

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

PROGETTO ESECUTIVO

CONTRAENTE GENERALE: 	<i>Il responsabile del Contraente Generale:</i> Ing. Federico Montanari	<i>Il responsabile Integrazioni delle Prestazioni Specialistiche:</i> Ing. Salvatore Lieto
--	--	---

PROGETTAZIONE: Associazione Temporanea di Imprese
Mandataria:

			
--	--	---	--

RESPONSABILE DELLA PROGETTAZIONE PER L'ATI Ing. Antonio Grimaldi GEOLOGO Dott. Geol. Fabrizio Pontoni COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE Ing. Michele Curiale			
---	---	--	---

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO Ing. Giulio Petrizzelli		
--	--	--

2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord OPERE D'ARTE MINORI OPERE DI SOSTEGNO E DRENI Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo	SCALA: DATA: Maggio 2017
--	--

Codice Unico di Progetto (CUP) F12C03000050021 (Assegnato CIPE 23-12-2015)

Codice Elaborato:	Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev
	L 0 7 0 3	2 1 2	E	1 7	0 S 0 6 0 0	R E L	0 1	C

REV.	DATA	DESCRIZIONE	Redatto		Controllato	Approvato
A	AGOSTO 2016	Emissione per progetto esecutivo	PROGIN	A.FALACE	S.LIETO	A.GRIMALDI
B	NOVEMBRE 2016	Emissione a seguito nota ANAS CDG-0112269	PROGIN	P. VALENTE	S.LIETO	A.GRIMALDI
B	MAGGIO 2017	Emissione per Validazione RINA	PROGIN	P. VALENTE	S.LIETO	A.GRIMALDI

I N D I C E

1. PREMESSA.....	4
1.1 UNITÀ DI MISURA.....	4
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO.....	6
4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	8
4.1 CALCESTRUZZO.....	8
4.2 ACCIAIO PER ARMATURE	9
4.3 COPRIFERRI	10
5. INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....	11
6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA	13
7. CRITERI GENERALI DI ANALISI DELLE PARATIE.....	15
7.1 METODOLOGIE DI CALCOLO	15
7.1.1 Coefficienti di Spinta in Fase Statica	18
7.1.2 Effetti dell' Azione sismica su masse e carichi.....	19
7.1.3 Effetti dell' Azione sismica sulla falda	22
7.1.4 Coefficienti ed Incremento di Spinta in Fase Sismica	22
8. COMBINAZIONI E STATI LIMITE DI VERIFICA.....	24
8.1 INDICAZIONI DM 14.01.08	24
8.2 VERIFICHE GEOTECNICHE DI STABILITA' LOCALE	27
8.3 VERIFICA DEI TIRANTI	28
8.3.1 Bulbo di ancoraggio.....	28
8.3.2 Acciaio di armatura.....	30
8.4 VERIFICHE STRUTTURE IN C.A.	31
8.4.1 Verifica SLE.....	31
8.4.2 Verifiche delle tensioni	31
8.4.3 Verifiche a fessurazione	31
8.4.4 Verifiche allo SLU	32
8.4.4.1 Pressoflessione	32
8.4.4.2 Taglio	33
8.5 VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE.....	35
8.5.1 Richiami teorici ed impostazione delle analisi	35
8.5.2 Il metodo di Morgenstern e Price	37
8.5.3 Prescrizioni del DM 14-01-08.....	39
8.5.3.1 Stabilità di opere di materiali sciolti e fronti di scavo	39
8.5.4 Verifiche in fase sismica	40
9. ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO	42
10. MODELLO DI CALCOLO: RISULTATI ANALISI E VERIFICHE	43
10.1 MODELLO DI ANALISI	43
10.2 FASI DI SCAVO E CARICHI.....	44
10.3 VERIFICHE GEOTECNICHE DI STABILITA' LOCALE	45
10.4 SOLLECITAZIONI, SFORZI E DEFORMAZIONI	46
10.5 VERIFICA DEI TIRANTI	51
10.6 VERIFICA STRUTTURALE DEI PALI.....	52
10.7 VERIFICA STRUTTURALE DEL CORDOLO	53
10.8 RISULTATI ANALISI DI STABILITA' GLOBALE.....	54



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 3 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	--------------------------

10.8.1 Condizione statica55

10.8.2 Condizione sismica55

ALLEGATO A 57

TABULATI DI CALCOLO PARATIE PLUS 57

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.diPag.
L073	212	E	17	OS0600	REL	01	B	4 di 169

1. PREMESSA

Nell'ambito dei lavori di completamento della direttrice Perugia – Ancona “Pedemontana delle Marche” Sub Lotto 2.2 Tratto Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord, è prevista la realizzazione di alcune opere a sostegno del corpo stradale dell'asse principale e/o dei terrapieni laterali per alcune zone in trincee di particolare approfondimento rispetto al piano campagna.

Oggetto della trattazione nel seguito esposta è in particolare il dimensionamento strutturale e geotecnico della Paratia di Pali prevista in sx dell'asse principale tra le pk. 1+495 e 1+564.

Nel seguito, dopo una breve descrizione delle opere cui si riferiscono i calcoli sviluppati, si riportano tutti i criteri generali adottati per l'effettuazione delle analisi e verifiche effettuate, ed a seguire, i risultati ottenuti per il caso dell'opera specifica analizzata.

1.1 UNITÀ DI MISURA

Nel seguito si adotteranno le seguenti unità di misura:

- per le lunghezze ⇒ m, cm,
- per i carichi ⇒ kN, kN/m², kN/m³
- per le azioni di calcolo ⇒ kN, kNm
- per le tensioni ⇒ MPa

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 5 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	--------------------------

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la redazione del progetto strutturale e geotecnico esposto nel presente documento, si è fatto riferimento alle seguenti normative e specifiche nazionali e comunitarie:

- **D.M. 14/01/2008.**
Norme tecniche per le costruzioni.
- **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 EN 206-1-2001:** Calcestruzzo. "Specificazione, prestazione, produzione e conformità".
- **UNI 11104-2004:** Specificazione, prestazione, produzione e conformità: Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1
- **Linee Guida sul calcestruzzo strutturale** - Servizio Tecnico Centrale dei Lavori Pubblici – Dicembre 1996 (L.G.S.T.C.)

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

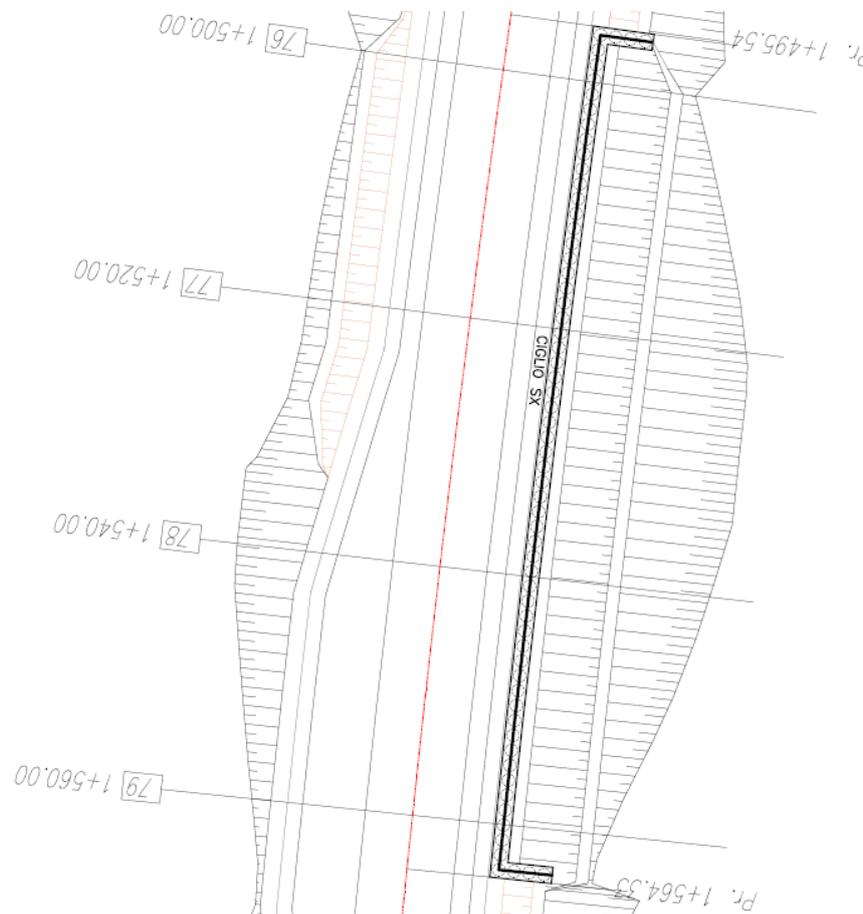
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0600	REL	01	B	6 di 169

3. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

I calcoli esposti nel presente documento, si riferiscono, come già anticipato in premessa, all'opera di sostegno prevista a margine del corpo stradale dell'asse principale in SX tra le pk 1+495 - 1+564.

Si tratta in particolare di una paratia di Pali D1000 $i=1.20m$, caratterizzata da un'altezza di scavo massimo in fase definitiva di circa 6m, vincolata in corrispondenza della sezione di tesata mediante tiranti ad interasse 2,40m,

Negli strlci grafici successivi, si riportano alcuni schemi grafici rappresentativi dell'opera:



Stralcio Planimetrico Paratia 1+495 - 1+564.

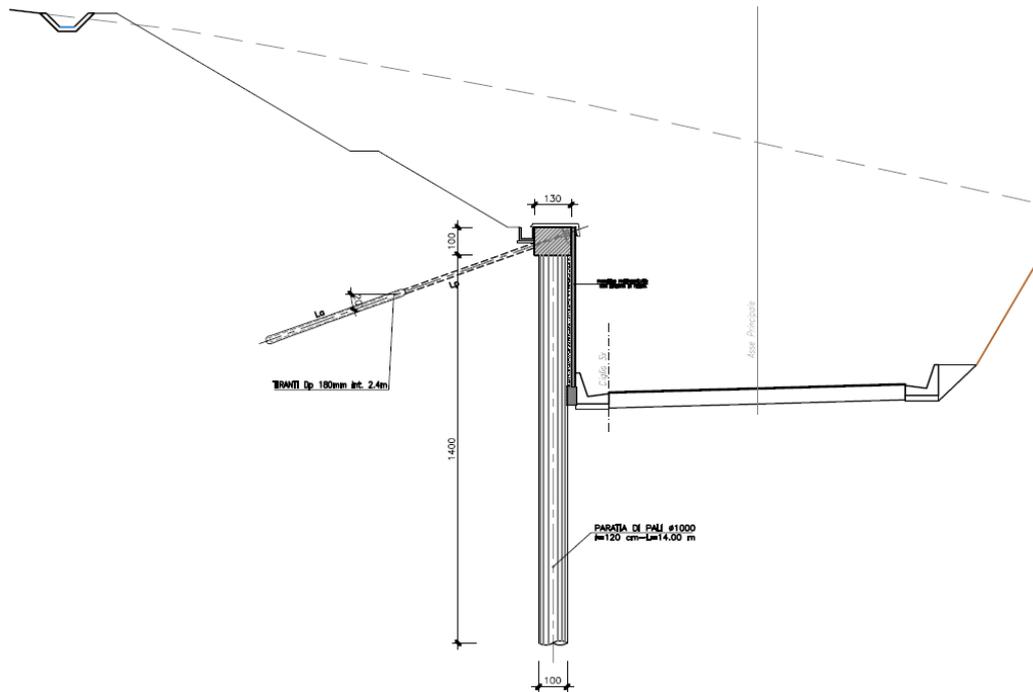
2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0600	REL	01	B	7 di 169



Sezioni Tipo Paratia 1+495 - 1+564.

Per ulteriori dettagli ed approfondimenti, si rimanda agli elaborati grafici specifici.

4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Nel paragrafi seguenti si riportano le caratteristiche dei materiali previsti per la realizzazione dell'opera

4.1 CALCESTRUZZO

Per tutte le parti strutturali dell'opera in progetto è previsto l'impiego di calcestruzzo di classe C32/40, di cui nel seguito si riportano le relative caratteristiche meccaniche valutate in accordo a quanto prescritto ai paragrafi 4.1.2.1 e 11.2.10 del DM 14.01.08:

Classe di Resistenza

32/40

Valore caratteristico della resistenza a compressione cubica a 28 gg:

$R_{ck} = 40$ MPa

Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:

$f_{ck} = 33.2$ MPa (0,83*R_{ck})

Resistenza a compressione cilindrica media:

$f_{cm} = 41.2$ MPa (f_{ck}+8)

Resistenza a trazione assiale:

$f_{ctm} = 3.10$ MPa Valore medio

$f_{ctk,0.05} = 2.17$ MPa Valore caratteristico frattile 5%

Resistenza a trazione per flessione:

$f_{ctm} = 3.7$ MPa Valore medio

$f_{ctk,0.05} = 2.6$ MPa Valore caratteristico frattile 5%

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

$\gamma_c = 1.5$

Per situazioni di carico eccezionali, tale valore va considerato pari ad 1,0

Resistenza di calcolo a compressione allo SLU:

$f_{cd} = 18.8$ MPa (0,85*f_{ck}/γ_s)

Resistenza di calcolo a trazione diretta allo SLU:

$f_{ctd} = 1.45$ MPa (f_{ctk,0.05} / γ_s)

Resistenza di calcolo a trazione per flessione SLU:

$f_{ctd} = 1.74$ MPa 1,2*f_{ctd}

Per spessori minori di 50mm e calcestruzzi ordinari, tale valore va ridotto del 20%

Modulo di elasticità secante:

$E_{cm} = 33643$ MPa

Modulo di Poisson:

$\nu = 0-0,2$

□

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0600	REL	01	B	9 di 169

Coefficiente di dilatazione lineare

$$\alpha = \boxed{0.00001} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Tensione di aderenza di calcolo acciaio-calcestruzzo

$$\eta = 1.00$$

$$f_{bd} = \boxed{3.25} \text{ MPa} \quad (2,25 \cdot f_{ctk} \cdot \eta / \gamma_s)$$

Nel caso di armature molto addensate, o ancoraggi in zona tesa tale valore va diviso per 1,5

4.2 ACCIAIO PER ARMATURE

Per l'armatura delle strutture in calcestruzzo è previsto l'impiego di barre ad aderenza migliorata in acciaio tipo B450C, di cui nel seguito sono riportate le relative caratteristiche meccaniche:

Classe di Resistenza

Tensione caratteristica di rottura:

$$f_{tk} = \boxed{540} \text{ MPa} \quad (\text{frattile al } 5\%)$$

Tensione caratteristica allo snervamento:

$$f_{yk} = \boxed{450} \text{ MPa} \quad (\text{frattile al } 5\%)$$

Fattore di sovreresistenza (nel caso di impiego di legame costitutivo tipo bilineare con incrudimento)

$$k = f_{tk} / f_{yk} = \boxed{1.20} \text{ MPa}$$

Allungamento a rottura (nel caso di impiego di legame costitutivo tipo bilineare con incrudimento)

$$(A_{gt})_k = \varepsilon_{uk} = \boxed{7.5} \%$$

$$\varepsilon_{ud} = 0,9 \varepsilon_{uk} = \boxed{6.75} \%$$

Coefficiente parziale per le verifiche agli SLU:

$$\gamma_c = 1.15$$

Per situazioni di carico eccezionali, tale valore va considerato pari ad 1,0

Resistenza di calcolo allo SLU:

$$f_{yd} = \boxed{391.3} \text{ MPa} \quad (f_{yk} / \gamma_s)$$

Modulo di elasticità:

$$E_i = \boxed{210000} \text{ MPa}$$

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag.diPag. 10 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------

4.3 COPRIFERRI

La scelta del copriferro minimo di progetto c_{min} inteso come lo spessore minimo del ricoprimento dello strato di calcestruzzo a protezione dei ferri d'armatura è stato determinato in base a quanto indicato nella Tab. C4.1. IV della Circolare Esplicativa NTC n.617/09, tenendo conto della classe di esposizione ambientale e della classe del Calcestruzzo prevista

Nello specifico, tenendo conto della classe di esposizione ambientale desunta dalle analisi specifiche condotte nei riguardi dell'attacco chimico, che hanno evidenziato una **Classe di Esposizione XA2** e pertanto **Condizioni Ambientali "Aggressive"**, in relazione a quanto riportato in tabella 4.1.III del DM 14.01.08, per la classe di calcestruzzo prevista (C32/40) è prescritto un copriferro minimo $c_{min} \geq 35mm$.

In definitiva ai fini progettuali si è assunto $c=40mm$.

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

Tab 4.1.III – DM 14.01.08

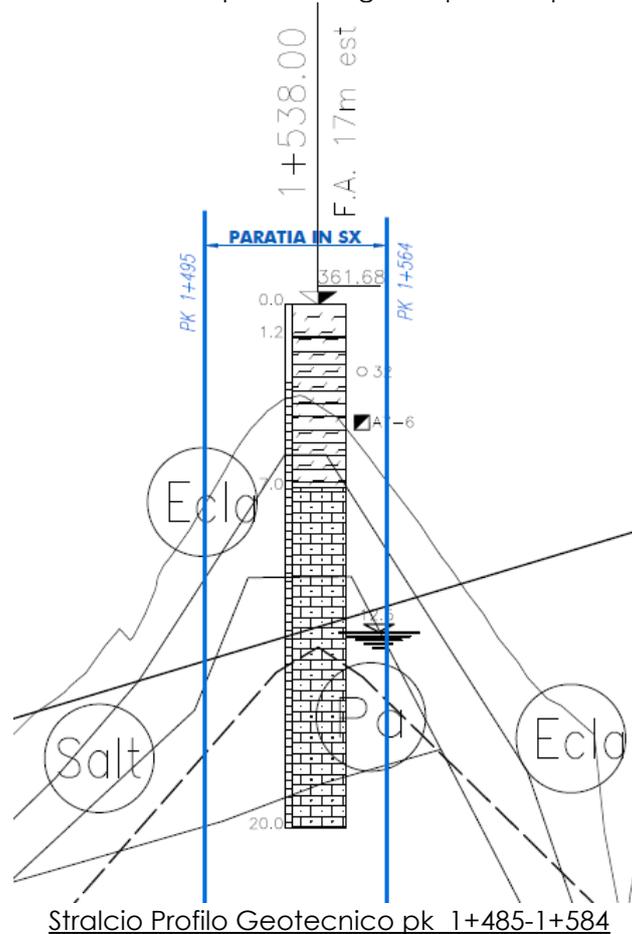
Tabella C4.1.IV Copriferrini minimi in mm

C_{min}	C_o	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
			$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Tab C4.1.IV – Circolare n617/09

5. INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Per la caratterizzazione geotecnica del terreno interagente con l'opera oggetto di dimensionamento nel presente documento, si è fatto riferimento a quanto dettagliatamente indicato nella Relazione Geotecnica e nel Profilo Geotecnico Generale di Progetto, da cui si evince che le formazioni più che interagiscono direttamente con l'opera in esame, sono costituite da alternanze delle unità geotecniche **Ecla**, **Salt e Pa** come testimoniato dallo stralcio del profilo geotecnico riferiti alla zona di ubicazione delle opere, di seguito riportato per ulteriore chiarezza:



I parametri fisico-meccanici caratteristici delle due unità geotecniche citate, sono, in accordo a quanto riportato nella relazione geotecnica generale, quelli di seguito riportati:

Unità Ecla - Depositi eluvio colluviali limoso argillosi

$\gamma = 18,5 \div 20,5 \text{ kN/m}^3$

$\varphi' = 24 \div 27^\circ$

$c' = 5 \div 15 \text{ kPa}$

$\varphi r' = 19 \div 21^\circ$

$c r' = 0 \text{ kPa}$

$c_u = 50 \div 160 \text{ kPa}$

$E_o = 100 \div 400 \text{ MPa}$

$E'_{op,m} = E_o/5 = 50 \text{ MPa}$

peso di volume naturale

angolo di resistenza al taglio

coesione drenata

angolo di resistenza al taglio residuo

coesione drenata residua

resistenza al taglio in condizioni non drenate

modulo di deformazione elastico iniziale

modulo di deformazione elastico operativo

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.diPag.
L073	212	E	17	OS0600	REL	01	B	12 di 169

Unità Salt – Substrato alterato argilloso limoso

$\gamma = 20.0 \div 20.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\phi' = 27^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 20 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\phi r' = 19^\circ$	angolo di resistenza al taglio residuo
$c r' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata residua
$c_u = 75 \div 430 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$E_o = 150 \div 600 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale
$E'_{op,m} = E_o/5 = 75 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico operativo

Unità Pa – Substrato pelitico arenaceo / Unità Ap – substrato arenaceo pelitico

$\gamma = 23.0 \div 23.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
--	-------------------------

parametri di resistenza per tensioni $\sigma_v' < 700 \text{ kPa}$:

$\phi' = 31^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 120 \text{ kPa}$	coesione drenata
$E'_{op} = 8+7 \cdot z \text{ MPa}$ per $z < 40\text{m}$	modulo di deformazione elastico operativo

Riguardo la **falda locale**, dall'esame del profilo geotecnico locale, è possibile considerare ai fini del calcolo un livello di falda prossimo a quello di posa del pacchetto di pavimentazione stradale/fondo scavo a tergo opera.

6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Le opere in progetto rientrano nell'ambito dei Lavori di Realizzazione dell'Infrastruttura "Pedemontana delle Marche" progettata per una vita nominale V_N pari a **50** anni, ed una classe d'uso **III** (Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.") ai sensi del D. Min. 14/01/2008, da cui scaturisce un coefficiente d'uso **$C_u = 1.5$**

L'azione sismica di progetto è valutata a partire dalla pericolosità sismica di base del sito su cui l'opera insiste, descritta in termini geografici e temporali:

- attraverso i valori di accelerazione orizzontale di picco a_g (attesa in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale) e le espressioni che definiscono le ordinate del relativo spettro di risposta elastico in accelerazione $S_e(T)$;
- in corrispondenza del punto del reticolo che individua la posizione geografica dell'opera;
- con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR.

In particolare, la forma spettrale prevista dalla normativa è definita, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione di tre parametri:

- a_g , accelerazione orizzontale massima del terreno
- F_0 , valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- T_C^* , periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I suddetti parametri sono calcolati come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il punto caratterizzante la posizione dell'opera, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici.

In particolare, si può notare come F_0 descriva la pericolosità sismica locale del sito su cui l'opera insiste. Infatti, da quest'ultimo, attraverso le espressioni fornite dalla normativa, sono valutati i valori d'amplificazione stratigrafica e topografica.

Di seguito sono riassunti i valori dei parametri assunti per l'opera in oggetto.

- Vita nominale V_N = 50 anni;
- Classe d'uso = III;
- Coefficiente d'uso C_u = 1,5;
- Periodo di riferimento V_R = 75 anni;
- $T_{R,SLV}$ = 712 anni;
- Comune = Fabriano;

A partire dai dati di cui in precedenza, si determinano i valori dei parametri di pericolosità sismica riferiti ai diversi stati limite di verifica previsti dalla Normativa nei riguardi delle azioni sismiche:

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 14 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	---------------------------

V_R [anni]	Stato Limite	PV_R -	T_R [anni]	α_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
75	SLO	81%	45	0.073	2.450	0.286
	SLD	63%	75	0.090	2.454	0.297
	SLV	10%	712	0.206	2.526	0.331
	SLC	5%	1462	0.262	2.555	0.339

Tabella di riepilogo Parametri di pericolosità di Progetto

Per il tipo di opera in esame, le verifiche vanno tuttavia effettuate rispetto allo SLV, considerando pertanto:

- $\alpha_{g,SLV}$ = **0.206 g;**
- $F_{0,SLV}$ = **2.526;**
- $T_{c,SLV}^*$ = **0.331 sec.**

7. CRITERI GENERALI DI ANALISI DELLE PARATIE

7.1 METODOLOGIE DI CALCOLO

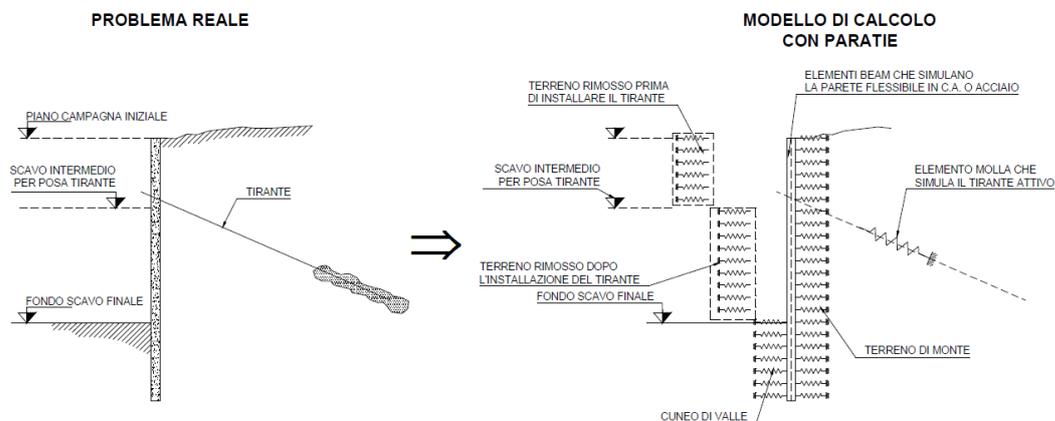
Le analisi finalizzate al dimensionamento delle strutture sono state condotte con il programma di calcolo "Paratie Plus" della HarpaCeas s.r.l. di Milano.

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".



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 rigidezza flessionale ed il secondo con molle elasto-plastiche connesse ai nodi della paratia di rigidezza proporzionale al modulo di rigidezza del terreno. Inoltre, è possibile modellare eventuali elementi di sostegno della paratia (tiranti, puntoni) con molle dotate di opportuna rigidezza.

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

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

dove:

E_m modulo elastico del calcestruzzo costituente i pali

J_p inerzia della sezione del palo

i interasse dei pali

La rigidezza delle molle elastiche schematizzanti i tiranti è calcolata ipotizzando che la lunghezza deformabile di ciascun tirante sia la somma della lunghezza passiva e della metà della lunghezza attiva ovvero:

$$k_{el} = \frac{n_{tr} A_{tr}}{i(L_p + 0.5L_a)}$$

dove:

k_{el} è la rigidezza delle molle elastiche schematizzanti i tiranti

n_{tr} è il numero dei trefoli

A_{tr} è l'area di ciascun trefolo

i è l'interasse dei tiranti

L_p è la lunghezza passiva

L_a è la lunghezza attiva

Il terreno si comporta come un mezzo elastico sino a che il rapporto tra le tensione orizzontale efficace (σ'_h) e la tensione verticale efficace (σ'_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 rigidezza delle molle. Per un letto di molle distribuite la rigidezza di ciascuna di esse, k , è data da

$$k = E / L$$

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 17 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	---------------------------

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

$$l_A = \min\{1, 2H\};$$

$$l_P = \min\{1 - H, H\}$$

e dove l = altezza totale della paratia e 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 metodo di calcolo richiede ovviamente la definizione di parametri, valutati in funzione delle caratteristiche geotecniche e fisiche dei terreni, delle caratteristiche geometriche e strutturali dell'opera.

In particolare la pressione paramento fondamentale dell'analisi è la σ'_h che lo scheletro solido del terreno esercita sulla struttura di sostegno che 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, la σ'_h sul paramento di monte può essere calcolata come:

$$\sigma'_h = K_a \cdot \sigma'_v - 2 \cdot c' \cdot (K_a)^{0.5} \quad \text{pressione attiva}$$

dove:

K_a = coefficiente di spinta attiva;

σ'_v = tensione verticale efficace alla generica profondità

c' = coesione efficace.

In condizioni statiche, K_a è funzione dell'angolo di attrito efficace dello scheletro solido ϕ' , dell'angolo di attrito fra struttura e terreno δ dell'inclinazione β del paramento di monte della struttura di sostegno e dell'inclinazione i del terrapieno a tergo dell'opera. Fra le varie formulazioni proposte per il calcolo di K_a , di seguito, si farà riferimento a quella di [Coulomb, 1773].

Nel caso in cui la struttura subisca uno spostamento verso monte, la σ'_h sul paramento di monte può essere calcolata come:

$$\sigma'h = K_p \cdot \sigma'v + 2 \cdot c' \cdot (K_p)^{0.5} \quad \text{pressione passiva}$$

dove:

K_p = coefficiente di spinta passiva;

$\sigma'v$ = tensione verticale efficace alla generica profondità;

c' = coesione efficace.

Pertanto, 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 $\sigma'h$ esercitata dallo scheletro solido sull'opera di sostegno sarà prossima alla pressione geostatica iniziale:

$$\sigma'h = K_0 \cdot \sigma'v \quad \text{pressione a riposo}$$

dove:

K_0 = coefficiente di spinta a riposo = $1 - \tan \varphi'$

$\sigma'v$ = tensione verticale efficace.

φ' = angolo d'attrito del terreno

In presenza di Falda, va ovviamente aggiunta la pressione idrostatica che alla generica profondità z , può essere valutata come di seguito:

$$u = \gamma_w z$$

In definitiva, l'espressione generale per il calcolo della pressione verticale efficace alla generica profondità z , in caso di eventuale presenza di sovraccarichi sul piano limite e falda è la seguente:

$$\sigma'v = \gamma (z - h_w) + \gamma' h_w + q$$

essendo:

γ : peso di volume naturale del terreno

γ' : peso di volume del terreno immerso

h_w : altezza di falda rispetto al piano orizzontale posto a quota z

q : intensità del sovraccarico presente su piano limite

7.1.1 Coefficienti di Spinta in Fase Statica

La determinazione dei coefficienti di spinta k_a e k_p avviene, nel caso di attrito terramuro (δ) nullo e pendio orizzontale, mediante le formulazioni proposte da Rankine che di seguito si riportano:

$$k_a = \frac{1 - \sin \varphi'}{1 + \sin \varphi'}$$

$$k_p = \frac{1 + \sin \varphi'}{1 - \sin \varphi'}$$

dove φ' è l'angolo d'attrito del terreno.

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag.diPag. 19 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------

Quando è possibile ipotizzare un angolo d'attrito terra-muro δ non nullo o quando l'andamento del terreno presenta una pendenza i , il coefficiente k_a è calcolato col metodo di Coulomb, mentre il coefficiente k_p può essere calcolato con i metodi di Coulomb, Lancellotta, Caquot e Caquot-Kerisel.

Le equazioni che forniscono i valori di k_a e k_p in accordo con la teoria di Coulomb sono di seguito riportate:

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

$$k_p = \frac{\cos^2(\varphi' + \beta)}{\cos^2(\beta) \cos(\delta - \beta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi') \sin(\varphi' + i)}{\cos(\delta - \beta) \cos(i - \beta)}} \right]^2}$$

dove:

- β è l'inclinazione del paramento del muro rispetto alla verticale;
- δ è l'angolo di attrito tra muro e terreno;
- i è l'inclinazione del piano campagna rispetto all'orizzontale;
- φ' è l'angolo d'attrito del terreno.

Per il caso in esame si è fatto riferimento all'ipotesi $\delta = 0.5 \varphi$

7.1.2 Effetti dell'Azione sismica su masse e carichi

Per la simulazione degli effetti dell'azione sismica si fa riferimento al metodo pseudostatico secondo quanto previsto dalla normativa vigente, applicando cioè alle masse ed ai carichi fissi e variabili eventualmente presenti, due azioni statiche equivalenti proporzionali al peso, ovvero all'intensità del carico secondo quanto di seguito indicato

$$F_h = k_h \times W \quad (\text{azione sismica orizzontale})$$

$$F_v = k_v \times W \quad (\text{azione sismica verticale})$$

con:

W : Peso della massa coinvolta / intensità del carico permanente o variabile

k_h : coefficiente sismico orizzontale

k_v : coefficiente sismico verticale

Per le opere di sostegno, i coefficienti sismici k_h e k_v sono in particolare definiti al punto 7.11.6.3.1 del Dm 14.01.08, risultando in particolare:

$$k_h \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{\max}$$

$$k_v = \pm 0,5 \times k_h$$

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 20 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	---------------------------

dove:

- g è l'accelerazione di gravità;
- $a_{max} = S_s \cdot S_T \cdot a_g$ è l'accelerazione di picco attesa nel volume di terreno significativo per l'opera;
- a_g è l'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido;
- S_s ed S_T sono i coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica, ricavabili dalle specifiche tabelle di normativa che si seguito si riportano per chiarezza espositiva:

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_s e di C_c

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

$S_T = 1.0$

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

- α è un coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera, ricavabile dal seguente abaco, in funzione dell'altezza complessiva dell'opera H e del tipo di sottosuolo:

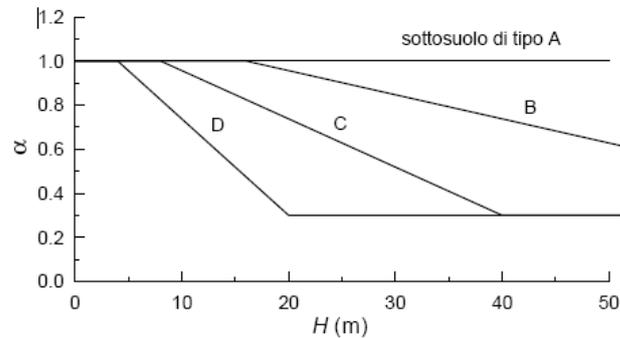
2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

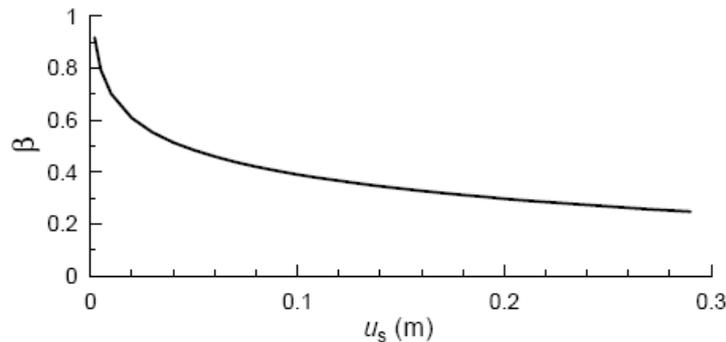
OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 21 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	---------------------------



- β è un coefficiente funzione della capacità dell'opera di subire spostamenti (u_s) senza cadute di resistenza. Nel caso in esame si assume, cautelativamente, uno spostamento $u_s = 1$ cm, per cui dal grafico seguente si ricava il valore $\beta = 0.7$:



Per il caso di calcolo in esame, sulla scorta di quanto esposto in precedenza e tenendo conto della Caratterizzazione Sismica del sito di riferimento esposta al paragrafo 6, è stato possibile ricavare i seguenti coefficienti sismici:

Stato Limite di Riferimento : SLV

Pvr	0.1
Comune	fabriano
VN	50
cu	1.5
VR	75.0
TR	712

Cat Suolo	B	Accelerazione di Progetto SLV
a_g [m/s ²]	2.020	
a_g / g	0.206	
Fo	2.526	
Tc	0.331	
S_s	1.192	
S_T	1.00	

Dai grafici riportati in precedenza, è possibile stimare i seguenti valori dei coefficienti α e β

$$\alpha = 1.00$$

$$\beta = 0.70$$

$$a_{max} [m/s^2] = 2.803$$

e quindi :

K_h [-] = 0.20 Coefficiente sismico orizzontale
K_v [-] = 0.10 Coefficiente sismico verticale

7.1.3 Effetti dell'Azione sismica sulla falda

Normalmente gli effetti idrodinamici considerati per il calcolo delle paratie sono calcolati con il metodo di Westergaard (Westergaard, 1931) e sono applicate sempre come pressioni esterne. La pressione idrodinamica viene calcolata come in particolare come segue:

$$p_w = \frac{7}{8} a_x \gamma_w \sqrt{z_w H}$$

H è l'altezza del livello di falda rispetto a fondo scavo

z_w è la profondità del punto considerato dalla superficie libera della falda

Se l'acqua si trova al di sopra della superficie del terreno, le pressioni esterne idrodinamiche sono contenute all'interno dell'equazione sopra riportata. Nel caso si abbia una quota di falda al di sopra della quota di scavo le pressioni idrodinamiche sono incluse nel lato scavo, nella direzione dell'accelerazione orizzontale.

Dipendendo dalla permeabilità del terreno, l'acqua contenuta nel terreno stesso può muoversi indipendentemente o insieme allo scheletro solido; nello specifico si fa l'ipotesi di **terreno pervio**, condizione che corrisponde alla possibilità dell'acqua di muoversi in maniera indipendente, per cui gli effetti idrodinamici sono inclusi in tutti gli strati:

7.1.4 Coefficienti ed Incremento di Spinta in Fase Sismica

Okabe (1926) Mononobe e Matsuo (1929) svilupparono le basi dell'analisi sismica pseudostatica. La teoria è diventata popolare con il nome di Metodo di Mononobe – Okabe (M – O); il metodo è un'estensione della teoria statica di Coulomb.

Nello specifico, nell'analisi, le pressioni sismiche calcolate con il metodo M – O come carichi esterni. Le sovrappressioni sismiche alla M-O sono date dagli sforzi verticali moltiplicati per il seguente coefficiente di spinta:

$$k_{ae} = \frac{\cos^2(\varphi' - \beta - \theta)}{\cos(\theta) \cos^2(\beta) \cos(\delta + \beta + \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi') \sin(\varphi' - i - \theta)}{\cos(\delta + \beta + \theta) \cos(i - \beta)}} \right]^2}$$

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 23 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	---------------------------

dove:

- β è l'inclinazione del paramento del muro rispetto alla verticale;
- δ è l'angolo di attrito tra muro e terreno;
- i è l'inclinazione del piano campagna rispetto all'orizzontale;
- φ' è l'angolo d'attrito del terreno.
- θ tiene conto della presenza del sisma. Può assumere i valori ottenuti dalle Eqz. 28, 29 e 30 rispettivamente per terreno secco, impermeabile e permeabile.

$$\arctan\left(\frac{a_x}{1 - a_y}\right) \quad (28)$$

$$\arctan\left(\frac{\gamma_{dry}}{\gamma_{tot} - \gamma_w} \frac{a_x}{1 - a_y}\right) \quad (29)$$

$$\arctan\left(\frac{\gamma_{dry}}{\gamma_{dry} - \gamma_w} \frac{a_x}{1 - a_y}\right) \quad (30)$$

dove :

$\alpha_x = K_h$ (coefficiente sismico orizzontale)

$\alpha_y = K_v$ (coefficiente sismico verticale)

In definitiva, alla paratia si applica in fase sismica una sovraspinta data complessivamente dalla seguente espressione:

$$F_{eq} = \int (1 - a_y) \cos(\delta) \sigma'_v k_{ae} dH - \int \sigma'_v k_{a,Coulomb} dH$$

8. COMBINAZIONI E STATI LIMITE DI VERIFICA

8.1 INDICAZIONI DM 14.01.08

Ai fini della determinazione delle sollecitazioni di verifica, le azioni elementari descritte al precedente paragrafo, vanno combinate nei vari stati limite di verifica previsti (Esercizio, Stati limite Ultimo statico e Sismico) in accordo a quanto previsto al punto 2.5.3 delle NTC08, tenendo conto dell'approccio di Verifica Scelto; a tal fine, si riportano per maggiore chiarezza le espressioni generali dei criteri di combinazione delle azioni definiti al 2.5.3 delle DM 14.01.08 :

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

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

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

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

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

Per quanto riguarda le verifiche agli SLE, per il caso delle opere in progetto, non essendo previsti sovraccarichi variabili nel calcolo, le combinazioni "Rara", "Frequente" e "Quasi Permanente" si traducono in un'unica combinazione.

Per ciò che concerne le combinazioni di SLU, ai fini della scelta dei coefficienti parziali da applicare alle azioni (γ), la norma definisce inoltre, per il caso specifiche delle paratie di sostegno (Prg 6.5.3.1.2 e 2.6.1), due possibili approcci progettuali ovvero:

Approccio 1 :

Fase Statica :

A1+M1+R1 (STR – Combinazione per le verifiche strutturali)

A2+M2+R1 (GEO – Combinazione per le verifiche geotecniche di stabilità locale e globale)

Fase Sismica :

A1+M1+R1 (EQK-STR – Combinazione per le verifiche strutturali)

A1+M2+R1 (EQK-GEO – Combinazione per le verifiche geotecniche di stabilità globale e locale)

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 25 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	---------------------------

Approccio 2 :

Fase Statica : A1+M1+R3 (STR / GEO – Combinazione per le verifiche strutturali e geotecniche)

Fase Sismica : A1+M1+R3 (EQK- STR/GEO – Combinazione per le verifiche strutturali e geotecniche)

essendo :

A1/A2 : coefficienti amplificativi delle azioni

M1/M2 : coefficienti parziali sulle resistenze dei materiali e del terreno

R1/R2/R3 : Coefficienti di sicurezza minimo nei riguardi del generico Stato limite di Verifica.

Per il caso specifico delle **paratie**, tali coefficienti sono definite nelle apposite tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.II che nel seguito si riportano per completezza espositiva:

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

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

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

Nella Tab. 2.6.I il significato dei simboli è il seguente:

- γ_{G1} coefficiente parziale del peso proprio della struttura, nonché del peso proprio del terreno e dell'acqua, quando pertinenti;
- γ_{G2} coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali;
- γ_{Q1} coefficiente parziale delle azioni variabili.

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

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 26 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	---------------------------

Tabella 6.5.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.1$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.4$

Con riferimento infine al dimensionamento geotecnico dei tiranti (sfilamento della fondazione dell'ancoraggio) in accordo a quanto specificato al prg 6.6.2 del DM 14.01.08, per le verifiche in fase statica si riferisce alla combinazione A1+M1+R3, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tab. 6.2.I, 6.2.II già esposte in precedenza nonché di dei coefficienti di sicurezza (R3), riportati nella tabella 6.6.I definita nel già citato DM, ovvero :

Tabella 6.6.I – Coefficienti parziali per la resistenza di ancoraggi

	SIMBOLO	COEFFICIENTE PARZIALE
	γ_R	
Temporanei	$\gamma_{Ra,t}$	1.1
Permanenti	$\gamma_{Ra,p}$	1.2

Ne consegue dunque che le verifiche STR e GEO dei tiranti in fase statica possono essere effettuate entrambe rispetto alla combinazione A1-M1; conseguentemente, le verifiche in fase sismica, si effettuano rispetto alla combinazione 1-M1 (EQ STR), adottando come coefficienti parziali sulle resistenze geotecniche $\gamma_{Ra,p}$ (R3) e γ_S per quanto riguarda le resistenze strutturali.

Nell'ambito delle Analisi di seguito esposte, si è fatto riferimento nella fattispecie all'APPROCCIO 1, andando ad esaminare tutti gli stati limite ritenuti significativi per il caso delle opere in progetto, secondo quanto specificato al già citato prg "6.5.3.1.2 Paratie" del DM 14.01.08, ovvero:

- SLU di tipo geotecnico (GEO) e di tipo idraulico (UPL e HYD)

- Stabilità Locale: collasso per rotazione intorno a un punto dell'opera;
- sfilamento di uno o più ancoraggi, con i criteri di cui al prg 8.3.
- Stabilità Globale del complesso opera di sostegno-terrapieno a monte con i criteri di cui al prg 8.5;

- SLU di tipo strutturale (STR)

- raggiungimento della resistenza in uno o più ancoraggi;
- raggiungimento della resistenza strutturale della paratia,

Si è infine proceduto con una verifica nei riguardi degli Stati Limite di Esercizio (SLE), andando a controllare il tasso d lavoro dei materiali/fessurazione per le strutture in calcestruzzo, nonché ad una stima delle deformazioni dell'opera e dei cedimenti del piano limite a tergo.

8.2 VERIFICHE GEOTECNICHE DI STABILITA' LOCALE

Con riferimento alle verifiche geotecniche di Stabilità locale delle opere di sostegno in progetto, il coefficiente di sicurezza nei riguardi di un'eventuale moto rigido dell'opera viene espresso nelle analisi effettuate, in termini di "lunghezza di infissione" della paratia, secondo quanto di seguito esposto:

FS Infissione(Equilibrio Limite): Coefficiente di Sicurezza desunto dall'analisi all'equilibrio limite

$$FS = \frac{\text{Lunghezza di infissione della paratia}}{\text{Max. lunghezza di infissione richiesta}} \quad (11)$$

dove per massima infissione richiesta si intende la lunghezza maggiore calcolata imponendo $FS = 1$ nelle 2 equazioni seguenti :

1) FS alla traslazione:

$$FS = \frac{\text{Risultante delle forze resistenti}}{\text{Risultante delle forze instabilizzanti}}$$

2) FS alla rotazione:

$$FS = \frac{\text{Momento della risultante delle forze resistenti}}{\text{Momento della risultante delle forze instabilizzanti}}$$

Ulteriori indicatori di riferimento per le verifiche SLU GEO, rappresentativi dell'impegno delle resistenza del terreno nei riguardi della stabilità locale, sono i seguenti :

Passiva/Vera: Rapporto tra la spinta passiva disponibile e quella effettivamente mobilitata a valle.

Vera/Attiva: Rapporto tra la Spinta di monte e la Spinta Attiva; un valore unitario di tale coefficiente, è rappresentativo del fatto che la paratia ha subito deformazioni tali che la spinta di monte si è ridotta fino al valore di spinta attiva, mentre valori superiori all'unità indicano una condizione di spinta a monte intermedia tra le condizioni a riposo e quelle di stato limite attivo

I risultati ottenuti sono riportati in dettaglio nei paragrafi specifici dedicati ai vari casi di calcolo esaminanti, oltre che nei tabulati relativi di calcolo.

8.3 VERIFICA DEI TIRANTI

La verifica a sfilamento della fondazione dell'ancoraggio si esegue confrontando la massima azione di progetto Pd, con la resistenza di progetto **R_{ad}**, determinata applicando alla resistenza caratteristica **R_{ak}** i fattori parziali di cui alla precedente tabella 6.6.I.

La resistenza caratteristica, può essere ottenuta a sua volta applicando ai valori medio e minimo delle resistenze R_{a,c} stimati con metodi di calcolo analitici, dai valori caratteristici dei parametri geotecnici del terreno, dedotti dai risultati di prove in sito e/o di laboratorio, attraverso le seguenti espressioni :

$$R_{ak} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{a,c})_{\text{medio}}}{\xi_{a3}}; \frac{(R_{a,c})_{\text{min}}}{\xi_{a4}} \right\}. \quad (6.2.13)$$

Tabella 6.6.III: Fattori di correlazione per derivare la resistenza caratteristica dalle prove geotecniche, in funzione del numero n di profili di indagine.

numero di profili di indagine	1	2	3	4	≥5
ξ_{a3}	1,80	1,75	1,70	1,65	1,60
ξ_{a4}	1,80	1,70	1,65	1,60	1,55

In definitiva risulta dunque, in generale :

$$\mathbf{R_{ad}} = R_{a,c} / (\xi \times \gamma_R) > P_d$$

Riguardo infine il dimensionamento strutturale dei tiranti, con riferimento alle sollecitazioni massime ottenute nelle combinazioni STR, dovrà risultare analogamente:

$$\mathbf{R_{ad}^{STR}} = R_k / \gamma_s > P_d$$

dove:

R_k : è la resistenza caratteristica della sezione di acciaio costituente il tirante

γ_s : coefficiente parziale sulla resistenza dell'acciaio costituente i tiranti.

8.3.1 Bulbo di ancoraggio

Di seguito si riportano maggiori indicazioni riguardanti la valutazione della resistenza di progetto della fondazione dei tiranti (tratto attivo) e del coefficiente di sicurezza minimo a sfilamento, in relazione a quanto già specificato al precedente paragrafo.

I bulbi di ancoraggio dei tiranti saranno eseguiti con iniezione di malta cementizia ed additivi ad alta pressione, con il metodo I.R.S. (Iniezioni Ripetute e Selettive) attraverso valvole poste ad interasse di circa 1.0 m.

In considerazione delle caratteristiche tecnologiche e della natura dei terreni si valutano le tensioni "caratteristiche" di adesione laterale limite fondazione-terreno α_{lim} , riferite al diametro nominale di perforazione, in accordo a quanto suggerito dalla esperienza di Bustamante e Doix, risultando dunque:

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 29 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	---------------------------

$$FS = \frac{Rac}{\gamma_R \xi} = \frac{\pi D_p \alpha \tau_{limd} L_a}{\gamma_R \xi P_d} \geq 1.00$$

dove:

α è un coefficiente amplificativo del diametro di perforazione dei tiranti desumibile dalla bibliografia; in particolare a quanto indicato nella successiva tabelle, si è posto nel caso in esame $\alpha = 1.2$, considerando che le fondazioni dei tiranti si attestano nella zona di substrato superficiale.

Terreno	Valori di α		Quantità minima di miscela consigliata
	IRS	IGU	
Ghiaia	1,8	1,3 - 1,4	1,5 V_s
Ghiaia sabbiosa	1,6 - 1,8	1,2 - 1,4	1,5 V_s
Sabbia ghiaiosa	1,5 - 1,6	1,2 - 1,3	1,5 V_s
Sabbia grossa	1,4 - 1,5	1,1 - 1,2	1,5 V_s
Sabbia media	1,4 - 1,5	1,1 - 1,2	1,5 V_s
Sabbia fine	1,4 - 1,5	1,1 - 1,2	1,5 V_s
Sabbia limosa	1,4 - 1,5	1,1 - 1,2	IRS: (1,5 - 2) V_s ; IGU: 1,5 V_s
Limo	1,4 - 1,6	1,1 - 1,2	IRS: 2 V_s ; IGU: 1,5 V_s
Argilla	1,8 - 2,0	1,2	IRS: (2,5 - 3) V_s ; IGU: (1,5-2) V_s
Marne	1,8	1,1 - 1,2	(1,5 - 2) V_s per strati compatti
Calcari marnosi	1,8	1,1 - 1,2	(2 - 6) V_s o più per strati fratturati
Calcari alterati o fratturati	1,8	1,1 - 1,2	
Roccia alterata e/o fratturata	1,2	1,1	(1,1-1,5) V_s per strati poco fratturati 2 V_s o più per strati fratturati

Tab. 13. 12. Valori del coefficiente α (eq. 13. 21); $V_s = L_s \cdot \frac{\pi d_s^2}{4}$

τ_{lim} è la tensione caratteristica di adesione laterale limite fondazione-terreno

Per la valutazione di τ_{lim} si è fatto riferimento alle espressioni suggerite da con [Burland, 1973], [Reese & O'Neill, 1988], [Chen & Kulhawy, 1994] e [O'Neill & Hassan, 1994], per terreni a comportamento prevalentemente "incoerente", ovvero

$$\tau_{usi} = \beta_i \sigma'_{v0i} \leq \tau_{usi,max}$$

dove:

β_i è un coefficiente empirico per lo strato i-esimo

σ'_{v0i} è la pressione verticale efficace media geostatica nello strato i-esimo calcolata a partire dal p.c.

$\tau_{usi,max}$ è la tensione tangenziale ultima massima attribuibile allo strato i-esimo

In accordo con [Reese & O'Neill, 1988] e [O'Neill & Hassan, 1994] (cfr. Jamiolkowski, 2000) al coefficiente empirico β possono essere assegnati i seguenti valori:

$$1.20 \geq \beta = 2.0 - 0.15 z^{0.75} \geq 0.25 \quad \text{per i depositi ghiaiosi}$$

$$1.20 \geq \beta = 1.5 - 0.42 z^{0.34} \geq 0.25 \quad \text{per i depositi sabbiosi}$$

dove z è la profondità a partire dal p.c..

Per il caso in esame, applicando le precedenti espressioni, si è ottenuto quanto di seguito riportato:

$$\sigma'_v = 200 \text{ Kpa} \quad (\text{tensione efficace media lungo il bulbo})$$

$$\beta = 1.156 \text{ ghiaiosi}$$

$$\beta = 1.081 \text{ sabbiosi}$$

$$\beta_{\text{progetto}} = 1.1$$

$$\tau_{\text{lim}} = 220 \text{ KPa}$$

ovvero

$$\tau_{\text{lim progetto}} = 200 \text{ KPa}$$

L_a è la lunghezza attiva

D_p è il diametro di perforazione

P_d è lo sforzo di progetto allo stato limite ultimo

$$\gamma_R = 1.2 \quad (\text{tiranti definitivi})$$

ξ = coefficiente di correlazione resistenza geotecnica dei terreni, posto nel caso in esame pari ad 1.7 (ξ_{a3})

8.3.2 Acciaio di armatura

In condizioni ultime, lo sforzo massimo di trazione di calcolo P_d ricavato dall'analisi, deve risultare non maggiore dello sforzo di snervamento di progetto dei tiranti N_{yd} ottenuto moltiplicando l'area totale A_t della sezione resistente per la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio $f_{p(1)k}$, fattorizzata con il coefficiente parziale $\gamma_s = 1.15$, ovvero :

$$F_s = \frac{f_{p(1)k} A n_{tr}}{1.15 \cdot P_d} \geq 1.00$$

dove:

$f_{p(1)k}$ è la trazione caratteristica dell'acciaio dei trefoli, all'1% di deformazione totale

A è l'area di ciascun trefolo

n_{tr} è il numero di trefoli per tirante

8.4 VERIFICHE STRUTTURE IN C.A.

8.4.1 Verifica SLE

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:

8.4.2 Verifiche delle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente" adottando come limiti di riferimento, quelli di seguito indicati, in accordo alle prescrizioni della normativa vigente:

Per il caso in esame risulta in particolare :

CALCESTRUZZO

$$\sigma_{\text{cmax QP}} = (0,45 f_{ck}) = \mathbf{14.94} \text{ MPa} \quad \text{(Combinazione di Carico Quasi Permanente)}$$

$$\sigma_{\text{cmax R}} = (0,60 f_{ck}) = \mathbf{19.92} \text{ MPa} \quad \text{(Combinazione di Carico Caratteristica - Rara)}$$

ACCIAIO

$$\sigma_{\text{fmax}} = (0,80 f_{yk}) = \mathbf{360} \text{ MPa} \quad \text{Combinazione di Carico Caratteristica(Rara)}$$

8.4.3 Verifiche a fessurazione

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico frequente e combinazione quasi permanente. Essendo la struttura a contatto col terreno si considerano condizioni ambientali aggressive; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV]

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 32 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	---------------------------

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente:

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azione	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	wd	Stato limite	wd
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto Aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Risultando in particolare: :

$w_1 = 0.2 \text{ mm}$ $w_2 = 0.3 \text{ mm}$ $w_3 = 0.4 \text{ mm}$

Nel caso in esame si ha:

Condizioni Ambientali : aggressive

Armature : Poco Sensibili

Conseguentemente dovrà risultare:

Combinazione Quasi permanente : $w \leq 0.2 \text{ mm}$

Combinazione Frequente : $w \leq 0.3 \text{ mm}$

Riguardo infine il valore di calcolo dell'ampiezza delle fessure da confrontare con i valori limite fissati dalla norma, si è utilizzata la procedura del D.M. 9 gennaio 1996, in accordo a quanto previsto al punto " C4.1.2.2.4.6 Verifica allo stato limite di fessurazione" della Circolare n.617/09.

8.4.4 Verifiche allo SLU

8.4.4.1 Pressoflessione

La determinazione della capacità resistente a flessione/pressoflessione della generica sezione, viene effettuata con i criteri di cui al punto 4.1.2.1.2.4 delle NTC08, secondo quanto riportato schematicamente nelle figure seguito, tenendo conto dei valori delle resistenze e deformazioni di calcolo riportate al paragrafo dedicato alle caratteristiche dei materiali:

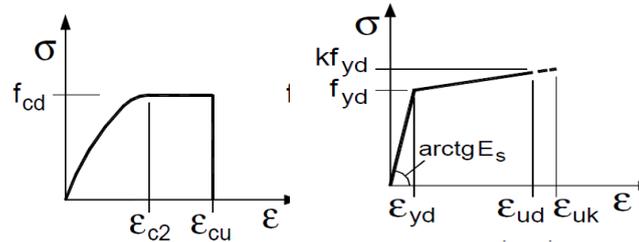
2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

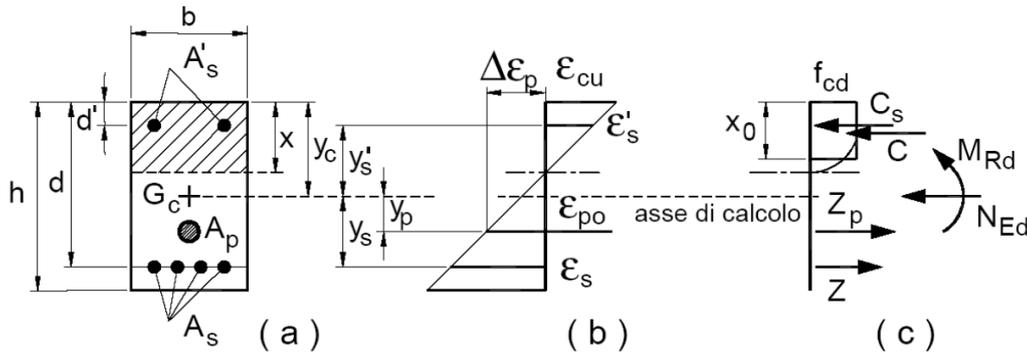
OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0600	REL	01	B	33 di 169



Legami costitutivi Calcestruzzo ed Acciaio -



Schema di riferimento per la valutazione della capacità resistente a pressoflessione generica sezione -

La verifica consisterà nel controllare il soddisfacimento della seguente condizione:

$$M_{Rd} = M_{Rd}(N_{Ed}) \geq M_{Ed}$$

dove

M_{Rd} è il valore di calcolo del momento resistente corrispondente a N_{Ed} ;

N_{Ed} è il valore di calcolo della componente assiale (sforzo normale) dell'azione;

M_{Ed} è il valore di calcolo della componente flettente dell'azione.

8.4.4.2 Taglio

La resistenza a taglio V_{Rd} della membratura priva di armatura specifica risulta pari a:

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

Dove:

- $v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$;
- $k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$;
- $\rho_1 = A_{sw}/(b_w \cdot d)$
- d = altezza utile per piedritti soletta superiore ed inferiore;
- $b_w = 1000$ mm larghezza utile della sezione ai fini del taglio.

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 34 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	---------------------------

In presenza di armatura, invece, la resistenza a taglio V_{Rd} è il minimo tra la resistenza a taglio trazione V_{Rsd} e la resistenza a taglio compressione V_{Rcd}

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{(\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \theta)}{(1 + \operatorname{ctg}^2 \theta)}$$

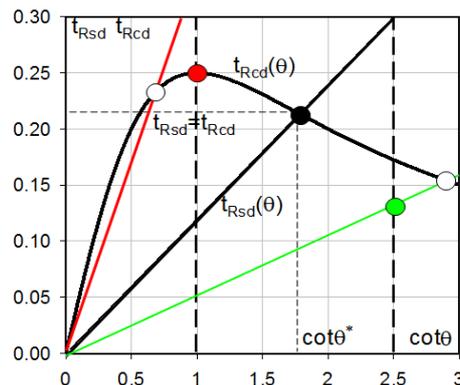
Essendo:

$$1 \leq \operatorname{ctg} \theta \leq 2,5$$

Per quanto riguarda in particolare le verifiche a taglio per elementi armati a taglio, si è fatto riferimento al metodo del traliccio ad inclinazione variabile, in accordo a quanto prescritto al punto 4.1.2.1.3 delle NTC08, considerando ai fini delle verifiche, un angolo θ di inclinazione delle bielle compresse del traliccio resistente tale da rispettare la condizione.

$$1 \leq \operatorname{ctg} \theta \leq 2,5$$

$$45^\circ \geq \theta \geq 21,8^\circ$$



L'angolo effettivo di inclinazione delle bielle (θ) assunto nelle verifiche è stato in particolare valutato, nell'ambito di un problema di verifica, tenendo conto di quanto di seguito indicato :

$$\operatorname{cot} \theta^* = \sqrt{\frac{v \cdot \alpha_c}{\omega_{sw}} - 1}$$

(θ^* angolo di inclinazione delle bielle cui corrisponde la crisi contemporanea di bielle compresse ed armature)

dove

$$v = f'_{cd} / f_{cd} = 0.5$$

f'_{cd} = resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima

f_{cd} = resistenza a compressione di calcolo del calcestruzzo d'anima

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag.diPag. 35 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------

α_c	coefficiente maggiorativo pari a	1	per membrature non compresse
		$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$
		1,25	per $0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$
		$2,5(1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$	per $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

ω_{sw} : Percentuale meccanica di armatura trasversale.

$$\omega_{sw} = \frac{A_{sw} f_{yd}}{b s f_{cd}}$$

- Se la $\cot\theta^*$ è compresa nell'intervallo (1,0-2,5) è possibile valutare il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rcd}=V_{Rsd})$
- Se la $\cot\theta^*$ è maggiore di 2,5 la crisi è da attribuirsi all'armatura trasversale e il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rsd})$ coincide con il massimo taglio sopportato dalle armature trasversali valutabile per una $\cot\theta = 2,5$.
- Se la $\cot\theta^*$ è minore di 1,0 la crisi è da attribuirsi alle bielle compresse e taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rcd})$ coincide con il massimo taglio sopportato dalle bielle di calcestruzzo valutabile per una $\cot\theta = 1,0$.

8.5 VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE

Nel presente paragrafo sono illustrati i criteri generali seguiti per l'effettuazione delle Verifiche di Stabilità Globale del complesso opera di sostegno-terrapieno, i cui risultati sono esposti al successivo paragrafo 10.8

8.5.1 Richiami teorici ed impostazione delle analisi

Per la analisi di stabilità globale presentate nel presente documento, si è fatto riferimento ai metodi dell'equilibrio limite, messi a punto da diversi autori tra cui, Fellenius, Bishop, Janbu, Morgestern-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:

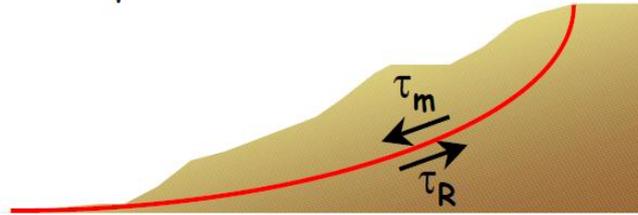
2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

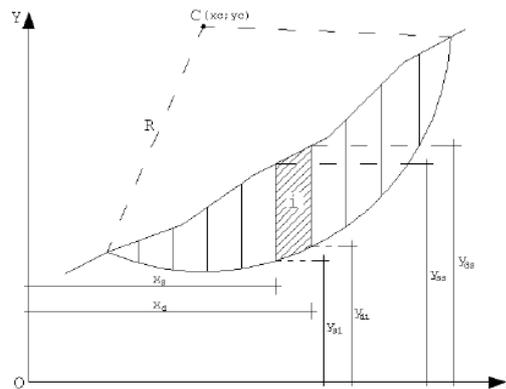
Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0600	REL	01	B	36 di 169

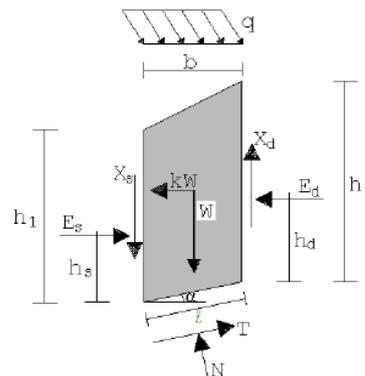


$$FS = \frac{\int_S \tau_{rott}}{\int_S \tau_{mob}}$$

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



Il sistema di riferimento assunto è riportato in figura.



Come anticipato, in linea generale, gran parte dei metodi di equilibrio limite, considerano superfici di scivolamento di forma circolare, a parte qualche caso come quello messo a punto da **Morgestern e Price** che consente di effettuare le verifiche anche a superfici di forma generica.

Per tale ragione, avendo previsto per il caso in studio di effettuare la valutazione dei coefficienti di sicurezza disponibili anche rispetto a superfici di forma generica, si è previsto di impiegare il suddetto metodo, di cui nel seguito si riportano alcuni richiami della relativa impostazione teorica.

La valutazione dei coefficienti di sicurezza, come evidenziato dai risultati delle analisi esposte nel seguito, è stata effettuata in particolare rispetto a famiglie di superfici potenziali di rottura disegnate in maniera tale da non intersecare la paratia ed i tiranti, escludendo quindi ai fini della stabilità la resistenza al taglio della paratia e dei tiranti ed il contributo stabilizzante per effetto del pretiro applicato.

8.5.2 Il metodo di Morgenstern e Price

La principale ipotesi del metodo di Morgenstern-Price è quella di considerare nota la forma della funzione che lega le forze di interstriscia tangenziali X con le forze normali E .

In particolare la suddetta relazione si esprime come

$$X = \lambda f(x) E$$

dove λ è una costante scalare incognita ed $f(x)$ è una funzione di inclinazione definibile dall'Utente con la limitazione $|f(x)| \leq 1$.

Questo metodo consente l'analisi di stabilità per qualsiasi forma della superficie di rottura.

Supponendo che la linea di rottura abbia equazione $y = y(x)$ e la linea delle forze abbia equazione

$y = y_t(x)$ il coefficiente di sicurezza nel metodo di Morgenstern-Price si ottiene risolvendo il sistema di equazioni differenziali che esprimono l'equilibrio alla traslazione e quello alla rotazione.

Lo stesso Morgenstern ammette che la risoluzione di queste equazioni differenziali è tutt'altro che agevole, e suggerisce di linearizzare il problema in modo

la superficie di rottura ha sulla striscia un'espressione del tipo $y = Ax + B$

la funzione $f(x)$ ha sulla striscia un'espressione del tipo $f(x) = kx + m$

la funzione peso ha sulla striscia un'espressione del tipo $\frac{dW}{dx} = px + q$

Con queste assunzioni le equazioni differenziali risolutive possono esprimersi nella seguente forma:

$$\frac{dE}{dx}(Kx + L) + KE = Nx + P$$

$$X = \frac{dE}{dx}y - \frac{d}{dx}(Ey_i)$$

le cui condizioni al contorno sono:

$$E(x) = E_a \quad \text{quando } x = x_0$$

$$E(x) = E_b \quad \text{quando } x = x_n$$

$$M = E(y - y_i) = \int_{x_0}^{x_n} \left(X - E \frac{dy}{dx} \right) dx = 0$$

I termini del sistema sono dati da:

$$K = \lambda k \left(\frac{\tan \phi}{F} + A \right)$$

$$L = \lambda m \left(\frac{\tan \phi}{F} + A \right) + A \frac{\tan \phi}{F} - 1$$

$$N = p \left[A + \frac{\tan \phi}{F} - r_u (1 + A^2) \frac{\tan \phi}{F} \right]$$

$$P = q \left[A + \frac{\tan \phi}{F} - r_u (1 + A^2) \frac{\tan \phi}{F} \right] + \frac{c}{F} [1 + A^2]$$

Inoltre il termine r_u è il coefficiente adimensionale che tiene conto della pressione neutra ed è definito dalla relazione: $r_u = u_w/W_b$.

Lo schema iterativo che permette di determinare il coefficiente di sicurezza è il seguente:

si assegnano due valori ad F ed a λ ;

si calcolano M_i ed E_i dalle equazioni riportate;

si calcolano $\delta\lambda$ e δF ;

si incrementano $\lambda = \lambda + \delta\lambda$ ed $F = F + \delta F$;

si controlla la convergenza nel qual caso si ferma l'iterazione altrimenti si torna al punto 2.

dove gli incrementi per λ ed F sono espressi da:

Per la determinazione degli incrementi si ricorre al procedimento di Newton-Rapshon a due variabili:

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 39 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	---------------------------

$$\delta\lambda = \frac{M_n \frac{dE_n}{dF} - E_n \frac{dM_n}{dF}}{\frac{dE_n}{d\lambda} \frac{dM_n}{dF} - \frac{dM_n}{d\lambda} \frac{dE_n}{dF}}$$

$$\delta F = \frac{E_n \frac{dM_n}{dF} - M_n \frac{dE_n}{dF}}{\frac{dE_n}{d\lambda} \frac{dM_n}{dF} - \frac{dM_n}{d\lambda} \frac{dE_n}{dF}}$$

dove M_n ed E_n sono i valori di M ed E all'ultima striscia.

8.5.3 Prescrizioni del DM 14-01-08

Il DM 14.01.08 affronta il tema della Stabilità Globale distinguendo il caso dei Pendii Naturali da quello delle opere in terra in materiali sciolti e fronti di scavo, 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 è ritenuto di dover adottare, nelle verifiche nel seguito esposte, i criteri suggeriti dalla norma per il caso dei "Fronti di Scavo e rilevati"; nel seguito si riportano dunque, per maggiore chiarezza espositiva, le specifiche normative a riguardo, ed a seguire, i risultati delle verifiche effettuate con riferimento a diversi casi di calcolo di paratie di sostegno esaminati ai paragrafi precedenti.

8.5.3.1 Stabilità di opere di materiali sciolti e fronti di scavo

Il punto 6.8 delle NTC 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.

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

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

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

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

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coazione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_r	1,0	1,0

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

Secondo la normativa quindi i parametri di resistenza del terreno devono essere abbattuti a mezzo dei coefficienti parziali M2, risultando pertanto

$$c'_d = c' / 1.25;$$

$$\varphi'_d = \arctan (1 / 1.25 \cdot \tan \varphi').$$

Il coefficiente di sicurezza F_s minimo da garantire in questo caso è pari ad 1.1 (γ_R).

8.5.4 Verifiche in fase sismica

Per ciò che concerne le verifiche in condizioni sismiche, la normativa fornisce al punto 7.11.3.5 indicazioni circa le azioni aggiuntive da considerare nell'ambito delle verifiche di Stabilità di Pendii in occasione di eventi sismici; nella fattispecie, si specifica che L'analisi delle condizioni di stabilità dei pendii in condizioni sismiche può essere eseguita mediante metodi pseudostatici, metodi degli spostamenti e metodi di analisi dinamica.

Nei metodi pseudostatici, di riferimento per le analisi espote nel seguito del documento, l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile. Tale forza dipende dalle caratteristiche del moto sismico atteso nel volume di terreno potenzialmente instabile e dalla capacità di tale volume di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza.

Nelle verifiche allo stato limite ultimo, in mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale di tali forze possono esprimersi come:

$$F_h = k_h \times W \quad (\text{azione sismica orizzontale})$$

$$F_v = k_v \times W \quad (\text{azione sismica verticale})$$

Per quanto riguarda invece il caso dei **Fronti di Scavo e Rilevati**, di riferimento per le analisi espote nel presente documento, al punto 7.11.4 "Fronti di Scavo e Rilevati", si specifica che Il comportamento in condizioni sismiche dei fronti di scavo e dei rilevati può essere analizzato con gli stessi metodi impiegati per i pendii naturali. Nelle verifiche di sicurezza si deve controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni impiegando i coefficienti parziali di cui al § 7.11.1

Riguardo i valori dei coefficienti sismici k_h e k_v , si ritiene in questo caso di dover adottare i valori già definiti in precedenza nell'ambito del paragrafo 7.1.2

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord****OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni**

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 41 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	---------------------------

dedicato alla valutazione degli effetti sismici per il dimensionamento delle paratie, trattandosi in questo caso di una verifica di stabilità di un fronte di scavo sostenuto da un'opera di sostegno, che pertanto condiziona la risposta sismica locale del volume di terreno immediatamente a monte della stessa.

7.11.1 REQUISITI NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE

Sotto l'effetto dell'azione sismica di progetto, definita al Cap. 3, le opere e i sistemi geotecnici devono rispettare gli stati limite ultimi e di esercizio definiti al § 3.2.1, con i requisiti di sicurezza indicati nel § 7.1.

Le verifiche agli stati limite ultimi devono essere effettuate ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e impiegando i parametri geotecnici e le resistenze di progetto, con i valori dei coefficienti parziali indicati nel Cap. 6.

La circolare applicativa n617 specifica ulteriormente al C7.11.4 che, *Le verifiche pseudostatiche di sicurezza dei fronti di scavo e dei rilevati si eseguono con la combinazione di coefficienti parziali di cui al § 6.8.2: (A2+M2+R2), utilizzando valori unitari per i coefficienti parziali A2 come specificato al § 7.11.1.*

In definitiva, per il caso dei Fronti di Scavo e Rilevati, anche in fase sismica, il coefficiente di sicurezza minimo prescritto dalla Normativa è pari ad $R_2=1.1$ (γ_R).

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord****OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni**

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag.diPag.
L073	212	E	17	OS0600	REL	01	B	42 di 169

9. ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

Per lo sviluppo delle analisi e verifiche esposte nel presente stati utilizzati i seguenti programmi di calcolo:

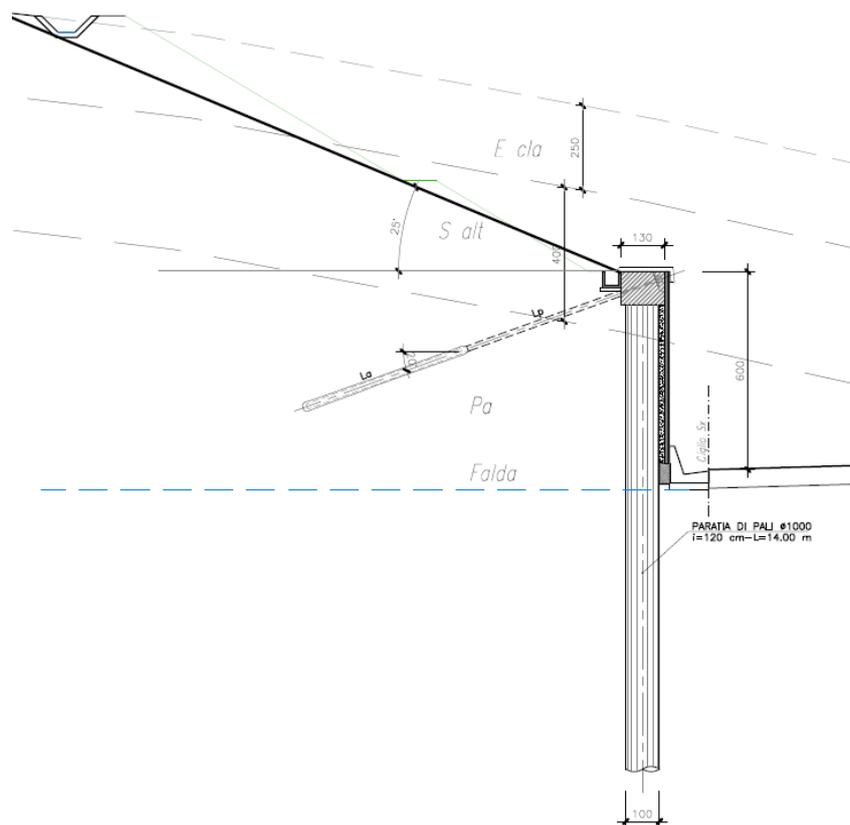
- “PARATIE Plus ver 12.0 ” (analisi sollecitazioni e deformazioni di paratie in condizioni piane metodo elasto-plastico) – prodotta della HarpaCeas s.r.l. di Milano, n° Licenza 1402 intestata a PROGIN SPA - CENTRO DIREZIONALE DI NAPOLI ISOLA F4 - 80143 NAPOLI.)
- “PresFle+ ver 5.15” (Verifiche di sezioni in cemento armato, prodotto e distribuito dalla Concrete srl, identificato nello specifico licenza n° 4552054 intestata a PROGIN SPA - CENTRO DIREZIONALE DI NAPOLI ISOLA F4 - 80143 NAPOLI.)

10. MODELLO DI CALCOLO: RISULTATI ANALISI E VERIFICHE

Nel seguito del presente paragrafo, si espongono, in sintesi, i risultati delle Analisi e Verifiche effettuate con riferimento al modello di calcolo dell'opera di cui al successivo paragrafo 9.1, ricostruito sulla scorta delle sezioni trasversali dell'opera, nonché tenendo conto di quanto riportato negli elaborati geotecnici di carattere generale.

10.1 MODELLO DI ANALISI

Nel seguito del presente paragrafo, si riporta la sezione trasversale tipo dell'opera in progetto con in evidenza le principali geometrie e la successione stratigrafica ricostruita in base al Profilo Geotecnico Generale ed il corrispondente modello implementato nel software di calcolo :



Sezione trasversale tipo dell'opera

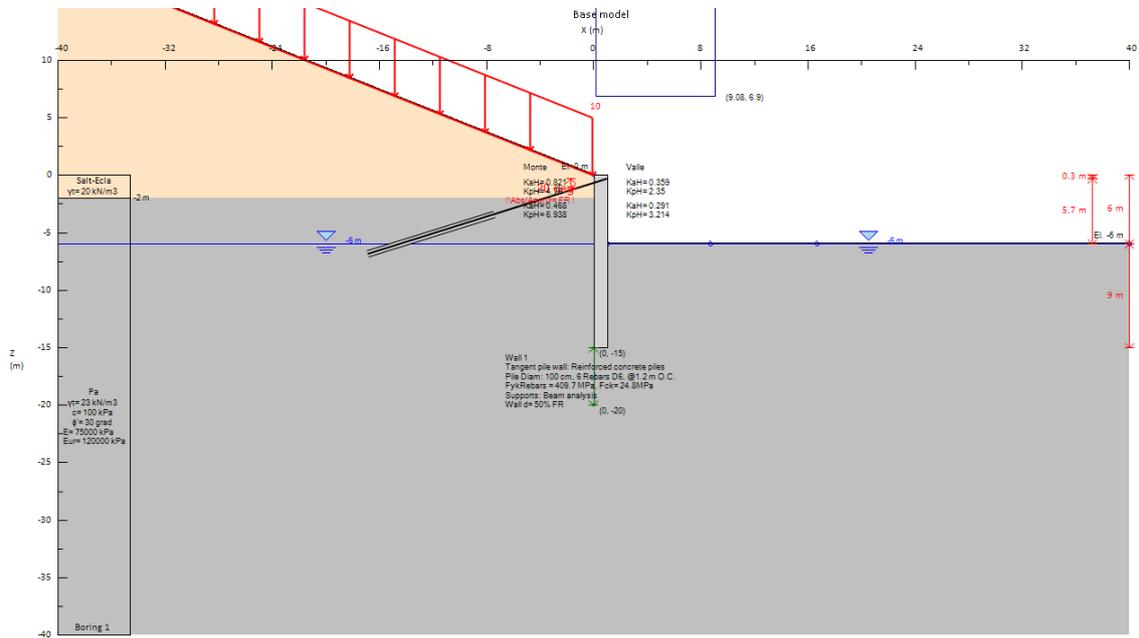
2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 44 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	---------------------------



Unità Geotecniche

Da 0 (testa cordolo) a -2m (Salt):

γ (KN/m ³)	c' (KPa)	φ °	E (MPa)
20.0	10.0	25.00	50

Da -2m a massime profondità di interesse (Pa):

γ (KN/m ³)	c' (KPa)	φ °	E (MPa)
23.0	100	30.00	75

Sezione di Calcolo – Modello Paratie Plus in Configurazione Finale

Ulteriori dettagli sulla modello implementato, sono riportati nelle specifiche sezioni dell'Allegato A

10.2 FASI DI SCAVO E CARICHI

Di seguito si riportano le fasi di calcolo analizzate in successione, nell'ambito delle analisi effettuate per la verifica dell'opera:

La quota di zero è posta coincidente con la testa paratia:

Stage 0. Esecuzione dei pali D=1000 mm, disposti con interasse longitudinale 1.2, simulata mediante setto in c.a. di spessore equivalente 0.78m, L=15m; Inizializzazione geostatica ed applicazione carico permanente su piano campagna (10KPa) per la simulazione dell'ulteriore rinterro previsto al di sopra del profilo del pendio considerato nel modello

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 45 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	---------------------------

- Stage 1. Scavo fino a quota -1.1m (Realizzazione cordolo di coronamento)
- Stage 2. Esecuzione Tirante a quota -0.3m
- Stage 3. Scavo fino a quota -7.00m (Realizzazione della sovrastruttura stradale e finiture dell'opera)
- Stage 4. Rinterro di sistemazione definitiva fino a quota -6,00m ed Applicazione Azione Sismica (Kh= 0.2 / Kv= -0.1)

Per ulteriori dettagli a riguardo, si rimanda alla specifica sezione contenente tutti i dati di input-output del modello di calcolo esaminato di cui alla specifica sezione in Allegato A del presente documento.

10.3 VERIFICHE GEOTECNICHE DI STABILITA' LOCALE

Nel seguito del presente paragrafo, si riportano in forma tabellare per le varie combinazioni esaminate, i risultati delle verifiche geotecniche di Stabilità Locale dell'opera, con l'esposizione degli indicatori maggiormente rappresentativi i a tal proposito:

RISULTATI DELLE VERIFICHE GEOTECNICHE DI STABILITA' LOCALE			
	FS infissione (eq. limite)	Passiva/Vera	Vera/Attiva
	(FS)	/	/
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	15.44	6.62	108.33
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	10.37	4.63	6.07
0: DM08_ITA: EQK - GEO	10.37	4.49	6.07
0: DM08_ITA: EQK - STR	10.37	6.48	98.24
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	15.44	6.62	108.33

Rimandando, per il significato dei vari indicatori, a quanto esposto in dettaglio nell'ambito del paragrafo riguardante i Criteri generali di Analisi, i risultati ottenuti evidenziano che tutte le verifiche risultano ampiamente soddisfatte.

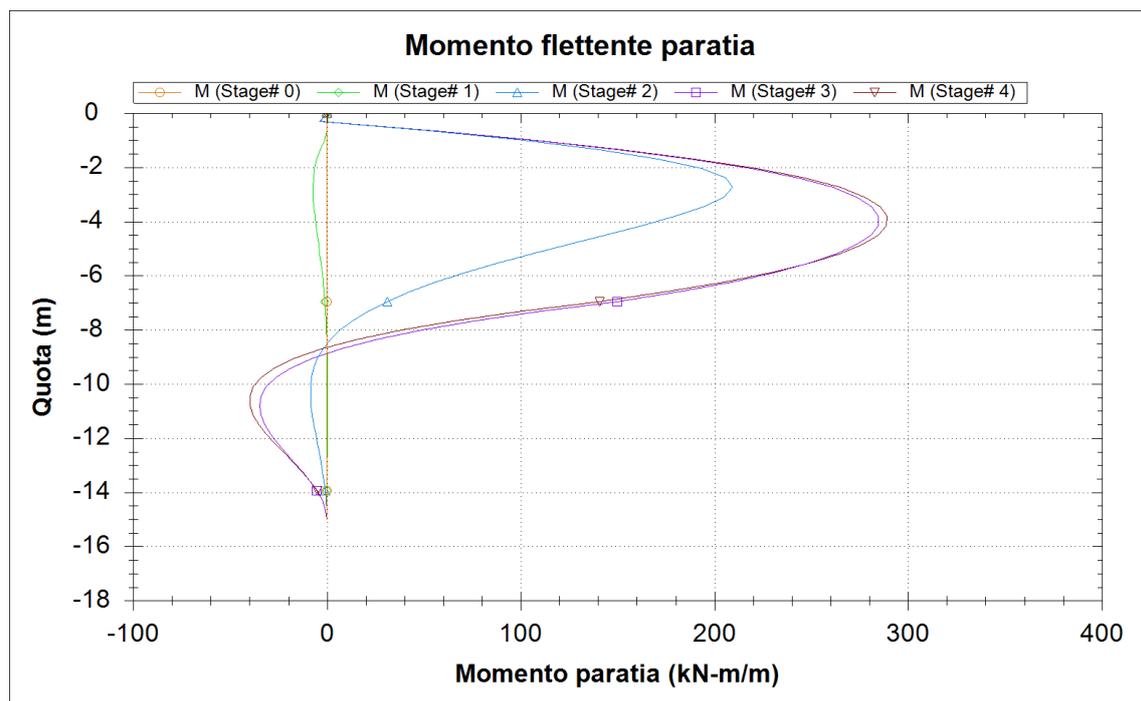
10.4 SOLLECITAZIONI, SFORZI E DEFORMAZIONI

Nel seguito del presente Paragrafo sono riportati, in forma grafica, i risultati delle sollecitazioni e degli sforzi di riferimento per la verifica dei pali, tiranti e cordolo di coronamento della paratia, con riferimento alle combinazioni di carico che, secondo le prescrizioni normative, vanno considerate per i vari casi; nello specifico, i grafici fanno riferimento alle seguenti combinazioni:

A1-M1-R1(R3): Verifica strutturale dei Pali, Tiranti e Cordolo

EQK – STR: Verifica strutturale dei Pali e Tiranti e travi di Contrasto in Fase sismica

SLE: Deformazioni massime della paratia, cedimenti piano limite, Carico di esercizio nei Tiranti, Verifiche tensionali e di fessurazione



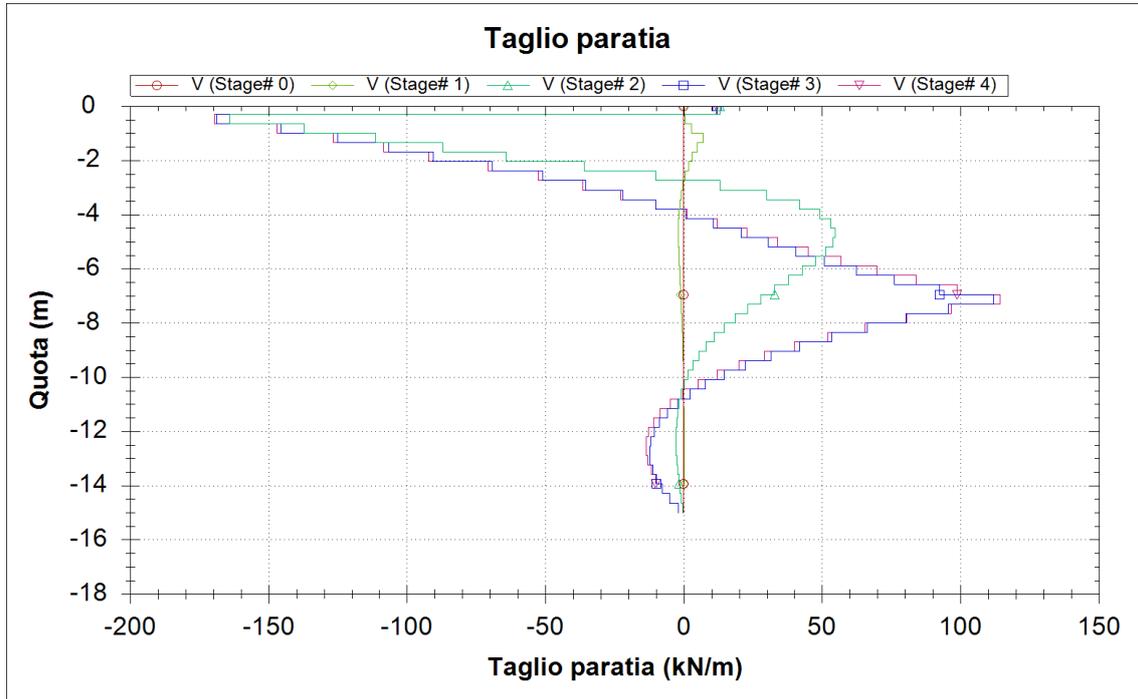
2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

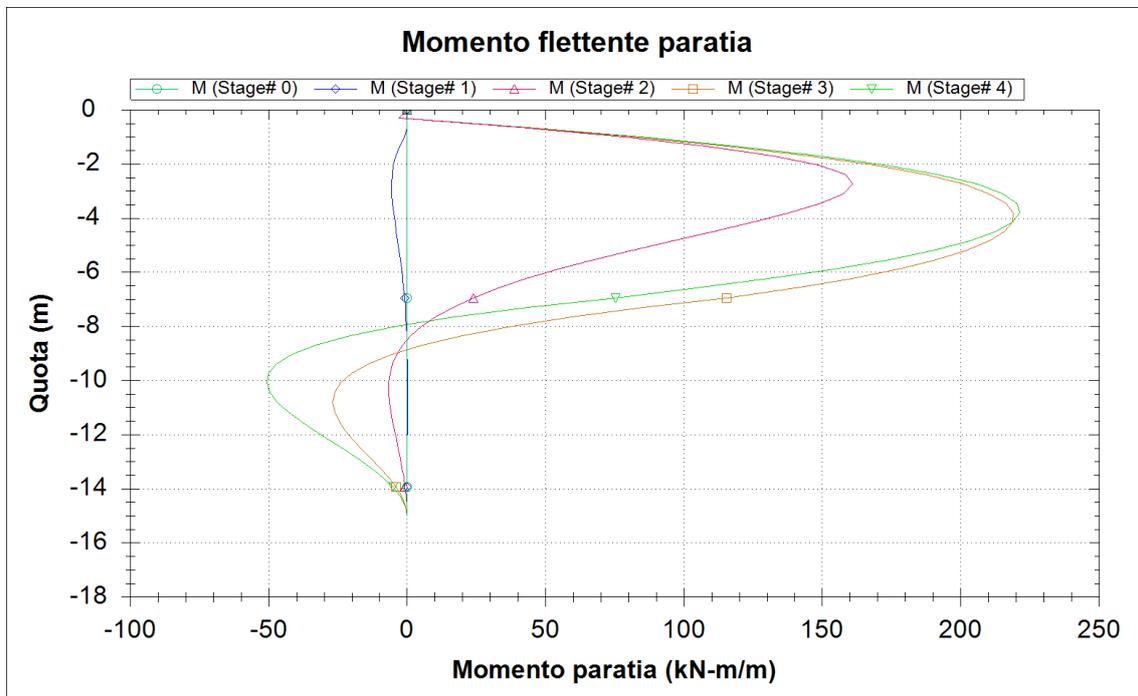
OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 47 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	---------------------------



A1-M1-R1 – Taglio



EQK – STR - Momento Flettente

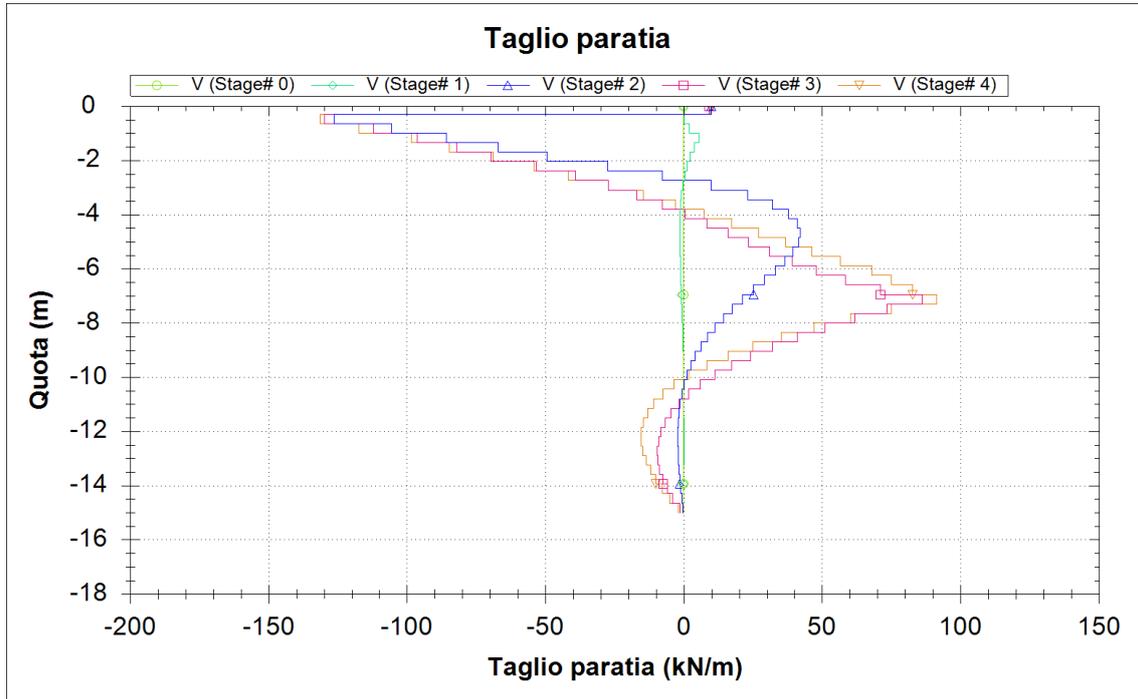
2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

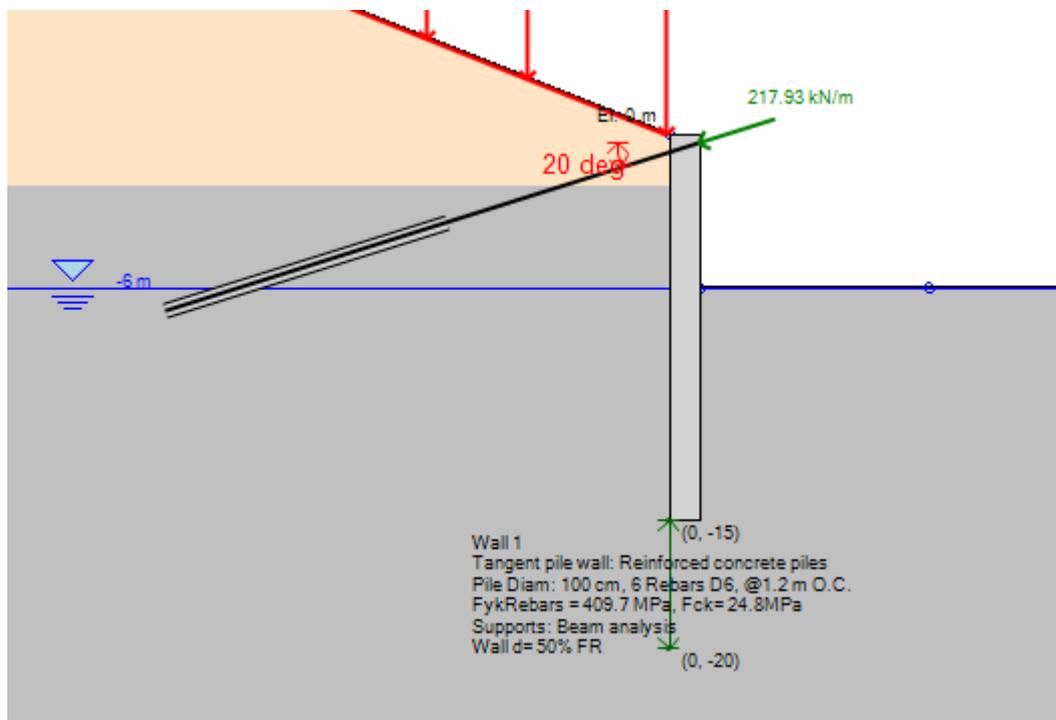
OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0600	REL	01	B	48 di 169



EQK – STR – Taglio



A1-M1-R3 – Sforzi nei Tiranti

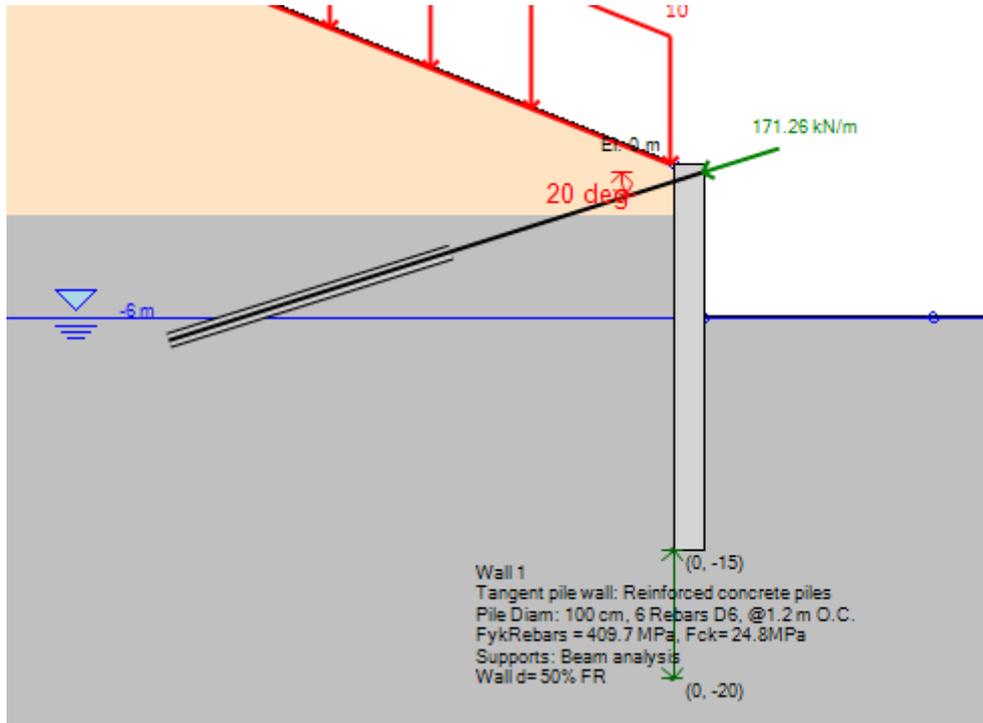
2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

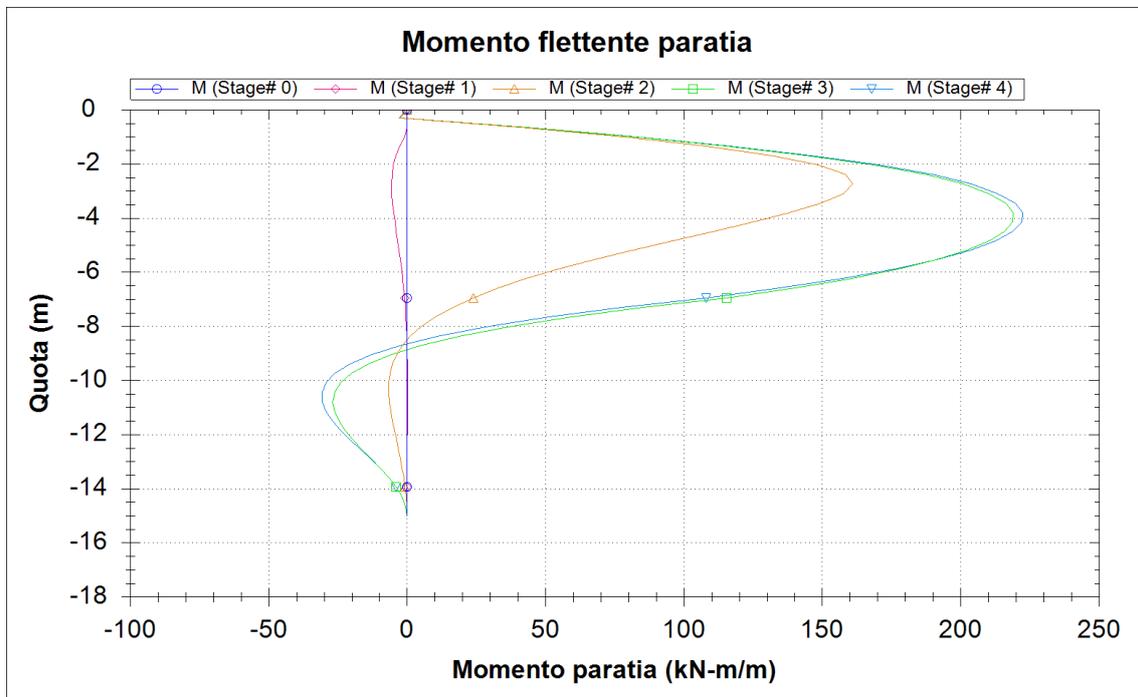
OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0600	REL	01	B	49 di 169



EQK – STR - Sforzi nei Tiranti



SLE - Momento Flettente

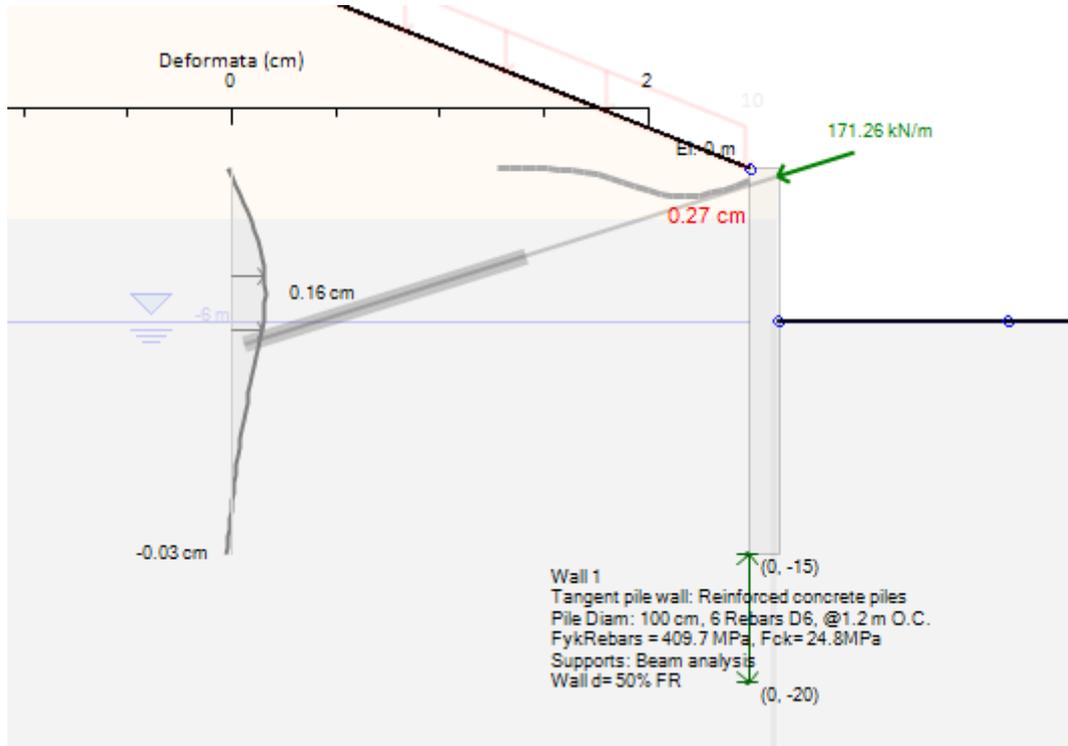
2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N.prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0600	REL	01	B	50 di 169



SLE - Sforzi nei Tiranti, Deformazioni e Cedimenti (Max Scavo)

	2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo								
	Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 51 di 169

10.5 VERIFICA DEI TIRANTI

Di seguito si riportano in forma tabellare, i risultati delle verifiche strutturali e geotecniche dei tiranti di ancoraggio :

Ordine	i(m)	β°	Lp(m)	La(m)	Ltot (m)	dp(m)	Nt (KN)	α	τ_{lim} (Kpa)	A_{tref} (mm ²)	n_{tref}	$f_{p(1)k}$ snervamento / limite elastico	γ_R	$\xi_{\alpha 3}$	γ_s	$\gamma_R \times \xi$
1	2.4	20	9	10	19	0.18	400	1.2	200	139	4	1670	1.2	1.7	1.15	2.04

Max STAT (A1+M1+R3) e SISM EQK M1+R1							SLE		
CARICHI PROGETTO		VERIFICA BULBI		VERIFICA TREFOLI					
Ordine	N_{MAX} (KN/m)	N_q^{SLU} (KN)	N_{rb} (KN)	FS	N_{yd}^{STR} (KN)	FS	N_{MAX} (KN/m)	N_q^{SLE} (KN)	N_c (KN)
1	218	523	665	1.27	807	1.54	168	403	483.8

$$FS = N_{rb}/N_q^{SLU} \quad FS = N_{yd}/N_q^{SLU}$$

$\gamma_R \times \xi_{\alpha 3}$ coefficiente parziale risultante per Verifica a sfilamento tiranti

γ_s coefficiente parziale sicurezza per verifica acciaio tiranti

Lp = Lunghezza passiva (tratto non iniettato) $n_{tref} = n^\circ$ trefoli per tirante

La = Lunghezza attiva (bulbo iniettato) $d_t =$ diametro trefoli

dp = diametro perforazione $A_{tref} =$ area trefoli

i(m) = interasse tiranti

$\beta^\circ =$ inclinazione tirante rispetto all'orizzontale

$\alpha^\circ =$ fattore amplificazione diametro di perforazione

$\tau_{lim} =$ tensione di aderenza limite caratteristica del bulbo

$N_{MAX} =$ Carico totale di progetto/m

$N_t =$ Precarico totale alla messa in opera.
(0,6 Nyd)

$N_q =$ Carico totale di progetto sul singolo tirante

$N_{rb} =$ Carico limite bulbo

$N_{yd}^{STR} =$ Carico rottura strutturale tirante

$N_c =$ Carico totale di collaudo ($1,2 N_q^{SLE}$)

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

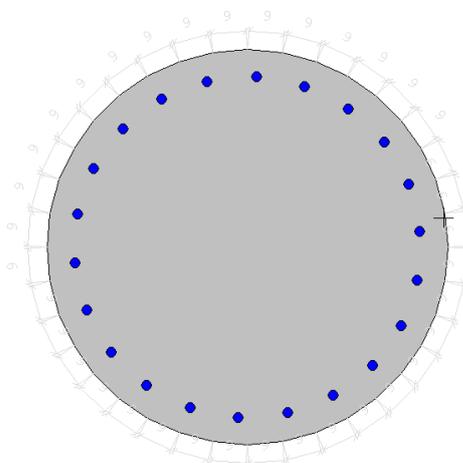
Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0600	REL	01	B	52 di 169

10.6 VERIFICA STRUTTURALE DEI PALI

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche a pressoflessione e taglio dei pali in c.a. previsti per la realizzazione della paratia in esame.

Si riportano preliminarmente le caratteristiche della sezione resistente considerata ai fini delle verifiche effettuate:

- CARATTERISTICHE SEZIONE RESISTENTE PALI D 1000 -



D =	100	cm	
i =	1.20	m	
Af l =	20 ϕ 20	armatura longitudinale	
Af t =	sp ϕ 8/20	armatura trasversale	
CLS =	32/40		

Si precisa che ai fini delle verifiche a taglio di cui nel seguito sono esposti i risultati, si è considerato di schematizzare la sezione effettiva del palo con una sezione rettangolare di area equivalente, avente nelle specifiche dimensioni 0.85x0.85m.

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 53 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	---------------------------

SLE		
Paratia	M	N
	kNm/m	KN/m
SLE	225	-

Palo	M	N	σ_c	σ_f	w
	kNm	KN	Mpa	Mpa	mm
SLE	270	80	4.7	145	-

SLU		
Paratia	M	T
	kNm/m	KN/m
SLU	295	170

Palo	M	N	T	Mrd	C.S. NM min	Trd * KN	C.S. T
	kNm	KN	KN	kNm			
SLU	354	80	204	985	2.78	460	2.25

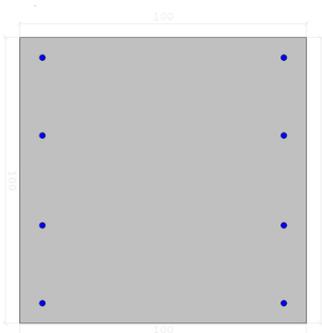
RISULTATI VERIFICHE A PRESSOFLESSIONE E TAGLIO SLU

I risultati delle verifiche effettuate, evidenziano che la sezione resistente prevista, soddisfa ampiamente i coefficienti di sicurezza minimi di normativa nei riguardi sia nei riguardi delle verifiche allo SLE che allo SLU.

10.7 VERIFICA STRUTTURALE DEL CORDOLO

Di seguito si riportano i risultati delle Verifiche a pressoflessione e Taglio del cordolo in c.a. previsti per la realizzazione della Paratia in esame.

Si riportano preliminarmente le caratteristiche della sezione resistente considerata ai fini delle verifiche effettuate:



CARATTERISTICHE SEZIONE RESISTENTE PALI D 1000

Al fine di tenere conto della sagomatura necessaria per alloggiare i tiranti si considera una sezione resistente con dimensioni 1.00 m x 1.00 m.

Tale sezione viene armata con 4Φ20 di parete per ogni lato e 4Φ14 sia sul lato superiore che sul lato inferiore. Per il calcolo cautelativamente vengono considerati solo 4Φ20 per lato.

SLE

 R tirante = **171.5** kN/m

Cordolo	M	N	σ_c	σ_f	w
	kNm	kN	MPa	MPa	mm
SLE	99	0	1.31	91.2	-

$$M = R x i^2 / 10$$

SLU

 R tirante = **218.0** kN/m

Cordolo	M	N	T	Mrd	C.S. NM min	Trd *	C.S. T
	kNm	kN	kN	kNm		kN	
SLU	126	0	314	440	3.49	544	1.73

$$M = R x i^2 / 10$$

$$T = 1.2 x R x i / 2$$

$$* \theta = 21.8$$

I risultati delle verifiche effettuate, evidenziano che la sezione resistente prevista, soddisfa ampiamente i coefficienti di sicurezza minimi di normativa nei riguardi sia nei riguardi delle verifiche allo SLE che allo SLU.

10.8 RISULTATI ANALISI DI STABILITA' GLOBALE

Di seguito si riportano in forma grafica, i risultati delle verifiche di stabilità Globale del complesso opera di sostegno-terrapieno a monte, eseguite nelle due condizioni statica e sismica rispetto alle combinazioni GEO, con in evidenza la superficie critica di potenziale scivolamento determinata ed il relativo coefficiente di sicurezza ottenuto;

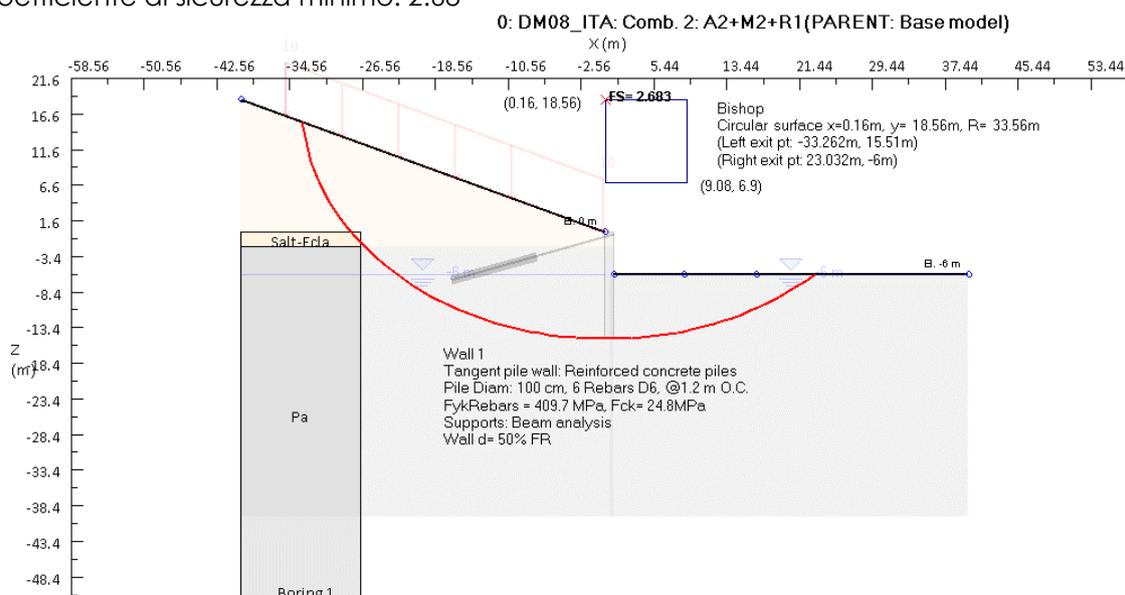
Si evidenzia infine che la forma delle superfici di potenziale scivolamento indagate, sono del tipo misti lineo, ovvero circolari nella zona a cavallo dell'opera e parallele

all'andamento delle superfici di rottura tipiche del cuneo di spinta attiva, nella zona terminale di chiusura a monte.

I risultati ottenuti evidenziano che i coefficienti di sicurezza sono ampiamente superiori a valori minimi prescritti dalla normativa (1.1)

10.8.1 Condizione statica

Coefficiente di sicurezza minimo: 2.68



10.8.2 Condizione sismica

Coefficiente di sicurezza minimo: 1.79

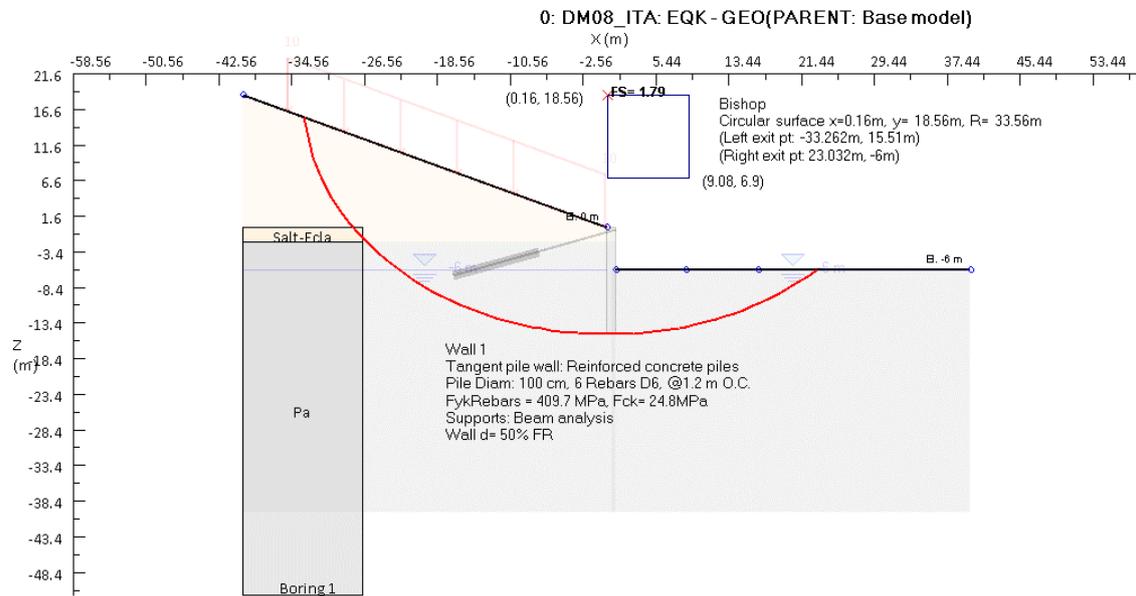
2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0600	REL	01	B	56 di 169





2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 57 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	---------------------------

ALLEGATO A

TABULATI DI CALCOLO PARATIE PLUS

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 58 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	---------------------------

SISTEMI DI RIFERIMENTO E CONVENZIONI Le coordinate, i carichi, i cedimenti, le reazioni vincolari e gli spostamenti dei NODI sono riferiti ad una terna destra cartesiana globale con l'asse Z verticale rivolto verso l'alto e l'asse Y verso destra.

ELEMENTO TRUSS

1. FORCE : FORZA NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ
2. STRESS : SFORZO

ELEMENTO BEAM (vedi figura 11-1)

1. VA : TAGLIO AL PRIMO ESTREMO
2. VB : TAGLIO AL SECONDO ESTREMO
3. MA : MOMENTO AL PRIMO ESTREMO
4. MB : MOMENTO AL SECONDO ESTREMO
(tutti per unità di profondità)

ELEMENTO ELPL (MOLLA ELASTOPLASTICA)

1. FORCE : FORZA NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ
2. PLASTIC: DEFORMAZIONE PLASTICA

ELEMENTO WIRE (TIRANTE)

1. FORCE : FORZA NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ

ELEMENTO CELAS (MOLLA ELASTICA)

1. FORCE : FORZA NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ
2. MOMENT : MOMENTO NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ

ELEMENTO SLAB (SOLETTA FRA DUE PARETI)

1. VA : TAGLIO AL PRIMO ESTREMO
2. VB : TAGLIO AL SECONDO ESTREMO
3. MA : MOMENTO AL PRIMO ESTREMO
4. MB : MOMENTO AL SECONDO ESTREMO
5. AXIAL : AZIONE ASSIALE
(tutti per unità di profondità)

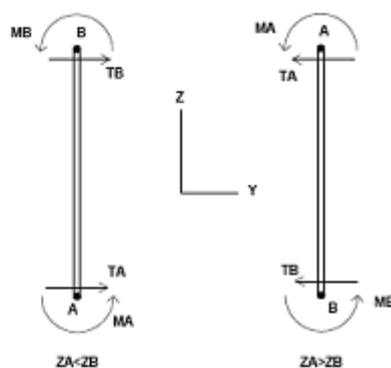


Figura 11-1: convenzioni di segno per l'elemento BEAM

L'analisi delle sezioni trasversali della paratia ai fini della verifica viene eseguita considerando il sistema di riferimento riportato nella figura seguente

- asse X coincidente con l'asse dell'asta e con verso dal nodo iniziale al nodo finale;
- immaginando la trave a sezione rettangolare l'asse Y è parallelo alla base e l'asse Z è parallelo all'altezza. La rotazione dell'asta comporta quindi una rotazione di tutta la terna locale.

Le convenzioni utilizzate per le sollecitazioni sugli elementi BEAM della paratia sono le seguenti:

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 59 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	---------------------------

ELEMENTO TRUSS

1. FORCE : FORZA NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ
2. STRESS : SPORZO

ELEMENTO BEAM (vedi figura 11-1)

1. VA : TAGLIO AL PRIMO ESTREMO
2. VB : TAGLIO AL SECONDO ESTREMO
3. MA : MOMENTO AL PRIMO ESTREMO
4. MB : MOMENTO AL SECONDO ESTREMO
(tutti per unità di profondità)

ELEMENTO ELPL (MOLLA ELASTOPLASTICA)

1. FORCE : FORZA NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ
2. PLASTIC: DEFORMAZIONE PLASTICA

ELEMENTO WIRE (TIRANTE)

1. FORCE : FORZA NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ

ELEMENTO CELAS (MOLLA ELASTICA)

1. FORCE : FORZA NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ
2. MOMENT : MOMENTO NELL'ELEMENTO PER UNITÀ DI PROFONDITÀ

ELEMENTO SLAB (SOLETTA FRA DUE PARETI)

1. VA : TAGLIO AL PRIMO ESTREMO
2. VB : TAGLIO AL SECONDO ESTREMO
3. MA : MOMENTO AL PRIMO ESTREMO
4. MB : MOMENTO AL SECONDO ESTREMO
5. AXIAL : AZIONE ASSIALE
(tutti per unità di profondità)

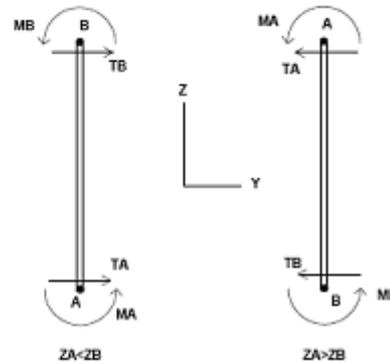
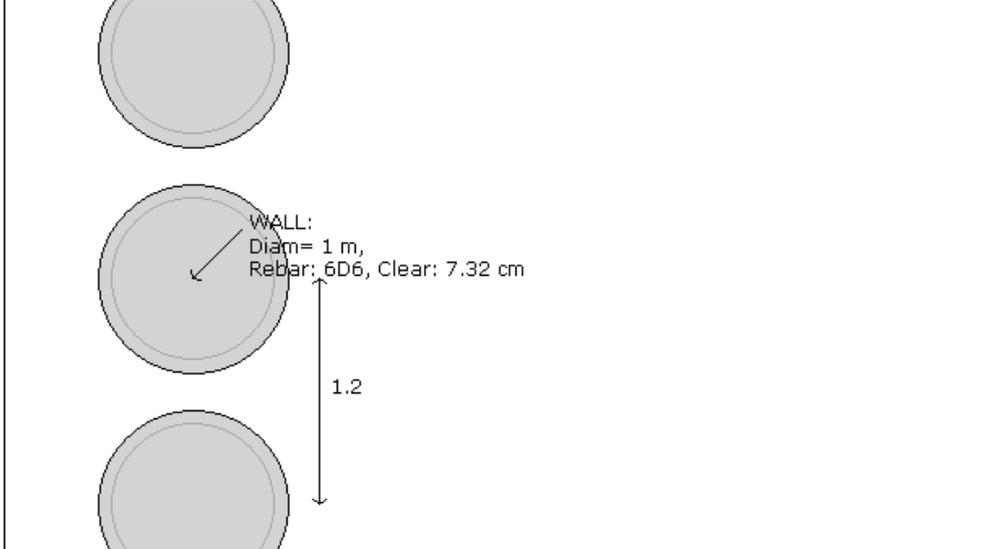


Figura 11-1: convenzioni di segno per l'elemento BEAM

DATI PARATIE

Sezioni paratia0: Berlinese

		
Società: My Company	Wall sketch	CeAS srl and Deep Excavation LCC
Progettista: Engineer		Paratie Plus 2011 - DeepXcom 2011
D:\Utentila.falace\desktop\Paratia1+495.DEEP		11/30/2016



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0600	REL	01	B	60 di 169

Tipo paratia: Pali tangenti: pali in calcestruzzo armato

Dimensione fuori piano paratia: 1.2 Spessore paratia = 1

Ampiezza zona spinta passiva al di sotto del piano di scavo: 1.2 Ampiezza zona spinta attiva al di sotto del piano di scavo: 1.2 Swater= 1.2

fc' cls = 24.8 Fy barre = 409.7 Ecls = 31475.7 FcT calcestruzzo a trazione = 10% di Fc'

Proprietà paratie di pali tangenti

Tipo di sezione di calcestruzzo:

Dimensioni della sezione

D = 100 cm, A = 7853.98163397448 cm², Ixx = 4908738.52123405 cm⁴

Armatura longitudinale

Barre cima: N = 6 barre #D6 = AsTop 1.7 cm², Ctop = 7.62 cm

Armatura a taglio

Bar #D6 = As 0.283 cm², sV = 10 cm

DATI GENERALI PARATIA

Hor wall spacing=interasse tra pannelli

passive width below exc=larghezza di riferimento per calcolo zona passiva per analisi classica

concrete f'c=fck=res cilindrica caratteristica cls

Rebar fy=fyk=res caratteristica acciaio armature

Econc=modulo elastico cls

Concrete tension fct=fctk=resistenza caratteristica a trazione cls

Steel members fy=fyk=res caratteristica acciaio

Esteel=modulo elastico acciaio

DATI TABELLATI (si omette la spiegazione dei parametri già descritti in precedenza)

1) Diaphragm wall=sezione rettangolare in CA

N/A= il valore non è disponibile in quanto non correlato al tipo di sezione in uso

Fy=fyk

F'c=fck

D=altezza paratia

B=base paratia

tf=spessore

2) Steel sheet pile=palancolata

DES=tipo di palancolata

Shape=forma

W=peso per unità di lunghezza

A=area

h=altezza

t=spessore lamiera orizzontale

b=base singolo elemento a Z o U

s=spessore lati obliqui

Ixx=inerzia asse principale palancolata (per unità di lunghezza)

Sxx=modulo di resistenza asse principale palancolata (per unità di lunghezza)

3) Secant pile wall (pali allineati e sovrapposti), Tangent pile wall=pali allineati (Berlinesi, micropali), soldier pile (pali in acciaio con collegamento in cls), soldier pile and timber lagging (pali in acciaio con collegamento con elementi in legno)

W=peso per unità di lunghezza

A=area

D=diametro

tw o tp=spessore dell'anima (sezione a I) o del tubo (sezione circolare)

bf=larghezza della sezione

tf=spessore dell'ala

k=altezza flangia + altezza raccordo

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 61 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	---------------------------

Ixx=inerzia rispetto asse orizzontale (per unità di lunghezza)

Sxx=modulo di resistenza rispetto asse orizzontale (per unità di lunghezza)

rx=raggio giratore d'inerzia lungo x

Iyy=inerzia rispetto asse verticale (per unità di lunghezza)

Syy=modulo di resistenza rispetto asse verticale (per unità di lunghezza)

ry=raggio giratore d'inerzia lungo y

Cw=costante di ingobbamento

fy=fyk

DATI SEZIONI TIRANTI

Name	Fy	Fc'	Dfix	Number	Dinside	Afree	Efree	Pa STR	Pu STR	PresGr	FSgeo	UserGcap	Pa GEO	Pu GEO	WireModel
	(MPa)	(MPa)	(cm)	Strands	(cm)	(cm ²)	(MPa)	(kN)	(kN)	(kPa)			(kN)	(kN)	Si'/No
4-Strands	1862.1	24.8	15.001	4	0	5.59	200100	905.2	905.2	N/A	1.4	False	N/A	N/A	Si'

SOMMARIO RISULTATI ANALISI E VERIFICHE

Nel seguito si riportano, sotto forma di tabelle e grafici:

- i risultati più gravosi di tutti gli approcci di progetto;
- i risultati più gravosi divisi per Approcci di Progetto e per fasi.

Sommario per ogni Approccio di Progetto

Base model	Momento paratia	Taglio paratia	Spostamento X paratia	Max reazione vincoli	Verifica vincoli	Verifica infissione	Esito calcolo
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	(kN-m/m)	(kN/m)	(cm)	(kN/m)	(TSF)	(FS)	
Base model	221.52	131.29	0.16	171.26	0.491	6.478	Risolto con successo
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	289.25	169.69	0.16	217.93	0.749	6.622	Risolto con successo
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	231.29	132.21	0.17	167.74	0.598	4.628	Risolto con successo
0: DM08_ITA: EQK - GEO	231.42	132.8	0.17	168.96	0.602	4.489	Risolto con successo
0: DM08_ITA: EQK - STR	221.52	131.29	0.16	171.26	0.454	6.478	Risolto con successo
0: DM08_ITA: Comb 3: A1+M1+R3	289.25	169.69	0.16	217.93	0.749	6.622	Risolto con successo
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	222.5	130.53	0.16	167.64	0.48	6.622	Risolto con successo

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag.diPag. 62 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------

Sommario esteso a tutti gli Approcci di Progetto

	Esito calcolo	Spostamento X paratia (cm)	Cedimento Z terreno (cm)	Momento paratia (kN-m/m)	Momento paratia (kN-m)
Base model	Risolto con successo.Verifiche della paratia non eseguite.	0.16	0.29	221.52	265.82
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	Risolto con successo.Verifiche della paratia non eseguite.	0.16	0.29	289.25	347.1
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	Risolto con successo.Verifiche della paratia non eseguite.	0.17	0.31	231.29	277.55
0: DM08_ITA: EQK - GEO	Risolto con successo.Verifiche della paratia non eseguite.	0.17	0.31	231.42	277.7
0: DM08_ITA: EQK - STR	Risolto con successo.Verifiche della paratia non eseguite.	0.16	0.29	221.52	265.82
0: DM08_ITA: Comb 3: A1+M1+R3	Risolto con successo.Verifiche della paratia non eseguite.	0.16	0.29	289.25	347.1
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	Risolto con successo.Verifiche della paratia non eseguite.	0.16	0.29	222.5	267

	Taglio paratia (kN/m)	Taglio paratia (kN)	Verifica paratia (TSF)	Verifica pressofl. (TSF)	Verifica taglio (TSF)	Verifica σ cls (TSF)
Base model	131.29	157.55	N/A	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	169.69	203.63	N/A	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	132.21	158.65	N/A	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: EQK - GEO	132.8	159.36	N/A	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: EQK - STR	131.29	157.55	N/A	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: Comb 3: A1+M1+R3	169.69	203.63	N/A	N/A	N/A	N/A
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	130.53	156.64	N/A	N/A	N/A	N/A

	Verifica σ armatura (TSF)	Max reazione vincoli (kN/m)	Max reazione vincoli (kN)	Verifica vincoli (TSF)	Verifica STR vincoli (TSF)	Verifica GEO vincoli (TSF)
Base model	N/A	171.26	411.02	0.491	0.454	0.491
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	N/A	217.93	523.04	0.749	0.578	0.749
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	N/A	167.74	402.58	0.598	0.445	0.598
0: DM08_ITA: EQK - GEO	N/A	168.96	405.5	0.602	0.448	0.602

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 63 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	---------------------------

0: DM08_ITA: EQK - STR	N/A	171.26	411.02	0.454	0.454	0.436
0: DM08_ITA: Comb 3: A1+M1+R3	N/A	217.93	523.04	0.749	0.578	0.749
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	N/A	167.64	402.34	0.48	0.444	0.48

	Verifica fondo scavo (FS)	FS passiva (eq. limite)	FS rotazione (eq. limite)	FS infissione (eq. limite)	Quota Zcut	Passiva/Vera	Vera/Attiva
	(FS)	(FS)	(FS)	(FS)		/	/
Base model	6.802	203.991	54.605	15.444	N/A	6.478	98.236
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	6.802	156.916	42.004	10.373	N/A	6.622	108.326
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	5.441	56.072	17.207	10.373	N/A	4.628	6.07
0: DM08_ITA: EQK - GEO	5.441	56.072	17.207	10.373	N/A	4.489	6.07
0: DM08_ITA: EQK - STR	6.802	203.991	54.605	15.444	N/A	6.478	98.236
0: DM08_ITA: Comb 3: A1+M1+R3	6.802	156.916	42.004	10.373	N/A	6.622	108.326
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	6.802	203.991	54.605	15.444	N/A	6.622	108.326

	Verifica sifonamento (FS)	Qflow (m3/hr)	FSslope
Base model	N/A	N/A	2.238
0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1	N/A	N/A	3.323
0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1	N/A	N/A	2.683
0: DM08_ITA: EQK - GEO	N/A	N/A	1.79
0: DM08_ITA: EQK - STR	N/A	N/A	2.238
0: DM08_ITA: Comb 3: A1+M1+R3	N/A	N/A	3.323
0: DM08_ITA: SLE: (RARA)	N/A	N/A	3.353

Tabella risultati più gravosi

	Valore critico	Approccio di Progetto	Fase	Paratia	Indice voci critiche
Wall Moment (kN-m/m)	289.25	5: 0: DM08_ITA: Comb 3: A1+M1+R3	4: Sist Finale e Sisma	1: Wall 1	11
Momento (kN-m)	347.1	5: 0: DM08_ITA: Comb 3: A1+M1+R3	4: Sist Finale e Sisma	1: Wall 1	11
Taglio (kN/m)	169.689	5: 0: DM08_ITA: Comb 3: A1+M1+R3	0: Fase 0	1: Wall 1	0
Taglio (kN)	203.627	5: 0: DM08_ITA:	0: Fase 0	1: Wall 1	0

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 64 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	---------------------------

		Comb 3: A1+M1+R3			
Spostamenti (cm)	0.168	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	2: Tirante 1	1: Wall 1	N/A
Cedimenti superficiali (cm)	0.308	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	3: Scavo max	1: Wall 1	0
Reazione supporto (kN)	523.037	5: 0: DM08_ITA: Comb 3: A1+M1+R3	N/A	1: Wall 1	0
Reazione supporto (kN/m)	217.932	5: 0: DM08_ITA: Comb 3: A1+M1+R3	N/A	1: Wall 1	0
Verifica supporto	0.749	5: 0: DM08_ITA: Comb 3: A1+M1+R3	4: Sist Finale e Sisma	1: Wall 1	0
Verifica GEO supporto	0.749	5: 0: DM08_ITA: Comb 3: A1+M1+R3	4: Sist Finale e Sisma	1: Wall 1	0
Verifica STR supporto	0.578	5: 0: DM08_ITA: Comb 3: A1+M1+R3	4: Sist Finale e Sisma	1: Wall 1	0
FS infissione (eq. limite)	56.072	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	1: Scavo 1	1: Wall 1	1
FS rotazione (eq. limite)	17.207	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	3: Scavo max	1: Wall 1	3
FS lunghezza di infissione (eq. limite)	10.373	5: 0: DM08_ITA: Comb 3: A1+M1+R3	1: Scavo 1	1: Wall 1	1
FS spinta passiva mob. (analisi NL)	4.489	3: 0: DM08_ITA: EQK - GEO	4: Sist Finale e Sisma	1: Wall 1	4
Infissione occorrente per FS=1 (eq. limite) (m)	1.34	5: 0: DM08_ITA: Comb 3: A1+M1+R3	1: Scavo 1	1: Wall 1	1

Risultati vincoli ed elementi strutturali

	Valore critico	Approccio di Progetto	Fase	Paratia	Indice voci critiche
Reazione vincoli	523.037	5: 0: DM08_ITA: Comb 3: A1+M1+R3	N/A	1: Wall 1	0
Reazione vincoli	217.932	5: 0: DM08_ITA: Comb 3: A1+M1+R3	N/A	1: Wall 1	0
Verifica vincoli	0.749	5: 0: DM08_ITA: Comb 3: A1+M1+R3	4: Sist Finale e Sisma	1: Wall 1	0
TSF GEO	0.749	5: 0: DM08_ITA: Comb 3: A1+M1+R3	4: Sist Finale e Sisma	1: Wall 1	0
TSF STR	0.578	5: 0: DM08_ITA: Comb 3: A1+M1+R3	4: Sist Finale e Sisma	1: Wall 1	0

Risultati paratia

	Valore critico	Approccio di Progetto	Fase	Paratia	Indice voci critiche
Momento ABS (kN-m)	347.1	5: 0: DM08_ITA: Comb 3: A1+M1+R3	4: Sist Finale e Sisma	1: Wall 1	11
Momento +M (kN-m)	347.1	5: 0: DM08_ITA: Comb 3: A1+M1+R3	4: Sist Finale e Sisma	1: Wall 1	11
Momento -M (kN-m)	-60.805	4: 0: DM08_ITA: EQK - STR	4: Sist Finale e Sisma	1: Wall 1	11
Taglio (kN)	203.627	5: 0: DM08_ITA: Comb 3: A1+M1+R3	0: Fase 0	1: Wall 1	0

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 65 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	---------------------------

Momento massimo fase per fase

	Approccio di Progetto	DS: 1	DS: 2	DS: 3	DS: 4	DS: 5	DS: 6
Momento fase0 (kN-m/m)	DS: 0	DS: 1	DS: 2	DS: 3	DS: 4	DS: 5	DS: 6
Momento fase1 (kN-m/m)	-5.49	-7.14	-5.72	-5.72	-5.49	-7.14	-5.49
Momento fase2 (kN-m/m)	161.11	209.44	167.3	167.3	161.11	209.44	161.11
Momento fase3 (kN-m/m)	219.07	284.79	228.45	228.45	219.07	284.79	219.07
Momento fase4 (kN-m/m)	221.52	289.25	231.29	231.42	221.52	289.25	222.5

Taglio massimo fase per fase

	Approccio di Progetto	DS: 1	DS: 2	DS: 3	DS: 4	DS: 5	DS: 6
V stg0 (kN/m)	DS: 0	DS: 1	DS: 2	DS: 3	DS: 4	DS: 5	DS: 6
V stg1 (kN/m)	5.42	7.04	5.56	5.56	5.42	7.04	5.42
V stg2 (kN/m)	-126.22	-164.09	-127.73	-127.73	-126.22	-164.09	-126.22
V stg3 (kN/m)	-129.85	-168.8	-131.57	-131.57	-129.85	-168.8	-129.85
V stg4 (kN/m)	-131.29	-169.69	-132.21	-132.8	-131.29	-169.69	-130.53

Massima reazione vincolare

	Approccio di Progetto	DS: 1	DS: 2	DS: 3	DS: 4	DS: 5	DS: 6
Rmax Fase 0 (kN/m)	DS: 0	DS: 1	DS: 2	DS: 3	DS: 4	DS: 5	DS: 6
Rmax Fase 1 (kN/m)							
Rmax Fase 2 (kN/m)	166.7	216.71	166.7	166.7	166.7	216.71	166.7
Rmax Fase 3 (kN/m)	167.52	217.776	167.62	167.62	167.52	217.776	167.52
Rmax Fase 4 (kN/m)	171.26	217.932	167.74	168.96	171.26	217.932	167.64



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 66 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	---------------------------

Progetto: My Project

Risultati per l'Approccio di Progetto 1: 0: DM08_ITA:

Comb. 1: A1+M1+R1

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

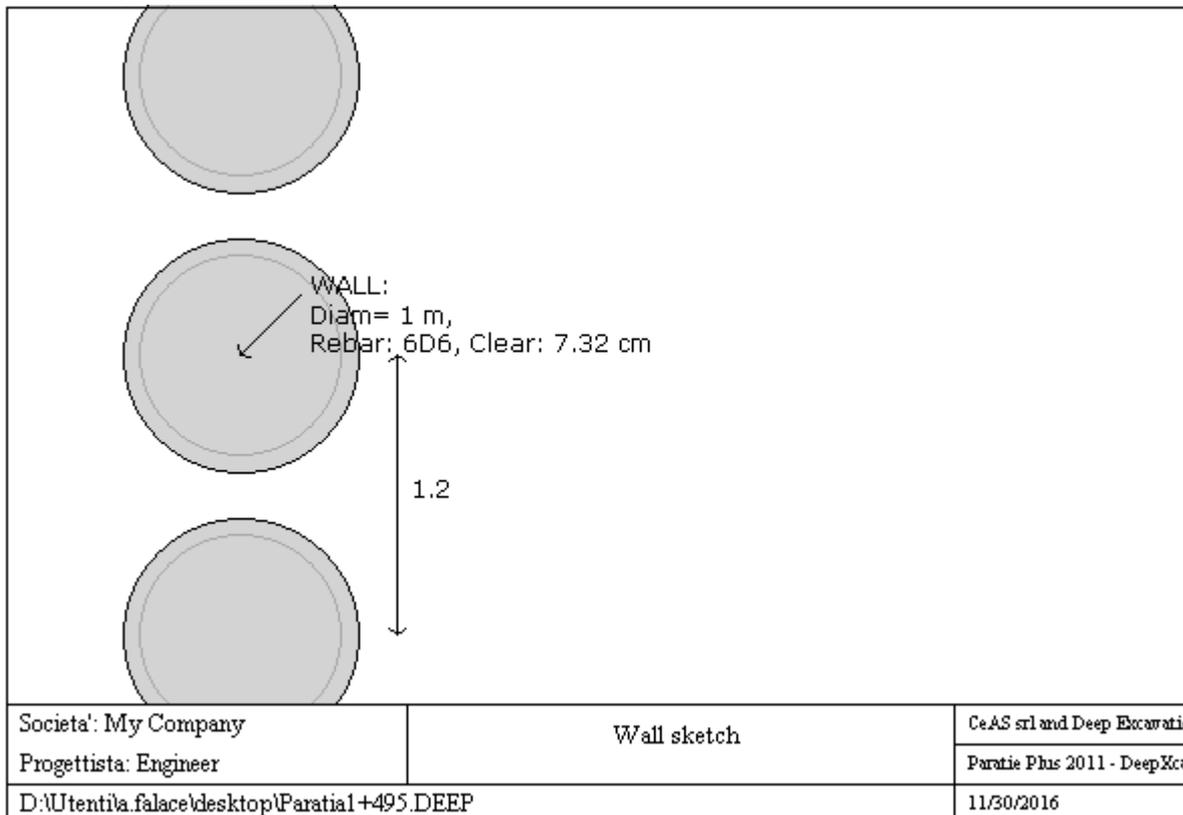
OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 67 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	---------------------------

DATI PARATIE

Sezioni paratia0: Wall 1



Sezioni paratia0: Berlinese

Tipo paratia: Pali tangenti: pali in calcestruzzo armato

Quota sommita' paratia: 0 m Quota piede paratia: -15 m

Dimensione fuori piano paratia: 1.2 Spessore paratia = 1

Ampiezza zona spinta passiva al di sotto del piano di scavo: 1.2 Ampiezza zona spinta attiva al di sotto del piano di scavo: 1.2 Swater= 1.2

$f_c' = 24.8$ $f_y \text{ barre} = 409.7$ $E_{cls} = 31475.7$ $f_{cT} \text{ calcestruzzo a trazione} = 10\% \text{ di } f_c'$

Attrito paratia: % attrito terreno = 50%

Le capacita' paratie in acciaio sono calcolate con NTC 2008

Le capacita' paratie in calcestruzzo sono calcolate con NTC 2008

Nota: con la capacita' ultima si dovrebbe adottare un fattore di sicurezza strutturale.

Proprieta' paratie di pali tangenti

Tipo di sezione di calcestruzzo:

Dimensioni della sezione

$D = 100 \text{ cm}$, $A = 7853.98163397448 \text{ cm}^2$, $I_{xx} = 4908738.52123405 \text{ cm}^4$

Armatura longitudinale

Barre cima: $N = 6$ barre #D6 = $A_{sTop} 1.7 \text{ cm}^2$, $C_{top} = 7.62 \text{ cm}$

Armatura a taglio

Bar #D6 = $A_s 0.283 \text{ cm}^2$, $sV = 10 \text{ cm}$

DATI GENERALI PARATIA

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 68 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	---------------------------

Hor wall spacing=interasse tra pannelli

passive width below exc=larghezza di riferimento per calcolo zona passiva per analisi classica

concrete $f'c=fck$ =res cilindrica caratteristica cls

Rebar $f_y=f_yk$ =res caratteristica acciaio armature

Econ=modulo elastico cls

Concrete tension $f_{ct}=f_{ctk}$ =resistenza caratteristica a trazione cls

Steel members $f_y=f_yk$ =res caratteristica acciaio

Esteel=modulo elastico acciaio

DATI TABELLATI (si omette la spiegazione dei parametri già descritti in precedenza)

1) Diaphragm wall=sezione rettangolare in CA

N/A= il valore non è disponibile in quanto non correlato al tipo di sezione in uso

$F_y=f_yk$

$F'c=fck$

D=altezza paratia

B=base paratia

tf=spessore

2) Steel sheet pile=palancolata

DES=tipo di palancolata

Shape=forma

W=peso per unità di lunghezza

A=area

h=altezza

t=spessore lamiera orizzontale

b=base singolo elemento a Z o U

s=spessore lati obliqui

I_{xx}=inerzia asse principale palancolata (per unità di lunghezza)

S_{xx}=modulo di resistenza asse principale palancolata (per unità di lunghezza)

3) Secant pile wall (pali allineati e sovrapposti), Tangent pile wall=pali allineati (Berlinesi, micropali), soldier pile (pali in acciaio con collegamento in cls), soldier pile and timber lagging (pali in acciaio con collegamento con elementi in legno)

W=peso per unità di lunghezza

A=area

D=diametro

tw o tp=spessore dell'anima (sezione a I) o del tubo (sezione circolare)

bf=larghezza della sezione

tf=spessore dell'ala

k=altezza flangia + altezza raccordo

I_{xx}=inerzia rispetto asse orizzontale (per unità di lunghezza)

S_{xx}=modulo di resistenza rispetto asse orizzontale (per unità di lunghezza)

r_x=raggio giratore d'inerzia lungo x

I_{yy}=inerzia rispetto asse verticale (per unità di lunghezza)

S_{yy}=modulo di resistenza rispetto asse verticale (per unità di lunghezza)

r_y=raggio giratore d'inerzia lungo y

C_w=costante di ingobbamento

$f_y=f_yk$

DATI SEZIONI TIRANTI

Name	F _y	F _{c'}	D _{fix}	Number	D _{inside}	A _{free}	E _{free}	Pa STR	Pu STR	PresGr	FSgeo	UserGcap	Pa GEO	Pu GEO	WireModel
	(MPa)	(MPa)	(cm)	Strands	(cm)	(cm ²)	(MPa)	(kN)	(kN)	(kPa)			(kN)	(kN)	Si'/No
4-Strands	1862.1	24.8	15.001	4	0	5.59	200100	905.2	905.2	N/A	1.4	False	N/A	N/A	Si'

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 69 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	---------------------------

DATI TERRENO

Name	g tot (kN/m3)	g dry (kN/m3)	Frict (deg)	C' (kPa)	Su (kPa)	FRp (deg)	FRcv (deg)	Eload (kPa)	Eur (kPa)	kAp NL	kPp NL	kAcv NL	kPcv NL	Vary	Spring Model	Color
Salt-Ecla	20	18	25	10	N/A	N/A	N/A	50000	150000	0.33	3	N/A	N/A	True	Linear	
Pa	23	20	30	100	N/A	N/A	N/A	75000	120000	0.33	3	N/A	N/A	True	Linear	

Name	Poisson v	Min Ka (clays)	Min sh (clays)	ko.NC -	nOCR -	aH.EXP (0 to 1)	aV.EXP (0 to 1)	qSkin (kPa)	qNails (kPa)	kS.nails (kN/m3)	PL (MPa)
Salt-Ecla	0.35	-	-	0.577	1	-	-	250	0	0	-
Pa	0.35	-	-	0.5	1	-	-	240	0	0	-

gtot=peso specifico /totale terreno

gdry=peso secco del terreno

Frict=angolo di attrito di calcolo

C'=coesione efficace

Su = Coesione non drenata, parametro attivo per terreni tipo CLAY in condizioni NON drenate

Dilat=Dilatanza terreno (parametro valido solo in analisi non lineare)

Evc=modulo a compressione vergine molla equivalente terreno

Eur=modulo di scarico/ricarico (fase elastica) molla equivalente terreno

Kap= coefficiente di spinta attiva di picco

Kpp= coefficiente di spinta passiva di picco

Kacv= coefficiente di spinta attiva di picco

Kpcv= coefficiente di spinta passiva di picco

Spring models= modalità di definizione dei moduli di rigidità molle terreno (LIN, EXP, SIMC)

LIN= Lineare-Elastico-Perfettamente plastico

EXP: esponenziale, SUB: Modulo di reazione del sottosuolo

SIMC= Modo semplificato per argille

STRATIGRAFIA TERRENI

Top Elev= quota superiore strato

Soil type=nome del terreno

OCR=rapporto di sovraconsolidazione

K0=coefficiente di spinta a riposo

Nome: Boring 1, pos: (-20, 0)

Top elev.	Soil type	OCR	Ko
0	Salt-Ecla	1	0.58
-2	Pa	1	0.5

DATI PER AZIONE SISMICA

L'azione sismica è stata modellata facendo uso di un approccio pseudostatico.

Summary of stage assumptions

Stage	Seismic g	Method	aX	aY	Beta	Building Code Used
Number	Used	Used	(g)	(g)		(Name)
0	No		0.2	0.1	1	N/A
1	No		0.2	0.1	1	N/A
2	No		0.2	0.1	1	N/A
3	No		0.2	0.1	1	N/A
4	Yes		0.2	0.1	1	N/A

N/A= parametro non disponibile

Stage number=fase di scavo

Seismic ag Used=se nello step è stata attivato il sisma

Method=metodo per calcolo spinta sismica

ax=accelerazione ah orizzontale di progetto

ay=accelerazione av verticale di progetto

Beta=coeff moltiplicatore spinta sismica (per norma USA)

Buildind code=normativa per calcolo accelerazione

APPROCCI DI PROGETTO E FATTORI DI COMBINAZIONE

Moltiplicatori e fattori di riduzione utilizzati per ogni Approccio di Progetto

Stage	Design Code	Design Case	F(tan	F	F	F	F(per	F(temp	F(per	F(temp	F Earth	F Earth	F GWT	F GWT	F HYD	F HYD	F UPL	F UPL
	Name		fr)	(c')	(Su)	(EQ)	load)	load)	sup)	sup)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)
0	DM08_ITA	1: A1+M1+R1	1	1	1	0	1.3	1.5	1.2	1.1	1.3	1	1.3	1	1.3	0.9	1	1
1	DM08_ITA	1: A1+M1+R1	1	1	1	0	1.3	1.5	1.2	1.1	1.3	1	1.3	1	1.3	0.9	1	1
2	DM08_ITA	1: A1+M1+R1	1	1	1	0	1.3	1.5	1.2	1.1	1.3	1	1.3	1	1.3	0.9	1	1
3	DM08_ITA	1: A1+M1+R1	1	1	1	0	1.3	1.5	1.2	1.1	1.3	1	1.3	1	1.3	0.9	1	1
4	DM08_ITA	1: A1+M1+R1	1	1	1	0	1.3	1.5	1.2	1.1	1.3	1	1.3	1	1.3	0.9	1	1

Legenda

Stage: Fase di scavo

Design Code: Normativa in accordo alla quale vengono eseguite le verifiche

Ftan fr: moltiplicatore della tangente dell'angolo di attrito

F C': moltiplicatore della coesione efficace

F Su': moltiplicatore coesione non drenata

F EQ: moltiplicatore azione sismica

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord****OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni**

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 71 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	---------------------------

F perm load: moltiplicatore carichi permanenti

F temp load: moltiplicatore carichi accidentali/variabili

F perm supp: fattore di riduzione della resistenza allo sfilamento dei tiranti, intesi come permanenti

F temp supp: fattore di riduzione della resistenza allo sfilamento dei tiranti, intesi come temporanei

F earth Dstab: moltiplicatore della spinta attiva, caso sfavorevole

F earth stab: moltiplicatore della spinta attiva, caso favorevole

F GWT Dstab (ground water): moltiplicatore della spinta idrostatica, caso sfavorevole

F GWT stab (ground water): moltiplicatore della spinta idrostatica, caso favorevole

F HYD Dstab: moltiplicatore della spinta idrodinamica, caso sfavorevole

F HYD stab: moltiplicatore della spinta idrodinamica, caso favorevole

F UPL Dstab: moltiplicatore per la verifica a sifonamento, caso sfavorevole

F UPL stab: moltiplicatore per la verifica a sifonamento, caso favorevole

GRAFICI FASI DI SCAVO

Nel seguito si riportano i grafici dei risultati relativi alle fasi di scavo principali.

SOMMARIO RISULTATI ANALISI E VERIFICHE

Nel seguito si riportano, sotto forma di tabelle e grafici:

- i risultati più gravosi di tutti gli approcci di progetto;
- i risultati più gravosi divisi per Approcci di Progetto e per fasi.

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

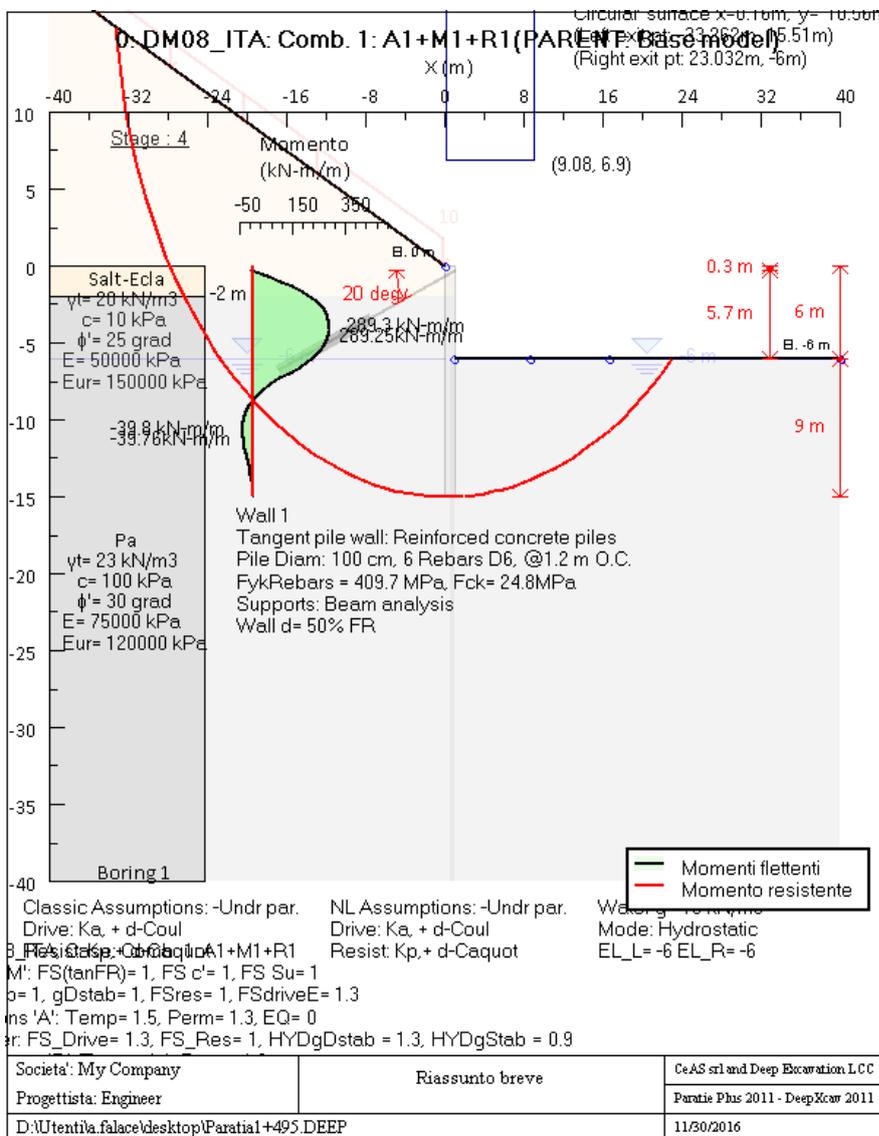
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo

Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di	Pag.
L073	212	E	17	OS0600	REL	01	B	72 di	169



Momento flettente agente sulla paratia e verifica infissione

Top Wall	Wall	L-Wall	H-Exc.	Max+M/Cap	Max-M/Cap	FS Toe	FS Toe	FS Toe	FS 1 Toe EL	Slope
(m)	Section	(m)	(m)	(kN-m/m)	(kN-m/m)	Pas. mob.	Rotation	Embedment	(m)	Stab. FS
0	Berlinese	15	7	289.25/0	39.76/0	6.622	42.004	10.373	-7.33	3.323

Stabilita' del fondo scavo e stima dei cedimenti verticali secondo Clough: Wall 1

1. FSmin @ stage 3	2. DxMax (cm) @ stage 4	2. Stiffness @ DxMax	2. FSbasal @ DxMax	3. Dx/H (%) @ stage 4	3. Stiffness @ Dx/H max	3. FSbasal @ Dx/H max

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 73 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	---------------------------

6.802	0.911	122	3.323	0.152	121.973	3.323
-------	-------	-----	-------	-------	---------	-------

Support	Elev. Z	X	Supports	Angle	Space H	Free L
Number	(m)	(m)	Wall #	(deg.)	(m)	(m)
0	-0.3	1	Wall 1	20	2.4	9

Support	R.Max	R.Min	R.Max	R.Min	STR
Number	(kN)	(kN)	(kN/m)	(kN/m)	
0	523.04	0	217.93	0	0.75

Envelope of results

Nel seguito si riportano i grafici dei risultati relativi alle fasi di scavo principali.

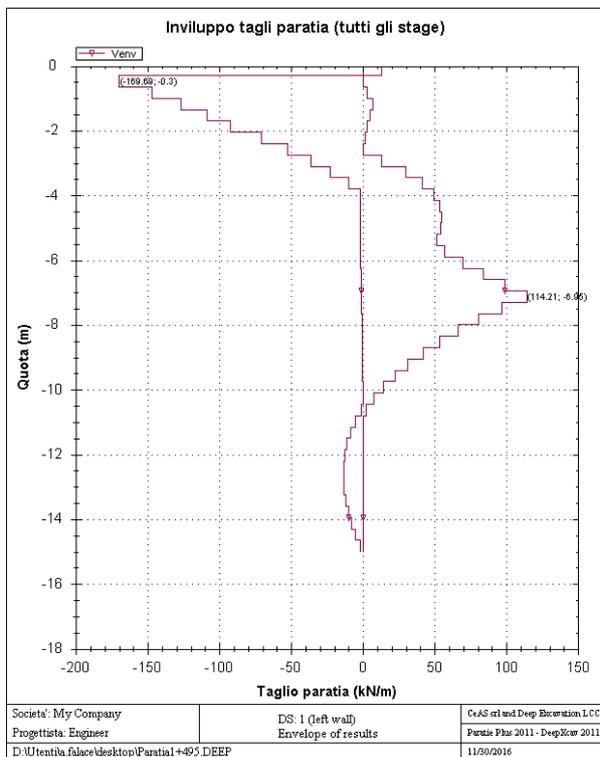
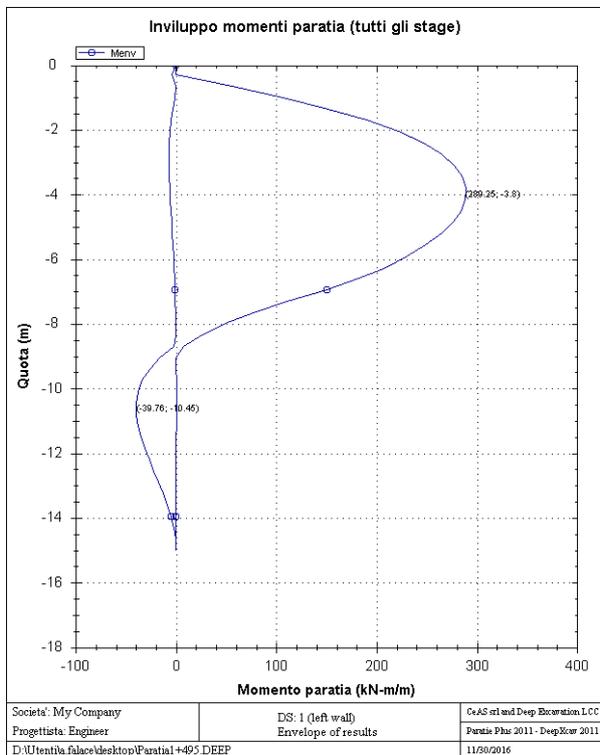
2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

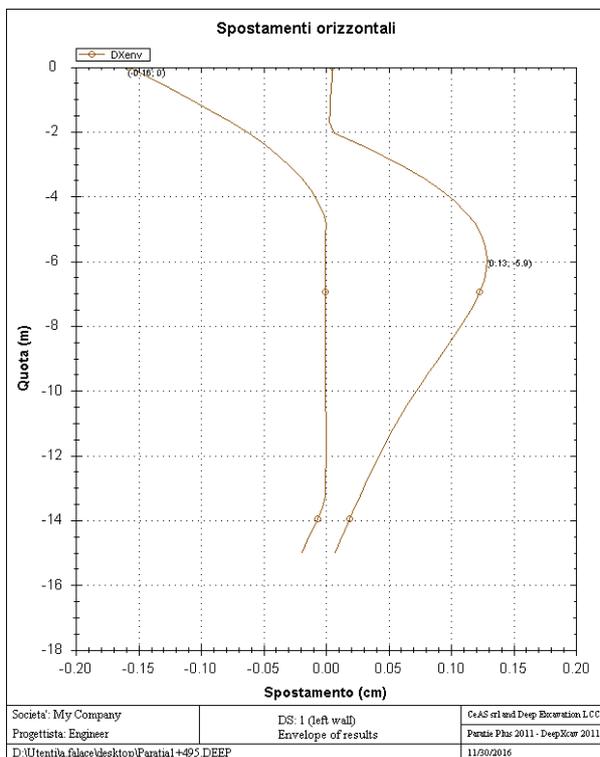
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0600	REL	01	B	74 di 169




Sommario esteso a tutte le fasi

	Esito calcolo	Spostamento X paratia (cm)	Cedimento Z terreno (cm)	Momento paratia (kN-m/m)	Momento paratia (kN-m)
Fase 0	Risolto con successo	0	N/A	0	0
Scavo 1	Risolto con successo	0.01	0	7.14	8.57
Tirante 1	Risolto con successo	-0.16	0	209.44	251.33
Scavo max	Risolto con successo	-0.14	0.29	284.79	341.75
Sist Finale e Sisma	Risolto con successo	-0.13	0.23	289.25	347.1

	Taglio paratia (kN/m)	Taglio paratia (kN)	Verifica paratia (TSF)	Verifica pressofl. (TSF)	Verifica taglio (TSF)	Verifica σ cls (TSF)
Fase 0	0	0	N/A	N/A	N/A	N/A
Scavo 1	7.04	8.45	N/A	N/A	N/A	N/A
Tirante 1	164.09	196.9	N/A	N/A	N/A	N/A
Scavo max	168.8	202.57	N/A	N/A	N/A	N/A
Sist Finale e Sisma	169.69	203.63	N/A	N/A	N/A	N/A

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 76 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	---------------------------

	Verifica σ armatura	Max reazione vincoli	Max reazione vincoli	Verifica vincoli	Verifica STR vincoli	Verifica GEO vincoli
	(TSF)	(kN/m)	(kN)	(TSF)	(TSF)	(TSF)
Fase 0	N/A	0	0	0	N/A	N/A
Scavo 1	N/A	0	0	0	N/A	N/A
Tirante 1	N/A	216.71	520.1	0.745	0.575	0.745
Scavo max	N/A	217.78	522.66	0.749	0.577	0.749
Sist Finale e Sisma	N/A	217.93	523.04	0.749	0.578	0.749

	Verifica fondo scavo (FS)	FS passiva (eq. limite)	FS rotazione (eq. limite)	FS infissione (eq. limite)	Quota Zcut	Passiva/Vera	Vera/Attiva
	(FS)	(FS)	(FS)	(FS)		/	/
Fase 0	1000	171.375	105.664	50	N/A	14.118	126.438
Scavo 1	12.916	156.916	94.441	10.373	N/A	12.959	125.158
Tirante 1	12.916	N/A	299.517	47.063	N/A	13.584	139.297
Scavo max	6.802	N/A	42.004	24.571	N/A	6.622	108.326
Sist Finale e Sisma	7.756	N/A	156.97	32.25	N/A	8.13	115.347

	Verifica sifonamento	Qflow	FSslope
	(FS)	(m3/hr)	
Fase 0	N/A	N/A	N/C
Scavo 1	N/A	N/A	N/C
Tirante 1	N/A	N/A	N/C
Scavo max	N/A	N/A	N/C
Sist Finale e Sisma	N/A	N/A	3.323

Vincoli: reazione fase per fase (per unità di lunghezza)

	Vincolo0Reazione-0.3) kN/m
Fase 0	0
Fase 1	0

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 77 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	---------------------------

Fase 2	216.71
Fase 3	217.776
Fase 4	217.932

Vincoli: reazione fase per fase

	Vincolo0Reazione-0.3) kN at 2.4 m
Fase 0	0
Fase 1	0
Fase 2	520.104
Fase 3	522.662
Fase 4	523.037

FS infissione per fase

	FS minimo al piede	FS Passivo	FS Rotazione	FS Lunghezza	FS Pass. mobilizzato	FS Forza attiva / attiva teorica
Fase 0	50	171.375	105.664	50	14.118	126.438
Fase 1	10.359	156.916	94.441	10.373	12.959	125.158
Fase 2	47.063	N/A	299.517	47.063	13.584	139.297
Fase 3	24.571	N/A	42.004	24.571	6.622	108.326
Fase 4	32.25	N/A	156.97	32.25	8.13	115.347

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo

Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 79 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	---------------------------

0: Fase 0	Salt-Ecla	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.324] = 3.324	12.5	25	10	0	0.359	3.324
0: Fase 0	Pa	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 30, DFR= 15, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [4.443] = 4.443	15	30	100	0	0.291	4.443
1: Scavo 1	Salt-Ecla	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.324] = 3.324	12.5	25	10	0	0.359	3.324
1: Scavo 1	Pa	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 30, DFR= 15, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [4.443] = 4.443	15	30	100	0	0.291	4.443
2: Tirante 1	Salt-Ecla	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.324] = 3.324	12.5	25	10	0	0.359	3.324
2: Tirante 1	Pa	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 30, DFR= 15, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [4.443] = 4.443	15	30	100	0	0.291	4.443
3: Scavo max	Salt-Ecla	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.324] = 3.324	12.5	25	10	0	0.359	3.324
3: Scavo max	Pa	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 30, DFR= 15, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [4.443] = 4.443	15	30	100	0	0.291	4.443
4: Sist Finale e Sisma	Salt-Ecla	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.324] = 3.324	12.5	25	10	0	0.359	3.324
4: Sist Finale e Sisma	Pa	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 30, DFR= 15, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [4.443] = 4.443	15	30	100	0	0.291	4.443

Parametri del terreno fase per fase, lato valle

	Strato	Comportamento argille	Metodo	Attrito paratia/terreno (δ)	φ	c'	Su	KaH	KpH
				(gradi)	(gradi)	(kPa)	(kPa)		
0: Fase 0	Salt-Ecla	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 25)] = 1 x 0.821 = 0.821	12.5	25	10	0	0.821	6.092
0: Fase 0	Pa	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 30,	15	30	100	0	0.468	9.289

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 80 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	---------------------------

			DFR= 15, Asur= 25]] = 1 x 0.468 = 0.468						
1: Scavo 1	Salt-Ecla	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 25)] = 1 x 0.821 = 0.821	12.5	25	10	0	0.821	6.092
1: Scavo 1	Pa	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 30, DFR= 15, Asur= 25)] = 1 x 0.468 = 0.468	15	30	100	0	0.468	9.289
2: Tirante 1	Salt-Ecla	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 25)] = 1 x 0.821 = 0.821	12.5	25	10	0	0.821	6.092
2: Tirante 1	Pa	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 30, DFR= 15, Asur= 25)] = 1 x 0.468 = 0.468	15	30	100	0	0.468	9.289
3: Scavo max	Salt-Ecla	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 25)] = 1 x 0.821 = 0.821	12.5	25	10	0	0.821	6.092
3: Scavo max	Pa	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 30, DFR= 15, Asur= 25)] = 1 x 0.468 = 0.468	15	30	100	0	0.468	9.289
4: Sist Finale e Sisma	Salt-Ecla	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 25)] = 1 x 0.821 = 0.821	12.5	25	10	0	0.821	6.092
4: Sist Finale e Sisma	Pa	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 30, DFR= 15, Asur= 25)] = 1 x 0.468 = 0.468	15	30	100	0	0.468	9.289

Minimi d'armatura

	Dettagli
Note:	Armatura presente nella paratia
Controllo armatura a taglio	Controllo non eseguito.
Controllo passo staffe	Non applicabile
Passo staffe (cm)	Non applicabile

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 81 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	---------------------------

Passo staffe massimo, da normativa (cm)	Non applicabile
Passo staffe minimo, da normativa (cm)	Non applicabile
Area staffe minima, da normativa (cm ² /m)	Armatura minima a taglio N/A
Area staffe (cm ² /m)	0
Controlla area min. staffe.	Armatura minima a taglio N/A
Controllo diametro min. staffe	Controllo non richiesto o N/A
Diametro/Diametro min. da normativa (cm)	Controllo non richiesto o N/A

Impostazioni stabilita' globale

Numero massimo di iterazioni = 100, Tolleranza = 0.01%

Larghezza massima concio = 1 m

Limiti dall'angolo in alto a sinistra della paratia

Sinistra = 0.16 m, Destra = 9.08 m, Spaziatura orizzontale = 1

Alto = 18.56 m, Basso = 6.9 m, Spaziatura verticale = 1

La ricerca del raggio parte dalla base della paratia + 0 m

La ricerca del raggio finisce alla base del modello

1 intervallo di raggi e' usato

Angolo limite attivo non e' usato

Angolo limite passivo non e' usato

La capacita' SLU dei supporti e' inclusa nella verifica di stabilita' del pendio

La capacita' a taglio e' inclusa nella stabilita' delle superfici intersecanti la paratia (nota: per pali collegati = 0)

Taglio e forze laterali sulle superfici verticali iniziali e finali sono calcolate a partire dalle condizioni a riposo

Numero di intervalli sulle superfici verticali iniziali e finali = 30

FASI DI SCAVO E VERIFICA DI STABILITA' DEL PENDIO

Nel seguito sono riportati i risultati delle verifiche di stabilità del pendio per ogni fase.

ANALISI DI STABILITA' DEL PENDIO: RISULTATI DEI CONCI PER TUTTI GLI STAGE

Analisi di stabilità del pendio Design Section: 0: DM08_ITA: Comb. 1: A1+M1+R1

LEGEND

x1 = Left x coordinate

ZsL= Left slice bottom elevation

ZtL= Left top elevation

x2 = Right x coordinate

ZsR= Right slice bottom elevation

ZtR= Right top elevation

DL = Slice base width

an = Base angle

Fr = Average friction angle at base

c = Average cohesion at base (may include undrained clay strengths)

Wn = Total slice weight

ubL= Water pressure at left bottom point

ubR= Water pressure at right bottom point

tBase= Base shear resistance

Nr = Effective normal reaction at bottom of slice

EiL= Lateral interslice force on left face

EiR= Lateral interslice force on right face

TL = Vertical interslice shear on left vertical face

TR = Vertical interslice shear on right vertical face

UbF= Normal water force at slice base



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 83 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	---------------------------

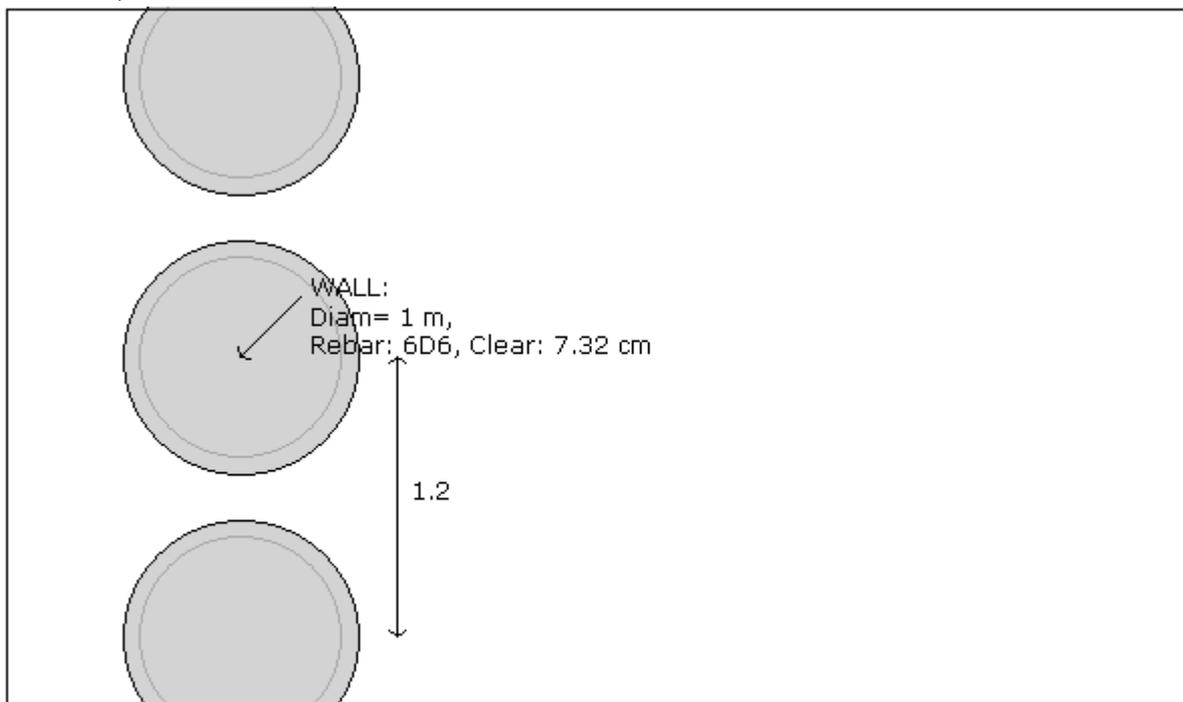
Progetto: My Project

Risultati per l'Approccio di Progetto 2: 0: DM08_ITA:

Comb. 2: A2+M2+R1

DATI PARATIE

Sezioni paratia0: Wall 1



Societa': My Company	Wall sketch	CeAS srl and Deep Excavation
Progettista: Engineer		Paratie Plus 2011 - DeepXcar
D:\Utentila.falace\desktop\Paratia1+495.DEEP		11/30/2016

Sezioni paratia0: Berlinese

Tipo paratia: Pali tangenti: pali in calcestruzzo armato

Quota sommita' paratia: 0 m Quota piede paratia: -15 m

Dimensione fuori piano paratia: 1.2 Spessore paratia = 1

Ampiezza zona spinta passiva al di sotto del piano di scavo: 1.2 Ampiezza zona spinta attiva al di sotto del piano di scavo: 1.2 Swater= 1.2

 $f'_{cl} = 24.8$ $F_y \text{ barre} = 409.7$ $E_{cl} = 31475.7$ $F_{cT} \text{ calcestruzzo a trazione} = 10\% \text{ di } F_c'$

Attrito paratia: % attrito terreno = 50%

Le capacita' paratie in acciaio sono calcolate con NTC 2008

Le capacita' paratie in calcestruzzo sono calcolate con NTC 2008

Nota: con la capacita' ultima si dovrebbe adottare un fattore di sicurezza strutturale.

Proprieta' paratie di pali tangenti

Tipo di sezione di calcestruzzo:

Dimensioni della sezione

 $D = 100 \text{ cm}$, $A = 7853.98163397448 \text{ cm}^2$, $I_{xx} = 4908738.52123405 \text{ cm}^4$

Armatura longitudinale

 Barre cima: $N = 6$ barre #D6 = $A_{sTop} 1.7 \text{ cm}^2$, $C_{top} = 7.62 \text{ cm}$

Armatura a taglio

 Bar #D6 = $A_s 0.283 \text{ cm}^2$, $sV = 10 \text{ cm}$

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 85 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	---------------------------

DATI GENERALI PARATIA

Hor wall spacing=interasse tra pannelli

passive width below exc=larghezza di riferimento per calcolo zona passiva per analisi classica

concrete f'c=fck=res cilindrica caratteristica cls

Rebar fy=fyk=res caratteristica acciaio armature

Econc=modulo elastico cls

Concrete tension fct=fctk=resistenza caratteristica a trazione cls

Steel members fy=fyk=res caratteristica acciaio

Esteel=modulo elastico acciaio

DATI TABELLATI (si omette la spiegazione dei parametri già descritti in precedenza)

1) Diaphragm wall=sezione rettangolare in CA

N/A= il valore non è disponibile in quanto non correlato al tipo di sezione in uso

Fy=fyk

F'c=fck

D=altezza paratia

B=base paratia

tf=spessore

2) Steel sheet pile=palancolata

DES=tipo di palancolata

Shape=forma

W=peso per unità di lunghezza

A=area

h=altezza

t=spessore lamiera orizzontale

b=base singolo elemento a Z o U

s=spessore lati obliqui

Ixx=inerzia asse principale palancolata (per unità di lunghezza)

Sxx=modulo di resistenza asse principale palancolata (per unità di lunghezza)

3) Secant pile wall (pali allineati e sovrapposti), Tangent pile wall=pali allineati (Berlinesi, micropali), soldier pile (pali in acciaio con collegamento in cls), soldier pile and timber lagging (pali in acciaio con collegamento con elementi in legno)

W=peso per unità di lunghezza

A=area

D=diametro

tw o tp=spessore dell'anima (sezione a I) o del tubo (sezione circolare)

bf=larghezza della sezione

tf=spessore dell'ala

k=altezza flangia + altezza raccordo

Ixx=inerzia rispetto asse orizzontale (per unità di lunghezza)

Sxx=modulo di resistenza rispetto asse orizzontale (per unità di lunghezza)

rx=raggio giratore d'inerzia lungo x

Iyy=inerzia rispetto asse verticale (per unità di lunghezza)

Syy=modulo di resistenza rispetto asse verticale (per unità di lunghezza)

ry=raggio giratore d'inerzia lungo y

Cw=costante di ingobbamento

fy=fyk

DATI SEZIONI TIRANTI

Name	Fy	Fc'	Dfix	Number	Dinside	Afree	Efree	Pa STR	Pu STR	PresGr	F5geo	UserGcap	Pa GEO	Pu GEO	WireModel
------	----	-----	------	--------	---------	-------	-------	--------	--------	--------	-------	----------	--------	--------	-----------

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 86 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	---------------------------

	(MPa)	(MPa)	(cm)	Strands	(cm)	(cm ²)	(MPa)	(kN)	(kN)	(kPa)		(kN)	(kN)	Si'/No	
4-Strands	1862.1	24.8	15.001	4	0	5.59	200100	905.2	905.2	N/A	1.4	False	N/A	N/A	Si'

DATI TERRENO

Name	g tot (kN/m ³)	g dry (kN/m ³)	Frict (deg)	C' (kPa)	Su (kPa)	FRp (deg)	FRcv (deg)	Eload (kPa)	Eur (kPa)	kAp NL	kPp NL	kAcv NL	kPcv NL	Vary	Spring Model	Color
Salt-Ecla	20	18	25	10	N/A	N/A	N/A	50000	150000	0.33	3	N/A	N/A	True	Linear	
Pa	23	20	30	100	N/A	N/A	N/A	75000	120000	0.33	3	N/A	N/A	True	Linear	

Name	Poisson v	Min Ka (clays)	Min sh (clays)	ko.NC -	nOCR -	aH.EXP (0 to 1)	aV.EXP (0 to 1)	qSkin (kPa)	qNails (kPa)	kS.nails (kN/m ³)	PL (MPa)
Salt-Ecla	0.35	-	-	0.577	1	-	-	250	0	0	-
Pa	0.35	-	-	0.5	1	-	-	240	0	0	-

gtot=peso specifico /totale terreno

gdry=peso secco del terreno

Frict=angolo di attrito di calcolo

C'=coesione efficace

Su = Coesione non drenata, parametro attivo per terreni tipo CLAY in condizioni NON drenate

Dilat=Dilatanza terreno (parametro valido solo in analisi non lineare)

Evc=modulo a compressione vergine molla equivalente terreno

Eur=modulo di scarico/ricarico (fase elastica) molla equivalente terreno

Kap= coefficiente di spinta attiva di picco

Kpp= coefficiente di spinta passiva di picco

Kacv= coefficiente di spinta attiva di picco

Kpcv= coefficiente di spinta passiva di picco

Spring models= modalità di definizione dei moduli di rigidezza molle terreno (LIN, EXP, SIMC)

LIN= Lineare-Elastico-Perfettamente plastico

EXP: esponenziale, SUB: Modulo di reazione del sottosuolo

SIMC= Modo semplificato per argille

STRATIGRAFIA TERRENI

Top Elev= quota superiore strato

Soil type=nome del terreno

OCR=rappporto di sovraconsolidazione

K0=coefficiente di spinta a riposo

Nome: Boring 1, pos: (-20, 0)

Top elev.	Soil type	OCR	Ko
0	Salt-Ecla	1	0.58

-2	Pa	1	0.5
----	----	---	-----

DATI PER AZIONE SISMICA

L'azione sismica è stata modellata facendo uso di un approccio pseudostatico.

Summary of stage assumptions

Stage	Seismic g	Method	aX	aY	Beta	Building Code Used
Number	Used	Used	(g)	(g)		(Name)
0	No		0.2	0.1	1	N/A
1	No		0.2	0.1	1	N/A
2	No		0.2	0.1	1	N/A
3	No		0.2	0.1	1	N/A
4	Yes		0.2	0.1	1	N/A

N/A= parametro non disponibile

Stage number=fase di scavo

Seismic ag Used=se nello step è stata attivato il sisma

Method=metodo per calcolo spinta sismica

ax=accelerazione ah orizzontale di progetto

ay=accelerazione av verticale di progetto

Beta=coeff moltiplicatore spinta sismica (per norma USA)

Buildind code=normativa per calcolo accelerazione

APPROCCI DI PROGETTO E FATTORI DI COMBINAZIONE

Moltiplicatori e fattori di riduzione utilizzati per ogni Approccio di Progetto

Stage	Design Code	Design Case	F(tan	F	F	F	F(per	F(temp	F(per	F(temp	F Earth	F Earth	FGWT	F GWT	F HYD	F HYD	F UPL	F UPL
	Name		fr)	(c')	(Su)	(EQ)	load)	load)	sup)	sup)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)
0	DM08_ITA	2: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	0	1	1.3	1.2	1.1	1	1	1	1	1.3	0.9	1	1
1	DM08_ITA	2: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	0	1	1.3	1.2	1.1	1	1	1	1	1.3	0.9	1	1
2	DM08_ITA	2: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	0	1	1.3	1.2	1.1	1	1	1	1	1.3	0.9	1	1
3	DM08_ITA	2: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	0	1	1.3	1.2	1.1	1	1	1	1	1.3	0.9	1	1
4	DM08_ITA	2: A2+M2+R1	1.25	1.25	1.4	0	1	1.3	1.2	1.1	1	1	1	1	1.3	0.9	1	1

Legenda

Stage: Fase di scavo

Design Code: Normativa in accordo alla quale vengono eseguite le verifiche

Ftan fr: moltiplicatore della tangente dell'angolo di attrito

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 88 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	---------------------------

F C': moltiplicatore della coesione efficace

F Su': moltiplicatore coesione non drenata

F EQ: moltiplicatore azione sismica

F perm load: moltiplicatore carichi permanenti

F temp load: moltiplicatore carichi accidentali/variabili

F perm supp: fattore di riduzione della resistenza allo sfilamento dei tiranti, intesi come permanenti

F temp supp: fattore di riduzione della resistenza allo sfilamento dei tiranti, intesi come temporanei

F earth Dstab: moltiplicatore della spinta attiva, caso sfavorevole

F earth stab: moltiplicatore della spinta attiva, caso favorevole

F GWT Dstab (ground water): moltiplicatore della spinta idrostatica, caso sfavorevole

F GWT stab (ground water): moltiplicatore della spinta idrostatica, caso favorevole

F HYD Dstab: moltiplicatore della spinta idrodinamica, caso sfavorevole

F HYD stab: moltiplicatore della spinta idrodinamica, caso favorevole

F UPL Dstab: moltiplicatore per la verifica a sifonamento, caso sfavorevole

F UPL stab: moltiplicatore per la verifica a sifonamento, caso favorevole

GRAFICI FASI DI SCAVO

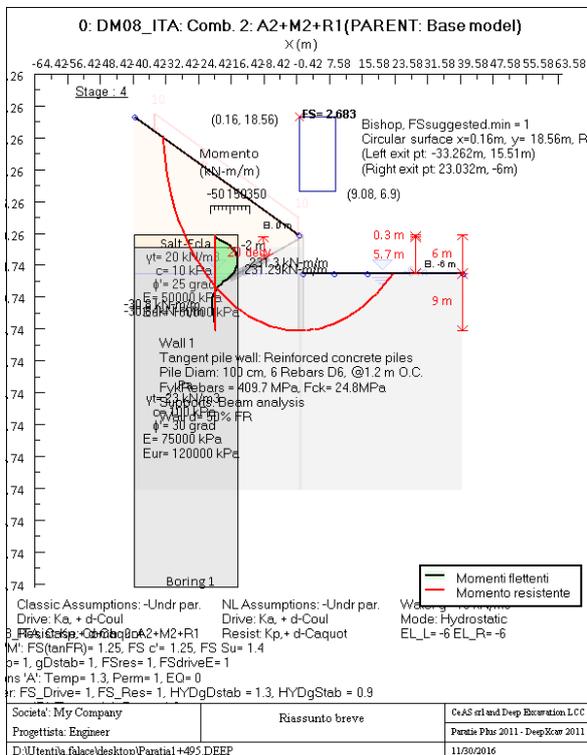
Nel seguito si riportano i grafici dei risultati relativi alle fasi di scavo principali.

SOMMARIO RISULTATI ANALISI E VERIFICHE

Nel seguito si riportano, sotto forma di tabelle e grafici:

- i risultati più gravosi di tutti gli approcci di progetto;
- i risultati più gravosi divisi per Approcci di Progetto e per fasi.

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0600	REL	01	B	89 di 169



Momento flettente agente sulla paratia e verifica infissione

Top Wall	Wall	L-Wall	H-Exc.	Max+M/Cap	Max-M/Cap	FS Toe	FS Toe	FS Toe	FS 1 Toe EL.	Slope
(m)	Section	(m)	(m)	(kN-m/m)	(kN-m/m)	Pas. mob.	Rotation	Embedment	(m)	Stab. FS
0	Berlinese	15	7	231.29/0	30.84/0	4.628	17.207	10.373	-7.33	2.683

Stabilita' del fondo scavo e stima dei cedimenti verticali secondo Clough: Wall 1

1. FSmin	2. DxMax (cm)	2. Stiffness	2. FSbasal	3. Dx/H (%)	3. Stiffness	3. FSbasal
@ stage 3	@ stage 4	@ DxMax	@ DxMax	@ stage 4	@ Dx/H max	@ Dx/H max
5.441	1.311	122	2.683	0.218	121.973	2.683

Support	Elev. Z	X	Supports	Angle	Space H	Free L
---------	---------	---	----------	-------	---------	--------

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 90 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	---------------------------

Number	(m)	(m)	Wall #	(deg.)	(m)	(m)
0	-0.3	1	Wall 1	20	2.4	9

Support	R.Max	R.Min	R.Max	R.Min	STR
Number	(kN)	(kN)	(kN/m)	(kN/m)	
0	402.58	0	167.74	0	0.6

Envelope of results

Nel seguito si riportano i grafici dei risultati relativi alle fasi di scavo principali.

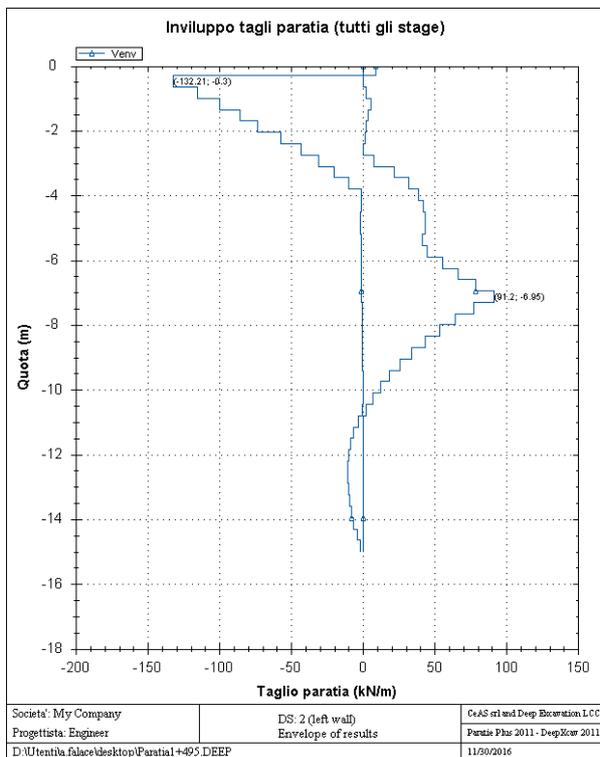
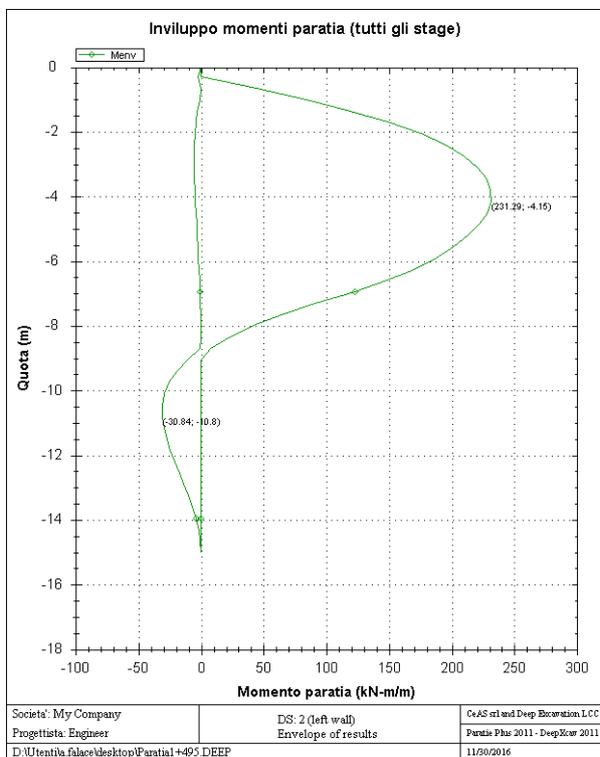
2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

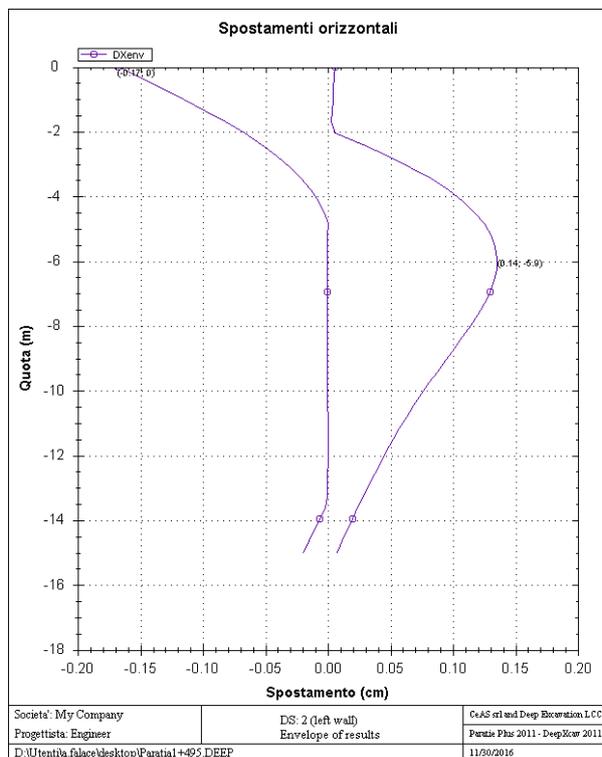
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0600	REL	01	B	91 di 169




Sommario esteso a tutte le fasi

	Esito calcolo	Spostamento X paratia (cm)	Cedimento Z terreno (cm)	Momento paratia (kN-m/m)	Momento paratia (kN-m)
Fase 0	Risolto con successo	0	N/A	0	0
Scavo 1	Risolto con successo	0.01	0	5.72	6.86
Tirante 1	Risolto con successo	-0.17	0	167.3	200.76
Scavo max	Risolto con successo	-0.15	0.31	228.45	274.14
Sist Finale e Sisma	Risolto con successo	-0.14	0.25	231.29	277.55

	Taglio paratia (kN/m)	Taglio paratia (kN)	Verifica paratia (TSF)	Verifica pressofl. (TSF)	Verifica taglio (TSF)	Verifica σ cls (TSF)
Fase 0	0	0	N/A	N/A	N/A	N/A
Scavo 1	5.56	6.67	N/A	N/A	N/A	N/A
Tirante 1	127.73	153.28	N/A	N/A	N/A	N/A
Scavo max	131.57	157.88	N/A	N/A	N/A	N/A
Sist Finale e Sisma	132.21	158.65	N/A	N/A	N/A	N/A

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 93 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	---------------------------

	Verifica σ armatura	Max reazione vincoli	Max reazione vincoli	Verifica vincoli	Verifica STR vincoli	Verifica GEO vincoli
	(TSF)	(kN/m)	(kN)	(TSF)	(TSF)	(TSF)
Fase 0	N/A	0	0	0	N/A	N/A
Scavo 1	N/A	0	0	0	N/A	N/A
Tirante 1	N/A	166.7	400.08	0.594	0.442	0.594
Scavo max	N/A	167.62	402.29	0.598	0.444	0.598
Sist Finale e Sisma	N/A	167.74	402.58	0.598	0.445	0.598

	Verifica fondo scavo (FS)	FS passiva (eq. limite)	FS rotazione (eq. limite)	FS infissione (eq. limite)	Quota Zcut	Passiva/Vera	Vera/Attiva
	(FS)	(FS)	(FS)	(FS)		/	/
Fase 0	1000	61.544	71.581	50	N/A	10.156	7.014
Scavo 1	10.333	56.072	63.525	10.373	N/A	9.293	6.945
Tirante 1	10.333	N/A	50.921	47.063	N/A	9.769	7.71
Scavo max	5.441	N/A	17.207	24.571	N/A	4.628	6.07
Sist Finale e Sisma	6.205	N/A	26.936	32.25	N/A	5.722	6.43

	Verifica sifonamento	Qflow	FSslope
	(FS)	(m ³ /hr)	
Fase 0	N/A	N/A	N/C
Scavo 1	N/A	N/A	N/C
Tirante 1	N/A	N/A	N/C
Scavo max	N/A	N/A	N/C
Sist Finale e Sisma	N/A	N/A	2.683

Vincoli: reazione fase per fase (per unità di lunghezza)

	Vincolo0Reazione-0.3) kN/m
Fase 0	0
Fase 1	0

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 94 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	---------------------------

Fase 2	166.7
Fase 3	167.62
Fase 4	167.74

Vincoli: reazione fase per fase

	Vincolo0Reazione-0.3) kN at 2.4 m
Fase 0	0
Fase 1	0
Fase 2	400.08
Fase 3	402.288
Fase 4	402.576

FS infissione per fase

	FS minimo al piede	FS Passivo	FS Rotazione	FS Lunghezza	FS Pass. mobilizzato	FS Forza attiva / attiva teorica
Fase 0	50	61.544	71.581	50	10.156	7.014
Fase 1	10.359	56.072	63.525	10.373	9.293	6.945
Fase 2	47.063	N/A	50.921	47.063	9.769	7.71
Fase 3	17.207	N/A	17.207	24.571	4.628	6.07
Fase 4	26.936	N/A	26.936	32.25	5.722	6.43

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 95 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	---------------------------

Vincoli: verifiche fase per fase

	TSF STR vincolo 0(EL= -0.3)
Fase 0	0
Fase 1	0
Fase 2	0.594
Fase 3	0.598
Fase 4	0.598

Verifica infissione e rapporti di mobilitazione

	FS Passiva	FS rotazione	FS infissione	Passiva/Vera	Vera/Attiva	Fh EQ Soil	Fh EQ Water
	(FS)	(FS)	(FS)	/	/		
Fase 0	12583.762/204.469	74276.67/1037.66	15/0.3	12132/1194.552	1194.552/170.304	N/A	N/A
Fase 1	11465.047/204.469	65917.72/1037.66	13.9/1.34	10990.92/1182.72	1182.72/170.304	N/A	N/A
Fase 2	N/A	106316.63/2087.88	13.9/0.3	10990.92/1125.084	1313.04/170.304	N/A	N/A
Fase 3	N/A	54259.62/3153.28	8/0.33	4381.56/946.728	1033.716/170.304	N/A	N/A
Fase 4	N/A	56239.26/2087.88	9/0.28	5183.04/905.856	1095/170.304	0	0

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo

Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 96 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	---------------------------

Parametri del terreno fase per fase, lato monte

	Strato	Comportamento argille	Metodo	Attrito paratia/terreno (δ)	ϕ	c'	Su	KaH	KpH
				(gradi)	(gradi)	(kPa)	(kPa)		
0: Fase 0	Salt-Ecla	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 20.458, DFR= 10.229, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [2.575] = 2.575	10.229	20.458	8	0	0.43 2	2.575
0: Fase 0	Pa	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 24.791, DFR= 12.396, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.286] = 3.286	12.396	24.791	80	0	0.36 2	3.286
1: Scavo 1	Salt-Ecla	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 20.458, DFR= 10.229, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [2.575] = 2.575	10.229	20.458	8	0	0.43 2	2.575
1: Scavo 1	Pa	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 24.791, DFR= 12.396, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.286] = 3.286	12.396	24.791	80	0	0.36 2	3.286
2: Tirante 1	Salt-Ecla	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 20.458, DFR= 10.229, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [2.575] = 2.575	10.229	20.458	8	0	0.43 2	2.575
2: Tirante 1	Pa	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 24.791, DFR= 12.396, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.286] = 3.286	12.396	24.791	80	0	0.36 2	3.286
3: Scavo max	Salt-Ecla	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 20.458, DFR= 10.229, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [2.575] = 2.575	10.229	20.458	8	0	0.43 2	2.575
3: Scavo max	Pa	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 24.791, DFR= 12.396, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.286] = 3.286	12.396	24.791	80	0	0.36 2	3.286
4: Sist Finale e Sisma	Salt-Ecla	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 20.458, DFR= 10.229, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [2.575] = 2.575	10.229	20.458	8	0	0.43 2	2.575
4: Sist Finale e Sisma	Pa	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 24.791, DFR= 12.396, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.286] = 3.286	12.396	24.791	80	0	0.36 2	3.286

Parametri del terreno fase per fase, lato valle

	Strato	Comportamento argille	Metodo	Attrito paratia/terreno (δ)	ϕ	c'	Su	KaH	KpH
				(gradi)	(gradi)	(kPa)	(kPa)		
0: Fase 0	Salt-Ecla	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 20.458, DFR= 10.229, Asur= 25)](WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL	10.229	20.458	8	0	0.87 8	4.009

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 97 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	---------------------------

			FRICION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE]] = 1 x 0.878 = 0.878						
0: Fase 0	Pa	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 24.791, DFR= 12.396, Asur= 25)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE]] = 1 x 0.824 = 0.824	12.396	24.791	80	0	0.824	5.968
1: Scavo 1	Salt-Ecla	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 20.458, DFR= 10.229, Asur= 25)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE]] = 1 x 0.878 = 0.878	10.229	20.458	8	0	0.878	4.009
1: Scavo 1	Pa	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 24.791, DFR= 12.396, Asur= 25)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE]] = 1 x 0.824 = 0.824	12.396	24.791	80	0	0.824	5.968
2: Tirante 1	Salt-Ecla	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 20.458, DFR= 10.229, Asur= 25)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE]] = 1 x 0.878 = 0.878	10.229	20.458	8	0	0.878	4.009
2: Tirante 1	Pa	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 24.791, DFR= 12.396, Asur= 25)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE]] = 1 x 0.824 = 0.824	12.396	24.791	80	0	0.824	5.968
3: Scavo max	Salt-Ecla	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 20.458, DFR= 10.229, Asur= 25)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE]] = 1 x 0.878 = 0.878	10.229	20.458	8	0	0.878	4.009
3: Scavo max	Pa	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 24.791, DFR= 12.396, Asur= 25)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE]] = 1 x 0.824 = 0.824	12.396	24.791	80	0	0.824	5.968
4: Sist Finale	Salt-Ecla	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 20.458, DFR= 10.229, Asur=	10.229	20.458	8	0	0.878	4.009

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 98 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	---------------------------

Sisma			25)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE)] = 1 x 0.878 = 0.878						
4: Sist Finale e Sisma	Pa	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 24.791, DFR= 12.396, Asur= 25)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE)] = 1 x 0.824 = 0.824	12.396	24.791	80	0	0.824	5.968

Minimi d'armatura

	Dettagli
Note:	Armatura presente nella paratia
Controllo armatura a taglio	Controllo non eseguito.
Controllo passo staffe	Non applicabile
Passo staffe (cm)	Non applicabile
Passo staffe massimo, da normativa (cm)	Non applicabile
Passo staffe minimo, da normativa (cm)	Non applicabile
Area staffe minima, da normativa (cm ² /m)	Armatura minima a taglio N/A
Area staffe (cm ² /m)	0
Controlla area min. staffe.	Armatura minima a taglio N/A

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id.doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L073	212	E	17	OS0600	REL	01	B	99 di 169

Controllo diametro min. staffe	Controllo non richiesto o N/A
Diametro/Diametro min. da normativa (cm)	Controllo non richiesto o N/A

Impostazioni stabilita' globale

Numero massimo di iterazioni = 100, Tolleranza = 0.01%

Larghezza massima concio = 1 m

Limiti dall'angolo in alto a sinistra della paratia

Sinistra = 0.16 m, Destra = 9.08 m, Spaziatura orizzontale = 1

Alto = 18.56 m, Basso = 6.9 m, Spaziatura verticale = 1

La ricerca del raggio parte dalla base della paratia + 0 m

La ricerca del raggio finisce alla base del modello

1 intervallo di raggi e' usato

Angolo limite attivo non e' usato

Angolo limite passivo non e' usato

La capacita' SLU dei supporti e' inclusa nella verifica di stabilita' del pendio

La capacita' a taglio e' inclusa nella stabilita' delle superfici intersecanti la paratia (nota: per pali collegati = 0)

Taglio e forze laterali sulle superfici verticali iniziali e finali sono calcolate a partire dalle condizioni a riposo

Numero di intervalli sulle superfici verticali iniziali e finali = 30

FASI DI SCAVO E VERIFICA DI STABILITA' DEL PENDIO

Nel seguito sono riportati i risultati delle verifiche di stabilita' del pendio per ogni fase.

ANALISI DI STABILITA' DEL PENDIO: RISULTATI DEI CONCI PER TUTTI GLI STAGE

Analisi di stabilita' del pendio Design Section: 0: DM08_ITA: Comb. 2: A2+M2+R1

LEGEND

x1 = Left x coordinate

ZsL= Left slice bottom elevation

ZtL= Left top elevation

x2 = Right x coordinate

ZsR= Right slice bottom elevation

ZtR= Right top elevation

DL = Slice base width



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 100 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

an = Base angle

Fr = Average friction angle at base

c = Average cohesion at base (may include undrained clay strengths)

Wn = Total slice weight

ubL= Water pressure at left bottom point

ubR= Water pressure at right bottom point

tBase= Base shear resistance

Nr = Effective normal reaction at bottom of slice

EiL= Lateral interslice force on left face

EiR= Lateral interslice force on right face

TL = Vertical interslice shear on left vertical face

TR = Vertical interslice shear on right vertical face

UbF= Normal water force at slice base



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 101 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Progetto: My Project

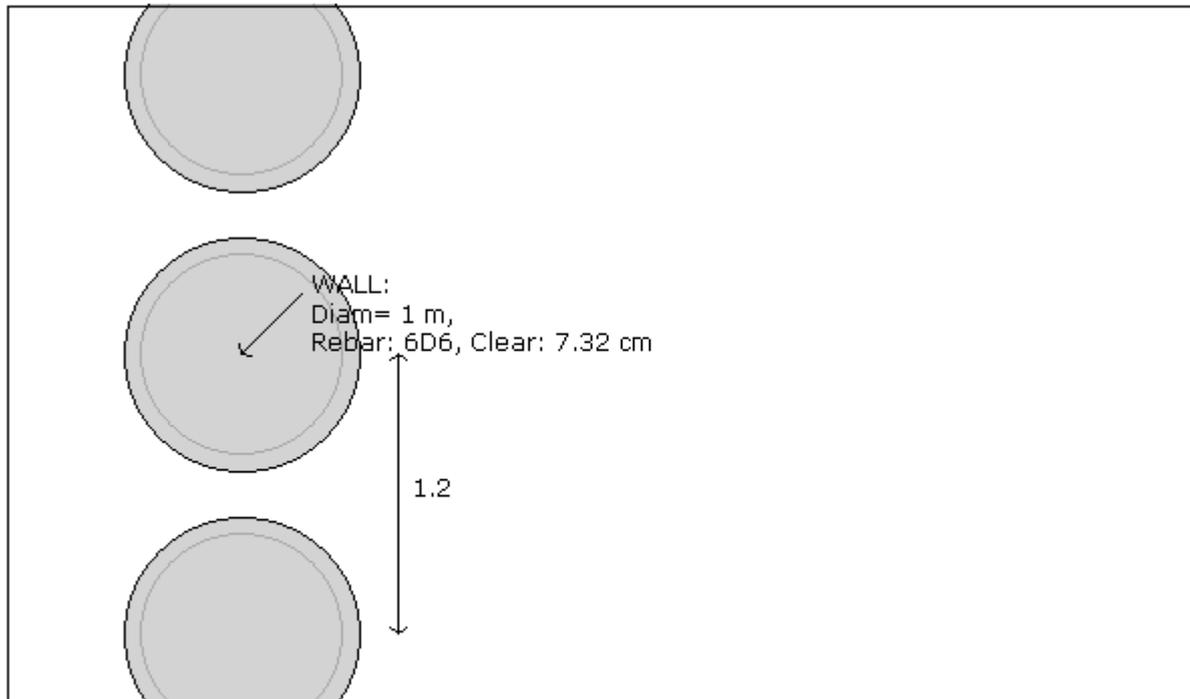
Risultati per l'Approccio di Progetto 3: 0: DM08_ITA:

EQK - GEO

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag.diPag. 102 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-----------------------------

DATI PARATIE

Sezioni paratia0: Wall 1



Societa': My Company	Wall sketch	CeAS srl and Deep Excavation
Progettista: Engineer		Paratie Plus 2011 - DeepXcar
D:\Utentila.falace\desktop\Paratia1+495.DEEP		11/30/2016

Sezioni paratia0: Berlinese

Tipo paratia: Pali tangenti: pali in calcestruzzo armato

Quota sommita' paratia: 0 m Quota piede paratia: -15 m

Dimensione fuori piano paratia: 1.2 Spessore paratia = 1

Ampiezza zona spinta passiva al di sotto del piano di scavo: 1.2 Ampiezza zona spinta attiva al di sotto del piano di scavo: 1.2 Swater= 1.2

$f_c' = 24.8$ $f_y \text{ barre} = 409.7$ $E_{cls} = 31475.7$ $F_{cT} \text{ calcestruzzo a trazione} = 10\% \text{ di } F_c'$

Attrito paratia: % attrito terreno = 50%

Le capacita' paratie in acciaio sono calcolate con NTC 2008

Le capacita' paratie in calcestruzzo sono calcolate con NTC 2008

Nota: con la capacita' ultima si dovrebbe adottare un fattore di sicurezza strutturale.

Proprieta' paratie di pali tangenti

Tipo di sezione di calcestruzzo:

Dimensioni della sezione

$D = 100 \text{ cm}$, $A = 7853.98163397448 \text{ cm}^2$, $I_{xx} = 4908738.52123405 \text{ cm}^4$

Armatura longitudinale

Barre cima: $N = 6$ barre #D6 = $A_{sTop} 1.7 \text{ cm}^2$, $C_{top} = 7.62 \text{ cm}$

Armatura a taglio

Bar #D6 = $A_s 0.283 \text{ cm}^2$, $s_v = 10 \text{ cm}$



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 103 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

DATI GENERALI PARATIA

Hor wall spacing=interasse tra pannelli

passive width below exc=larghezza di riferimento per calcolo zona passiva per analisi classica

concrete f'c=fck=res cilindrica caratteristica cls

Rebar fy=fyk=res caratteristica acciaio armature

Econc=modulo elastico cls

Concrete tension fct=fctk=resistenza caratteristica a trazione cls

Steel members fy=fyk=res caratteristica acciaio

Esteel=modulo elastico acciaio

DATI TABELLATI (si omette la spiegazione dei parametri già descritti in precedenza)

1) Diaphragm wall=sezione rettangolare in CA

N/A= il valore non è disponibile in quanto non correlato al tipo di sezione in uso

Fy=fyk

F'c=fck

D=altezza paratia

B=base paratia

tf=spessore

2) Steel sheet pile=palancolata

DES=tipo di palancolata

Shape=forma

W=peso per unità di lunghezza

A=area

h=altezza

t=spessore lamiera orizzontale

b=base singolo elemento a Z o U

s=spessore lati obliqui

Ixx=inerzia asse principale palancolata (per unità di lunghezza)

Sxx=modulo di resistenza asse principale palancolata (per unità di lunghezza)

3) Secant pile wall (pali allineati e sovrapposti), Tangent pile wall=pali allineati (Berlinesi, micropali), soldier pile (pali in acciaio con collegamento in cls), soldier pile and timber lagging (pali in acciaio con collegamento con elementi in legno)

W=peso per unità di lunghezza

A=area

D=diámetro

tw o tp=spessore dell'anima (sezione a I) o del tubo (sezione circolare)

bf=larghezza della sezione

tf=spessore dell'ala

k=altezza flangia + altezza raccordo

Ixx=inerzia rispetto asse orizzontale (per unità di lunghezza)

Sxx=modulo di resistenza rispetto asse orizzontale (per unità di lunghezza)

rx=raggio giratore d'inerzia lungo x

Iyy=inerzia rispetto asse verticale (per unità di lunghezza)

Syy=modulo di resistenza rispetto asse verticale (per unità di lunghezza)

ry=raggio giratore d'inerzia lungo y

Cw=costante di ingobbamento

fy=fyk

DATI SEZIONI TIRANTI

Name	Fy	Fc'	Dfix	Number	Dinside	Afree	Efree	Pa STR	Pu STR	PresGr	F5geo	UserGcap	Pa GEO	Pu GEO	WireModel
------	----	-----	------	--------	---------	-------	-------	--------	--------	--------	-------	----------	--------	--------	-----------

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 104 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------

	(MPa)	(MPa)	(cm)	Strands	(cm)	(cm ²)	(MPa)	(kN)	(kN)	(kPa)		(kN)	(kN)	Si'/No	
4- Strands	1862.1	24.8	15.001	4	0	5.59	200100	905.2	905.2	N/A	1.4	False	N/A	N/A	Si'

DATI TERRENO

Name	g tot	g dry	Frict	C'	Su	FRp	FRcv	Eload	Eur	kAp	kPp	kAcv	kPcv	Vary	Spring	Color
	(kN/m ³)	(kN/m ³)	(deg)	(kPa)	(kPa)	(deg)	(deg)	(kPa)	(kPa)	NL	NL	NL	NL		Model	
Salt-Ecla	20	18	25	10	N/A	N/A	N/A	50000	150000	0.33	3	N/A	N/A	True	Linear	
Pa	23	20	30	100	N/A	N/A	N/A	75000	120000	0.33	3	N/A	N/A	True	Linear	

Name	Poisson	Min Ka	Min sh	ko.NC	nOCR	aH.EXP	aV.EXP	qSkin	qNails	kS.nails	PL
	v	(clays)	(clays)	-	-	(0 to 1)	(0 to 1)	(kPa)	(kPa)	(kN/m ³)	(MPa)
Salt-Ecla	0.35	-	-	0.577	1	-	-	250	0	0	-
Pa	0.35	-	-	0.5	1	-	-	240	0	0	-

gtot=peso specifico /totale terreno

gdry=peso secco del terreno

Frict=angolo di attrito di calcolo

C'=coesione efficace

Su = Coesione non drenata, parametro attivo per terreni tipo CLAY in condizioni NON drenate

Dilat=Dilatanza terreno (parametro valido solo in analisi non lineare)

Evc=modulo a compressione vergine molla equivalente terreno

Eur=modulo di scarico/ricarico (fase elastica) molla equivalente terreno

Kap= coefficiente di spinta attiva di picco

Kpp= coefficiente di spinta passiva di picco

Kacv= coefficiente di spinta attiva di picco

Kpcv= coefficiente di spinta passiva di picco

Spring models= modalità di definizione dei moduli di rigidezza molle terreno (LIN, EXP, SIMC)

LIN= Lineare-Elastico-Perfettamente plastico

EXP: esponenziale, SUB: Modulo di reazione del sottosuolo

SIMC= Modo semplificato per argille

STRATIGRAFIA TERRENI

Top Elev= quota superiore strato

Soil type=nome del terreno

OCR=rapporto di sovraconsolidazione

K0=coefficiente di spinta a riposo

Nome: Boring 1, pos: (-20, 0)

Top elev.	Soil type	OCR	Ko
0	Salt-Ecla	1	0.58

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 105 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------

-2	Pa	1	0.5
----	----	---	-----

DATI PER AZIONE SISMICA

L'azione sismica è stata modellata facendo uso di un approccio pseudostatico.

Summary of stage assumptions

Stage	Seismic g	Method	aX	aY	Beta	Building Code Used
Number	Used	Used	(g)	(g)		(Name)
0	No		0.2	0.1	1	N/A
1	No		0.2	0.1	1	N/A
2	No		0.2	0.1	1	N/A
3	No		0.2	0.1	1	N/A
4	Yes		0.2	0.1	1	N/A

N/A= parametro non disponibile

Stage number=fase di scavo

Seismic ag Used=se nello step è stata attivato il sisma

Method=metodo per calcolo spinta sismica

ax=accelerazione ah orizzontale di progetto

ay=accelerazione av verticale di progetto

Beta=coeff moltiplicatore spinta sismica (per norma USA)

Buildind code=normativa per calcolo accelerazione

APPROCCI DI PROGETTO E FATTORI DI COMBINAZIONE

Moltiplicatori e fattori di riduzione utilizzati per ogni Approccio di Progetto

Stage	Design Code	Design Case	F(tan	F	F	F	F(perm	F(temp	F(perm	F(temp	F Earth	F Earth	FGWT	F GWT	F HYD	F HYD	F UPL	F UPL
	Name		fr)	(c')	(Su)	(EQ)	load)	load)	sup)	sup)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)
0	DM08_ITA	EQK - GEO	1.25	1.25	1.4	1	1	1	1.2	1.1	1	1	1	1	1.3	0.9	1	1
1	DM08_ITA	EQK - GEO	1.25	1.25	1.4	1	1	1	1.2	1.1	1	1	1	1	1.3	0.9	1	1
2	DM08_ITA	EQK - GEO	1.25	1.25	1.4	1	1	1	1.2	1.1	1	1	1	1	1.3	0.9	1	1
3	DM08_ITA	EQK - GEO	1.25	1.25	1.4	1	1	1	1.2	1.1	1	1	1	1	1.3	0.9	1	1
4	DM08_ITA	EQK - GEO	1.25	1.25	1.4	1	1	1	1.2	1.1	1	1	1	1	1.3	0.9	1	1

Legenda

Stage: Fase di scavo

Design Code: Normativa in accordo alla quale vengono eseguite le verifiche

Ftan fr: moltiplicatore della tangente dell'angolo di attrito



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 106 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

F C': moltiplicatore della coesione efficace

F Su': moltiplicatore coesione non drenata

F EQ: moltiplicatore azione sismica

F perm load: moltiplicatore carichi permanenti

F temp load: moltiplicatore carichi accidentali/variabili

F perm supp: fattore di riduzione della resistenza allo sfilamento dei tiranti, intesi come permanenti

F temp supp: fattore di riduzione della resistenza allo sfilamento dei tiranti, intesi come temporanei

F earth Dstab: moltiplicatore della spinta attiva, caso sfavorevole

F earth stab: moltiplicatore della spinta attiva, caso favorevole

F GWT Dstab (ground water): moltiplicatore della spinta idrostatica, caso sfavorevole

F GWT stab (ground water): moltiplicatore della spinta idrostatica, caso favorevole

F HYD Dstab: moltiplicatore della spinta idrodinamica, caso sfavorevole

F HYD stab: moltiplicatore della spinta idrodinamica, caso favorevole

F UPL Dstab: moltiplicatore per la verifica a sifonamento, caso sfavorevole

F UPL stab: moltiplicatore per la verifica a sifonamento, caso favorevole

GRAFICI FASI DI SCAVO

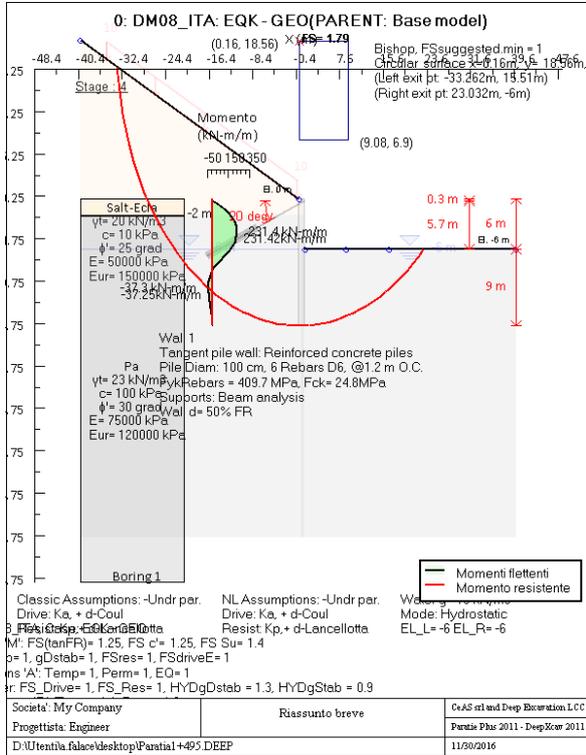
Nel seguito si riportano i grafici dei risultati relativi alle fasi di scavo principali.

SOMMARIO RISULTATI ANALISI E VERIFICHE

Nel seguito si riportano, sotto forma di tabelle e grafici:

- i risultati più gravosi di tutti gli approcci di progetto;
- i risultati più gravosi divisi per Approcci di Progetto e per fasi.

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 107 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------



Momento flettente agente sulla paratia e verifica infissione

Top Wall	Wall	L-Wall	H-Exc.	Max+M/Cap	Max-M/Cap	FS Toe	FS Toe	FS Toe	FS 1 Toe EL.	Slope
(m)	Section	(m)	(m)	(kN-m/m)	(kN-m/m)	Pas. mob.	Rotation	Embedment	(m)	Stab. FS
0	Berlinese	15	7	231.42/0	37.25/0	4.489	17.207	10.373	-7.33	1.79

Stabilita' del fondo scavo e stima dei cedimenti verticali secondo Clough: Wall 1

1. FSmin	2. DxMax (cm)	2. Stiffness	2. FSbasal	3. Dx/H (%)	3. Stiffness	3. FSbasal
@ stage 3	@ stage 4	@ DxMax	@ DxMax	@ stage 4	@ Dx/H max	@ Dx/H max
5.441	2.607	122	1.79	0.435	121.973	1.79

Support	Elev. Z	X	Supports	Angle	Space H	Free L
---------	---------	---	----------	-------	---------	--------

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 108 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Number	(m)	(m)	Wall #	(deg.)	(m)	(m)
0	-0.3	1	Wall 1	20	2.4	9

Support	R.Max	R.Min	R.Max	R.Min	STR
Number	(kN)	(kN)	(kN/m)	(kN/m)	
0	405.5	0	168.96	0	0.6

Envelope of results

Nel seguito si riportano i grafici dei risultati relativi alle fasi di scavo principali.

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

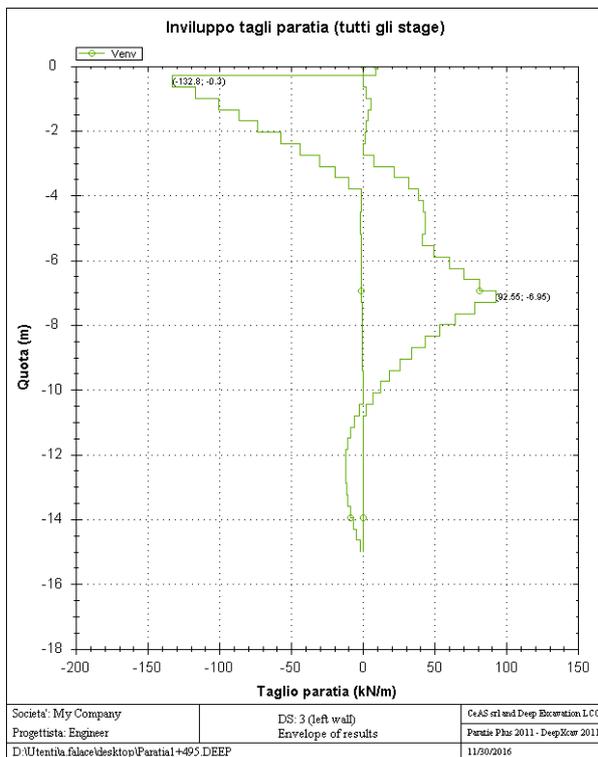
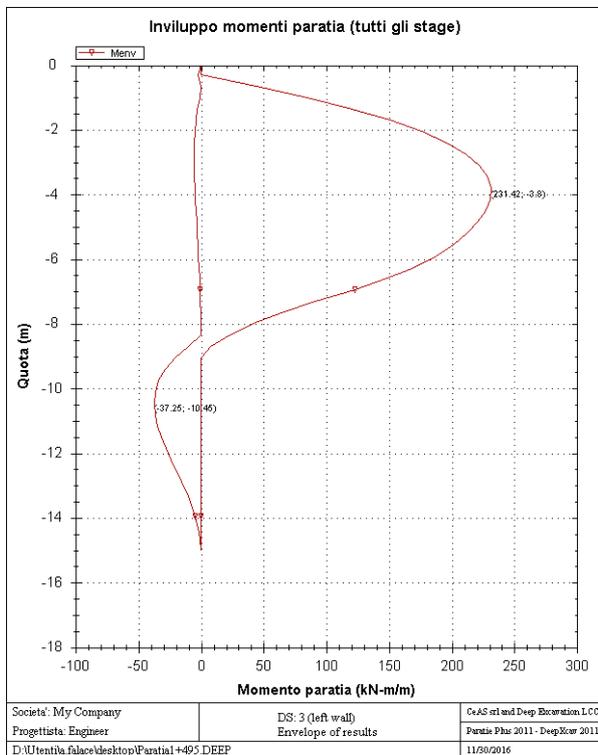
Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo

Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 109 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------



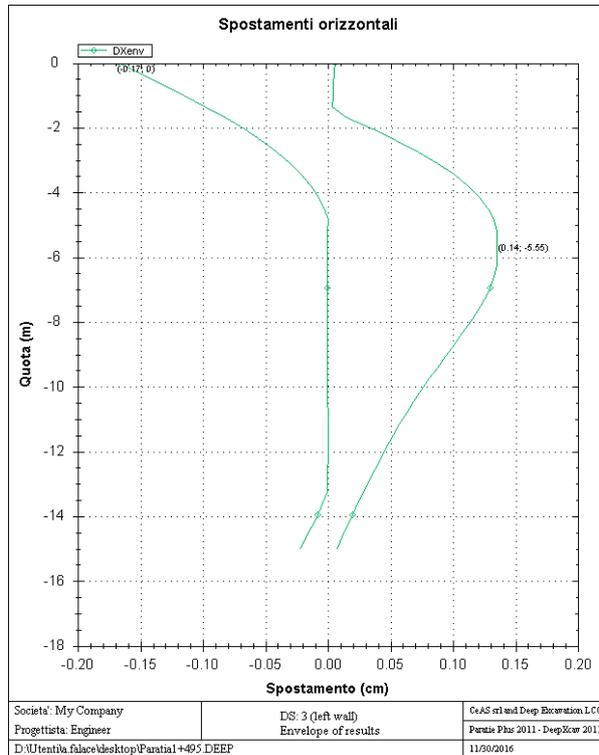
2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 110 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------



Sommario esteso a tutte le fasi

	Esito calcolo	Spostamento X paratia (cm)	Cedimento Z terreno (cm)	Momento paratia (kN-m/m)	Momento paratia (kN-m)
Fase 0	Risolto con successo	0	N/A	0	0
Scavo 1	Risolto con successo	0.01	0	5.72	6.86
Tirante 1	Risolto con successo	-0.17	0	167.3	200.76
Scavo max	Risolto con successo	-0.15	0.31	228.45	274.14
Sist Finale e Sisma	Risolto con successo	0.14	0.27	231.42	277.7

	Taglio paratia (kN/m)	Taglio paratia (kN)	Verifica paratia (TSF)	Verifica pressofl. (TSF)	Verifica taglio (TSF)	Verifica σ cls (TSF)
Fase 0	0	0	N/A	N/A	N/A	N/A
Scavo 1	5.56	6.67	N/A	N/A	N/A	N/A
Tirante 1	127.73	153.28	N/A	N/A	N/A	N/A
Scavo max	131.57	157.88	N/A	N/A	N/A	N/A
Sist Finale e Sisma	132.8	159.36	N/A	N/A	N/A	N/A

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 111 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------

	Verifica σ armatura	Max reazione vincoli	Max reazione vincoli	Verifica vincoli	Verifica STR vincoli	Verifica GEO vincoli
	(TSF)	(kN/m)	(kN)	(TSF)	(TSF)	(TSF)
Fase 0	N/A	0	0	0	N/A	N/A
Scavo 1	N/A	0	0	0	N/A	N/A
Tirante 1	N/A	166.7	400.08	0.594	0.442	0.594
Scavo max	N/A	167.62	402.29	0.598	0.444	0.598
Sist Finale e Sisma	N/A	168.96	405.5	0.602	0.448	0.602

	Verifica fondo scavo (FS)	FS passiva (eq. limite)	FS rotazione (eq. limite)	FS infissione (eq. limite)	Quota Zcut	Passiva/Vera	Vera/Attiva
	(FS)	(FS)	(FS)	(FS)		/	/
Fase 0	1000	61.544	71.581	50	N/A	10.156	7.014
Scavo 1	10.333	56.072	63.525	10.373	N/A	9.293	6.945
Tirante 1	10.333	N/A	50.921	47.063	N/A	9.769	7.71
Scavo max	5.441	N/A	17.207	24.571	N/A	4.628	6.07
Sist Finale e Sisma	6.205	N/A	23.755	32.25	N/A	4.489	6.129

	Verifica sifonamento	Qflow	FSslope
	(FS)	(m3/hr)	
Fase 0	N/A	N/A	N/C
Scavo 1	N/A	N/A	N/C
Tirante 1	N/A	N/A	N/C
Scavo max	N/A	N/A	N/C
Sist Finale e Sisma	N/A	N/A	1.79

Vincoli: reazione fase per fase (per unità di lunghezza)

	Vincolo0Reazione-0.3) kN/m
Fase 0	0
Fase 1	0



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 112 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Fase 2	166.7
Fase 3	167.62
Fase 4	168.96

Vincoli: reazione fase per fase

	Vincolo0Reazione-0.3) kN at 2.4 m
Fase 0	0
Fase 1	0
Fase 2	400.08
Fase 3	402.288
Fase 4	405.504

FS infissione per fase

	FS minimo al piede	FS Passivo	FS Rotazione	FS Lunghezza	FS Pass. mobilizzato	FS Forza attiva / attiva teorica
Fase 0	50	61.544	71.581	50	10.156	7.014
Fase 1	10.359	56.072	63.525	10.373	9.293	6.945
Fase 2	47.063	N/A	50.921	47.063	9.769	7.71
Fase 3	17.207	N/A	17.207	24.571	4.628	6.07
Fase 4	23.755	N/A	23.755	32.25	4.489	6.129

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 113 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------

Vincoli: verifiche fase per fase

	TSF STR vincolo 0(EL= -0.3)
Fase 0	0
Fase 1	0
Fase 2	0.594
Fase 3	0.598
Fase 4	0.602

Verifica infissione e rapporti di mobilitazione

	FS Passiva	FS rotazione	FS infissione	Passiva/Vera	Vera/Attiva	Fh EQ Soil	Fh EQ Water
	(FS)	(FS)	(FS)	/	/		
Fase 0	12583.762/204.469	74276.67/1037.66	15/0.3	12132/1194.552	1194.552/170.304	N/A	N/A
Fase 1	11465.047/204.469	65917.72/1037.66	13.9/1.34	10990.92/1182.72	1182.72/170.304	N/A	N/A
Fase 2	N/A	106316.63/2087.88	13.9/0.3	10990.92/1125.084	1313.04/170.304	N/A	N/A
Fase 3	N/A	54259.62/3153.28	8/0.33	4381.56/946.728	1033.716/170.304	N/A	N/A
Fase 4	N/A	52489.9/2209.63	9/0.28	4076.28/908.124	1043.712/170.304	47.146	0

Parametri del terreno fase per fase, lato monte

	Strato	Comportamento argille	Metodo	Attrito paratia/terreno (δ)	ϕ	c'	Su	KaH	KpH
				(gradi)	(gradi)	(kPa)	(kPa)		
0: Fase 0	Salt-Ecla	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 20.458, DFR= 10.229, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [2.575] = 2.575	10.229	20.458	8	0	0.43 2	2.575
0: Fase 0	Pa	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 24.791, DFR= 12.396, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.286] = 3.286	12.396	24.791	80	0	0.36 2	3.286
1: Scavo 1	Salt-Ecla	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 20.458, DFR= 10.229, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [2.575] = 2.575	10.229	20.458	8	0	0.43 2	2.575
1: Scavo 1	Pa	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 24.791, DFR= 12.396, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.286] = 3.286	12.396	24.791	80	0	0.36 2	3.286
2: Tirante 1	Salt-Ecla	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 20.458, DFR= 10.229, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [2.575] = 2.575	10.229	20.458	8	0	0.43 2	2.575
2: Tirante 1	Pa	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 24.791, DFR= 12.396, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.286] = 3.286	12.396	24.791	80	0	0.36 2	3.286
3: Scavo max	Salt-Ecla	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 20.458, DFR= 10.229, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [2.575] = 2.575	10.229	20.458	8	0	0.43 2	2.575
3: Scavo max	Pa	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 24.791, DFR= 12.396, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.286] = 3.286	12.396	24.791	80	0	0.36 2	3.286
4: Sist Finale e Sisma	Salt-Ecla	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Lancellotta_Kph(deg FR= 20.458, DFR= 10.229, Asur= 0, Ax= 0.2g, Ay= 0.1g)] =>* KpDH = [1 /1] x [1.787] = 1.787	10.229	20.458	8	0	0.43 2	1.787
4: Sist Finale e Sisma	Pa	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Lancellotta_Kph(deg FR= 24.791, DFR= 12.396, Asur= 0, Ax= 0.2g, Ay= 0.1g)] =>* KpDH = [1 /1] x [2.32] = 2.32	12.396	24.791	80	0	0.36 2	2.32

Parametri del terreno fase per fase, lato valle

	Strato	Comportamento argille	Metodo	Attrito paratia/terreno (δ)	ϕ	c'	Su	KaH	KpH
				(gradi)	(gradi)	(kPa)	(kPa)		
0: Fase 0	Salt-Ecla	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 20.458, DFR= 10.229, Asur=	10.229	20.458	8	0	0.87 8	4.009

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo

Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 115 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

			25)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE)) = 1 x 0.878 = 0.878						
0: Fase 0	Pa	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 24.791, DFR= 12.396, Asur= 25)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE)) = 1 x 0.824 = 0.824	12.396	24.791	80	0	0.82 4	5.968
1: Scavo 1	Salt-Ecla	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 20.458, DFR= 10.229, Asur= 25)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE)) = 1 x 0.878 = 0.878	10.229	20.458	8	0	0.87 8	4.009
1: Scavo 1	Pa	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 24.791, DFR= 12.396, Asur= 25)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE)) = 1 x 0.824 = 0.824	12.396	24.791	80	0	0.82 4	5.968
2: Tirante 1	Salt-Ecla	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 20.458, DFR= 10.229, Asur= 25)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE)) = 1 x 0.878 = 0.878	10.229	20.458	8	0	0.87 8	4.009
2: Tirante 1	Pa	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 24.791, DFR= 12.396, Asur= 25)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE)) = 1 x 0.824 = 0.824	12.396	24.791	80	0	0.82 4	5.968
3: Scavo max	Salt-Ecla	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 20.458, DFR= 10.229, Asur= 25)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE)) = 1 x 0.878 = 0.878	10.229	20.458	8	0	0.87 8	4.009
3: Scavo max	Pa	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 24.791, DFR= 12.396, Asur= 25)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE)) = 1 x 0.824 = 0.824	12.396	24.791	80	0	0.82 4	5.968
4: Sist	Salt-Ecla	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x	10.229	20.458	8	0	0.87	3.245



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 116 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Finale e Sisma			[Coulomb_Kah(deg FR= 20.458, DFR= 10.229, Asur= 25)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE)] = 1 x 0.878 = 0.878					8	
4: Sist Finale e Sisma	Pa	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 24.791, DFR= 12.396, Asur= 25)(WARNING: SURFACE ANGLE EXCEEDS SOIL FRICTION. EQUATION MAY BE UNCONSERVATIVE)] = 1 x 0.824 = 0.824	12.396	24.791	80	0	0.824	4.673

Minimi d'armatura

	Dettagli
Note:	Armatura presente nella paratia
Controllo armatura a taglio	Controllo non eseguito.
Controllo passo staffe	Non applicabile
Passo staffe (cm)	Non applicabile
Passo staffe massimo, da normativa (cm)	Non applicabile
Passo staffe minimo, da normativa (cm)	Non applicabile
Area staffe minima, da normativa (cm ² /m)	Armatura minima a taglio N/A
Area staffe (cm ² /m)	0
Controlla area min. staffe.	Armatura minima a taglio N/A

	2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo								
	Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 117 di 169

Controllo diametro min. staffe	Controllo non richiesto o N/A
Diametro/Diametro min. da normativa (cm)	Controllo non richiesto o N/A

Impostazioni stabilita' globale

Numero massimo di iterazioni = 100, Tolleranza = 0.01%
 Larghezza massima concio = 1 m
 Limiti dall'angolo in alto a sinistra della paratia
 Sinistra = 0.16 m, Destra = 9.08 m, Spaziatura orizzontale = 1
 Alto = 18.56 m, Basso = 6.9 m, Spaziatura verticale = 1
 La ricerca del raggio parte dalla base della paratia + 0 m
 La ricerca del raggio finisce alla base del modello
 1 intervallo di raggi e' usato
 Angolo limite attivo non e' usato
 Angolo limite passivo non e' usato
 La capacita' SLU dei supporti e' inclusa nella verifica di stabilita' del pendio
 La capacita' a taglio e' inclusa nella stabilita' delle superfici intersecanti la paratia (nota: per pali collegati = 0)
 Taglio e forze laterali sulle superfici verticali iniziali e finali sono calcolate a partire dalle condizioni a riposo
 Numero di intervalli sulle superfici verticali iniziali e finali = 30

FASI DI SCAVO E VERIFICA DI STABILITA' DEL PENDIO

Nel seguito sono riportati i risultati delle verifiche di stabilita' del pendio per ogni fase.

ANALISI DI STABILITA' DEL PENDIO: RISULTATI DEI CONCI PER TUTTI GLI STAGE

Analisi di stabilita' del pendio Design Section: 0: DM08_ITA: EQK - GEO

LEGEND

x1 = Left x coordinate

ZsL= Left slice bottom elevation

ZtL= Left top elevation

x2 = Right x coordinate

ZsR= Right slice bottom elevation

ZtR= Right top elevation



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 118 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

DL = Slice base width

an = Base angle

Fr = Average friction angle at base

c = Average cohesion at base (may include undrained clay strengths)

Wn = Total slice weight

ubL= Water pressure at left bottom point

ubR= Water pressure at right bottom point

tBase= Base shear resistance

Nr = Effective normal reaction at bottom of slice

EiL= Lateral interslice force on left face

EiR= Lateral interslice force on right face

TL = Vertical interslice shear on left vertical face

TR = Vertical interslice shear on right vertical face

UbF= Normal water force at slice base



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 119 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Progetto: My Project

Risultati per l'Approccio di Progetto 4: 0: DM08_ITA:

EQK - STR

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

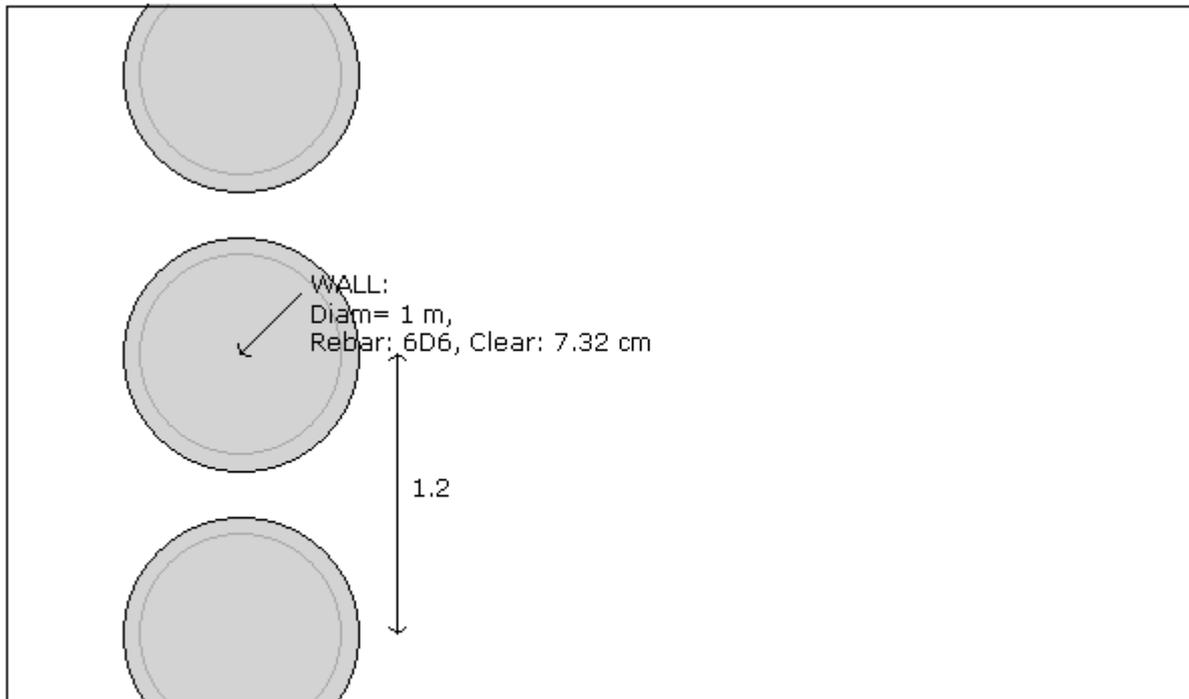
OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag.diPag. 120 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-----------------------------

DATI PARATIE

Sezioni paratia0: Wall 1



Societa': My Company	Wall sketch	CeAS srl and Deep Excavation
Progettista: Engineer		Paratie Plus 2011 - DeepXcar
D:\Utentila.falace\desktop\Paratia1+495.DEEP		11/30/2016

Sezioni paratia0: Berlinese

Tipo paratia: Pali tangenti: pali in calcestruzzo armato

Quota sommita' paratia: 0 m Quota piede paratia: -15 m

Dimensione fuori piano paratia: 1.2 Spessore paratia = 1

Ampiezza zona spinta passiva al di sotto del piano di scavo: 1.2 Ampiezza zona spinta attiva al di sotto del piano di scavo: 1.2 Swater= 1.2

$f_c' = 24.8$ $f_y \text{ barre} = 409.7$ $E_{cls} = 31475.7$ $F_{cT} \text{ calcestruzzo a trazione} = 10\% \text{ di } F_c'$

Attrito paratia: % attrito terreno = 50%

Le capacita' paratie in acciaio sono calcolate con NTC 2008

Le capacita' paratie in calcestruzzo sono calcolate con NTC 2008

Nota: con la capacita' ultima si dovrebbe adottare un fattore di sicurezza strutturale.

Proprieta' paratie di pali tangenti

Tipo di sezione di calcestruzzo:

Dimensioni della sezione

$D = 100 \text{ cm}$, $A = 7853.98163397448 \text{ cm}^2$, $I_{xx} = 4908738.52123405 \text{ cm}^4$

Armatura longitudinale

Barre cima: $N = 6$ barre #D6 = $A_{sTop} 1.7 \text{ cm}^2$, $C_{top} = 7.62 \text{ cm}$

Armatura a taglio

Bar #D6 = $A_s 0.283 \text{ cm}^2$, $s_v = 10 \text{ cm}$



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 121 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------

DATI GENERALI PARATIA

Hor wall spacing=interasse tra pannelli

passive width below exc=larghezza di riferimento per calcolo zona passiva per analisi classica

concrete f'c=fck=res cilindrica caratteristica cls

Rebar fy=fyk=res caratteristica acciaio armature

Econc=modulo elastico cls

Concrete tension fct=fctk=resistenza caratteristica a trazione cls

Steel members fy=fyk=res caratteristica acciaio

Esteel=modulo elastico acciaio

DATI TABELLATI (si omette la spiegazione dei parametri già descritti in precedenza)

1) Diaphragm wall=sezione rettangolare in CA

N/A= il valore non è disponibile in quanto non correlato al tipo di sezione in uso

Fy=fyk

F'c=fck

D=altezza paratia

B=base paratia

tf=spessore

2) Steel sheet pile=palancolata

DES=tipo di palancolata

Shape=forma

W=peso per unità di lunghezza

A=area

h=altezza

t=spessore lamiera orizzontale

b=base singolo elemento a Z o U

s=spessore lati obliqui

Ixx=inerzia asse principale palancolata (per unità di lunghezza)

Sxx=modulo di resistenza asse principale palancolata (per unità di lunghezza)

3) Secant pile wall (pali allineati e sovrapposti), Tangent pile wall=pali allineati (Berlinesi, micropali), soldier pile (pali in acciaio con collegamento in cls), soldier pile and timber lagging (pali in acciaio con collegamento con elementi in legno)

W=peso per unità di lunghezza

A=area

D=diámetro

tw o tp=spessore dell'anima (sezione a I) o del tubo (sezione circolare)

bf=larghezza della sezione

tf=spessore dell'ala

k=altezza flangia + altezza raccordo

Ixx=inerzia rispetto asse orizzontale (per unità di lunghezza)

Sxx=modulo di resistenza rispetto asse orizzontale (per unità di lunghezza)

rx=raggio giratore d'inerzia lungo x

Iyy=inerzia rispetto asse verticale (per unità di lunghezza)

Syy=modulo di resistenza rispetto asse verticale (per unità di lunghezza)

ry=raggio giratore d'inerzia lungo y

Cw=costante di ingobbamento

fy=fyk

DATI SEZIONI TIRANTI

Name	Fy	Fc'	Dfix	Number	Dinside	Afree	Efree	Pa STR	Pu STR	PresGr	F5geo	UserGcap	Pa GEO	Pu GEO	WireModel
------	----	-----	------	--------	---------	-------	-------	--------	--------	--------	-------	----------	--------	--------	-----------

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 122 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------

	(MPa)	(MPa)	(cm)	Strands	(cm)	(cm ²)	(MPa)	(kN)	(kN)	(kPa)		(kN)	(kN)	Si'/No	
4-Strands	1862.1	24.8	15.001	4	0	5.59	200100	905.2	905.2	N/A	1.4	False	N/A	N/A	Si'

DATI TERRENO

Name	g tot (kN/m ³)	g dry (kN/m ³)	Frict (deg)	C' (kPa)	Su (kPa)	FRp (deg)	FRcv (deg)	Eload (kPa)	Eur (kPa)	kAp NL	kPp NL	kAcv NL	kPcv NL	Vary	Spring Model	Color
Salt-Ecla	20	18	25	10	N/A	N/A	N/A	50000	150000	0.33	3	N/A	N/A	True	Linear	
Pa	23	20	30	100	N/A	N/A	N/A	75000	120000	0.33	3	N/A	N/A	True	Linear	

Name	Poisson v	Min Ka (clays)	Min sh (clays)	ko.NC -	nOCR -	aH.EXP (0 to 1)	aV.EXP (0 to 1)	qSkin (kPa)	qNails (kPa)	kS.nails (kN/m ³)	PL (MPa)
Salt-Ecla	0.35	-	-	0.577	1	-	-	250	0	0	-
Pa	0.35	-	-	0.5	1	-	-	240	0	0	-

gtot=peso specifico /totale terreno

gdry=peso secco del terreno

Frict=angolo di attrito di calcolo

C'=coesione efficace

Su = Coesione non drenata, parametro attivo per terreni tipo CLAY in condizioni NON drenate

Dilat=Dilatanza terreno (parametro valido solo in analisi non lineare)

Evc=modulo a compressione vergine molla equivalente terreno

Eur=modulo di scarico/ricarico (fase elastica) molla equivalente terreno

Kap= coefficiente di spinta attiva di picco

Kpp= coefficiente di spinta passiva di picco

Kacv= coefficiente di spinta attiva di picco

Kpcv= coefficiente di spinta passiva di picco

Spring models= modalità di definizione dei moduli di rigidezza molle terreno (LIN, EXP, SIMC)

LIN= Lineare-Elastico-Perfettamente plastico

EXP: esponenziale, SUB: Modulo di reazione del sottosuolo

SIMC= Modo semplificato per argille

STRATIGRAFIA TERRENI

Top Elev= quota superiore strato

Soil type=nome del terreno

OCR=rapporto di sovraconsolidazione

K0=coefficiente di spinta a riposo

Nome: Boring 1, pos: (-20, 0)

Top elev.	Soil type	OCR	Ko
0	Salt-Ecla	1	0.58

-2	Pa	1	0.5
----	----	---	-----

DATI PER AZIONE SISMICA

L'azione sismica è stata modellata facendo uso di un approccio pseudostatico.

Summary of stage assumptions

Stage	Seismic g	Method	aX	aY	Beta	Building Code Used
Number	Used	Used	(g)	(g)		(Name)
0	No		0.2	0.1	1	N/A
1	No		0.2	0.1	1	N/A
2	No		0.2	0.1	1	N/A
3	No		0.2	0.1	1	N/A
4	Yes		0.2	0.1	1	N/A

N/A= parametro non disponibile

Stage number=fase di scavo

Seismic ag Used=se nello step è stata attivato il sisma

Method=metodo per calcolo spinta sismica

ax=accelerazione ah orizzontale di progetto

ay=accelerazione av verticale di progetto

Beta=coeff moltiplicatore spinta sismica (per norma USA)

Buildind code=normativa per calcolo accelerazione

APPROCCI DI PROGETTO E FATTORI DI COMBINAZIONE

Moltiplicatori e fattori di riduzione utilizzati per ogni Approccio di Progetto

Stage	Design Code	Design Case	F(tan	F	F	F	F(per	F(temp	F(per	F(temp	F Earth	F Earth	FGWT	F GWT	F HYD	F HYD	F UPL	F UPL
	Name		fr)	(c')	(Su)	(EQ)	load)	load)	sup)	sup)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)
0	DM08_ITA	EQK - STR	1	1	1	1	1	1	1.2	1.1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	DM08_ITA	EQK - STR	1	1	1	1	1	1	1.2	1.1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	DM08_ITA	EQK - STR	1	1	1	1	1	1	1.2	1.1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	DM08_ITA	EQK - STR	1	1	1	1	1	1	1.2	1.1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	DM08_ITA	EQK - STR	1	1	1	1	1	1	1.2	1.1	1	1	1	1	1	1	1	1

Legenda

Stage: Fase di scavo

Design Code: Normativa in accordo alla quale vengono eseguite le verifiche

Ftan fr: moltiplicatore della tangente dell'angolo di attrito



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 124 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

F C': moltiplicatore della coesione efficace

F Su': moltiplicatore coesione non drenata

F EQ: moltiplicatore azione sismica

F perm load: moltiplicatore carichi permanenti

F temp load: moltiplicatore carichi accidentali/variabili

F perm supp: fattore di riduzione della resistenza allo sfilamento dei tiranti, intesi come permanenti

F temp supp: fattore di riduzione della resistenza allo sfilamento dei tiranti, intesi come temporanei

F earth Dstab: moltiplicatore della spinta attiva, caso sfavorevole

F earth stab: moltiplicatore della spinta attiva, caso favorevole

F GWT Dstab (ground water): moltiplicatore della spinta idrostatica, caso sfavorevole

F GWT stab (ground water): moltiplicatore della spinta idrostatica, caso favorevole

F HYD Dstab: moltiplicatore della spinta idrodinamica, caso sfavorevole

F HYD stab: moltiplicatore della spinta idrodinamica, caso favorevole

F UPL Dstab: moltiplicatore per la verifica a sifonamento, caso sfavorevole

F UPL stab: moltiplicatore per la verifica a sifonamento, caso favorevole

GRAFICI FASI DI SCAVO

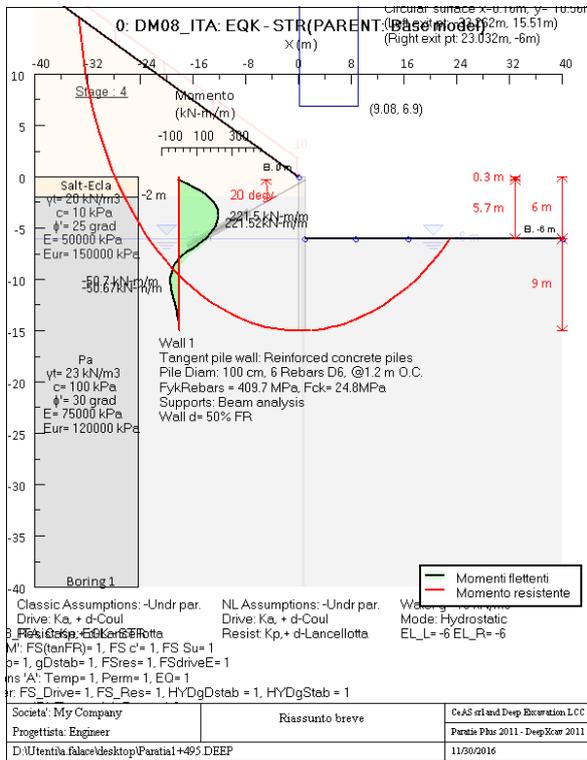
Nel seguito si riportano i grafici dei risultati relativi alle fasi di scavo principali.

SOMMARIO RISULTATI ANALISI E VERIFICHE

Nel seguito si riportano, sotto forma di tabelle e grafici:

- i risultati più gravosi di tutti gli approcci di progetto;
- i risultati più gravosi divisi per Approcci di Progetto e per fasi.

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 125 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------



Momento flettente agente sulla paratia e verifica infissione

Top Wall	Wall	L-Wall	H-Exc.	Max+M/Cap	Max-M/Cap	FS Toe	FS Toe	FS Toe	FS 1 Toe EL.	Slope
(m)	Section	(m)	(m)	(kN-m/m)	(kN-m/m)	Pas. mob.	Rotation	Embedment	(m)	Stab. FS
0	Berlinese	15	7	221.52/0	50.67/0	6.478	54.605	15.444	-7.33	2.238

Stabilita' del fondo scavo e stima dei cedimenti verticali secondo Clough: Wall 1

1. FSmin	2. DxMax (cm)	2. Stiffness	2. FSbasal	3. Dx/H (%)	3. Stiffness	3. FSbasal
@ stage 3	@ stage 4	@ DxMax	@ DxMax	@ stage 4	@ Dx/H max	@ Dx/H max
6.802	1.784	122	2.238	0.297	121.973	2.238

Support	Elev. Z	X	Supports	Angle	Space H	Free L
---------	---------	---	----------	-------	---------	--------

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 126 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Number	(m)	(m)	Wall #	(deg.)	(m)	(m)
0	-0.3	1	Wall 1	20	2.4	9

Support	R.Max	R.Min	R.Max	R.Min	STR
Number	(kN)	(kN)	(kN/m)	(kN/m)	
0	411.02	0	171.26	0	0.45

Envelope of results

Nel seguito si riportano i grafici dei risultati relativi alle fasi di scavo principali.

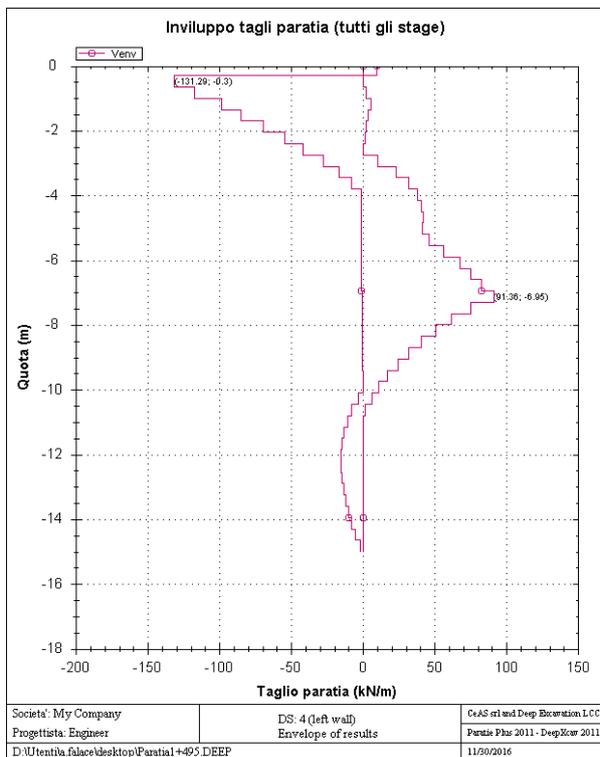
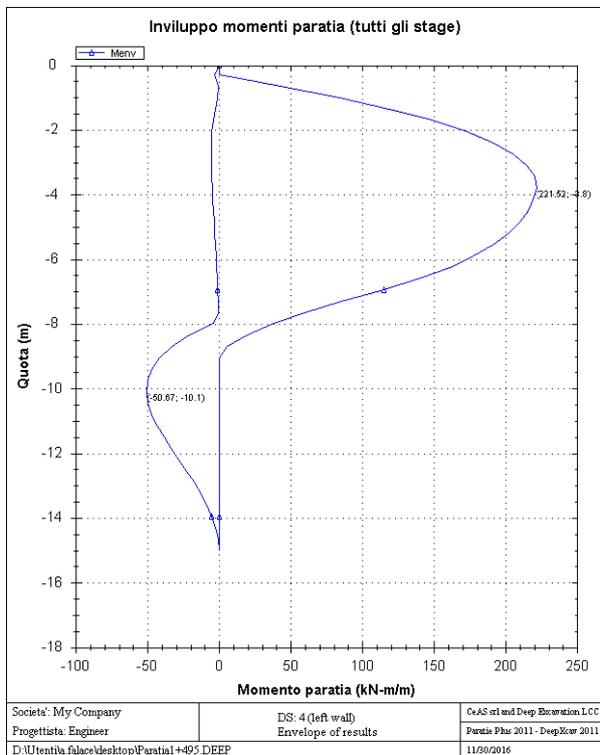
2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 127 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------



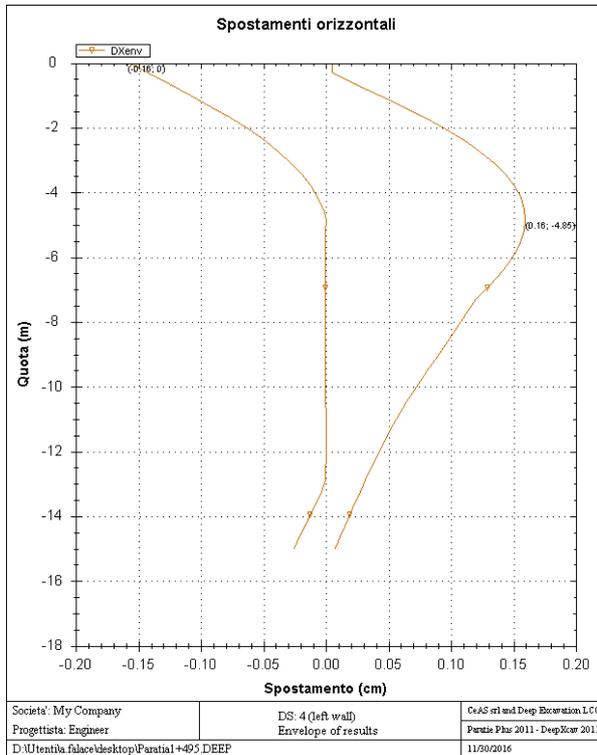
2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 128 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------



Sommario esteso a tutte le fasi

	Esito calcolo	Spostamento X paratia (cm)	Cedimento Z terreno (cm)	Momento paratia (kN-m/m)	Momento paratia (kN-m)
Fase 0	Risolto con successo	0	N/A	0	0
Scavo 1	Risolto con successo	0.01	0	5.49	6.59
Tirante 1	Risolto con successo	-0.16	0	161.11	193.33
Scavo max	Risolto con successo	-0.14	0.29	219.07	262.88
Sist Finale e Sisma	Risolto con successo	0.16	0.27	221.52	265.82

	Taglio paratia (kN/m)	Taglio paratia (kN)	Verifica paratia (TSF)	Verifica pressofl. (TSF)	Verifica taglio (TSF)	Verifica σ cls (TSF)
Fase 0	0	0	N/A	N/A	N/A	N/A
Scavo 1	5.42	6.5	N/A	N/A	N/A	N/A
Tirante 1	126.22	151.46	N/A	N/A	N/A	N/A
Scavo max	129.85	155.82	N/A	N/A	N/A	N/A
Sist Finale e Sisma	131.29	157.55	N/A	N/A	N/A	N/A

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 129 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------

	Verifica σ armatura	Max reazione vincoli	Max reazione vincoli	Verifica vincoli	Verifica STR vincoli	Verifica GEO vincoli
	(TSF)	(kN/m)	(kN)	(TSF)	(TSF)	(TSF)
Fase 0	N/A	0	0	0	N/A	N/A
Scavo 1	N/A	0	0	0	N/A	N/A
Tirante 1	N/A	166.7	400.08	0.442	0.442	0.424
Scavo max	N/A	167.52	402.05	0.444	0.444	0.427
Sist Finale e Sisma	N/A	171.26	411.02	0.454	0.454	0.436

	Verifica fondo scavo (FS)	FS passiva (eq. limite)	FS rotazione (eq. limite)	FS infissione (eq. limite)	Quota Zcut	Passiva/Vera	Vera/Attiva
	(FS)	(FS)	(FS)	(FS)		/	/
Fase 0	1000	222.788	137.363	50	N/A	14.118	126.438
Scavo 1	12.916	203.991	122.774	15.444	N/A	12.959	125.158
Tirante 1	12.916	N/A	389.372	47.063	N/A	13.584	139.297
Scavo max	6.802	N/A	54.605	24.571	N/A	6.622	108.326
Sist Finale e Sisma	7.756	N/A	97.482	32.25	N/A	6.478	98.236

	Verifica sifonamento	Qflow	FSslope
	(FS)	(m3/hr)	
Fase 0	N/A	N/A	N/C
Scavo 1	N/A	N/A	N/C
Tirante 1	N/A	N/A	N/C
Scavo max	N/A	N/A	N/C
Sist Finale e Sisma	N/A	N/A	2.238

Vincoli: reazione fase per fase (per unità di lunghezza)

	Vincolo0Reazione-0.3) kN/m
Fase 0	0
Fase 1	0



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 130 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Fase 2	166.7
Fase 3	167.52
Fase 4	171.26

Vincoli: reazione fase per fase

	Vincolo0Reazione-0.3) kN at 2.4 m
Fase 0	0
Fase 1	0
Fase 2	400.08
Fase 3	402.048
Fase 4	411.024

FS infissione per fase

	FS minimo al piede	FS Passivo	FS Rotazione	FS Lunghezza	FS Pass. mobilizzato	FS Forza attiva / attiva teorica
Fase 0	50	222.788	137.363	50	14.118	126.438
Fase 1	15.444	203.991	122.774	15.444	12.959	125.158
Fase 2	47.063	N/A	389.372	47.063	13.584	139.297
Fase 3	24.571	N/A	54.605	24.571	6.622	108.326
Fase 4	32.25	N/A	97.482	32.25	6.478	98.236

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 131 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Vincoli: verifiche fase per fase

	TSF STR vincolo 0(EL= -0.3)
Fase 0	0
Fase 1	0
Fase 2	0.442
Fase 3	0.444
Fase 4	0.454

Verifica infissione e rapporti di mobilitazione

	FS Passiva	FS rotazione	FS infissione	Passiva/Vera	Vera/Attiva	Fh EQ Soil	Fh EQ Water
	(FS)	(FS)	(FS)	/	/		
Fase 0	17915.365/80.414	106425.19/774.77	15/0.3	16864.8/1194.552	1194.552/9.448	N/A	N/A
Fase 1	16403.797/80.414	95121.63/774.77	13.9/0.9	15324/1182.456	1182.456/9.448	N/A	N/A
Fase 2	N/A	151286.79/388.54	13.9/0.3	15324/1128.096	1316.04/9.448	N/A	N/A
Fase 3	N/A	79392.7/1453.94	8/0.33	6202.32/936.6	1023.432/9.448	N/A	N/A
Fase 4	N/A	74881.62/768.16	9/0.28	5871.36/906.3	928.104/9.448	147.709	0

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 132 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Parametri del terreno fase per fase, lato monte

	Strato	Comportamento argille	Metodo	Attrito paratia/terreno (δ) (gradi)	ϕ (gradi)	c' (kPa)	Su (kPa)	KaH	KpH
0: Fase 0	Salt-Ecla	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.324] = 3.324	12.5	25	10	0	0.35 9	3.324
0: Fase 0	Pa	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 30, DFR= 15, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [4.443] = 4.443	15	30	100	0	0.29 1	4.443
1: Scavo 1	Salt-Ecla	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.324] = 3.324	12.5	25	10	0	0.35 9	3.324
1: Scavo 1	Pa	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 30, DFR= 15, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [4.443] = 4.443	15	30	100	0	0.29 1	4.443
2: Tirante 1	Salt-Ecla	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.324] = 3.324	12.5	25	10	0	0.35 9	3.324
2: Tirante 1	Pa	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 30, DFR= 15, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [4.443] = 4.443	15	30	100	0	0.29 1	4.443
3: Scavo max	Salt-Ecla	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.324] = 3.324	12.5	25	10	0	0.35 9	3.324
3: Scavo max	Pa	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 30, DFR= 15, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [4.443] = 4.443	15	30	100	0	0.29 1	4.443
4: Sist Finale e Sisma	Salt-Ecla	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Lancellotta_Kph(deg FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 0, Ax= 0.2g, Ay= 0.1g)] =>* KpDH = [1 /1] x [2.35] = 2.35	12.5	25	10	0	0.35 9	2.35
4: Sist Finale e Sisma	Pa	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Lancellotta_Kph(deg FR= 30, DFR= 15, Asur= 0, Ax= 0.2g, Ay= 0.1g)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.214] = 3.214	15	30	100	0	0.29 1	3.214

Parametri del terreno fase per fase, lato valle

	Strato	Comportamento argille	Metodo	Attrito paratia/terreno (δ) (gradi)	ϕ (gradi)	c' (kPa)	Su (kPa)	KaH	KpH
0: Fase 0	Salt-Ecla	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 25)] = 1 x	12.5	25	10	0	0.82 1	6.092

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo

Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 133 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

			0.821 = 0.821						
0: Fase 0	Pa	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 30, DFR= 15, Asur= 25)] = 1 x 0.468 = 0.468	15	30	100	0	0.46 8	9.289
1: Scavo 1	Salt-Ecla	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 25)] = 1 x 0.821 = 0.821	12.5	25	10	0	0.82 1	6.092
1: Scavo 1	Pa	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 30, DFR= 15, Asur= 25)] = 1 x 0.468 = 0.468	15	30	100	0	0.46 8	9.289
2: Tirante 1	Salt-Ecla	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 25)] = 1 x 0.821 = 0.821	12.5	25	10	0	0.82 1	6.092
2: Tirante 1	Pa	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 30, DFR= 15, Asur= 25)] = 1 x 0.468 = 0.468	15	30	100	0	0.46 8	9.289
3: Scavo max	Salt-Ecla	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 25)] = 1 x 0.821 = 0.821	12.5	25	10	0	0.82 1	6.092
3: Scavo max	Pa	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 30, DFR= 15, Asur= 25)] = 1 x 0.468 = 0.468	15	30	100	0	0.46 8	9.289
4: Sist Finale e Sisma	Salt-Ecla	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 25)] = 1 x 0.821 = 0.821	12.5	25	10	0	0.82 1	4.76
4: Sist Finale e Sisma	Pa	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 30, DFR= 15, Asur= 25)] = 1 x 0.468 = 0.468	15	30	100	0	0.46 8	6.938

Minimi d'armatura

	Dettagli
Note:	Armatura presente nella paratia
Controllo armatura a taglio	Controllo non eseguito.
Controllo passo staffe	Non applicabile

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 134 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Passo staffe (cm)	Non applicabile
Passo staffe massimo, da normativa (cm)	Non applicabile
Passo staffe minimo, da normativa (cm)	Non applicabile
Area staffe minima, da normativa (cm ² /m)	Armatura minima a taglio N/A
Area staffe (cm ² /m)	0
Controlla area min. staffe.	Armatura minima a taglio N/A
Controllo diametro min. staffe	Controllo non richiesto o N/A
Diametro/Diametro min. da normativa (cm)	Controllo non richiesto o N/A

Impostazioni stabilita' globale

Numero massimo di iterazioni = 100, Tolleranza = 0.01%

Larghezza massima concio = 1 m

Limiti dall'angolo in alto a sinistra della paratia

Sinistra = 0.16 m, Destra = 9.08 m, Spaziatura orizzontale = 1

Alto = 18.56 m, Basso = 6.9 m, Spaziatura verticale = 1

La ricerca del raggio parte dalla base della paratia + 0 m

La ricerca del raggio finisce alla base del modello

1 intervallo di raggi e' usato

Angolo limite attivo non e' usato

Angolo limite passivo non e' usato

La capacita' SLU dei supporti e' inclusa nella verifica di stabilita' del pendio

La capacita' a taglio e' inclusa nella stabilita' delle superfici intersecanti la paratia (nota: per pali collegati = 0)

Taglio e forze laterali sulle superfici verticali iniziali e finali sono calcolate a partire dalle condizioni a riposo

Numero di intervalli sulle superfici verticali iniziali e finali = 30



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 135 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

FASI DI SCAVO E VERIFICA DI STABILITA' DEL PENDIO

Nel seguito sono riportati i risultati delle verifiche di stabilità del pendio per ogni fase.

ANALISI DI STABILITA' DEL PENDIO: RISULTATI DEI CONCI PER TUTTI GLI STAGE

Analisi di stabilità del pendio Design Section: 0: DM08_ITA: EQK - STR

LEGEND

x1 = Left x coordinate

ZsL= Left slice bottom elevation

ZtL= Left top elevation

x2 = Right x coordinate

ZsR= Right slice bottom elevation

ZtR= Right top elevation

DL = Slice base width

an = Base angle

Fr = Average friction angle at base

c = Average cohesion at base (may include undrained clay strengths)

Wn = Total slice weight

ubL= Water pressure at left bottom point

ubR= Water pressure at right bottom point

tBase= Base shear resistance

Nr = Effective normal reaction at bottom of slice

EiL= Lateral interslice force on left face

EiR= Lateral interslice force on right face

TL = Vertical interslice shear on left vertical face

TR = Vertical interslice shear on right vertical face

UbF= Normal water force at slice base



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 136 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Progetto: My Project

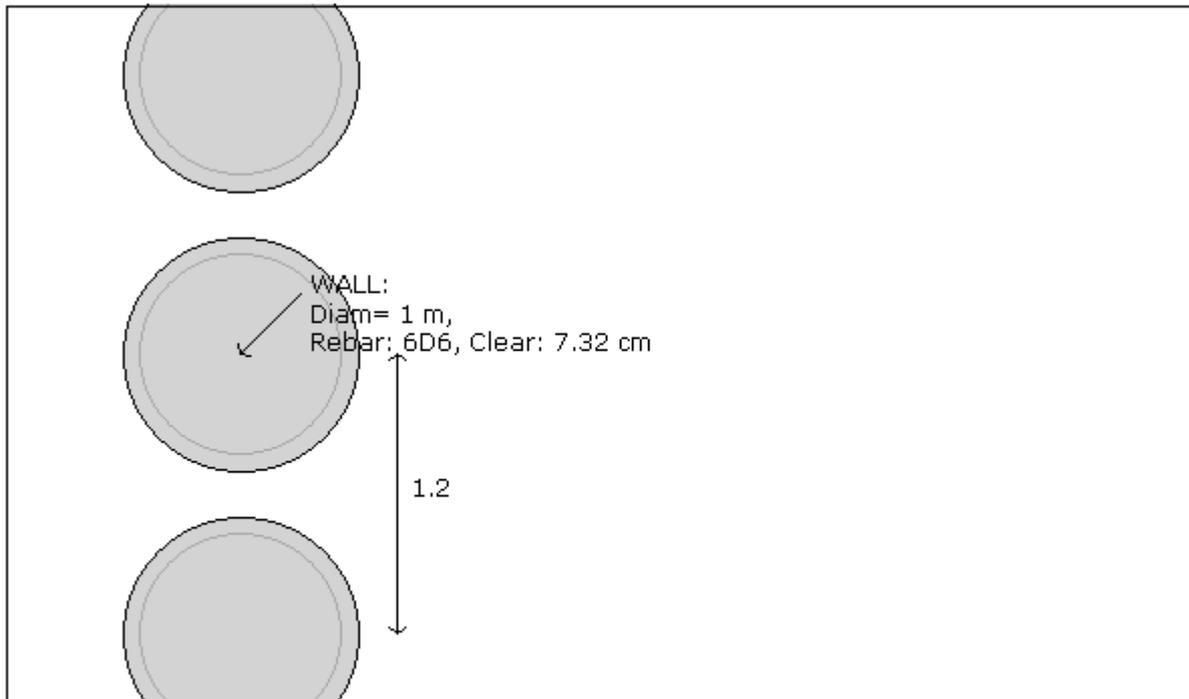
Risultati per l'Approccio di Progetto 5: 0: DM08_ITA:

Comb 3: A1+M1+R3

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag.diPag. 137 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-----------------------------

DATI PARATIE

Sezioni paratia0: Wall 1



Societa': My Company	Wall sketch	CeAS srl and Deep Excavation
Progettista: Engineer		Paratie Plus 2011 - DeepXcar
D:\Utentila.falace\desktop\Paratia1+495.DEEP		11/30/2016

Sezioni paratia0: Berlinese

Tipo paratia: Pali tangenti: pali in calcestruzzo armato

Quota sommita' paratia: 0 m Quota piede paratia: -15 m

Dimensione fuori piano paratia: 1.2 Spessore paratia = 1

Ampiezza zona spinta passiva al di sotto del piano di scavo: 1.2 Ampiezza zona spinta attiva al di sotto del piano di scavo: 1.2 Swater= 1.2

 $f_c' = 24.8$ $f_y \text{ barre} = 409.7$ $E_{cls} = 31475.7$ $F_{cT} \text{ calcestruzzo a trazione} = 10\% \text{ di } F_c'$

Attrito paratia: % attrito terreno = 50%

Le capacita' paratie in acciaio sono calcolate con NTC 2008

Le capacita' paratie in calcestruzzo sono calcolate con NTC 2008

Nota: con la capacita' ultima si dovrebbe adottare un fattore di sicurezza strutturale.

Proprieta' paratie di pali tangenti

Tipo di sezione di calcestruzzo:

Dimensioni della sezione

 $D = 100 \text{ cm}$, $A = 7853.98163397448 \text{ cm}^2$, $I_{xx} = 4908738.52123405 \text{ cm}^4$

Armatura longitudinale

 Barre cima: $N = 6$ barre #D6 = $A_{sTop} 1.7 \text{ cm}^2$, $C_{top} = 7.62 \text{ cm}$

Armatura a taglio

 Bar #D6 = $A_s 0.283 \text{ cm}^2$, $s_v = 10 \text{ cm}$



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 138 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

DATI GENERALI PARATIA

Hor wall spacing=interasse tra pannelli

passive width below exc=larghezza di riferimento per calcolo zona passiva per analisi classica

concrete f'c=fck=res cilindrica caratteristica cls

Rebar fy=fyk=res caratteristica acciaio armature

Econc=modulo elastico cls

Concrete tension fct=fctk=resistenza caratteristica a trazione cls

Steel members fy=fyk=res caratteristica acciaio

Esteel=modulo elastico acciaio

DATI TABELLATI (si omette la spiegazione dei parametri già descritti in precedenza)

1) Diaphragm wall=sezione rettangolare in CA

N/A= il valore non è disponibile in quanto non correlato al tipo di sezione in uso

Fy=fyk

F'c=fck

D=altezza paratia

B=base paratia

tf=spessore

2) Steel sheet pile=palancolata

DES=tipo di palancolata

Shape=forma

W=peso per unità di lunghezza

A=area

h=altezza

t=spessore lamiera orizzontale

b=base singolo elemento a Z o U

s=spessore lati obliqui

Ixx=inerzia asse principale palancolata (per unità di lunghezza)

Sxx=modulo di resistenza asse principale palancolata (per unità di lunghezza)

3) Secant pile wall (pali allineati e sovrapposti), Tangent pile wall=pali allineati (Berlinesi, micropali), soldier pile (pali in acciaio con collegamento in cls), soldier pile and timber lagging (pali in acciaio con collegamento con elementi in legno)

W=peso per unità di lunghezza

A=area

D=diámetro

tw o tp=spessore dell'anima (sezione a I) o del tubo (sezione circolare)

bf=larghezza della sezione

tf=spessore dell'ala

k=altezza flangia + altezza raccordo

Ixx=inerzia rispetto asse orizzontale (per unità di lunghezza)

Sxx=modulo di resistenza rispetto asse orizzontale (per unità di lunghezza)

rx=raggio giratore d'inerzia lungo x

Iyy=inerzia rispetto asse verticale (per unità di lunghezza)

Syy=modulo di resistenza rispetto asse verticale (per unità di lunghezza)

ry=raggio giratore d'inerzia lungo y

Cw=costante di ingobbamento

fy=fyk

DATI SEZIONI TIRANTI

Name	Fy	Fc'	Dfix	Number	Dinside	Afree	Efree	Pa STR	Pu STR	PresGr	F5geo	UserGcap	Pa GEO	Pu GEO	WireModel
------	----	-----	------	--------	---------	-------	-------	--------	--------	--------	-------	----------	--------	--------	-----------

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 139 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------

	(MPa)	(MPa)	(cm)	Strands	(cm)	(cm ²)	(MPa)	(kN)	(kN)	(kPa)		(kN)	(kN)	Si'/No	
4-Strands	1862.1	24.8	15.001	4	0	5.59	200100	905.2	905.2	N/A	1.4	False	N/A	N/A	Si'

DATI TERRENO

Name	g tot (kN/m ³)	g dry (kN/m ³)	Frict (deg)	C' (kPa)	Su (kPa)	FRp (deg)	FRcv (deg)	Eload (kPa)	Eur (kPa)	kAp NL	kPp NL	kAcv NL	kPcv NL	Vary	Spring Model	Color
Salt-Ecla	20	18	25	10	N/A	N/A	N/A	50000	150000	0.33	3	N/A	N/A	True	Linear	
Pa	23	20	30	100	N/A	N/A	N/A	75000	120000	0.33	3	N/A	N/A	True	Linear	

Name	Poisson v	Min Ka (clays)	Min sh (clays)	ko.NC -	nOCR -	aH.EXP (0 to 1)	aV.EXP (0 to 1)	qSkin (kPa)	qNails (kPa)	kS.nails (kN/m ³)	PL (MPa)
Salt-Ecla	0.35	-	-	0.577	1	-	-	250	0	0	-
Pa	0.35	-	-	0.5	1	-	-	240	0	0	-

gtot=peso specifico /totale terreno

gdry=peso secco del terreno

Frict=angolo di attrito di calcolo

C'=coesione efficace

Su = Coesione non drenata, parametro attivo per terreni tipo CLAY in condizioni NON drenate

Dilat=Dilatanza terreno (parametro valido solo in analisi non lineare)

Evc=modulo a compressione vergine molla equivalente terreno

Eur=modulo di scarico/ricarico (fase elastica) molla equivalente terreno

Kap= coefficiente di spinta attiva di picco

Kpp= coefficiente di spinta passiva di picco

Kacv= coefficiente di spinta attiva di picco

Kpcv= coefficiente di spinta passiva di picco

Spring models= modalità di definizione dei moduli di rigidezza molle terreno (LIN, EXP, SIMC)

LIN= Lineare-Elastico-Perfettamente plastico

EXP: esponenziale, SUB: Modulo di reazione del sottosuolo

SIMC= Modo semplificato per argille

STRATIGRAFIA TERRENI

Top Elev= quota superiore strato

Soil type=nome del terreno

OCR=rappporto di sovraconsolidazione

K0=coefficiente di spinta a riposo

Nome: Boring 1, pos: (-20, 0)

Top elev.	Soil type	OCR	Ko
0	Salt-Ecla	1	0.58

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 140 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------

-2	Pa	1	0.5
----	----	---	-----

DATI PER AZIONE SISMICA

L'azione sismica è stata modellata facendo uso di un approccio pseudostatico.

Summary of stage assumptions

Stage	Seismic g	Method	aX	aY	Beta	Building Code Used
Number	Used	Used	(g)	(g)		(Name)
0	No		0.2	0.1	1	N/A
1	No		0.2	0.1	1	N/A
2	No		0.2	0.1	1	N/A
3	No		0.2	0.1	1	N/A
4	Yes		0.2	0.1	1	N/A

N/A= parametro non disponibile

Stage number=fase di scavo

Seismic ag Used=se nello step è stata attivato il sisma

Method=metodo per calcolo spinta sismica

ax=accelerazione ah orizzontale di progetto

ay=accelerazione av verticale di progetto

Beta=coeff moltiplicatore spinta sismica (per norma USA)

Buildind code=normativa per calcolo accelerazione

APPROCCI DI PROGETTO E FATTORI DI COMBINAZIONE

Moltiplicatori e fattori di riduzione utilizzati per ogni Approccio di Progetto

Stage	Design Code	Design Case	F(tan	F	F	F	F(per	F(temp	F(per	F(temp	F Earth	F Earth	FGWT	F GWT	F HYD	F HYD	F UPL	F UPL
	Name		fr)	(c')	(Su)	(EQ)	load)	load)	sup)	sup)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)
0	DM08_ITA	Comb 3: A1+M1+R3	1	1	1	0	1.3	1.5	1.2	1.1	1.3	1	1.3	1	1.3	0.9	1	1
1	DM08_ITA	Comb 3: A1+M1+R3	1	1	1	0	1.3	1.5	1.2	1.1	1.3	1	1.3	1	1.3	0.9	1	1
2	DM08_ITA	Comb 3: A1+M1+R3	1	1	1	0	1.3	1.5	1.2	1.1	1.3	1	1.3	1	1.3	0.9	1	1
3	DM08_ITA	Comb 3: A1+M1+R3	1	1	1	0	1.3	1.5	1.2	1.1	1.3	1	1.3	1	1.3	0.9	1	1
4	DM08_ITA	Comb 3: A1+M1+R3	1	1	1	0	1.3	1.5	1.2	1.1	1.3	1	1.3	1	1.3	0.9	1	1

Legenda

Stage: Fase di scavo

Design Code: Normativa in accordo alla quale vengono eseguite le verifiche

Ftan fr: moltiplicatore della tangente dell'angolo di attrito



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 141 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

F C': moltiplicatore della coesione efficace

F Su': moltiplicatore coesione non drenata

F EQ: moltiplicatore azione sismica

F perm load: moltiplicatore carichi permanenti

F temp load: moltiplicatore carichi accidentali/variabili

F perm supp: fattore di riduzione della resistenza allo sfilamento dei tiranti, intesi come permanenti

F temp supp: fattore di riduzione della resistenza allo sfilamento dei tiranti, intesi come temporanei

F earth Dstab: moltiplicatore della spinta attiva, caso sfavorevole

F earth stab: moltiplicatore della spinta attiva, caso favorevole

F GWT Dstab (ground water): moltiplicatore della spinta idrostatica, caso sfavorevole

F GWT stab (ground water): moltiplicatore della spinta idrostatica, caso favorevole

F HYD Dstab: moltiplicatore della spinta idrodinamica, caso sfavorevole

F HYD stab: moltiplicatore della spinta idrodinamica, caso favorevole

F UPL Dstab: moltiplicatore per la verifica a sifonamento, caso sfavorevole

F UPL stab: moltiplicatore per la verifica a sifonamento, caso favorevole

GRAFICI FASI DI SCAVO

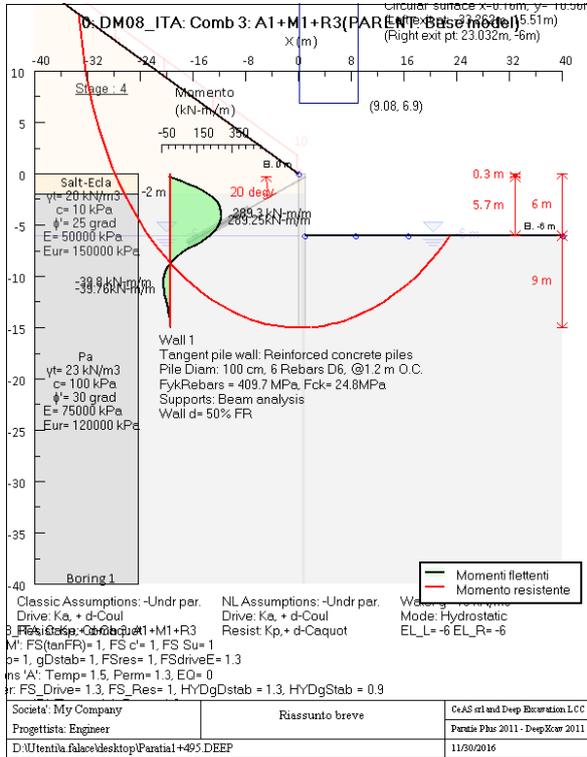
Nel seguito si riportano i grafici dei risultati relativi alle fasi di scavo principali.

SOMMARIO RISULTATI ANALISI E VERIFICHE

Nel seguito si riportano, sotto forma di tabelle e grafici:

- i risultati più gravosi di tutti gli approcci di progetto;
- i risultati più gravosi divisi per Approcci di Progetto e per fasi.

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 142 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------



Momento flettente agente sulla paratia e verifica infissione

Top Wall	Wall	L-Wall	H-Exc.	Max+M/Cap	Max-M/Cap	FS Toe	FS Toe	FS Toe	FS 1 Toe EL.	Slope
(m)	Section	(m)	(m)	(kN-m/m)	(kN-m/m)	Pas. mob.	Rotatio n	Embedment	(m)	Stab. FS
0	Berlinese	15	7	289.25/0	39.76/0	6.622	42.004	10.373	-7.33	3.323

Stabilita' del fondo scavo e stima dei cedimenti verticali secondo Clough: Wall 1

1. FSmin	2. DxMax (cm)	2. Stiffness	2. FSbasal	3. Dx/H (%)	3. Stiffness	3. FSbasal
@ stage 3	@ stage 4	@ DxMax	@ DxMax	@ stage 4	@ Dx/H max	@ Dx/H max
6.802	0.911	122	3.323	0.152	121.973	3.323

Support	Elev. Z	X	Supports	Angle	Space H	Free L
---------	---------	---	----------	-------	---------	--------

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 143 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Number	(m)	(m)	Wall #	(deg.)	(m)	(m)
0	-0.3	1	Wall 1	20	2.4	9

Support	R.Max	R.Min	R.Max	R.Min	STR
Number	(kN)	(kN)	(kN/m)	(kN/m)	
0	523.04	0	217.93	0	0.75

Envelope of results

Nel seguito si riportano i grafici dei risultati relativi alle fasi di scavo principali.

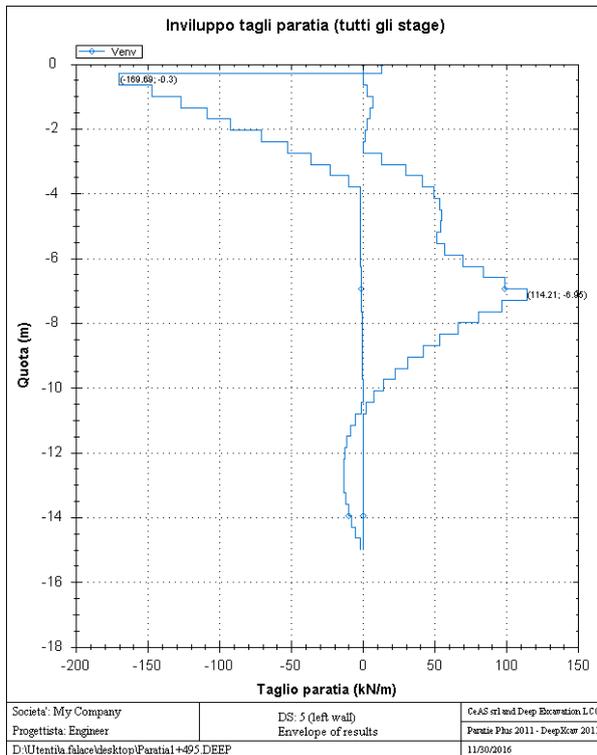
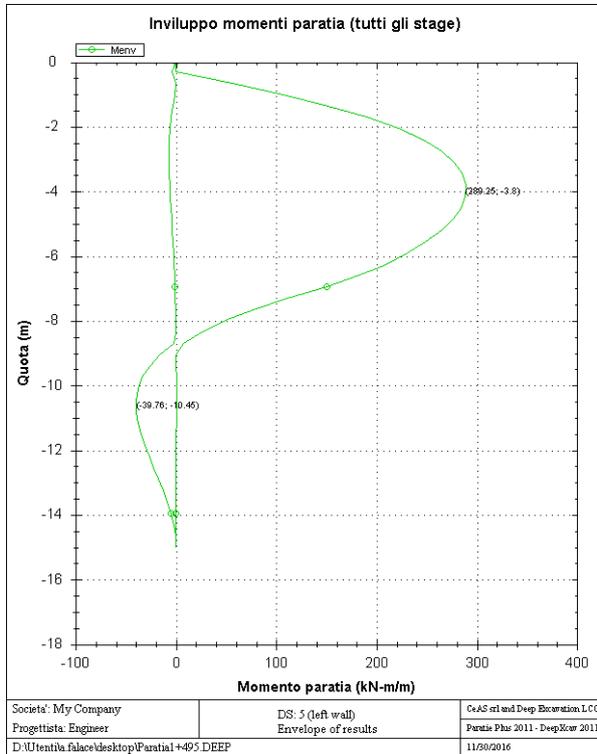
2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 144 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------



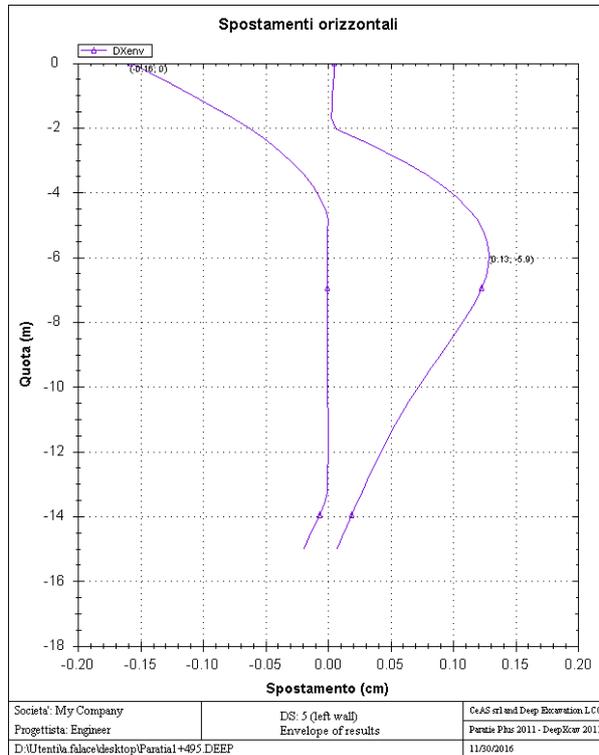
2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 145 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------



Sommario esteso a tutte le fasi

	Esito calcolo	Spostamento X paratia (cm)	Cedimento Z terreno (cm)	Momento paratia (kN-m/m)	Momento paratia (kN-m)
Fase 0	Risolto con successo	0	N/A	0	0
Scavo 1	Risolto con successo	0.01	0	7.14	8.57
Tirante 1	Risolto con successo	-0.16	0	209.44	251.33
Scavo max	Risolto con successo	-0.14	0.29	284.79	341.75
Sist Finale e Sisma	Risolto con successo	-0.13	0.23	289.25	347.1

	Taglio paratia (kN/m)	Taglio paratia (kN)	Verifica paratia (TSF)	Verifica pressofl. (TSF)	Verifica taglio (TSF)	Verifica σ cls (TSF)
Fase 0	0	0	N/A	N/A	N/A	N/A
Scavo 1	7.04	8.45	N/A	N/A	N/A	N/A
Tirante 1	164.09	196.9	N/A	N/A	N/A	N/A
Scavo max	168.8	202.57	N/A	N/A	N/A	N/A
Sist Finale e Sisma	169.69	203.63	N/A	N/A	N/A	N/A

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 146 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

	Verifica σ armatura	Max reazione vincoli	Max reazione vincoli	Verifica vincoli	Verifica STR vincoli	Verifica GEO vincoli
	(TSF)	(kN/m)	(kN)	(TSF)	(TSF)	(TSF)
Fase 0	N/A	0	0	0	N/A	N/A
Scavo 1	N/A	0	0	0	N/A	N/A
Tirante 1	N/A	216.71	520.1	0.745	0.575	0.745
Scavo max	N/A	217.78	522.66	0.749	0.577	0.749
Sist Finale e Sisma	N/A	217.93	523.04	0.749	0.578	0.749

	Verifica fondo scavo (FS)	FS passiva (eq. limite)	FS rotazione (eq. limite)	FS infissione (eq. limite)	Quota Zcut	Passiva/Vera	Vera/Attiva
	(FS)	(FS)	(FS)	(FS)		/	/
Fase 0	1000	171.375	105.664	50	N/A	14.118	126.438
Scavo 1	12.916	156.916	94.441	10.373	N/A	12.959	125.158
Tirante 1	12.916	N/A	299.517	47.063	N/A	13.584	139.297
Scavo max	6.802	N/A	42.004	24.571	N/A	6.622	108.326
Sist Finale e Sisma	7.756	N/A	156.97	32.25	N/A	8.13	115.347

	Verifica sifonamento	Qflow	FSslope
	(FS)	(m3/hr)	
Fase 0	N/A	N/A	N/C
Scavo 1	N/A	N/A	N/C
Tirante 1	N/A	N/A	N/C
Scavo max	N/A	N/A	N/C
Sist Finale e Sisma	N/A	N/A	3.323

Vincoli: reazione fase per fase (per unità di lunghezza)

	Vincolo0Reazione-0.3) kN/m
Fase 0	0
Fase 1	0

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 147 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Fase 2	216.71
Fase 3	217.776
Fase 4	217.932

Vincoli: reazione fase per fase

	Vincolo0Reazione-0.3) kN at 2.4 m
Fase 0	0
Fase 1	0
Fase 2	520.104
Fase 3	522.662
Fase 4	523.037

FS infissione per fase

	FS minimo al piede	FS Passivo	FS Rotazione	FS Lunghezza	FS Pass. mobilizzato	FS Forza attiva / attiva teorica
Fase 0	50	171.375	105.664	50	14.118	126.438
Fase 1	10.359	156.916	94.441	10.373	12.959	125.158
Fase 2	47.063	N/A	299.517	47.063	13.584	139.297
Fase 3	24.571	N/A	42.004	24.571	6.622	108.326
Fase 4	32.25	N/A	156.97	32.25	8.13	115.347

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 148 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Vincoli: verifiche fase per fase

	TSF STR vincolo 0(EL= -0.3)
Fase 0	0
Fase 1	0
Fase 2	0.745
Fase 3	0.749
Fase 4	0.749

Verifica infissione e rapporti di mobilitazione

	FS Passiva	FS rotazione	FS infissione	Passiva/Vera	Vera/Attiva	Fh EQ Soil	Fh EQ Water
	(FS)	(FS)	(FS)	/	/		
Fase 0	17915.365/104.539	106425.19/1007.21	15/0.3	16864.8/1194.552	1194.552/9.448	N/A	N/A
Fase 1	16403.797/104.539	95121.63/1007.21	13.9/1.34	15324/1182.456	1182.456/9.448	N/A	N/A
Fase 2	N/A	151286.79/505.1	13.9/0.3	15324/1128.096	1316.04/9.448	N/A	N/A
Fase 3	N/A	79392.7/1890.12	8/0.33	6202.32/936.6	1023.432/9.448	N/A	N/A
Fase 4	N/A	79286.17/505.1	9/0.28	7323/900.732	1089.768/9.448	0	0

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo

Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 149 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Parametri del terreno fase per fase, lato monte

	Strato	Comportamento argille	Metodo	Attrito paratia/terreno (δ) (gradi)	ϕ (gradi)	c' (kPa)	Su (kPa)	KaH	KpH
0: Fase 0	Salt-Ecla	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.324] = 3.324	12.5	25	10	0	0.35 9	3.324
0: Fase 0	Pa	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 30, DFR= 15, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [4.443] = 4.443	15	30	100	0	0.29 1	4.443
1: Scavo 1	Salt-Ecla	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.324] = 3.324	12.5	25	10	0	0.35 9	3.324
1: Scavo 1	Pa	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 30, DFR= 15, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [4.443] = 4.443	15	30	100	0	0.29 1	4.443
2: Tirante 1	Salt-Ecla	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.324] = 3.324	12.5	25	10	0	0.35 9	3.324
2: Tirante 1	Pa	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 30, DFR= 15, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [4.443] = 4.443	15	30	100	0	0.29 1	4.443
3: Scavo max	Salt-Ecla	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.324] = 3.324	12.5	25	10	0	0.35 9	3.324
3: Scavo max	Pa	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 30, DFR= 15, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [4.443] = 4.443	15	30	100	0	0.29 1	4.443
4: Sist Finale e Sisma	Salt-Ecla	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [3.324] = 3.324	12.5	25	10	0	0.35 9	3.324
4: Sist Finale e Sisma	Pa	Drained	* KpDH= [1/FS_Resist] x [Butee_Kph(deg FR= 30, DFR= 15, Asur= 0)] =>* KpDH = [1 /1] x [4.443] = 4.443	15	30	100	0	0.29 1	4.443

Parametri del terreno fase per fase, lato valle

	Strato	Comportamento argille	Metodo	Attrito paratia/terreno (δ) (gradi)	ϕ (gradi)	c' (kPa)	Su (kPa)	KaH	KpH
0: Fase 0	Salt-Ecla	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 25)] = 1 x 0.821 = 0.821	12.5	25	10	0	0.82 1	6.092
0: Fase	Pa	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x	15	30	100	0	0.46	9.289

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 150 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

0			[Coulomb_Kah(deg FR= 30, DFR= 15, Asur= 25)] = 1 x 0.468 = 0.468					8	
1: Scavo 1	Salt-Ecla	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 25)] = 1 x 0.821 = 0.821	12.5	25	10	0	0.82 1	6.092
1: Scavo 1	Pa	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 30, DFR= 15, Asur= 25)] = 1 x 0.468 = 0.468	15	30	100	0	0.46 8	9.289
2: Tirante 1	Salt-Ecla	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 25)] = 1 x 0.821 = 0.821	12.5	25	10	0	0.82 1	6.092
2: Tirante 1	Pa	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 30, DFR= 15, Asur= 25)] = 1 x 0.468 = 0.468	15	30	100	0	0.46 8	9.289
3: Scavo max	Salt-Ecla	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 25)] = 1 x 0.821 = 0.821	12.5	25	10	0	0.82 1	6.092
3: Scavo max	Pa	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 30, DFR= 15, Asur= 25)] = 1 x 0.468 = 0.468	15	30	100	0	0.46 8	9.289
4: Sist Finale e Sisma	Salt-Ecla	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 25)] = 1 x 0.821 = 0.821	12.5	25	10	0	0.82 1	6.092
4: Sist Finale e Sisma	Pa	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 30, DFR= 15, Asur= 25)] = 1 x 0.468 = 0.468	15	30	100	0	0.46 8	9.289

Minimi d'armatura

	Dettagli
Note:	Armatura presente nella paratia
Controllo armatura a taglio	Controllo non eseguito.
Controllo passo staffe	Non applicabile
Passo staffe (cm)	Non applicabile

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 151 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------

Passo staffe massimo, da normativa (cm)	Non applicabile
Passo staffe minimo, da normativa (cm)	Non applicabile
Area staffe minima, da normativa (cm ² /m)	Armatura minima a taglio N/A
Area staffe (cm ² /m)	0
Controlla area min. staffe.	Armatura minima a taglio N/A
Controllo diametro min. staffe	Controllo non richiesto o N/A
Diametro/Diametro min. da normativa (cm)	Controllo non richiesto o N/A

Impostazioni stabilita' globale

Numero massimo di iterazioni = 100, Tolleranza = 0.01%

Larghezza massima concio = 1 m

Limiti dall'angolo in alto a sinistra della paratia

Sinistra = 0.16 m, Destra = 9.08 m, Spaziatura orizzontale = 1

Alto = 18.56 m, Basso = 6.9 m, Spaziatura verticale = 1

La ricerca del raggio parte dalla base della paratia + 0 m

La ricerca del raggio finisce alla base del modello

1 intervallo di raggi e' usato

Angolo limite attivo non e' usato

Angolo limite passivo non e' usato

La capacita' SLU dei supporti e' inclusa nella verifica di stabilita' del pendio

La capacita' a taglio e' inclusa nella stabilita' delle superfici intersecanti la paratia (nota: per pali collegati = 0)

Taglio e forze laterali sulle superfici verticali iniziali e finali sono calcolate a partire dalle condizioni a riposo

Numero di intervalli sulle superfici verticali iniziali e finali = 30

	2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo							
	Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B

FASI DI SCAVO E VERIFICA DI STABILITA' DEL PENDIO

Nel seguito sono riportati i risultati delle verifiche di stabilità del pendio per ogni fase.

ANALISI DI STABILITA' DEL PENDIO: RISULTATI DEI CONCI PER TUTTI GLI STAGE

Analisi di stabilità del pendio Design Section: 0: DM08_ITA: Comb 3: A1+M1+R3

LEGEND

x1 = Left x coordinate

ZsL= Left slice bottom elevation

ZtL= Left top elevation

x2 = Right x coordinate

ZsR= Right slice bottom elevation

ZtR= Right top elevation

DL = Slice base width

an = Base angle

Fr = Average friction angle at base

c = Average cohesion at base (may include undrained clay strengths)

Wn = Total slice weight

ubL= Water pressure at left bottom point

ubR= Water pressure at right bottom point

tBase= Base shear resistance

Nr = Effective normal reaction at bottom of slice

EiL= Lateral interslice force on left face

EiR= Lateral interslice force on right face

TL = Vertical interslice shear on left vertical face

TR = Vertical interslice shear on right vertical face

UbF= Normal water force at slice base



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 153 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Progetto: My Project

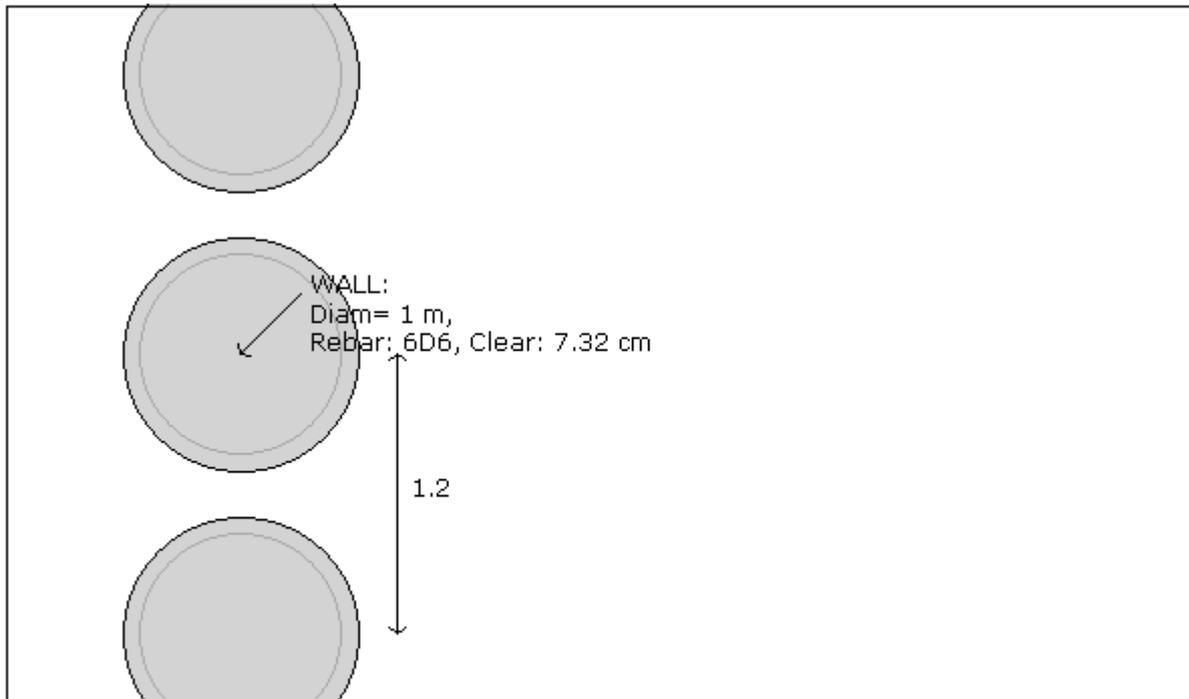
Risultati per l'Approccio di Progetto 6: 0: DM08_ITA:

SLE: (RARA)

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag.diPag. 154 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-----------------------------

DATI PARATIE

Sezioni paratia0: Wall 1



Societa': My Company	Wall sketch	CeAS srl and Deep Excavation
Progettista: Engineer		Paratie Plus 2011 - DeepXcar
D:\Utentila.falace\desktop\Paratia1+495.DEEP		11/30/2016

Sezioni paratia0: Berlinese

Tipo paratia: Pali tangenti: pali in calcestruzzo armato

Quota sommita' paratia: 0 m Quota piede paratia: -15 m

Dimensione fuori piano paratia: 1.2 Spessore paratia = 1

Ampiezza zona spinta passiva al di sotto del piano di scavo: 1.2 Ampiezza zona spinta attiva al di sotto del piano di scavo: 1.2 Swater= 1.2

 $f_c' = 24.8$ $f_y \text{ barre} = 409.7$ $E_{cls} = 31475.7$ $F_{cT} \text{ calcestruzzo a trazione} = 10\% \text{ di } F_c'$

Attrito paratia: % attrito terreno = 50%

Le capacita' paratie in acciaio sono calcolate con NTC 2008

Le capacita' paratie in calcestruzzo sono calcolate con NTC 2008

Nota: con la capacita' ultima si dovrebbe adottare un fattore di sicurezza strutturale.

Proprieta' paratie di pali tangenti

Tipo di sezione di calcestruzzo:

Dimensioni della sezione

 $D = 100 \text{ cm}$, $A = 7853.98163397448 \text{ cm}^2$, $I_{xx} = 4908738.52123405 \text{ cm}^4$

Armatura longitudinale

 Barre cima: $N = 6$ barre #D6 = $A_{sTop} 1.7 \text{ cm}^2$, $C_{top} = 7.62 \text{ cm}$

Armatura a taglio

 Bar #D6 = $A_s 0.283 \text{ cm}^2$, $s_v = 10 \text{ cm}$



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 155 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

DATI GENERALI PARATIA

Hor wall spacing=interasse tra pannelli

passive width below exc=larghezza di riferimento per calcolo zona passiva per analisi classica

concrete f'c=fck=res cilindrica caratteristica cls

Rebar fy=fyk=res caratteristica acciaio armature

Econc=modulo elastico cls

Concrete tension fct=fctk=resistenza caratteristica a trazione cls

Steel members fy=fyk=res caratteristica acciaio

Esteel=modulo elastico acciaio

DATI TABELLATI (si omette la spiegazione dei parametri già descritti in precedenza)

1) Diaphragm wall=sezione rettangolare in CA

N/A= il valore non è disponibile in quanto non correlato al tipo di sezione in uso

Fy=fyk

F'c=fck

D=altezza paratia

B=base paratia

tf=spessore

2) Steel sheet pile=palancolata

DES=tipo di palancolata

Shape=forma

W=peso per unità di lunghezza

A=area

h=altezza

t=spessore lamiera orizzontale

b=base singolo elemento a Z o U

s=spessore lati obliqui

Ixx=inerzia asse principale palancolata (per unità di lunghezza)

Sxx=modulo di resistenza asse principale palancolata (per unità di lunghezza)

3) Secant pile wall (pali allineati e sovrapposti), Tangent pile wall=pali allineati (Berlinesi, micropali), soldier pile (pali in acciaio con collegamento in cls), soldier pile and timber lagging (pali in acciaio con collegamento con elementi in legno)

W=peso per unità di lunghezza

A=area

D=diametro

tw o tp=spessore dell'anima (sezione a I) o del tubo (sezione circolare)

bf=larghezza della sezione

tf=spessore dell'ala

k=altezza flangia + altezza raccordo

Ixx=inerzia rispetto asse orizzontale (per unità di lunghezza)

Sxx=modulo di resistenza rispetto asse orizzontale (per unità di lunghezza)

rx=raggio giratore d'inerzia lungo x

Iyy=inerzia rispetto asse verticale (per unità di lunghezza)

Syy=modulo di resistenza rispetto asse verticale (per unità di lunghezza)

ry=raggio giratore d'inerzia lungo y

Cw=costante di ingobbamento

fy=fyk

DATI SEZIONI TIRANTI

Name	Fy	Fc'	Dfix	Number	Dinside	Afree	Efree	Pa STR	Pu STR	PresGr	F5geo	UserGcap	Pa GEO	Pu GEO	WireModel
------	----	-----	------	--------	---------	-------	-------	--------	--------	--------	-------	----------	--------	--------	-----------

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 156 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------

	(MPa)	(MPa)	(cm)	Strands	(cm)	(cm ²)	(MPa)	(kN)	(kN)	(kPa)		(kN)	(kN)	Si'/No	
4-Strands	1862.1	24.8	15.001	4	0	5.59	200100	905.2	905.2	N/A	1.4	False	N/A	N/A	Si'

DATI TERRENO

Name	g tot	g dry	Frict	C'	Su	FRp	FRcv	Eload	Eur	kAp	kPp	kAcv	kPcv	Vary	Spring	Color
	(kN/m ³)	(kN/m ³)	(deg)	(kPa)	(kPa)	(deg)	(deg)	(kPa)	(kPa)	NL	NL	NL	NL		Model	
Salt-Ecla	20	18	25	10	N/A	N/A	N/A	50000	150000	0.33	3	N/A	N/A	True	Linear	
Pa	23	20	30	100	N/A	N/A	N/A	75000	120000	0.33	3	N/A	N/A	True	Linear	

Name	Poisson	Min Ka	Min sh	ko.NC	nOCR	aH.EXP	aV.EXP	qSkin	qNails	kS.nails	PL
	v	(clays)	(clays)	-	-	(0 to 1)	(0 to 1)	(kPa)	(kPa)	(kN/m ³)	(MPa)
Salt-Ecla	0.35	-	-	0.577	1	-	-	250	0	0	-
Pa	0.35	-	-	0.5	1	-	-	240	0	0	-

gtot=peso specifico /totale terreno

gdry=peso secco del terreno

Frict=angolo di attrito di calcolo

C'=coesione efficace

Su = Coesione non drenata, parametro attivo per terreni tipo CLAY in condizioni NON drenate

Dilat=Dilatanza terreno (parametro valido solo in analisi non lineare)

Evc=modulo a compressione vergine molla equivalente terreno

Eur=modulo di scarico/ricarico (fase elastica) molla equivalente terreno

Kap= coefficiente di spinta attiva di picco

Kpp= coefficiente di spinta passiva di picco

Kacv= coefficiente di spinta attiva di picco

Kpcv= coefficiente di spinta passiva di picco

Spring models= modalità di definizione dei moduli di rigidezza molle terreno (LIN, EXP, SIMC)

LIN= Lineare-Elastico-Perfettamente plastico

EXP: esponenziale, SUB: Modulo di reazione del sottosuolo

SIMC= Modo semplificato per argille

STRATIGRAFIA TERRENI

Top Elev= quota superiore strato

Soil type=nome del terreno

OCR=rappporto di sovraconsolidazione

K0=coefficiente di spinta a riposo

Nome: Boring 1, pos: (-20, 0)

Top elev.	Soil type	OCR	Ko
0	Salt-Ecla	1	0.58

-2	Pa	1	0.5
----	----	---	-----

DATI PER AZIONE SISMICA

L'azione sismica è stata modellata facendo uso di un approccio pseudostatico.

Summary of stage assumptions

Stage	Seismic g	Method	aX	aY	Beta	Building Code Used
Number	Used	Used	(g)	(g)		(Name)
0	No		0.2	0.1	1	N/A
1	No		0.2	0.1	1	N/A
2	No		0.2	0.1	1	N/A
3	No		0.2	0.1	1	N/A
4	Yes		0.2	0.1	1	N/A

N/A= parametro non disponibile

Stage number=fase di scavo

Seismic ag Used=se nello step è stata attivato il sisma

Method=metodo per calcolo spinta sismica

ax=accelerazione ah orizzontale di progetto

ay=accelerazione av verticale di progetto

Beta=coeff moltiplicatore spinta sismica (per norma USA)

Buildind code=normativa per calcolo accelerazione

APPROCCI DI PROGETTO E FATTORI DI COMBINAZIONE

Moltiplicatori e fattori di riduzione utilizzati per ogni Approccio di Progetto

Stage	Design Code	Design Case	F(tan	F	F	F	F(perm	F(temp	F(perm	F(temp	F Earth	F Earth	FGWT	F GWT	F HYD	F HYD	F UPL	F UPL
	Name		fr)	(c')	(Su)	(EQ)	load)	load)	sup)	sup)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)	(Dstab)	(stab)
0	DM08_ITA	SLE: (RARA)	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	DM08_ITA	SLE: (RARA)	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	DM08_ITA	SLE: (RARA)	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	DM08_ITA	SLE: (RARA)	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	DM08_ITA	SLE: (RARA)	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Legenda

Stage: Fase di scavo

Design Code: Normativa in accordo alla quale vengono eseguite le verifiche

Ftan fr: moltiplicatore della tangente dell'angolo di attrito



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 158 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

F C': moltiplicatore della coesione efficace

F Su': moltiplicatore coesione non drenata

F EQ: moltiplicatore azione sismica

F perm load: moltiplicatore carichi permanenti

F temp load: moltiplicatore carichi accidentali/variabili

F perm supp: fattore di riduzione della resistenza allo sfilamento dei tiranti, intesi come permanenti

F temp supp: fattore di riduzione della resistenza allo sfilamento dei tiranti, intesi come temporanei

F earth Dstab: moltiplicatore della spinta attiva, caso sfavorevole

F earth stab: moltiplicatore della spinta attiva, caso favorevole

F GWT Dstab (ground water): moltiplicatore della spinta idrostatica, caso sfavorevole

F GWT stab (ground water): moltiplicatore della spinta idrostatica, caso favorevole

F HYD Dstab: moltiplicatore della spinta idrodinamica, caso sfavorevole

F HYD stab: moltiplicatore della spinta idrodinamica, caso favorevole

F UPL Dstab: moltiplicatore per la verifica a sifonamento, caso sfavorevole

F UPL stab: moltiplicatore per la verifica a sifonamento, caso favorevole

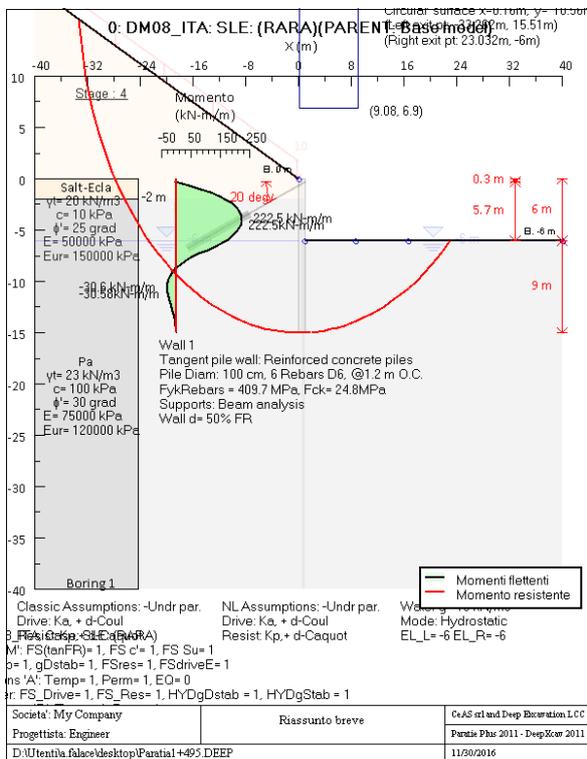
GRAFICI FASI DI SCAVO

Nel seguito si riportano i grafici dei risultati relativi alle fasi di scavo principali.

SOMMARIO RISULTATI ANALISI E VERIFICHE

Nel seguito si riportano, sotto forma di tabelle e grafici:

- i risultati più gravosi di tutti gli approcci di progetto;
- i risultati più gravosi divisi per Approcci di Progetto e per fasi.



Momento flettente agente sulla paratia e verifica infissione

Top Wall	Wall	L-Wall	H-Exc.	Max+M/Cap	Max-M/Cap	FS Toe	FS Toe	FS Toe	FS 1 Toe EL.	Slope
(m)	Section	(m)	(m)	(kN-m/m)	(kN-m/m)	Pas. mob.	Rotatio n	Embedment	(m)	Stab. FS
0	Berlinese	15	7	222.5/0	30.58/0	6.622	54.605	15.444	-7.33	3.353

Stabilita' del fondo scavo e stima dei cedimenti verticali secondo Clough: Wall 1

1. FSmin	2. DxMax (cm)	2. Stiffness	2. FSbasal	3. Dx/H (%)	3. Stiffness	3. FSbasal
@ stage 3	@ stage 4	@ DxMax	@ DxMax	@ stage 4	@ Dx/H max	@ Dx/H max
6.802	0.897	122	3.353	0.15	121.973	3.353

Support	Elev. Z	X	Supports	Angle	Space H	Free L
---------	---------	---	----------	-------	---------	--------

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 160 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Number	(m)	(m)	Wall #	(deg.)	(m)	(m)
0	-0.3	1	Wall 1	20	2.4	9

Support	R.Max	R.Min	R.Max	R.Min	STR
Number	(kN)	(kN)	(kN/m)	(kN/m)	
0	402.34	0	167.64	0	0.48

Envelope of results

Nel seguito si riportano i grafici dei risultati relativi alle fasi di scavo principali.

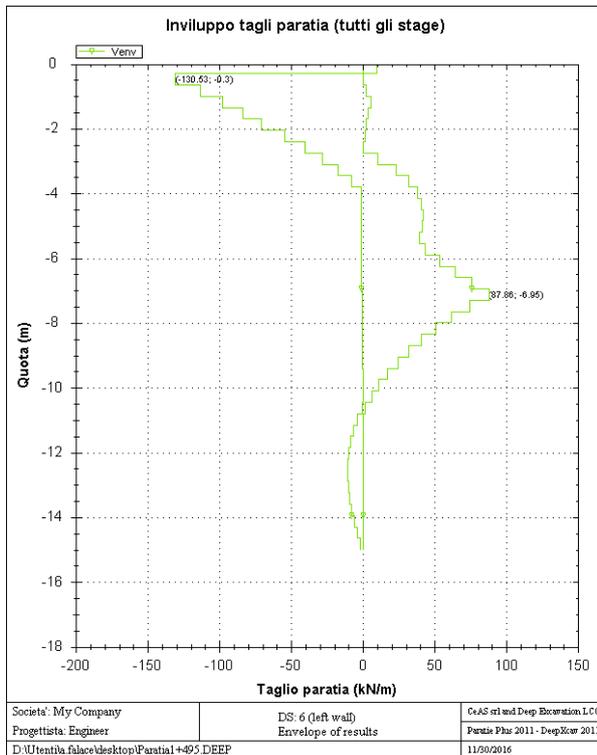
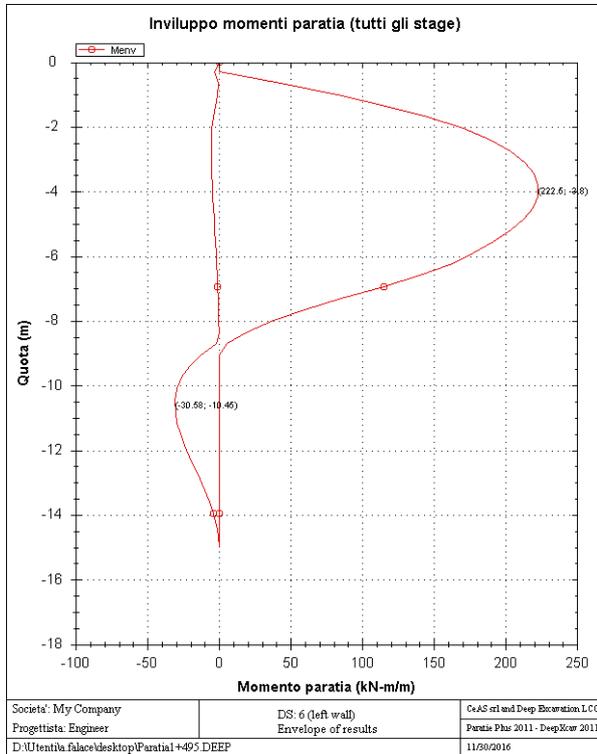
2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 161 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------



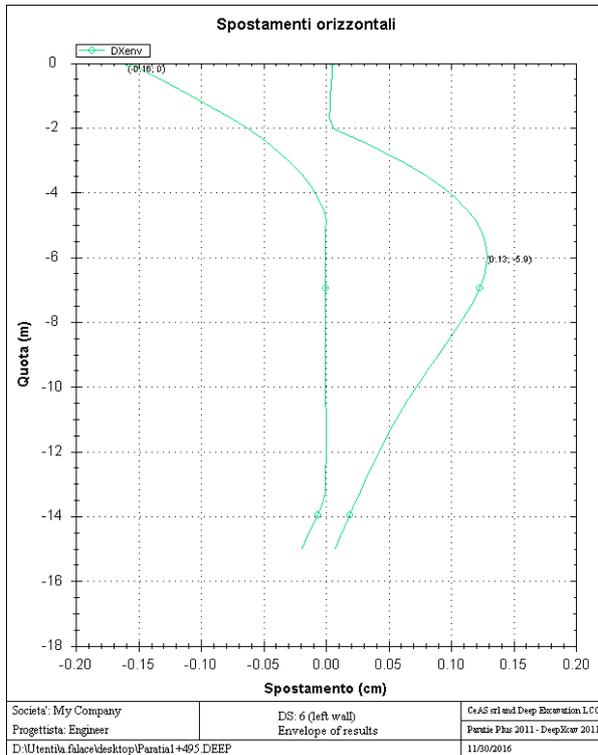
2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 162 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------



Sommario esteso a tutte le fasi

	Esito calcolo	Spostamento X paratia (cm)	Cedimento Z terreno (cm)	Momento paratia (kN-m/m)	Momento paratia (kN-m)
Fase 0	Risolto con successo	0	N/A	0	0
Scavo 1	Risolto con successo	0.01	0	5.49	6.59
Tirante 1	Risolto con successo	-0.16	0	161.11	193.33
Scavo max	Risolto con successo	-0.14	0.29	219.07	262.88
Sist Finale e Sisma	Risolto con successo	-0.13	0.23	222.5	267

	Taglio paratia (kN/m)	Taglio paratia (kN)	Verifica paratia (TSF)	Verifica pressofl. (TSF)	Verifica taglio (TSF)	Verifica σ cls (TSF)
Fase 0	0	0	N/A	N/A	N/A	N/A
Scavo 1	5.42	6.5	N/A	N/A	N/A	N/A
Tirante 1	126.22	151.46	N/A	N/A	N/A	N/A
Scavo max	129.85	155.82	N/A	N/A	N/A	N/A
Sist Finale e Sisma	130.53	156.64	N/A	N/A	N/A	N/A

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 163 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

	Verifica σ armatura	Max reazione vincoli	Max reazione vincoli	Verifica vincoli	Verifica STR vincoli	Verifica GEO vincoli
	(TSF)	(kN/m)	(kN)	(TSF)	(TSF)	(TSF)
Fase 0	N/A	0	0	0	N/A	N/A
Scavo 1	N/A	0	0	0	N/A	N/A
Tirante 1	N/A	166.7	400.08	0.478	0.442	0.478
Scavo max	N/A	167.52	402.05	0.48	0.444	0.48
Sist Finale e Sisma	N/A	167.64	402.34	0.48	0.444	0.48

	Verifica fondo scavo (FS)	FS passiva (eq. limite)	FS rotazione (eq. limite)	FS infissione (eq. limite)	Quota Zcut	Passiva/Vera	Vera/Attiva
	(FS)	(FS)	(FS)	(FS)		/	/
Fase 0	1000	222.788	137.363	50	N/A	14.118	126.438
Scavo 1	12.916	203.991	122.774	15.444	N/A	12.959	125.158
Tirante 1	12.916	N/A	389.372	47.063	N/A	13.584	139.297
Scavo max	6.802	N/A	54.605	24.571	N/A	6.622	108.326
Sist Finale e Sisma	7.756	N/A	204.061	32.25	N/A	8.13	115.347

	Verifica sifonamento	Qflow	FSslope
	(FS)	(m3/hr)	
Fase 0	N/A	N/A	N/C
Scavo 1	N/A	N/A	N/C
Tirante 1	N/A	N/A	N/C
Scavo max	N/A	N/A	N/C
Sist Finale e Sisma	N/A	N/A	3.353

Vincoli: reazione fase per fase (per unità di lunghezza)

	Vincolo0Reazione-0.3) kN/m
Fase 0	0
Fase 1	0



2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 164 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Fase 2	166.7
Fase 3	167.52
Fase 4	167.64

Vincoli: reazione fase per fase

	Vincolo0Reazione-0.3) kN at 2.4 m
Fase 0	0
Fase 1	0
Fase 2	400.08
Fase 3	402.048
Fase 4	402.336

FS infissione per fase

	FS minimo al piede	FS Passivo	FS Rotazione	FS Lunghezza	FS Pass. mobilizzato	FS Forza attiva / attiva teorica
Fase 0	50	222.788	137.363	50	14.118	126.438
Fase 1	15.444	203.991	122.774	15.444	12.959	125.158
Fase 2	47.063	N/A	389.372	47.063	13.584	139.297
Fase 3	24.571	N/A	54.605	24.571	6.622	108.326
Fase 4	32.25	N/A	204.061	32.25	8.13	115.347

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 165 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Vincoli: verifiche fase per fase

	TSF STR vincolo 0(EL= -0.3)
Fase 0	0
Fase 1	0
Fase 2	0.478
Fase 3	0.48
Fase 4	0.48

Verifica infissione e rapporti di mobilitazione

	FS Passiva	FS rotazione	FS infissione	Passiva/Vera	Vera/Attiva	Fh EQ Soil	Fh EQ Water
	(FS)	(FS)	(FS)	/	/		
Fase 0	17915.365/80.414	106425.19/774.77	15/0.3	16864.8/1194.552	1194.552/9.448	N/A	N/A
Fase 1	16403.797/80.414	95121.63/774.77	13.9/0.9	15324/1182.456	1182.456/9.448	N/A	N/A
Fase 2	N/A	151286.79/388.54	13.9/0.3	15324/1128.096	1316.04/9.448	N/A	N/A
Fase 3	N/A	79392.7/1453.94	8/0.33	6202.32/936.6	1023.432/9.448	N/A	N/A
Fase 4	N/A	79286.17/388.54	9/0.28	7323/900.732	1089.768/9.448	0	0

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo

Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 166 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

Parametri del terreno fase per fase, lato monte

	Strato	Comportamento argille	Metodo	Attrito paratia/terreno (δ) (gradi)	ϕ (gradi)	c' (kPa)	Su (kPa)	KaH	KpH
0: Fase 0	Salt-Ecla	Drained	* $KpDH = [1/FS_Resist] \times [Butee_Kph(deg\ FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 0)] \Rightarrow * KpDH = [1/1] \times [3.324] = 3.324$	12.5	25	10	0	0.359	3.324
0: Fase 0	Pa	Drained	* $KpDH = [1/FS_Resist] \times [Butee_Kph(deg\ FR= 30, DFR= 15, Asur= 0)] \Rightarrow * KpDH = [1/1] \times [4.443] = 4.443$	15	30	100	0	0.291	4.443
1: Scavo 1	Salt-Ecla	Drained	* $KpDH = [1/FS_Resist] \times [Butee_Kph(deg\ FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 0)] \Rightarrow * KpDH = [1/1] \times [3.324] = 3.324$	12.5	25	10	0	0.359	3.324
1: Scavo 1	Pa	Drained	* $KpDH = [1/FS_Resist] \times [Butee_Kph(deg\ FR= 30, DFR= 15, Asur= 0)] \Rightarrow * KpDH = [1/1] \times [4.443] = 4.443$	15	30	100	0	0.291	4.443
2: Tirante 1	Salt-Ecla	Drained	* $KpDH = [1/FS_Resist] \times [Butee_Kph(deg\ FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 0)] \Rightarrow * KpDH = [1/1] \times [3.324] = 3.324$	12.5	25	10	0	0.359	3.324
2: Tirante 1	Pa	Drained	* $KpDH = [1/FS_Resist] \times [Butee_Kph(deg\ FR= 30, DFR= 15, Asur= 0)] \Rightarrow * KpDH = [1/1] \times [4.443] = 4.443$	15	30	100	0	0.291	4.443
3: Scavo max	Salt-Ecla	Drained	* $KpDH = [1/FS_Resist] \times [Butee_Kph(deg\ FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 0)] \Rightarrow * KpDH = [1/1] \times [3.324] = 3.324$	12.5	25	10	0	0.359	3.324
3: Scavo max	Pa	Drained	* $KpDH = [1/FS_Resist] \times [Butee_Kph(deg\ FR= 30, DFR= 15, Asur= 0)] \Rightarrow * KpDH = [1/1] \times [4.443] = 4.443$	15	30	100	0	0.291	4.443
4: Sist Finale e Sisma	Salt-Ecla	Drained	* $KpDH = [1/FS_Resist] \times [Butee_Kph(deg\ FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 0)] \Rightarrow * KpDH = [1/1] \times [3.324] = 3.324$	12.5	25	10	0	0.359	3.324
4: Sist Finale e Sisma	Pa	Drained	* $KpDH = [1/FS_Resist] \times [Butee_Kph(deg\ FR= 30, DFR= 15, Asur= 0)] \Rightarrow * KpDH = [1/1] \times [4.443] = 4.443$	15	30	100	0	0.291	4.443

Parametri del terreno fase per fase, lato valle

	Strato	Comportamento argille	Metodo	Attrito paratia/terreno (δ) (gradi)	ϕ (gradi)	c' (kPa)	Su (kPa)	KaH	KpH
0: Fase 0	Salt-Ecla	Drained	* $KaUH = FS_DriveEarth \times [Coulomb_Kah(deg\ FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 25)] = 1 \times 0.821 = 0.821$	12.5	25	10	0	0.821	6.092
0: Fase	Pa	Drained	* $KaUH = FS_DriveEarth \times$	15	30	100	0	0.46	9.289

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 167 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	----------------	-----------	-------------------------------

0			[Coulomb_Kah(deg FR= 30, DFR= 15, Asur= 25)] = 1 x 0.468 = 0.468					8	
1: Scavo 1	Salt-Ecla	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 25)] = 1 x 0.821 = 0.821	12.5	25	10	0	0.82 1	6.092
1: Scavo 1	Pa	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 30, DFR= 15, Asur= 25)] = 1 x 0.468 = 0.468	15	30	100	0	0.46 8	9.289
2: Tirante 1	Salt-Ecla	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 25)] = 1 x 0.821 = 0.821	12.5	25	10	0	0.82 1	6.092
2: Tirante 1	Pa	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 30, DFR= 15, Asur= 25)] = 1 x 0.468 = 0.468	15	30	100	0	0.46 8	9.289
3: Scavo max	Salt-Ecla	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 25)] = 1 x 0.821 = 0.821	12.5	25	10	0	0.82 1	6.092
3: Scavo max	Pa	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 30, DFR= 15, Asur= 25)] = 1 x 0.468 = 0.468	15	30	100	0	0.46 8	9.289
4: Sist Finale e Sisma	Salt-Ecla	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 25, DFR= 12.5, Asur= 25)] = 1 x 0.821 = 0.821	12.5	25	10	0	0.82 1	6.092
4: Sist Finale e Sisma	Pa	Drained	* KaUH= FS_DriveEarth x [Coulomb_Kah(deg FR= 30, DFR= 15, Asur= 25)] = 1 x 0.468 = 0.468	15	30	100	0	0.46 8	9.289

Minimi d'armatura

	Dettagli
Note:	Armatura presente nella paratia
Controllo armatura a taglio	Controllo non eseguito.
Controllo passo staffe	Non applicabile
Passo staffe (cm)	Non applicabile

2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord

OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni

Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo

Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N.prog. 01	Rev. B	Pag. di Pag. 168 di 169
---------------	---------------	--------------	-----------	---------------	----------------	---------------	-----------	-------------------------------

Passo staffe massimo, da normativa (cm)	Non applicabile
Passo staffe minimo, da normativa (cm)	Non applicabile
Area staffe minima, da normativa (cm ² /m)	Armatura minima a taglio N/A
Area staffe (cm ² /m)	0
Controlla area min. staffe.	Armatura minima a taglio N/A
Controllo diametro min. staffe	Controllo non richiesto o N/A
Diametro/Diametro min. da normativa (cm)	Controllo non richiesto o N/A

Impostazioni stabilita' globale

Numero massimo di iterazioni = 100, Tolleranza = 0.01%

Larghezza massima concio = 1 m

Limiti dall'angolo in alto a sinistra della paratia

Sinistra = 0.16 m, Destra = 9.08 m, Spaziatura orizzontale = 1

Alto = 18.56 m, Basso = 6.9 m, Spaziatura verticale = 1

La ricerca del raggio parte dalla base della paratia + 0 m

La ricerca del raggio finisce alla base del modello

1 intervallo di raggi e' usato

Angolo limite attivo non e' usato

Angolo limite passivo non e' usato

La capacita' SLU dei supporti e' inclusa nella verifica di stabilita' del pendio

La capacita' a taglio e' inclusa nella stabilita' delle superfici intersecanti la paratia (nota: per pali collegati = 0)

Taglio e forze laterali sulle superfici verticali iniziali e finali sono calcolate a partire dalle condizioni a riposo

Numero di intervalli sulle superfici verticali iniziali e finali = 30

	2.1.1 PEDEMONTANA DELLE MARCHE Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica Sud/Castelraimondo Nord OPERE D'ARTE MINORI: Opere di sostegno e dreni Paratia di Pali D1000 in sx da pk 1+495 a pk 1+564: Relazione di calcolo							
	Opera L073	Tratto 212	Settore E	CEE 17	WBS OS0600	Id.doc. REL	N. prog. 01	Rev. B

FASI DI SCAVO E VERIFICA DI STABILITA' DEL PENDIO

Nel seguito sono riportati i risultati delle verifiche di stabilità del pendio per ogni fase.

ANALISI DI STABILITA' DEL PENDIO: RISULTATI DEI CONCI PER TUTTI GLI STAGE

Analisi di stabilità del pendio Design Section: 0: DM08_ITA: SLE: (RARA)

LEGEND

x1 = Left x coordinate

ZsL= Left slice bottom elevation

ZtL= Left top elevation

x2 = Right x coordinate

ZsR= Right slice bottom elevation

ZtR= Right top elevation

DL = Slice base width

an = Base angle

Fr = Average friction angle at base

c = Average cohesion at base (may include undrained clay strengths)

Wn = Total slice weight

ubL= Water pressure at left bottom point

ubR= Water pressure at right bottom point

tBase= Base shear resistance

Nr = Effective normal reaction at bottom of slice

EiL= Lateral interslice force on left face

EiR= Lateral interslice force on right face

TL = Vertical interslice shear on left vertical face

TR = Vertical interslice shear on right vertical face

UbF= Normal water force at slice base