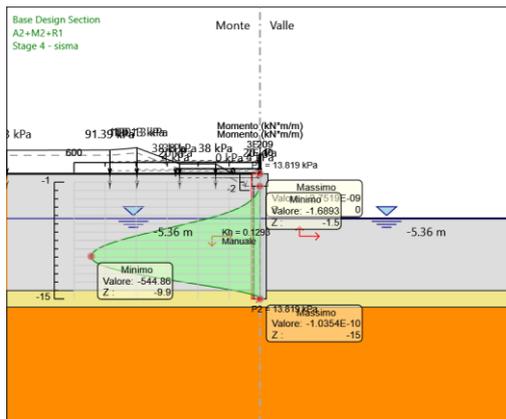
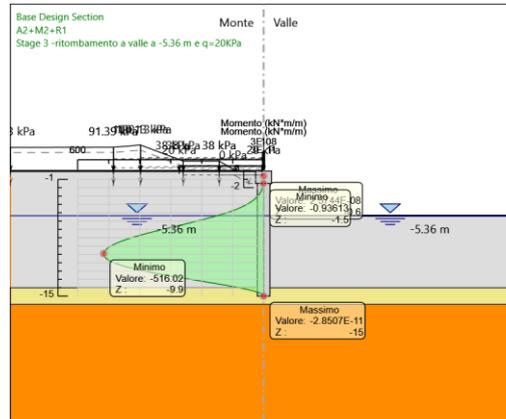
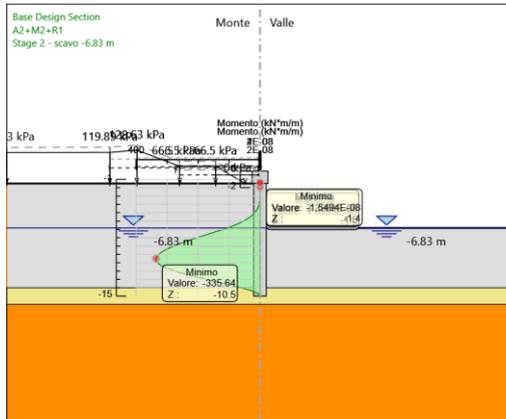
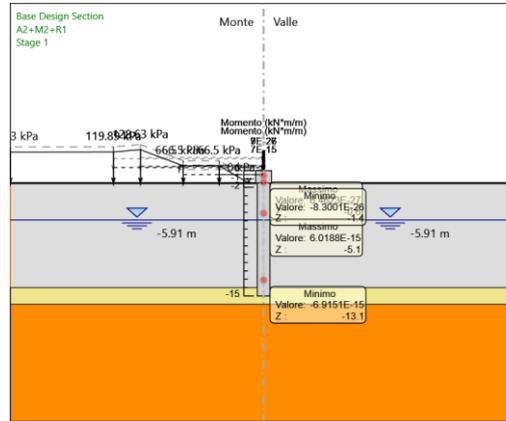
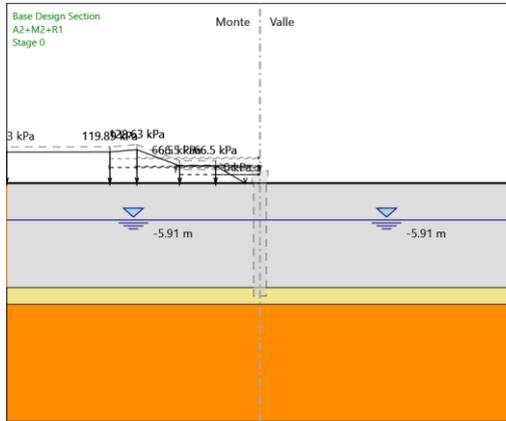
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 134 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

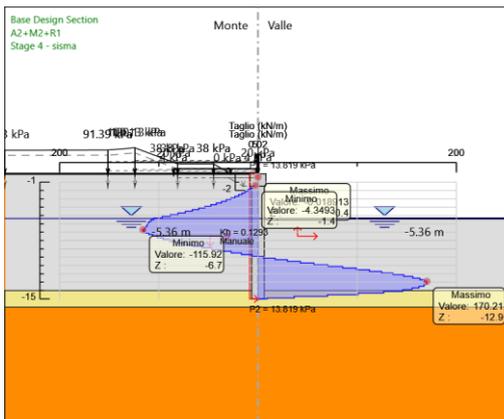
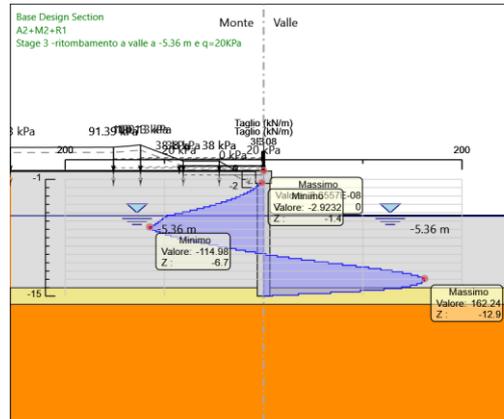
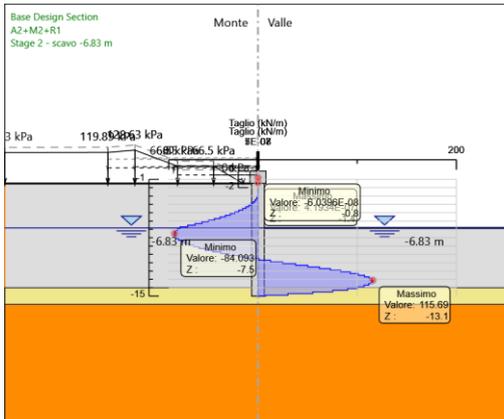
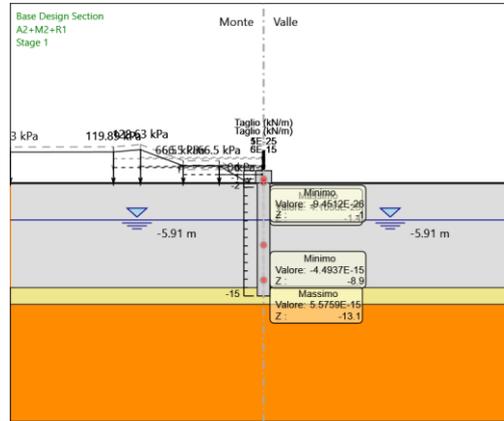
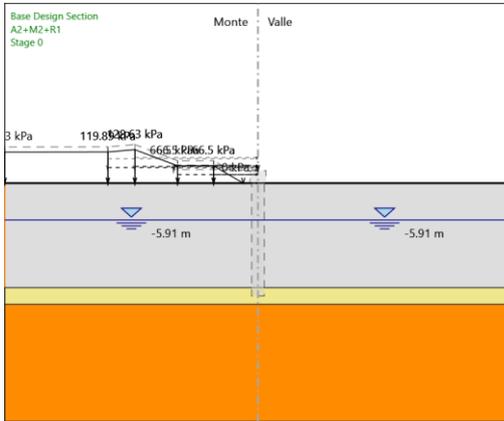
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 135 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

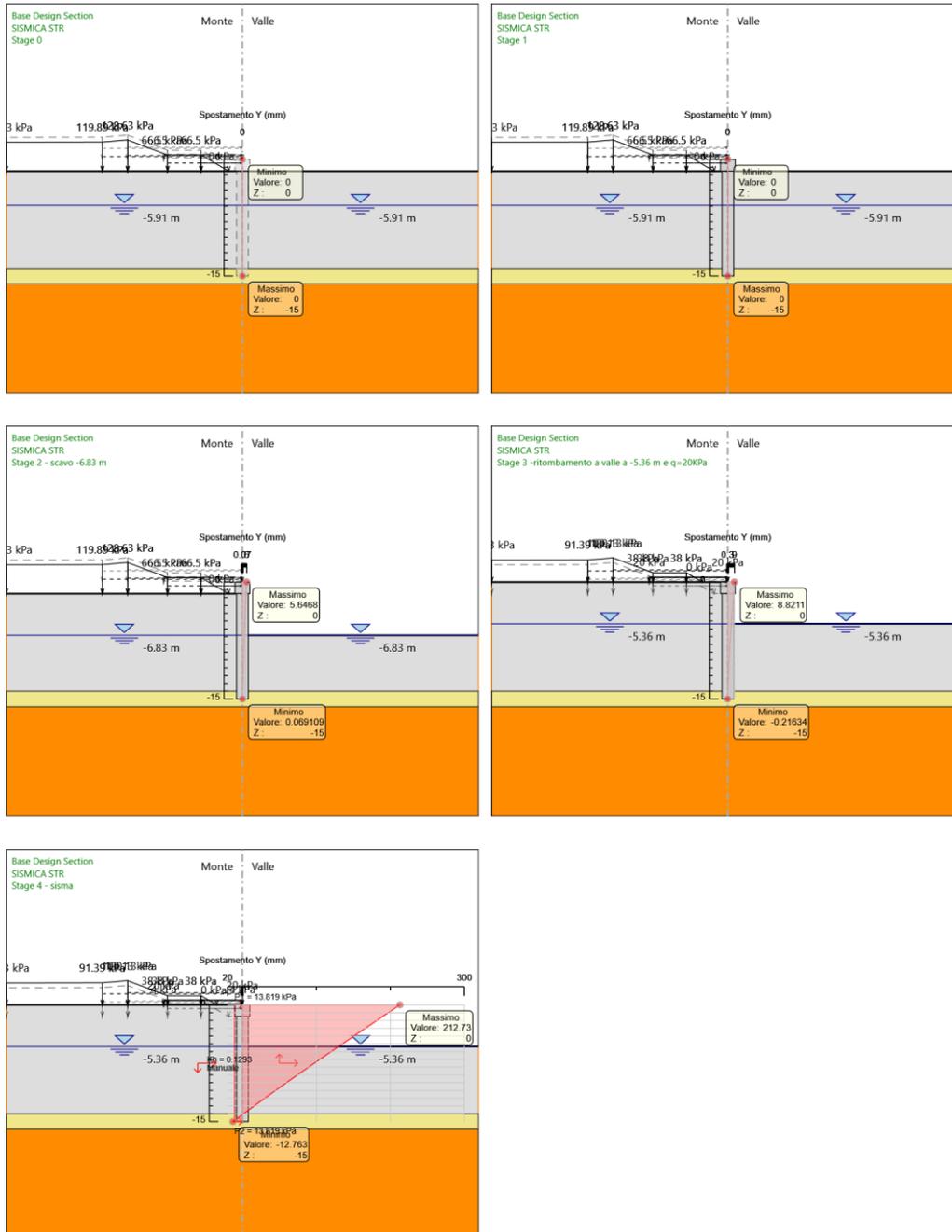
Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 136 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Risultati SISMICA STR

Tabella Grafici dei Risultati



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

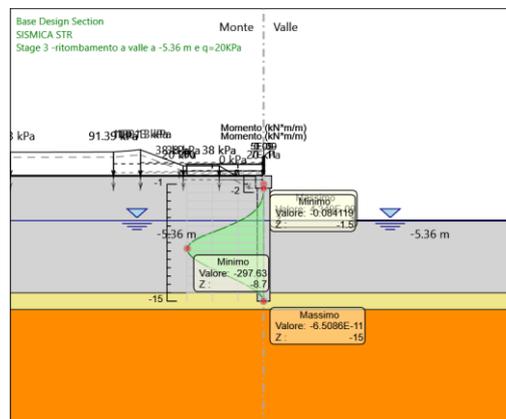
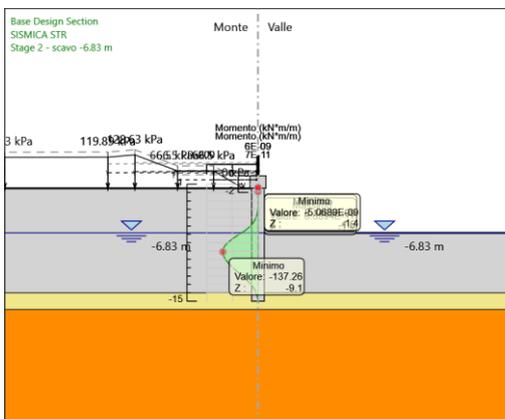
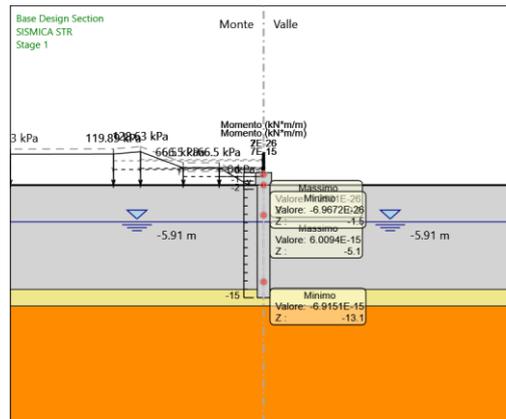
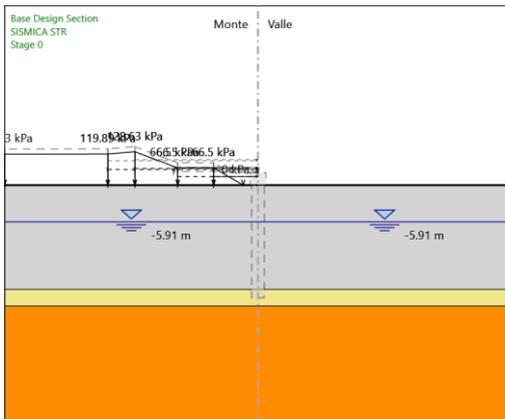
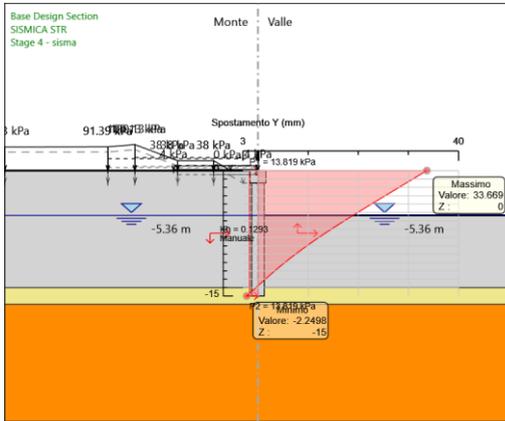
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 137 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

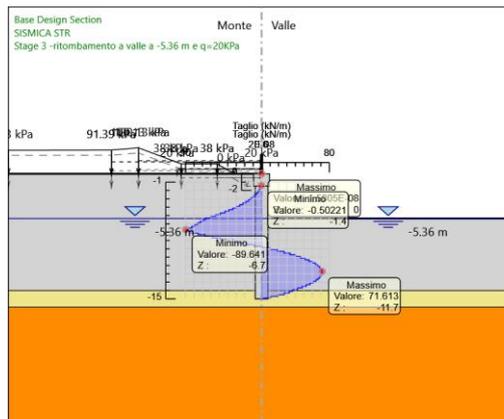
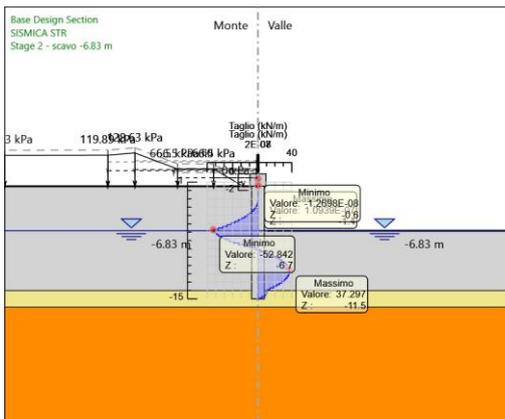
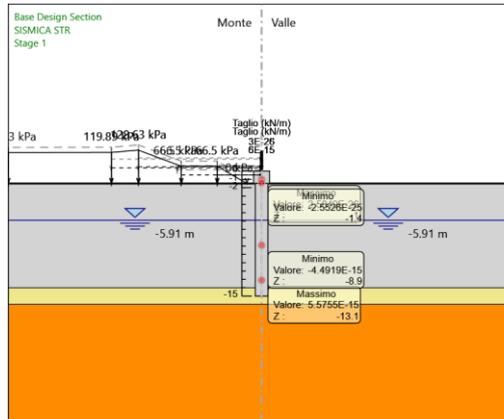
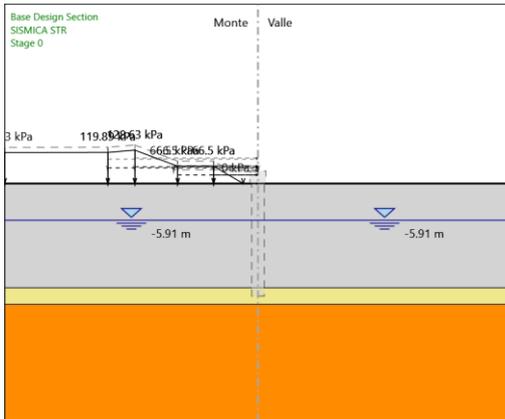
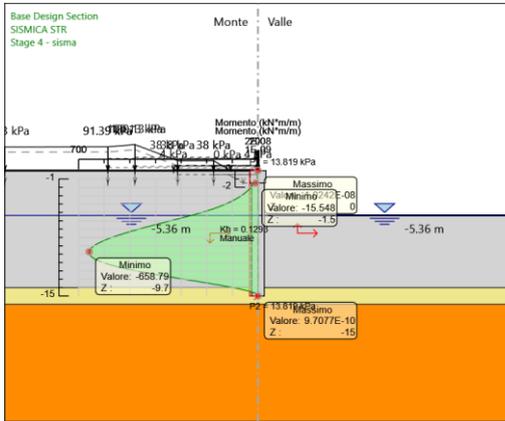
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 138 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

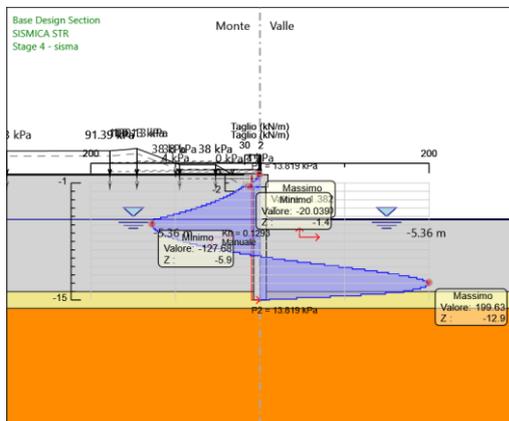
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 139 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

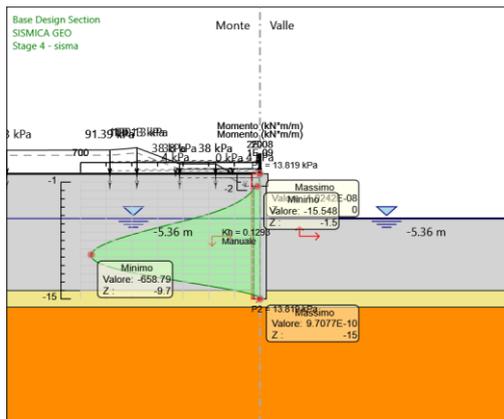
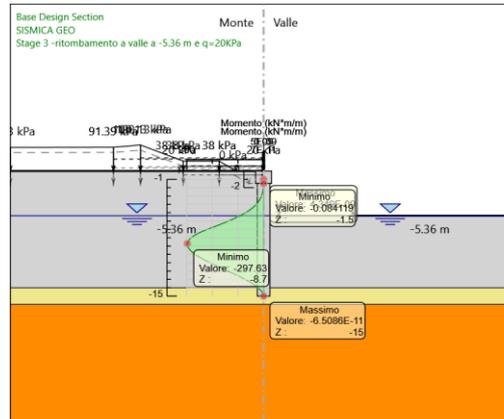
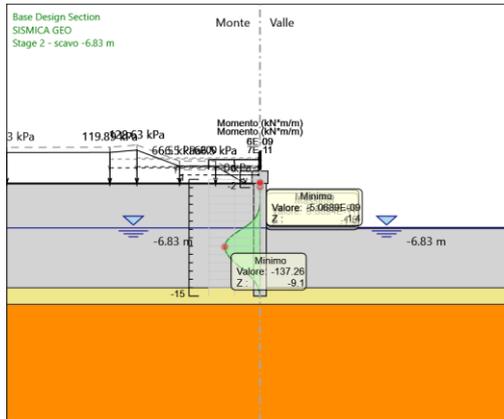
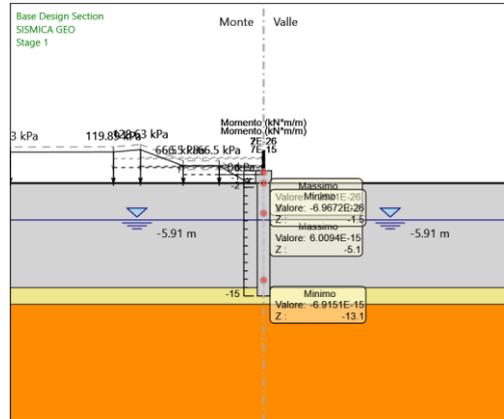
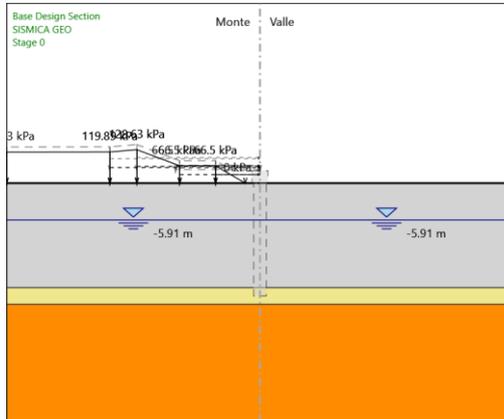
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 141 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

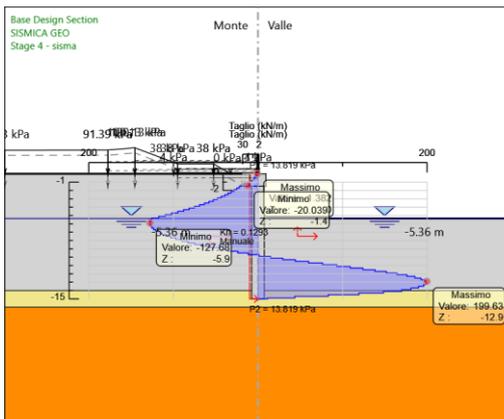
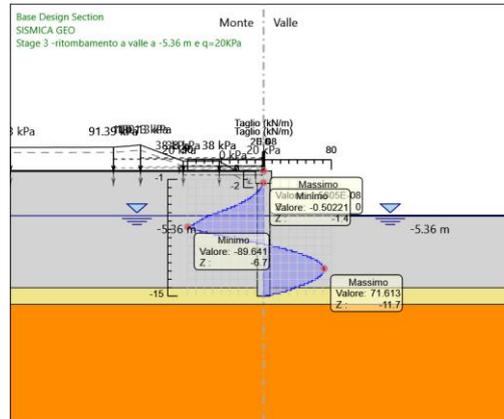
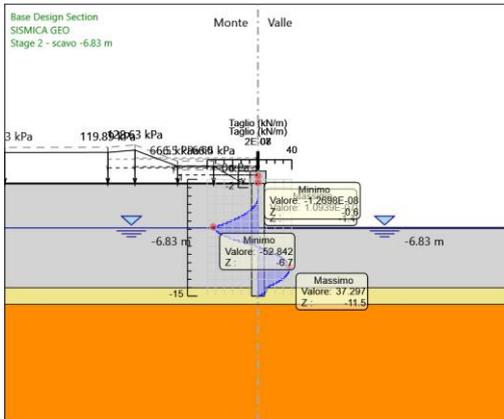
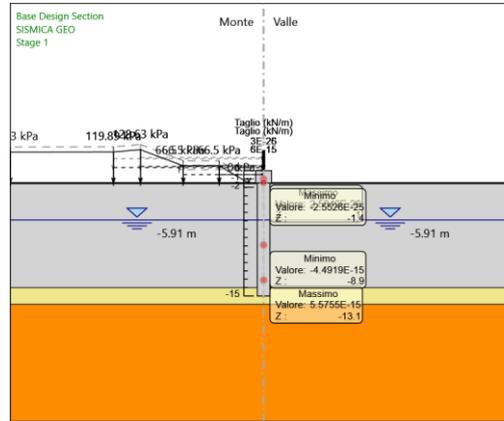
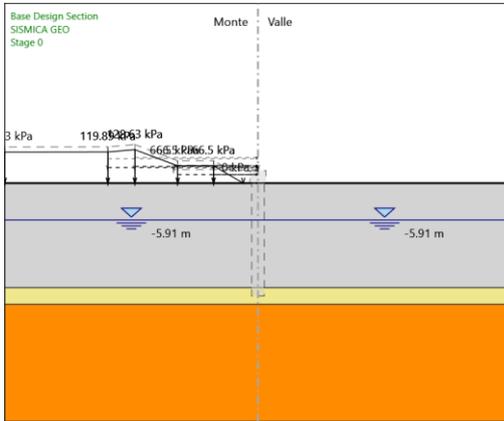
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 142 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------





2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 144 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Descrizione Pareti

X : 0 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -16.5 m

Muro di sinistra

Sezione : fi1500/1700

Area equivalente : 1.03949756920251 m

Inerzia equivalente : 0.1462 m⁴/m

Materiale calcestruzzo : C32/40

Tipo sezione : Tangent

Spaziatura : 1.7 m

Diametro : 1.5 m

Efficacia : 1

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1.5 m

Muro di sinistra

Sezione : cordolo

Area equivalente : 1.9 m

Inerzia equivalente : 0.5716 m⁴/m

Materiale calcestruzzo : C32/40

Tipo sezione : Solid

Spessore : 1.9 m

Efficacia : 1



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 145 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Fasi di Calcolo

Stage 0

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : -1.5 m

Lato valle : -1.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

-1.5 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-1.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -6.51 m

Falda di destra : -6.51 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -30 m

X finale : -18.34 m

Pressione iniziale : 104.69 kPa

Pressione finale : 124.83 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -18.34 m

X finale : -15.78 m

Pressione iniziale : 124.83 kPa

Pressione finale : 112.48 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -15.78 m

X finale : -11.77 m

Pressione iniziale : 112.48 kPa

Pressione finale : 78.28 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -11.77 m

X finale : -11.18 m

Pressione iniziale : 78.28 kPa

Pressione finale : 78.28 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -4.92 m



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 146 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

X finale : -1.75 m

Pressione iniziale : 60.42 kPa

Pressione finale : 0 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -11.18 m

X finale : -10.61 m

Pressione iniziale : 78.28 kPa

Pressione finale : 67.45 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -11.18 m

X finale : -7.03 m

Pressione iniziale : 67.45 kPa

Pressione finale : 67.45 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -7.03 m

X finale : -4.92 m

Pressione iniziale : 67.45 kPa

Pressione finale : 60.42 kPa



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 147 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Stage 1

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : -1.5 m

Lato valle : -1.5 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

-1.5 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-1.5 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -6.51 m

Falda di destra : -6.51 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -30 m

X finale : -18.34 m

Pressione iniziale : 104.69 kPa

Pressione finale : 124.83 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -18.34 m

X finale : -15.78 m

Pressione iniziale : 124.83 kPa

Pressione finale : 112.48 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -15.78 m

X finale : -11.77 m

Pressione iniziale : 112.48 kPa

Pressione finale : 78.28 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -11.77 m

X finale : -11.18 m

Pressione iniziale : 78.28 kPa

Pressione finale : 78.28 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -4.92 m

X finale : -1.75 m



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 148 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Pressione iniziale : 60.42 kPa

Pressione finale : 0 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -11.18 m

X finale : -10.61 m

Pressione iniziale : 78.28 kPa

Pressione finale : 67.45 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -11.18 m

X finale : -7.03 m

Pressione iniziale : 67.45 kPa

Pressione finale : 67.45 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -7.03 m

X finale : -4.92 m

Pressione iniziale : 67.45 kPa

Pressione finale : 60.42 kPa

Elementi strutturali

Paratia : fi1500/1700

X : 0 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -16.5 m

Sezione : fi1500/1700

Paratia : cordolo

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1.5 m

Sezione : cordolo



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 149 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Stage 2 - scavo -7.43 m

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : -1.5 m

Lato valle : -7.43 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

-1.5 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-7.43 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -7.43 m

Falda di destra : -7.43 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -30 m

X finale : -18.34 m

Pressione iniziale : 104.69 kPa

Pressione finale : 124.83 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -18.34 m

X finale : -15.78 m

Pressione iniziale : 124.83 kPa

Pressione finale : 112.48 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -15.78 m

X finale : -11.77 m

Pressione iniziale : 112.48 kPa

Pressione finale : 78.28 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -11.77 m

X finale : -11.18 m

Pressione iniziale : 78.28 kPa

Pressione finale : 78.28 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -4.92 m

X finale : -1.75 m



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 150 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Pressione iniziale : 60.42 kPa

Pressione finale : 0 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -11.18 m

X finale : -10.61 m

Pressione iniziale : 78.28 kPa

Pressione finale : 67.45 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -11.18 m

X finale : -7.03 m

Pressione iniziale : 67.45 kPa

Pressione finale : 67.45 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -7.03 m

X finale : -4.92 m

Pressione iniziale : 67.45 kPa

Pressione finale : 60.42 kPa

Elementi strutturali

Paratia : fi1500/1700

X : 0 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -16.5 m

Sezione : fi1500/1700

Paratia : cordolo

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1.5 m

Sezione : cordolo



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 151 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Stage 3 -ritombamento a valle a -5.95m e q=20KPa

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -5.95 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-5.95 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -5.95 m

Falda di destra : -5.95 m

Carichi

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -30 m

X finale : -18.34 m

Pressione iniziale : 76.19 kPa

Pressione finale : 96.33 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -18.34 m

X finale : -15.78 m

Pressione iniziale : 96.33 kPa

Pressione finale : 83.98 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -15.78 m

X finale : -11.77 m

Pressione iniziale : 83.98 kPa

Pressione finale : 49.78 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -7.03 m

X finale : -4.92 m

Pressione iniziale : 38.95 kPa

Pressione finale : 31.92 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -4.92 m

X finale : -3.25 m



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 152 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Pressione iniziale : 31.92 kPa

Pressione finale : 0 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -10 m

X finale : 0 m

Pressione iniziale : 20 kPa

Pressione finale : 20 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -11.77 m

X finale : -11.18 m

Pressione iniziale : 49.78 kPa

Pressione finale : 38.95 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -11.18 m

X finale : -7.03 m

Pressione iniziale : 38.95 kPa

Pressione finale : 38.95 kPa

Elementi strutturali

Paratia : fi1500/1700

X : 0 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -16.5 m

Sezione : fi1500/1700

Paratia : cordolo

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1.5 m

Sezione : cordolo



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 153 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Stage 4 - sisma

Scavo

Muro di sinistra

Lato monte : 0 m

Lato valle : -5.95 m

Linea di scavo di sinistra (Orizzontale)

0 m

Linea di scavo di destra (Orizzontale)

-5.95 m

Falda acquifera

Falda di sinistra : -5.95 m

Falda di destra : -5.95 m

Carichi

Carico lineare in superficie : Mezzi_sx_acc

X iniziale : -10 m

X finale : 0 m

Pressione iniziale : 1 kPa

Pressione finale : 1 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -30 m

X finale : -18.34 m

Pressione iniziale : 76.19 kPa

Pressione finale : 96.33 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -18.34 m

X finale : -15.78 m

Pressione iniziale : 96.33 kPa

Pressione finale : 83.98 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -15.78 m

X finale : -11.77 m

Pressione iniziale : 83.98 kPa

Pressione finale : 49.78 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -7.03 m

X finale : -4.92 m



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 154 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Pressione iniziale : 38.95 kPa

Pressione finale : 31.92 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -4.92 m

X finale : -3.25 m

Pressione iniziale : 31.92 kPa

Pressione finale : 0 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -11.77 m

X finale : -11.18 m

Pressione iniziale : 49.78 kPa

Pressione finale : 38.95 kPa

Carico lineare in superficie : SurfaceSurcharge

X iniziale : -11.18 m

X finale : -7.03 m

Pressione iniziale : 38.95 kPa

Pressione finale : 38.95 kPa

Elementi strutturali

Paratia : fi1500/1700

X : 0 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -16.5 m

Sezione : fi1500/1700

Paratia : cordolo

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1.5 m

Sezione : cordolo



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 155 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------

Descrizione Coefficienti Design Assumption

Coefficienti A

Nome	Carichi Permanenti Sfavorevoli (F_dead_loa d_unfavour)	Carichi Permanen ti Favorevoli (F_live_loa oad_favou r)	Carichi Variabili Sfavorevoli (F_live_loa d_unfavour)	Carichi Variabili Favorevoli (F_live_lo ad_favour)	Carico Sismic o (F_seis m_load)	Pressi Acqua Lato Mont e (F_Wa terDR)	Pressi Acqua Lato Valle (F_UPL)	Carichi Perman enti (F_UPL)	Carichi Perma nenti (F_UPL)	Carichi Variabil i (F_UPL)	Carichi Perman enti (F_HYD _GStab)	Carichi Perma nenti (F_HYD _GStab)	Carichi Variabil izzanti (F_HYD _QDSta b)
Simbolo	γ_G	γ_G	γ_Q	γ_Q	γ_{QE}	γ_G	γ_G	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SLE (Rara/Freq uente/Qua si Permanent e)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
A2+M2+R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1
SISMICA STR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SISMICA GEO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

Coefficienti M

Nome	Parziale su $\tan(\phi')$ (F_Fr)	Parziale su c' (F_eff_cohe)	Parziale su Su (F_Su)	Parziale su qu (F_qu)	Parziale su peso specifico (F_gamma)
Simbolo	γ_ϕ	γ_c	γ_{cu}	γ_{qu}	γ_γ
Nominal	1	1	1	1	1
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1	1
A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1	1	1	1
A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	1	1
SISMICA STR	1	1	1	1	1
SISMICA GEO	1.25	1.25	1.4	1	1

Coefficienti R



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 156 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Nome	Parziale resistenza terreno (es. Kp) (F_Soil_Res_walls)	Parziale resistenza Tiranti permanenti (F_Anch_P)	Parziale resistenza Tiranti temporanei (F_Anch_T)	Parziale elementi strutturali (F_wall)
Simbolo	γ_{Re}	γ_{ap}	γ_{at}	
Nominal	1	1	1	1
SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	1	1	1	1
A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	1	1.2	1.1	1
A2+M2+R1	1	1.2	1.1	1
SISMICA STR	1	1.2	1.1	1
SISMICA GEO	1	1.2	1.1	1

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

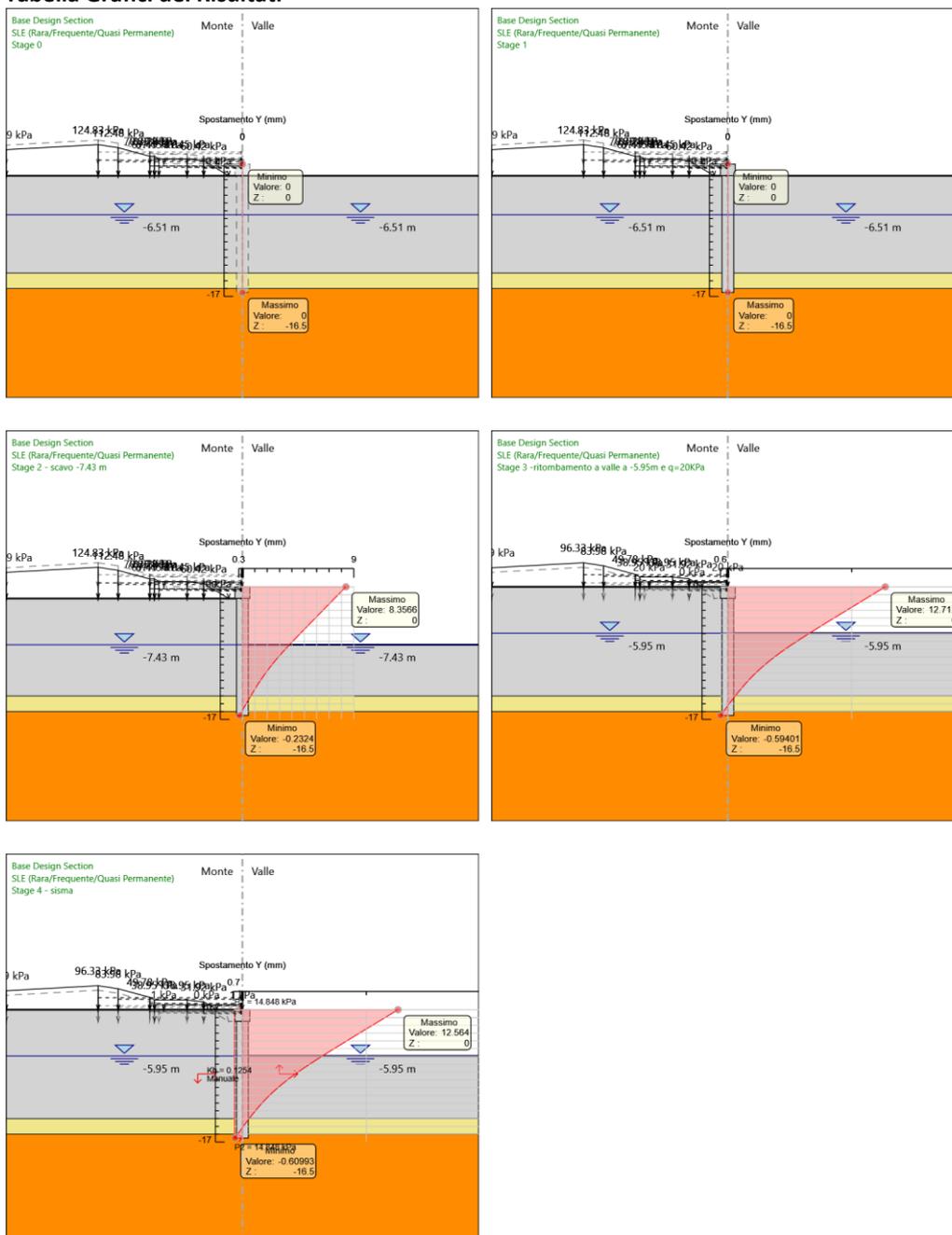
Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 157 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Risultati SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)

Tabella Grafici dei Risultati



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

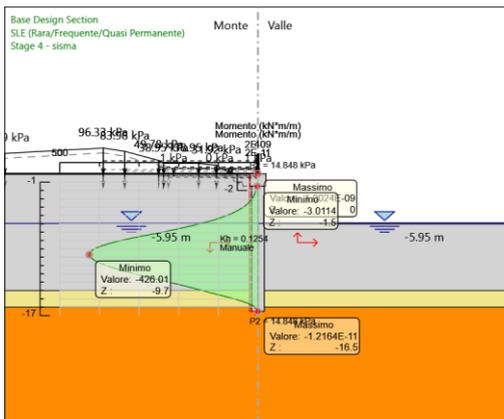
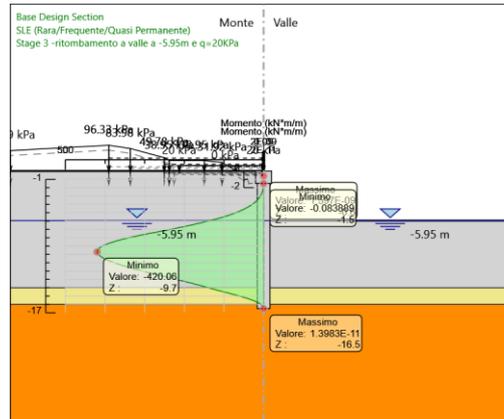
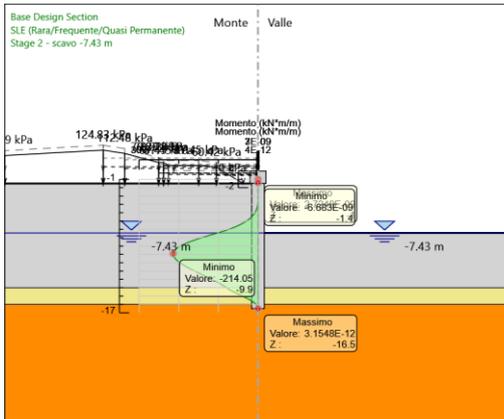
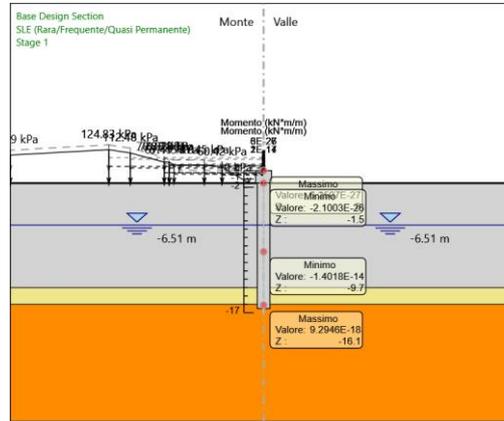
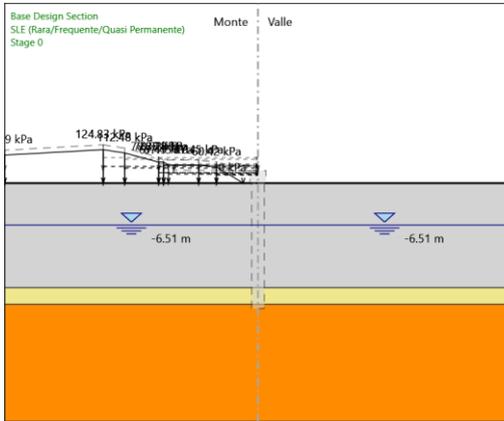
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 158 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

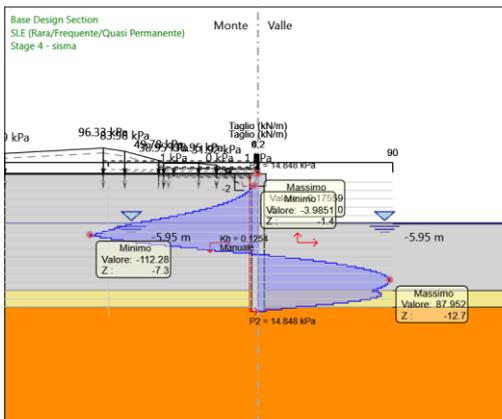
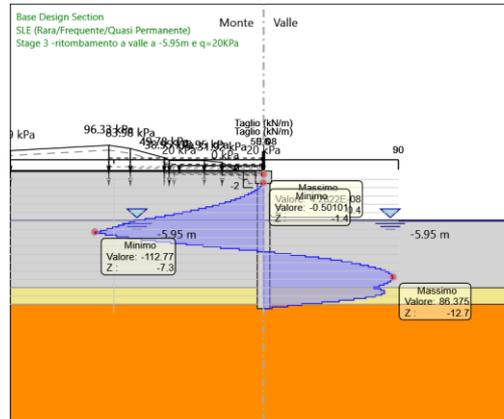
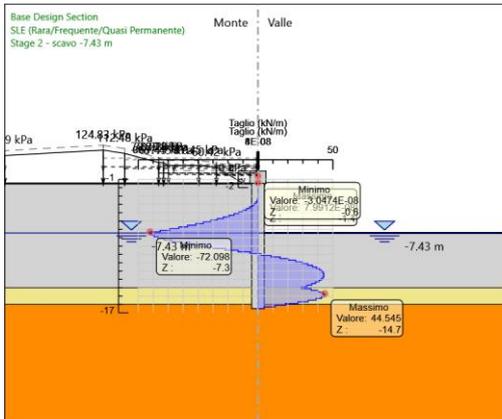
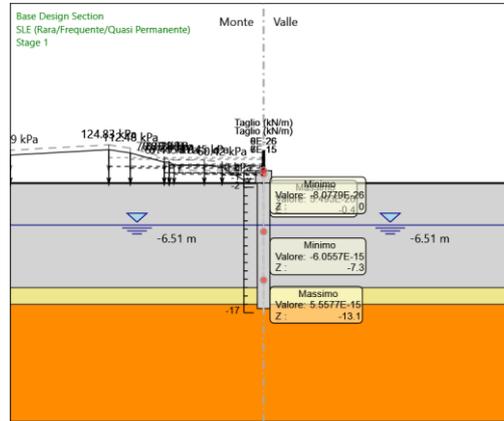
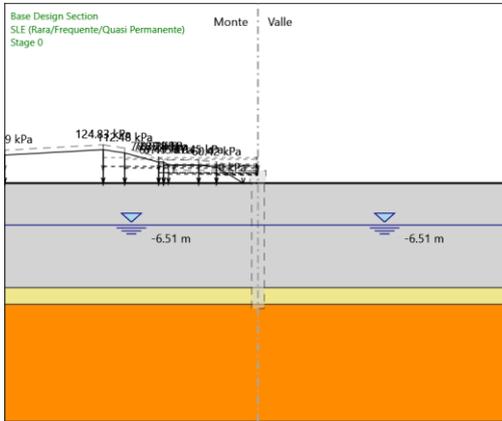
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 159 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

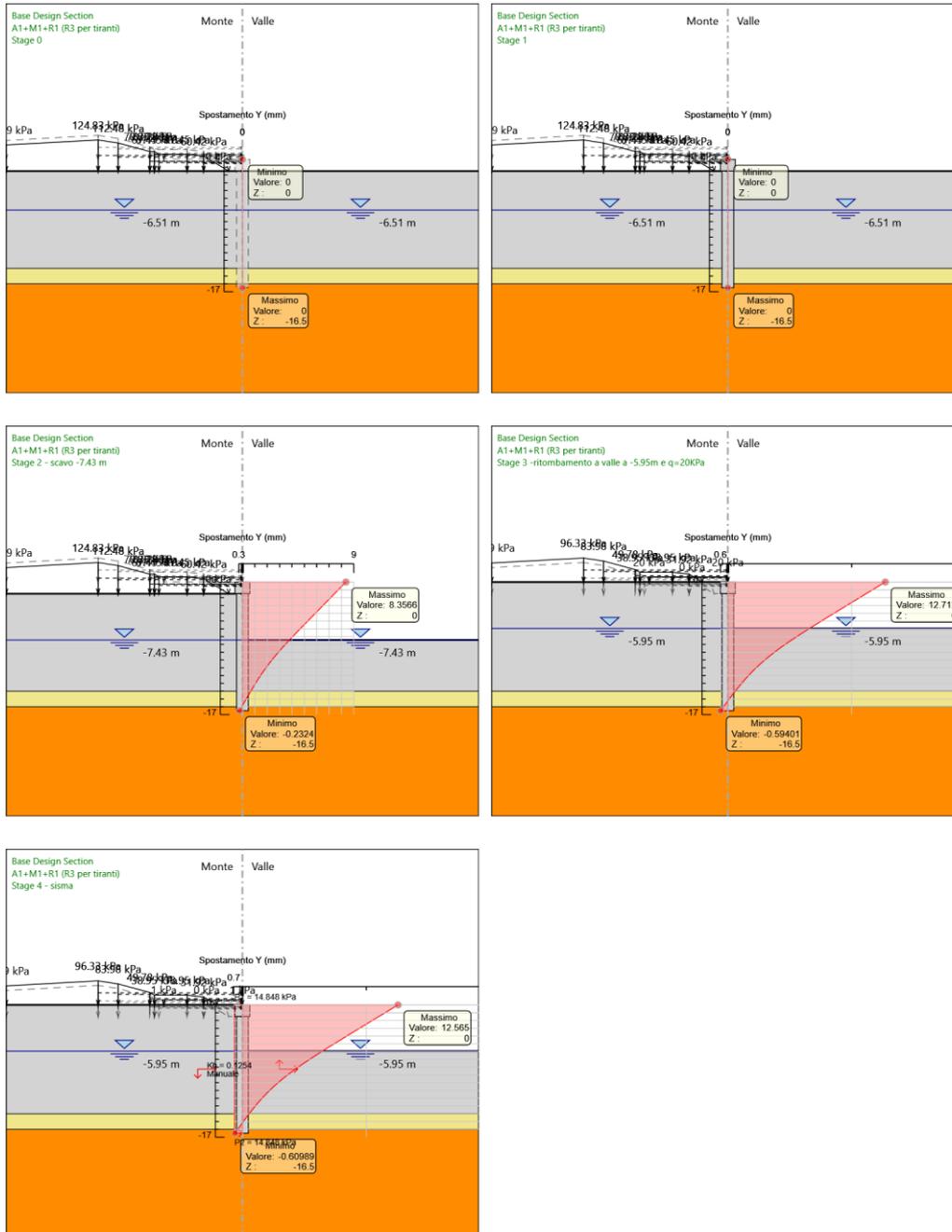
Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 160 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Risultati A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

Tabella Grafici dei Risultati



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

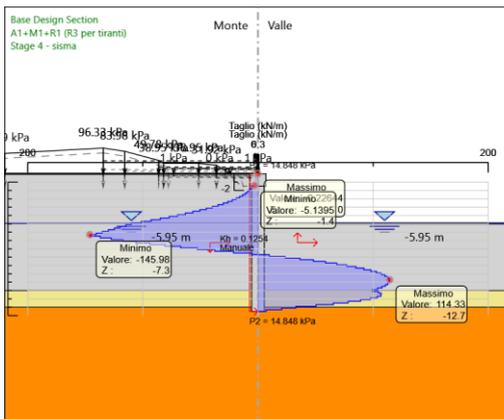
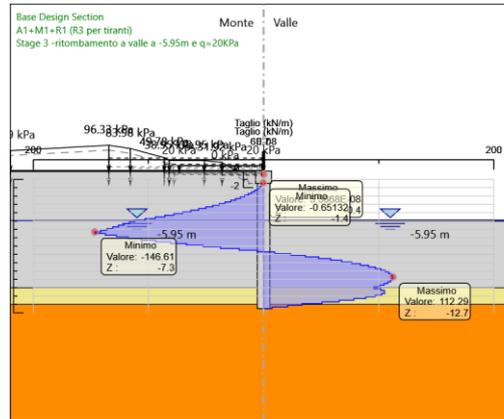
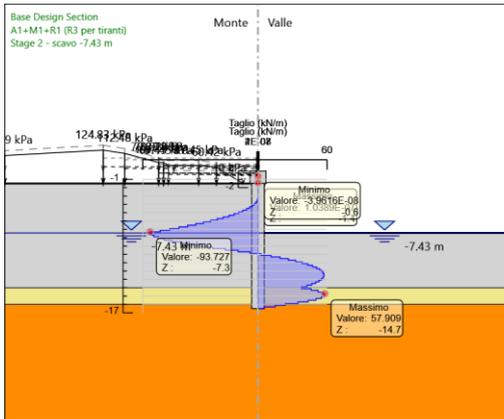
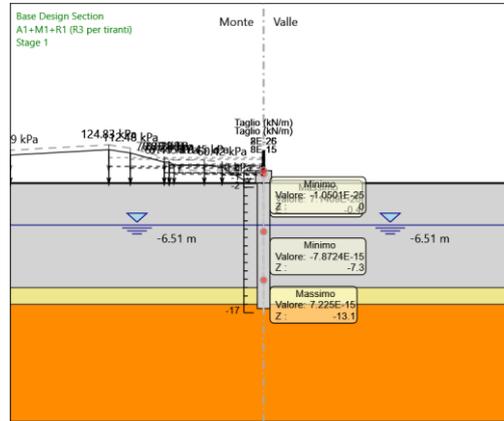
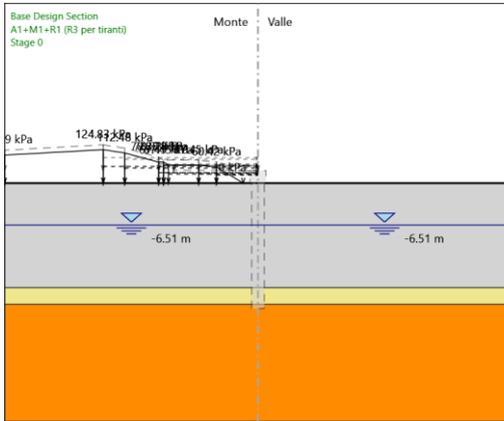
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 162 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

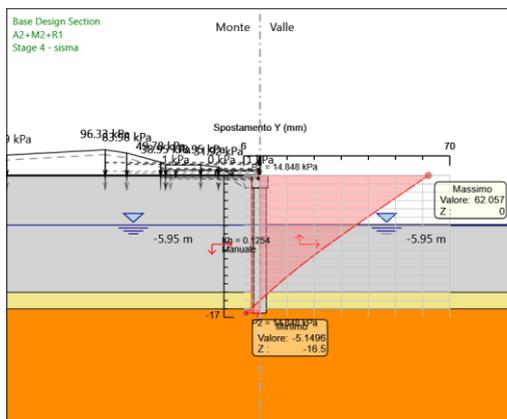
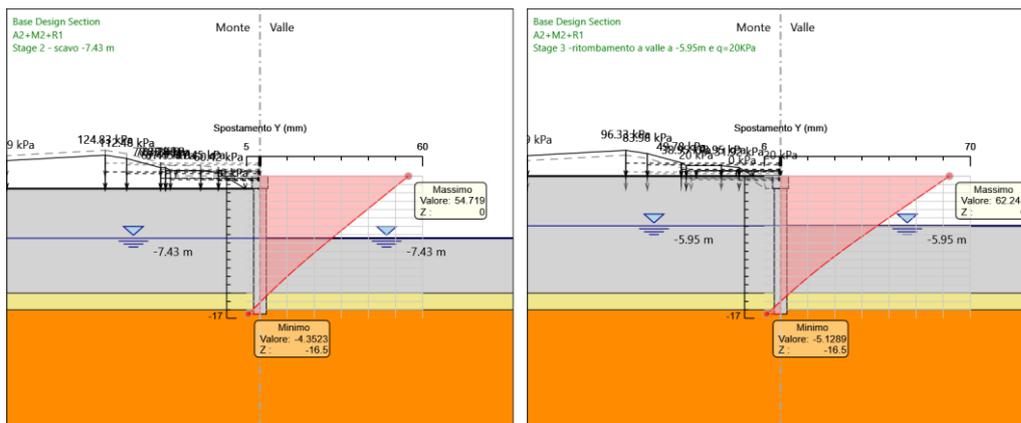
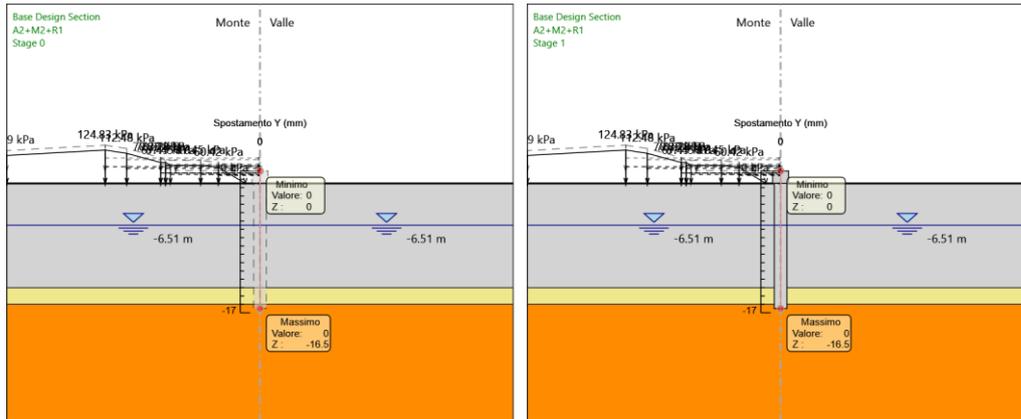
Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 163 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Risultati A2+M2+R1

Tabella Grafici dei Risultati



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

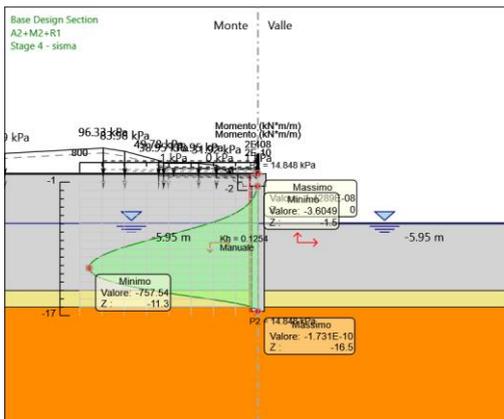
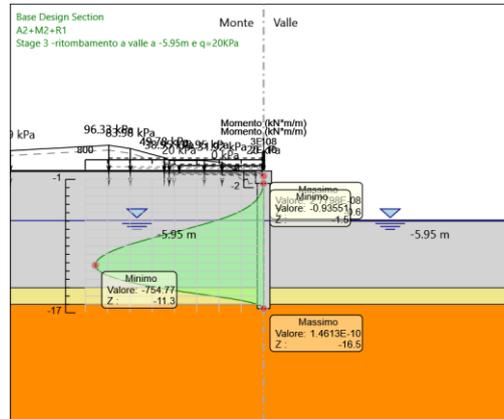
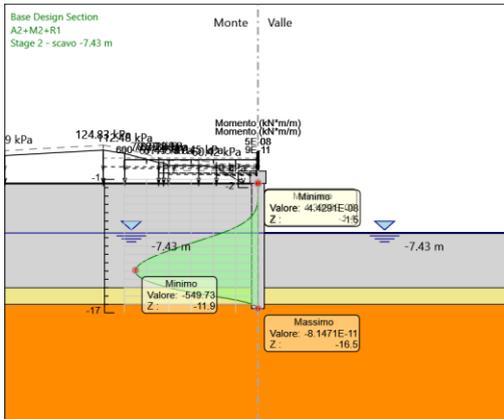
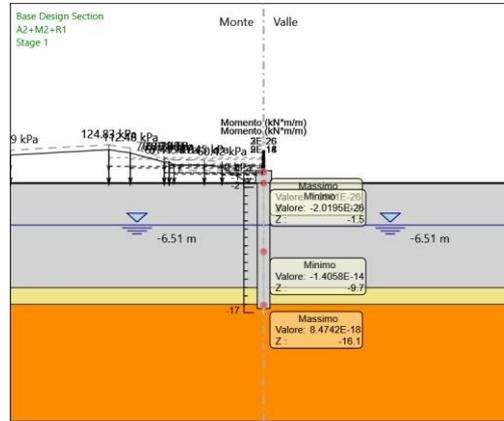
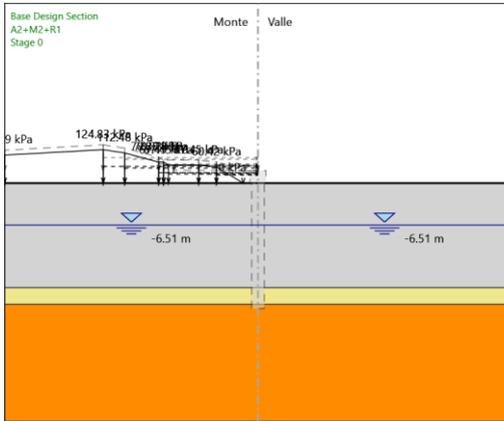
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 164 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

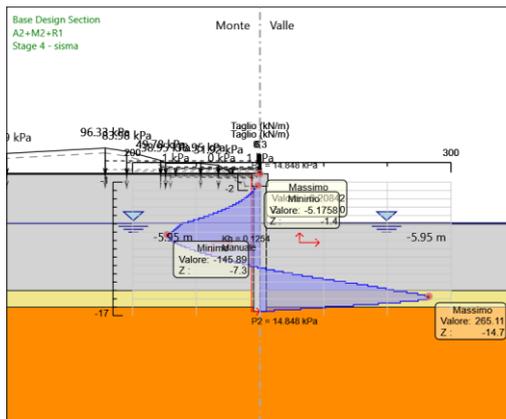
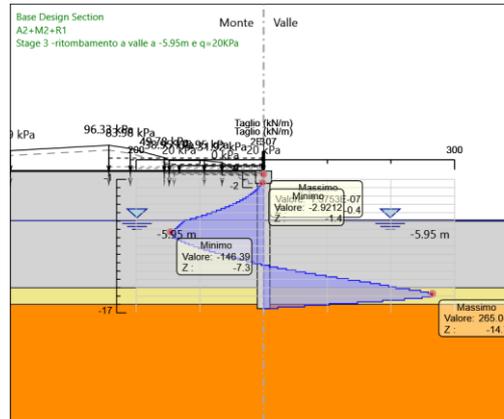
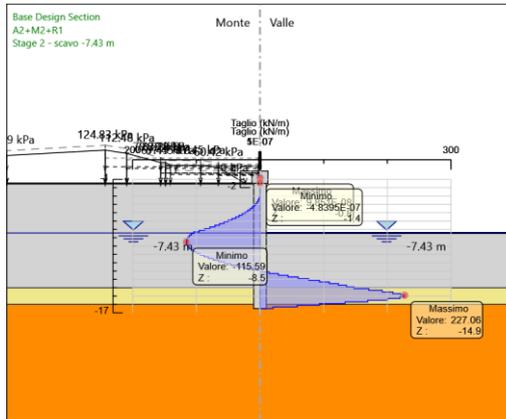
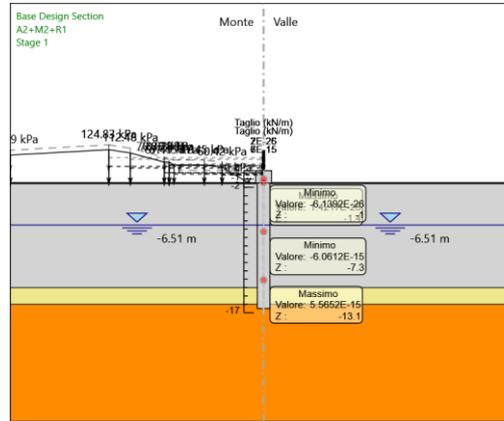
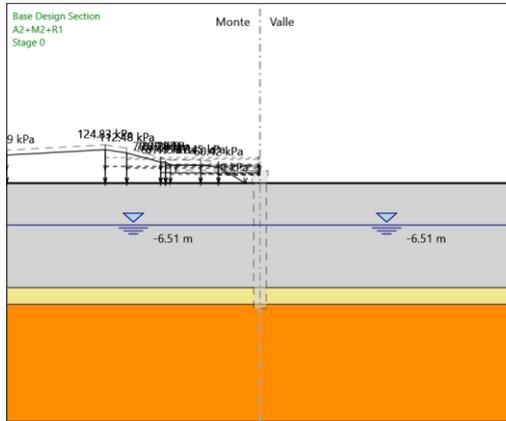
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 165 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

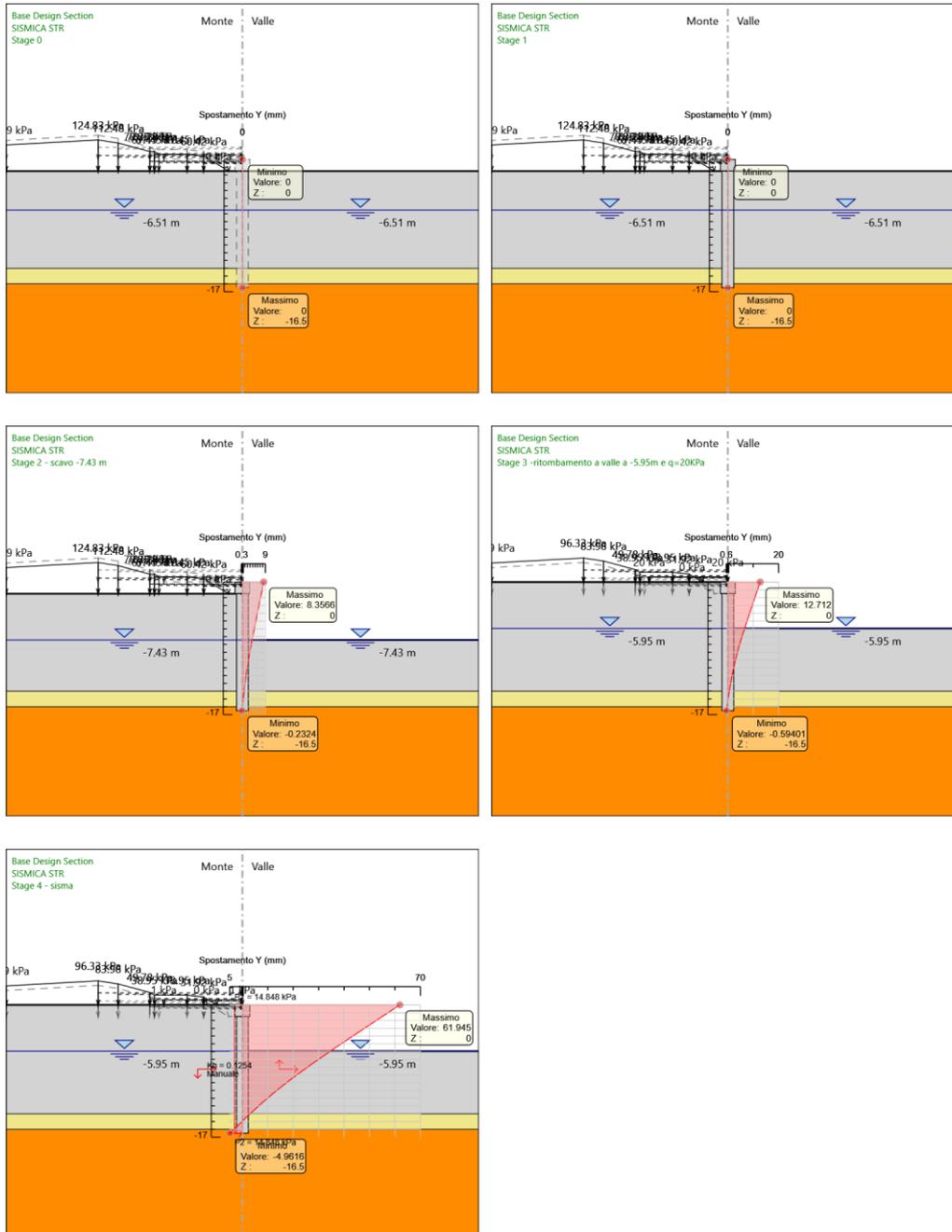
Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 166 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Risultati SISMICA STR

Tabella Grafici dei Risultati



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

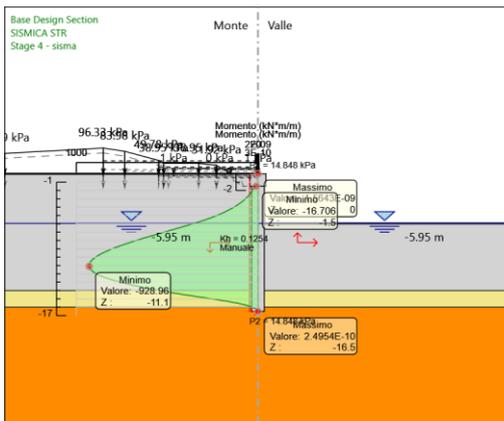
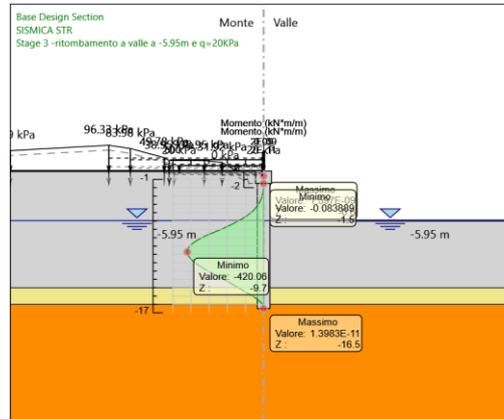
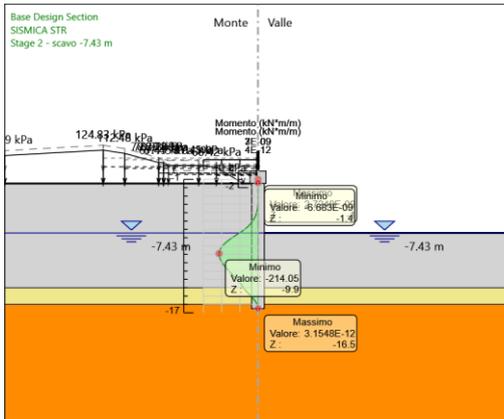
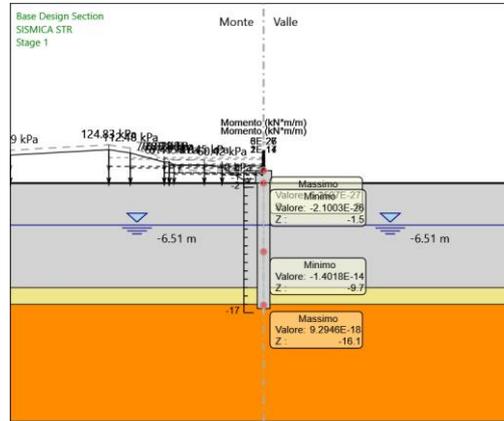
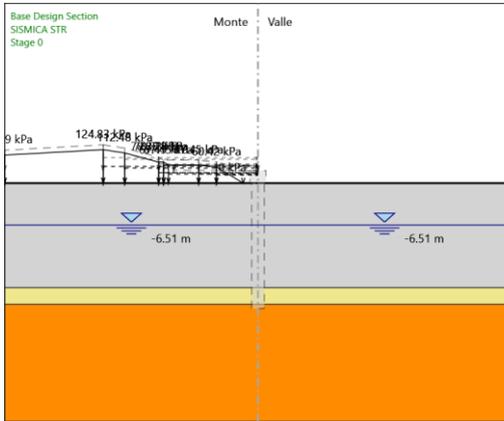
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 167 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

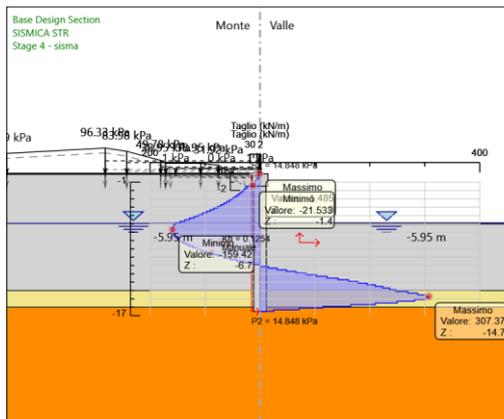
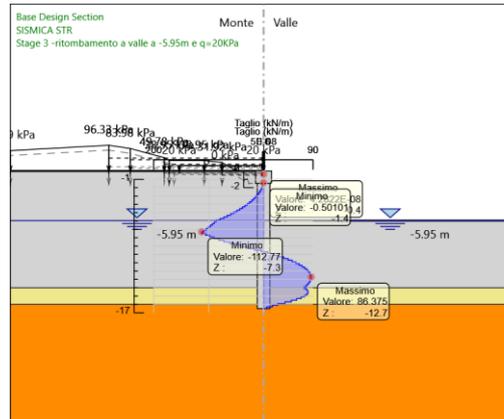
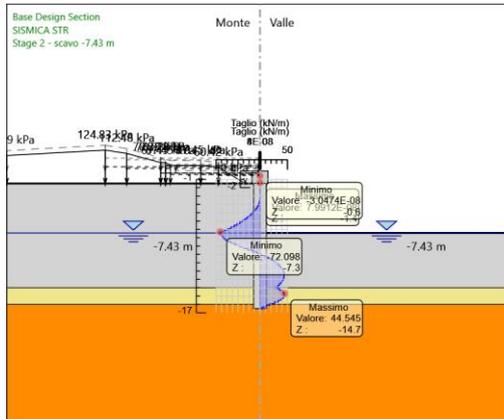
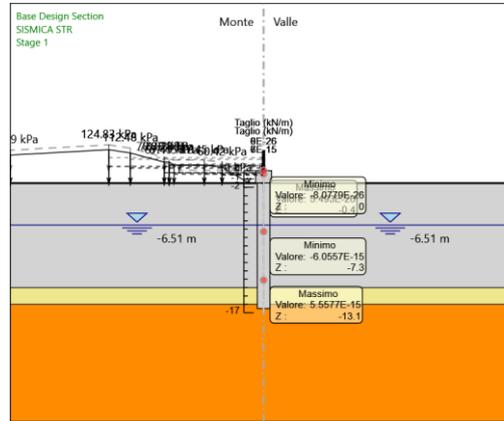
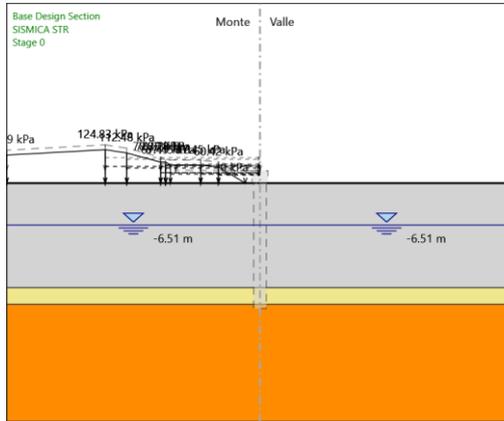
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 168 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

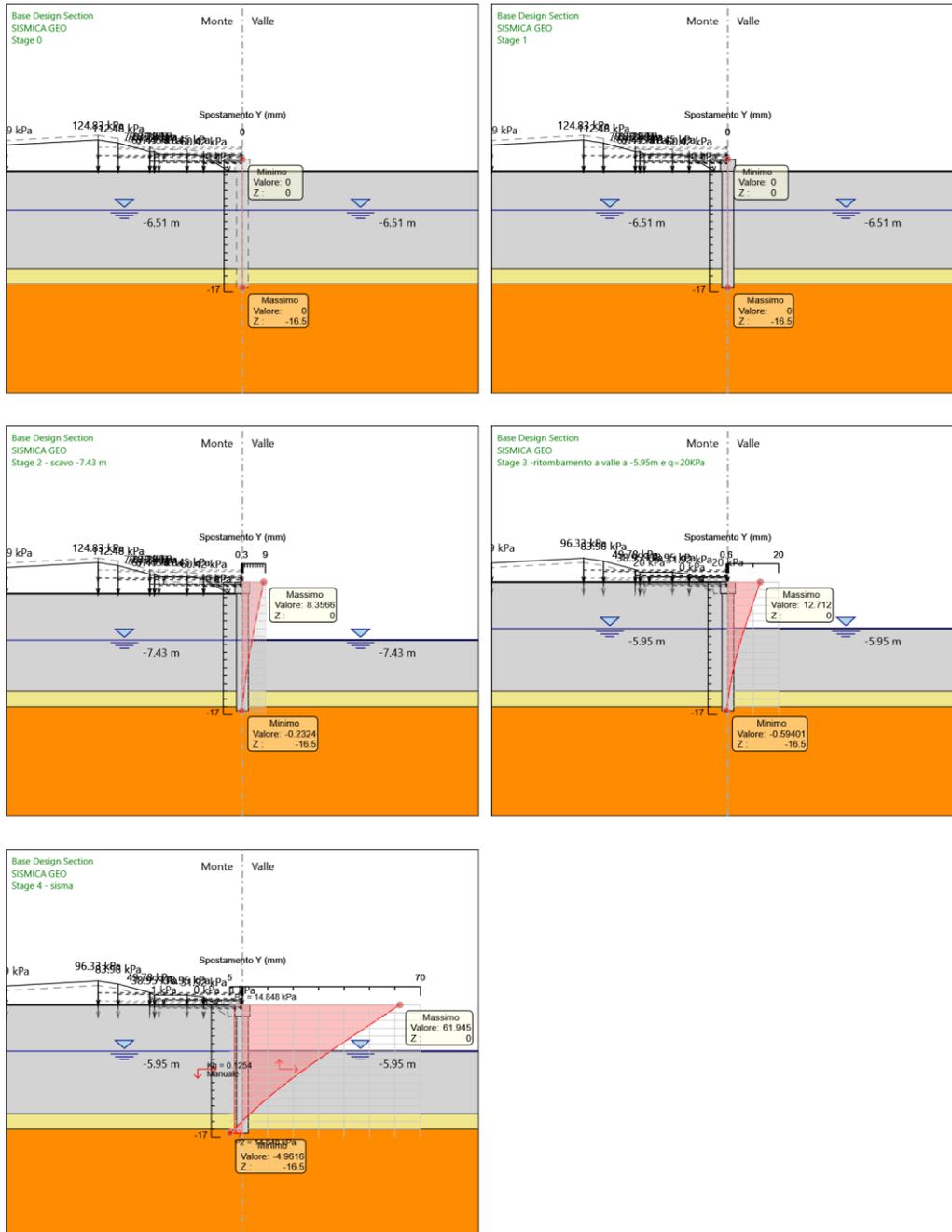
Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 169 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Risultati SISMICA GEO

Tabella Grafici dei Risultati



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

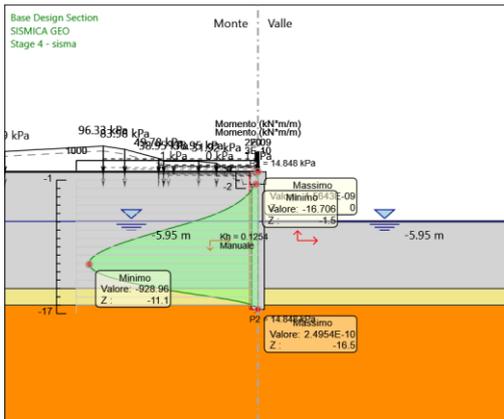
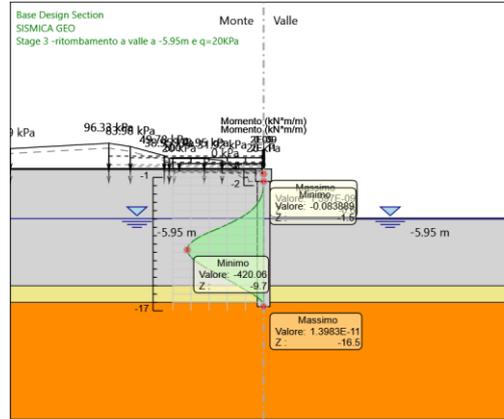
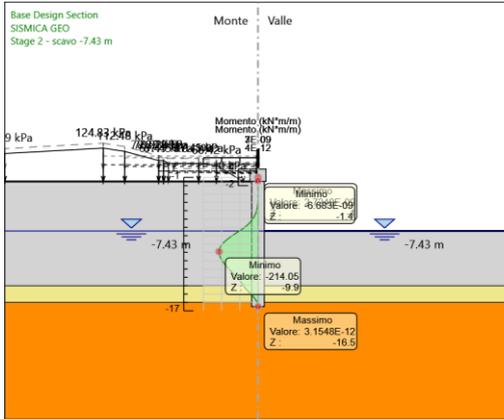
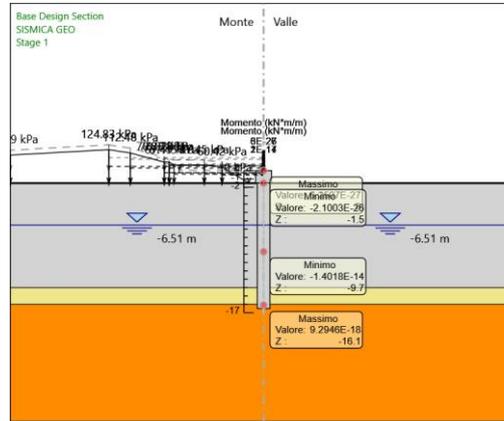
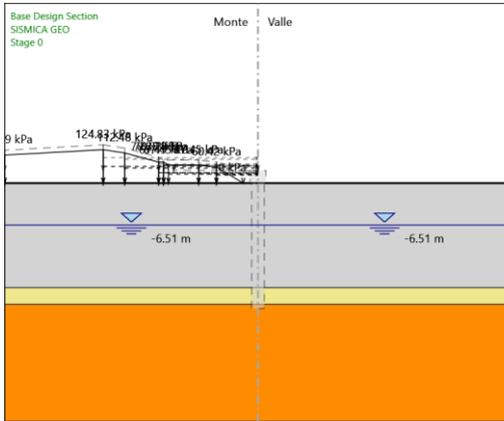
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 170 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------





GUADRILATERO

Marche Umbria S.p.A.

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 173 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

2

110.88

30.00



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 174 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

BOUNDARY LOAD(S)

2 LOAD(S) SPECIFIED

LOAD NO.	X-LEFT (m)	X-RIGHT (m)	INTENSITY (t/mq)	DEFLECTION (DEG)
1	58.00	61.00	2.6	.0
2	69.00	108.00	2.6	.0

NOTE - INTENSITY IS SPECIFIED AS A UNIFORMLY DISTRIBUTED FORCE ACTING ON A HORIZONTALLY PROJECTED SURFACE.

SEARCHING ROUTINE WILL BE LIMITED TO AN AREA DEFINED BY 1 BOUNDARIES OF WHICH THE FIRST 0 BOUNDARIES WILL DEFLECT SURFACES UPWARD

BOUNDARY NO.	X-LEFT (m)	Y-LEFT (m)	X-RIGHT (m)	Y-RIGHT (m)
1	50.76	30.00	50.76	22.00

A CRITICAL FAILURE SURFACE SEARCHING METHOD, USING A RANDOM TECHNIQUE FOR GENERATING CIRCULAR SURFACES, HAS BEEN SPECIFIED THE SAFETY FACTOR HAS BEEN CALCULATED THROUGH THE METHOD OF BISHOP

40 TRIAL SURFACES HAVE BEEN GENERATED.

10 SURFACES INITIATE FROM EACH OF 4 POINTS EQUALLY SPACED ALONG THE GROUND SURFACE BETWEEN X = 1.00 m AND X = 40.00 m

EACH SURFACE TERMINATES BETWEEN X = 60.00 m AND X = 110.00 m

UNLESS FURTHER LIMITATIONS WERE IMPOSED, THE MINIMUM ELEVATION AT WHICH A SURFACE EXTENDS IS Y = .00 m

1.80 m LINE SEGMENTS DEFINE EACH TRIAL FAILURE SURFACE.

FOLLOWING ARE DISPLAYED THE TEN MOST CRITICAL OF THE TRIAL FAILURE SURFACES EXAMINED. THEY ARE ORDERED - MOST CRITICAL FIRST.

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 39 COORDINATE POINTS (R= 33.49 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	27.00	30.00
2	28.28	28.74
3	29.63	27.54
4	31.04	26.42
5	32.51	25.38
6	34.03	24.42
7	35.60	23.54
8	37.22	22.75
9	38.87	22.05
10	40.57	21.43
11	42.29	20.91



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 175 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

12	44.04	20.48
13	45.81	20.15
14	47.59	19.91
15	49.38	19.76
16	51.18	19.72
17	52.98	19.77
18	54.78	19.91
19	56.56	20.16
20	58.33	20.50
21	60.07	20.93
22	61.80	21.46
23	63.49	22.07
24	65.14	22.78
25	66.76	23.58
26	68.33	24.46
27	69.85	25.42
28	71.31	26.47
29	72.72	27.59
30	74.06	28.78
31	75.34	30.05
32	76.55	31.38
33	77.69	32.78
34	78.75	34.24
35	79.73	35.75
36	80.63	37.31
37	81.44	38.91
38	82.16	40.56
39	82.54	41.55

*** 1.551 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 41 COORDINATE POINTS (R= 44.65 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	27.00	30.00
2	28.48	28.98
3	30.01	28.02
4	31.57	27.12
5	33.16	26.29
6	34.79	25.52
7	36.45	24.82
8	38.13	24.19
9	39.84	23.62
10	41.57	23.12
11	43.32	22.70
12	45.08	22.34
13	46.86	22.06
14	48.65	21.84
15	50.44	21.70
16	52.24	21.64
17	54.04	21.64
18	55.84	21.72
19	57.63	21.87
20	59.42	22.09
21	61.20	22.38
22	62.96	22.75
23	64.71	23.18
24	66.43	23.69
25	68.14	24.26
26	69.82	24.91
27	71.47	25.62
28	73.10	26.39
29	74.69	27.23
30	76.25	28.14
31	77.76	29.10
32	79.24	30.13
33	80.68	31.22
34	82.07	32.36
35	83.41	33.56



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 176 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

36	84.71	34.81
37	85.95	36.11
38	87.14	37.46
39	88.27	38.86
40	89.35	40.30
41	90.21	41.56

*** 1.595 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 47 COORDINATE POINTS (R= 58.08 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	14.00	30.00
2	15.55	29.09
3	17.13	28.22
4	18.74	27.41
5	20.37	26.65
6	22.02	25.93
7	23.69	25.27
8	25.39	24.66
9	27.10	24.10
10	28.83	23.60
11	30.57	23.15
12	32.32	22.75
13	34.09	22.41
14	35.87	22.13
15	37.65	21.90
16	39.45	21.72
17	41.24	21.60
18	43.04	21.54
19	44.84	21.53
20	46.64	21.58
21	48.44	21.68
22	50.23	21.84
23	52.02	22.05
24	53.80	22.32
25	55.57	22.65
26	57.33	23.03
27	59.07	23.46
28	60.81	23.95
29	62.52	24.49
30	64.22	25.08
31	65.90	25.73
32	67.56	26.43
33	69.20	27.18
34	70.81	27.97
35	72.40	28.82
36	73.96	29.72
37	75.49	30.67
38	76.99	31.66
39	78.46	32.70
40	79.90	33.78
41	81.30	34.91
42	82.67	36.08
43	84.00	37.29
44	85.29	38.55
45	86.54	39.84
46	87.76	41.17
47	88.08	41.55

*** 1.621 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 47 COORDINATE POINTS (R= 53.01 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
--------------	---------------	---------------



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 177 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

1	27.00	30.00
2	28.49	28.99
3	30.02	28.04
4	31.58	27.14
5	33.16	26.29
6	34.78	25.49
7	36.42	24.75
8	38.09	24.07
9	39.77	23.45
10	41.48	22.88
11	43.21	22.37
12	44.95	21.92
13	46.71	21.52
14	48.48	21.19
15	50.25	20.92
16	52.04	20.71
17	53.84	20.56
18	55.63	20.47
19	57.43	20.44
20	59.23	20.47
21	61.03	20.57
22	62.82	20.72
23	64.61	20.94
24	66.39	21.21
25	68.16	21.55
26	69.91	21.95
27	71.66	22.40
28	73.38	22.92
29	75.09	23.49
30	76.77	24.12
31	78.44	24.81
32	80.08	25.55
33	81.69	26.35
34	83.27	27.20
35	84.83	28.11
36	86.35	29.07
37	87.84	30.08
38	89.30	31.13
39	90.72	32.24
40	92.10	33.40
41	93.44	34.60
42	94.74	35.85
43	95.99	37.14
44	97.20	38.47
45	98.37	39.84
46	99.48	41.25
47	99.71	41.56

*** 1.843 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 56 COORDINATE POINTS (R= 70.29 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	1.00	30.00
2	2.53	29.06
3	4.09	28.16
4	5.67	27.29
5	7.27	26.47
6	8.90	25.69
7	10.54	24.96
8	12.20	24.26
9	13.88	23.61
10	15.57	23.00
11	17.28	22.43
12	19.00	21.91
13	20.74	21.43
14	22.48	21.00



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 178 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

15	24.24	20.61
16	26.01	20.26
17	27.78	19.97
18	29.56	19.71
19	31.35	19.51
20	33.14	19.35
21	34.94	19.23
22	36.74	19.16
23	38.54	19.14
24	40.34	19.16
25	42.14	19.23
26	43.93	19.35
27	45.73	19.51
28	47.52	19.71
29	49.30	19.97
30	51.07	20.26
31	52.84	20.61
32	54.60	21.00
33	56.34	21.43
34	58.08	21.91
35	59.80	22.43
36	61.51	23.00
37	63.20	23.61
38	64.88	24.26
39	66.54	24.96
40	68.18	25.69
41	69.81	26.47
42	71.41	27.30
43	72.99	28.16
44	74.54	29.06
45	76.08	30.00
46	77.59	30.98
47	79.07	32.00
48	80.53	33.06
49	81.96	34.15
50	83.36	35.28
51	84.73	36.45
52	86.07	37.65
53	87.38	38.88
54	88.66	40.15
55	89.91	41.45
56	90.01	41.56

*** 1.844 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 47 COORDINATE POINTS (R= 59.03 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	27.00	30.00
2	28.55	29.09
3	30.13	28.22
4	31.73	27.40
5	33.36	26.64
6	35.01	25.92
7	36.68	25.25
8	38.37	24.63
9	40.08	24.07
10	41.81	23.56
11	43.55	23.10
12	45.30	22.69
13	47.07	22.34
14	48.84	22.04
15	50.63	21.80
16	52.42	21.61
17	54.21	21.48
18	56.01	21.40
19	57.81	21.37
20	59.61	21.40
21	61.41	21.49
22	63.20	21.63
23	64.99	21.82
24	66.78	22.07



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 179 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

25	68.55	22.37
26	70.31	22.73
27	72.07	23.14
28	73.81	23.60
29	75.53	24.12
30	77.24	24.69
31	78.93	25.31
32	80.60	25.98
33	82.25	26.70
34	83.87	27.48
35	85.47	28.30
36	87.05	29.17
37	88.60	30.09
38	90.12	31.05
39	91.61	32.06
40	93.07	33.12
41	94.49	34.21
42	95.88	35.36
43	97.24	36.54
44	98.56	37.77
45	99.84	39.03
46	101.08	40.33
47	102.18	41.56

*** 1.890 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 52 COORDINATE POINTS (R= 59.59 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	27.00	30.00
2	28.48	28.98
3	29.99	28.00
4	31.53	27.07
5	33.10	26.18
6	34.69	25.34
7	36.31	24.56
8	37.95	23.82
9	39.61	23.13
10	41.30	22.49
11	43.00	21.90
12	44.72	21.36
13	46.45	20.88
14	48.20	20.45
15	49.96	20.07
16	51.73	19.74
17	53.51	19.47
18	55.29	19.25
19	57.09	19.09
20	58.88	18.98
21	60.68	18.93
22	62.48	18.93
23	64.28	18.98
24	66.08	19.09
25	67.87	19.25
26	69.66	19.46
27	71.44	19.73
28	73.21	20.06
29	74.97	20.44
30	76.72	20.87
31	78.45	21.35
32	80.17	21.88
33	81.87	22.47
34	83.55	23.11
35	85.22	23.79
36	86.86	24.53
37	88.48	25.32
38	90.07	26.15
39	91.64	27.04
40	93.18	27.97
41	94.69	28.94
42	96.18	29.97
43	97.63	31.03



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 180 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

44	99.04	32.14
45	100.43	33.29
46	101.78	34.49
47	103.09	35.72
48	104.36	36.99
49	105.59	38.30
50	106.79	39.65
51	107.94	41.03
52	108.37	41.57

*** 2.127 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 46 COORDINATE POINTS (R= 41.97 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	14.00	30.00
2	15.29	28.75
3	16.64	27.55
4	18.03	26.41
5	19.47	25.33
6	20.96	24.32
7	22.49	23.37
8	24.06	22.49
9	25.66	21.67
10	27.30	20.93
11	28.97	20.25
12	30.67	19.65
13	32.39	19.12
14	34.13	18.66
15	35.89	18.29
16	37.66	17.98
17	39.45	17.75
18	41.24	17.60
19	43.04	17.53
20	44.84	17.53
21	46.64	17.61
22	48.43	17.77
23	50.21	18.00
24	51.99	18.31
25	53.75	18.70
26	55.49	19.16
27	57.20	19.69
28	58.90	20.30
29	60.57	20.98
30	62.20	21.73
31	63.80	22.56
32	65.37	23.44
33	66.89	24.40
34	68.38	25.42
35	69.82	26.50
36	71.21	27.64
37	72.55	28.84
38	73.83	30.10
39	75.07	31.41
40	76.24	32.78
41	77.36	34.19
42	78.41	35.65
43	79.40	37.15
44	80.33	38.70
45	81.19	40.28
46	81.81	41.55

*** 2.181 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 66 COORDINATE POINTS (R= 97.60 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	1.00	30.00
2	2.60	29.17



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 181 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

3	4.21	28.36
4	5.83	27.59
5	7.47	26.85
6	9.12	26.13
7	10.79	25.45
8	12.47	24.80
9	14.16	24.18
10	15.86	23.59
11	17.57	23.03
12	19.29	22.50
13	21.02	22.01
14	22.76	21.55
15	24.51	21.12
16	26.26	20.72
17	28.03	20.35
18	29.79	20.02
19	31.57	19.72
20	33.35	19.45
21	35.13	19.22
22	36.92	19.01
23	38.71	18.85
24	40.51	18.71
25	42.31	18.61
26	44.11	18.54
27	45.90	18.50
28	47.70	18.50
29	49.50	18.53
30	51.30	18.59
31	53.10	18.69
32	54.90	18.82
33	56.69	18.98
34	58.48	19.18
35	60.26	19.40
36	62.04	19.67
37	63.82	19.96
38	65.59	20.29
39	67.35	20.65
40	69.11	21.04
41	70.86	21.46
42	72.60	21.92
43	74.33	22.41
44	76.06	22.93
45	77.77	23.48
46	79.47	24.06
47	81.16	24.68
48	82.84	25.33
49	84.51	26.00
50	86.17	26.71
51	87.81	27.45
52	89.44	28.22
53	91.05	29.01
54	92.65	29.84
55	94.23	30.70
56	95.80	31.58
57	97.35	32.50
58	98.88	33.44
59	100.40	34.41
60	101.89	35.41
61	103.37	36.44
62	104.83	37.49
63	106.27	38.57
64	107.69	39.68
65	109.09	40.81
66	109.99	41.57
***	2.204	***

Analisi sismica

PROBLEM DESCRIPTION .. OS1

SISMA+M2



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud
4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia
 Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266
 Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 182 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

COMMISSIONED BY =====

LOCATION -----

BOUNDARY COORDINATES

11 TOP BOUNDARIES
 13 TOTAL BOUNDARIES

BOUNDARY NO.	X-LEFT (m)	Y-LEFT (m)	X-RIGHT (m)	Y-RIGHT (m)	SOIL TYPE BELOW BND
1	1.00	30.00	50.76	30.00	1
2	50.76	30.00	50.76	36.51	1
3	50.76	36.51	54.01	36.51	1
4	54.01	36.51	55.68	38.18	1
5	55.68	38.18	57.79	38.56	1
6	57.79	38.56	61.37	38.56	1
7	61.37	38.56	61.94	39.13	1
8	61.94	39.13	62.52	39.13	1
9	62.52	39.13	66.54	41.16	1
10	66.54	41.16	68.96	41.54	1
11	68.96	41.54	110.88	41.57	1
12	1.00	20.51	110.88	20.50	2
13	1.00	18.51	110.88	18.50	3

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS

3 TYPE(S) OF SOIL

SOIL TYPE NO.	TOTAL UNIT WT. (t/mc)	SATURATED UNIT WT. (t/mc)	COHESION INTERCEPT (t/mq)	FRICTION ANGLE (DEG)	PORE PRESSURE PARAMETER	PRESSURE CONSTANT (t/mq)	PIEZOMETRIC SURFACE NO.
1	1.95	2.05	.80	20.50	.00	.00	1
2	1.95	2.05	.80	21.31	.00	.00	1
3	2.35	2.45	5.60	30.16	.00	.00	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

UNITWEIGHT OF WATER (t/mc) = 1.00

PIEZOMETRIC SURFACE NO. 1 SPECIFIED BY 2 COORDINATE POINTS

POINT NO.	X-WATER (m)	Y-WATER (m)
1	1.00	30.00
2	110.88	30.00



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 183 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

BOUNDARY LOAD(S)

2 LOAD(S) SPECIFIED

LOAD NO.	X-LEFT (m)	X-RIGHT (m)	INTENSITY (t/mq)	DEFLECTION (DEG)
1	58.00	61.00	.4	.0
2	69.00	108.00	.4	.0

NOTE - INTENSITY IS SPECIFIED AS A UNIFORMLY DISTRIBUTED FORCE ACTING ON A HORIZONTALLY PROJECTED SURFACE.

SEARCHING ROUTINE WILL BE LIMITED TO AN AREA DEFINED BY 1 BOUNDARIES OF WHICH THE FIRST 0 BOUNDARIES WILL DEFLECT SURFACES UPWARD

BOUNDARY NO.	X-LEFT (m)	Y-LEFT (m)	X-RIGHT (m)	Y-RIGHT (m)
1	50.76	30.00	50.76	22.00

A HORIZONTAL EARTHQUAKE LOADING COEFFICIENT OF .084 AS BEEN ASSIGNED

A VERTICAL EARTHQUAKE LOADING COEFFICIENT OF -.042 AS BEEN ASSIGNED

CAVITATION PRESSURE = .0 t/mq

A CRITICAL FAILURE SURFACE SEARCHING METHOD, USING A RANDOM TECHNIQUE FOR GENERATING CIRCULAR SURFACES, HAS BEEN SPECIFIED THE SAFETY FACTOR HAS BEEN CALCULATED THROUGH THE METHOD OF BISHOP

40 TRIAL SURFACES HAVE BEEN GENERATED.

10 SURFACES INITIATE FROM EACH OF 4 POINTS EQUALLY SPACED ALONG THE GROUND SURFACE BETWEEN X = 1.00 m AND X = 40.00 m

EACH SURFACE TERMINATES BETWEEN X = 60.00 m AND X = 110.00 m

UNLESS FURTHER LIMITATIONS WERE IMPOSED, THE MINIMUM ELEVATION AT WHICH A SURFACE EXTENDS IS Y = .00 m

1.80 m LINE SEGMENTS DEFINE EACH TRIAL FAILURE SURFACE.

FOLLOWING ARE DISPLAYED THE TEN MOST CRITICAL OF THE TRIAL FAILURE SURFACES EXAMINED. THEY ARE ORDERED - MOST CRITICAL FIRST.

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 47 COORDINATE POINTS (R= 58.08 m)

POINT	X-SURF	Y-SURF
-------	--------	--------



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 184 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

NO.	(m)	(m)
1	14.00	30.00
2	15.55	29.09
3	17.13	28.22
4	18.74	27.41
5	20.37	26.65
6	22.02	25.93
7	23.69	25.27
8	25.39	24.66
9	27.10	24.10
10	28.83	23.60
11	30.57	23.15
12	32.32	22.75
13	34.09	22.41
14	35.87	22.13
15	37.65	21.90
16	39.45	21.72
17	41.24	21.60
18	43.04	21.54
19	44.84	21.53
20	46.64	21.58
21	48.44	21.68
22	50.23	21.84
23	52.02	22.05
24	53.80	22.32
25	55.57	22.65
26	57.33	23.03
27	59.07	23.46
28	60.81	23.95
29	62.52	24.49
30	64.22	25.08
31	65.90	25.73
32	67.56	26.43
33	69.20	27.18
34	70.81	27.97
35	72.40	28.82
36	73.96	29.72
37	75.49	30.67
38	76.99	31.66
39	78.46	32.70
40	79.90	33.78
41	81.30	34.91
42	82.67	36.08
43	84.00	37.29
44	85.29	38.55
45	86.54	39.84
46	87.76	41.17
47	88.08	41.55

*** 1.221 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 39 COORDINATE POINTS (R= 33.49 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	27.00	30.00
2	28.28	28.74
3	29.63	27.54
4	31.04	26.42
5	32.51	25.38
6	34.03	24.42
7	35.60	23.54
8	37.22	22.75
9	38.87	22.05
10	40.57	21.43
11	42.29	20.91
12	44.04	20.48
13	45.81	20.15



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 185 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

14	47.59	19.91
15	49.38	19.76
16	51.18	19.72
17	52.98	19.77
18	54.78	19.91
19	56.56	20.16
20	58.33	20.50
21	60.07	20.93
22	61.80	21.46
23	63.49	22.07
24	65.14	22.78
25	66.76	23.58
26	68.33	24.46
27	69.85	25.42
28	71.31	26.47
29	72.72	27.59
30	74.06	28.78
31	75.34	30.05
32	76.55	31.38
33	77.69	32.78
34	78.75	34.24
35	79.73	35.75
36	80.63	37.31
37	81.44	38.91
38	82.16	40.56
39	82.54	41.55

*** 1.239 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 41 COORDINATE POINTS (R= 44.65 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	27.00	30.00
2	28.48	28.98
3	30.01	28.02
4	31.57	27.12
5	33.16	26.29
6	34.79	25.52
7	36.45	24.82
8	38.13	24.19
9	39.84	23.62
10	41.57	23.12
11	43.32	22.70
12	45.08	22.34
13	46.86	22.06
14	48.65	21.84
15	50.44	21.70
16	52.24	21.64
17	54.04	21.64
18	55.84	21.72
19	57.63	21.87
20	59.42	22.09
21	61.20	22.38
22	62.96	22.75
23	64.71	23.18
24	66.43	23.69
25	68.14	24.26
26	69.82	24.91
27	71.47	25.62
28	73.10	26.39
29	74.69	27.23
30	76.25	28.14
31	77.76	29.10
32	79.24	30.13
33	80.68	31.22
34	82.07	32.36
35	83.41	33.56
36	84.71	34.81



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 186 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

37	85.95	36.11
38	87.14	37.46
39	88.27	38.86
40	89.35	40.30
41	90.21	41.56

*** 1.240 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 56 COORDINATE POINTS (R= 70.29 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	1.00	30.00
2	2.53	29.06
3	4.09	28.16
4	5.67	27.29
5	7.27	26.47
6	8.90	25.69
7	10.54	24.96
8	12.20	24.26
9	13.88	23.61
10	15.57	23.00
11	17.28	22.43
12	19.00	21.91
13	20.74	21.43
14	22.48	21.00
15	24.24	20.61
16	26.01	20.26
17	27.78	19.97
18	29.56	19.71
19	31.35	19.51
20	33.14	19.35
21	34.94	19.23
22	36.74	19.16
23	38.54	19.14
24	40.34	19.16
25	42.14	19.23
26	43.93	19.35
27	45.73	19.51
28	47.52	19.71
29	49.30	19.97
30	51.07	20.26
31	52.84	20.61
32	54.60	21.00
33	56.34	21.43
34	58.08	21.91
35	59.80	22.43
36	61.51	23.00
37	63.20	23.61
38	64.88	24.26
39	66.54	24.96
40	68.18	25.69
41	69.81	26.47
42	71.41	27.30
43	72.99	28.16
44	74.54	29.06
45	76.08	30.00
46	77.59	30.98
47	79.07	32.00
48	80.53	33.06
49	81.96	34.15
50	83.36	35.28
51	84.73	36.45
52	86.07	37.65
53	87.38	38.88
54	88.66	40.15
55	89.91	41.45
56	90.01	41.56



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 187 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

*** 1.314 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 47 COORDINATE POINTS (R= 53.01 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	27.00	30.00
2	28.49	28.99
3	30.02	28.04
4	31.58	27.14
5	33.16	26.29
6	34.78	25.49
7	36.42	24.75
8	38.09	24.07
9	39.77	23.45
10	41.48	22.88
11	43.21	22.37
12	44.95	21.92
13	46.71	21.52
14	48.48	21.19
15	50.25	20.92
16	52.04	20.71
17	53.84	20.56
18	55.63	20.47
19	57.43	20.44
20	59.23	20.47
21	61.03	20.57
22	62.82	20.72
23	64.61	20.94
24	66.39	21.21
25	68.16	21.55
26	69.91	21.95
27	71.66	22.40
28	73.38	22.92
29	75.09	23.49
30	76.77	24.12
31	78.44	24.81
32	80.08	25.55
33	81.69	26.35
34	83.27	27.20
35	84.83	28.11
36	86.35	29.07
37	87.84	30.08
38	89.30	31.13
39	90.72	32.24
40	92.10	33.40
41	93.44	34.60
42	94.74	35.85
43	95.99	37.14
44	97.20	38.47
45	98.37	39.84
46	99.48	41.25
47	99.71	41.56

*** 1.373 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 47 COORDINATE POINTS (R= 59.03 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	27.00	30.00
2	28.55	29.09
3	30.13	28.22
4	31.73	27.40



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 188 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

5	33.36	26.64
6	35.01	25.92
7	36.68	25.25
8	38.37	24.63
9	40.08	24.07
10	41.81	23.56
11	43.55	23.10
12	45.30	22.69
13	47.07	22.34
14	48.84	22.04
15	50.63	21.80
16	52.42	21.61
17	54.21	21.48
18	56.01	21.40
19	57.81	21.37
20	59.61	21.40
21	61.41	21.49
22	63.20	21.63
23	64.99	21.82
24	66.78	22.07
25	68.55	22.37
26	70.31	22.73
27	72.07	23.14
28	73.81	23.60
29	75.53	24.12
30	77.24	24.69
31	78.93	25.31
32	80.60	25.98
33	82.25	26.70
34	83.87	27.48
35	85.47	28.30
36	87.05	29.17
37	88.60	30.09
38	90.12	31.05
39	91.61	32.06
40	93.07	33.12
41	94.49	34.21
42	95.88	35.36
43	97.24	36.54
44	98.56	37.77
45	99.84	39.03
46	101.08	40.33
47	102.18	41.56

*** 1.390 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 66 COORDINATE POINTS (R= 97.60 m)

POINT NO.	X-SURF (m)	Y-SURF (m)
1	1.00	30.00
2	2.60	29.17
3	4.21	28.36
4	5.83	27.59
5	7.47	26.85
6	9.12	26.13
7	10.79	25.45
8	12.47	24.80
9	14.16	24.18
10	15.86	23.59
11	17.57	23.03
12	19.29	22.50
13	21.02	22.01
14	22.76	21.55
15	24.51	21.12
16	26.26	20.72
17	28.03	20.35
18	29.79	20.02
19	31.57	19.72



2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

Paratia di pali 1500 in sx. dal km 0+178 al km 0+266

Relazione tecnica e di calcolo

Opera L073	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS OS0001	Id. doc. REL	N. prog. 01	Rev. C	Pag. di Pag. 189 di 189
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------------

20	33.35	19.45
21	35.13	19.22
22	36.92	19.01
23	38.71	18.85
24	40.51	18.71
25	42.31	18.61
26	44.11	18.54
27	45.90	18.50
28	47.70	18.50
29	49.50	18.53
30	51.30	18.59
31	53.10	18.69
32	54.90	18.82
33	56.69	18.98
34	58.48	19.18
35	60.26	19.40
36	62.04	19.67
37	63.82	19.96
38	65.59	20.29
39	67.35	20.65
40	69.11	21.04
41	70.86	21.46
42	72.60	21.92
43	74.33	22.41
44	76.06	22.93
45	77.77	23.48
46	79.47	24.06
47	81.16	24.68
48	82.84	25.33
49	84.51	26.00
50	86.17	26.71
51	87.81	27.45
52	89.44	28.22
53	91.05	29.01
54	92.65	29.84
55	94.23	30.70
56	95.80	31.58
57	97.35	32.50
58	98.88	33.44
59	100.40	34.41
60	101.89	35.41
61	103.37	36.44
62	104.83	37.49
63	106.27	38.57
64	107.69	39.68
65	109.09	40.81
66	109.99	41.57

*** 1.482 ***