

**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>	<i>Il responsabile Integrazioni delle Prestazioni Specialistiche:</i>
	Ing. Federico Montanari	Ing. Salvatore Lieto

PROGETTAZIONE: Associazione Temporanea di Imprese

Mandataria:  Mandanti:

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

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO		
Ing. Iginio Farotti		

2.12 PEDEMONTANA DELLE MARCHE 3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud 4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia	SCALA:
OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI Relazione tecnica e di calcolo pozzetti	DATA: Settembre 2020

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

Codice Elaborato:	Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. Doc.	N. prog.	Rev
	L0703	213	E	16	O10000	REL	06	A

REV.	DATA	DESCRIZIONE	Redatto		Controllato	Approvato
A	Settembre 2020	Emissione a seguito istruttoria ANAS	PROGIN	A. Falace	S. Lieto	A. Grimaldi

INDICE

1. PREMESSA.....	4
1.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	4
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	6
3.1 CALCESTRUZZO	6
3.2 ACCIAIO PER ARMATURE	7
3.3 COPRIFERRI	8
4. INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....	9
5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	10
6. CRITERI GENERALI DI ANALISI E VERIFICA DELLE OPERE	12
6.1 ANALISI DEI CARICHI.....	12
6.1.1 Peso proprio	12
6.1.2 Spinta del terreno	12
6.1.3 Spinta in presenza di falda.....	13
6.1.4 Azioni Sismiche	14
6.2 VERIFICHE STRUTTURALI – CRITERI GENERALI	15
6.2.1 VERIFICA SLE	15
6.2.2 Verifiche delle tensioni	15
6.2.3 Verifiche a fessurazione.....	16
6.2.4 Verifiche allo SLU	16
6.2.4.1 Pressoflessione.....	16
6.2.4.2 Taglio.....	17
6.3 VERIFICHE GEOTECNICHE (CARICO LIMITE)	19
7. RISULTATI ANALISI E VERIFICA VASCHE E POZZETTI IN C.A.....	21
7.1 SCHEMI DI CALCOLO.....	21
7.2 ANALISI E VERIFICHE POZZETTI TIPO V1	25
7.2.1 Sollecitazioni di calcolo e verifica pareti	27
7.2.2 Sollecitazioni di calcolo e verifica soletta inferiore	28
7.3 ANALISI E VERIFICHE POZZETTI TIPO V2.....	29
7.3.1 Sollecitazioni di calcolo e verifica pareti	31
7.3.2 Sollecitazioni di calcolo e verifica soletta inferiore	32
7.4 ANALISI E VERIFICHE POZZETTO TIPO V3.....	33
7.4.1 Sollecitazioni di calcolo e verifica pareti	35
7.4.2 Sollecitazioni di calcolo e verifica soletta inferiore	36
7.1 ANALISI E VERIFICHE POZZETTO TIPO V4.....	37
7.1.1 Sollecitazioni di calcolo e verifica pareti	39
7.1.2 Sollecitazioni di calcolo e verifica soletta inferiore	40
7.2 ANALISI E VERIFICHE POZZETTO TIPO S1	41
7.2.1 Sollecitazioni di calcolo e verifica pareti	45
7.2.2 Sollecitazioni di calcolo e verifica soletta superiore.....	46
7.2.3 Sollecitazioni di calcolo e verifica soletta inferiore	47
7.3 ANALISI E VERIFICHE POZZETTO TIPO S2.....	48
7.3.1 Sollecitazioni di calcolo e verifica pareti	51
7.3.2 Sollecitazioni di calcolo e verifica soletta inferiore	52
7.4 ANALISI E VERIFICHE POZZETTO TIPO S3.....	53
7.4.1 Sollecitazioni di calcolo e verifica pareti	56



QUADRILATERO

Marche Umbria S.p.A.

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 3 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------

7.4.2 Sollecitazioni di calcolo e verifica soletta inferiore 57

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 4 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------

1. PREMESSA

Nell'ambito dei lavori di completamento della direttrice Perugia – Ancona "Pedemontana delle Marche": stralci funzionali 3 e 4 della Pedemontana delle Marche, è prevista la realizzazione di una serie di tombini idraulici allo scopo di garantire la continuità di fossi e/o alvei naturali intercettati dal tracciato di progetto.

Oggetto della trattazione nel seguito esposta è in particolare il dimensionamento strutturale e geotecnico dei pozzetti e delle vasche di raccolta e smaltimento delle acque defluenti nei tombini, ubicati generalmente a monte e/o valle delle opere di attraversamento, ed in qualche caso, in corrispondenza di salti intermedi.

Nel seguito, dopo una breve descrizione delle opere cui si riferiscono i calcoli sviluppati, si riportano tutti i criteri generali adottati per le analisi e verifiche strutturali, ed a seguire tutti i risultati ottenuti nei vari casi.

1.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Per completezza, si riporta nella tabella seguente, l'elenco completo degli attraversamenti in progetto, con indicazione delle geometrie di ciascun pozzetto:

POZZETTO INGRESSO					POZZETTO INTERMEDIO					POZZETTO USCITA				
Hint [m]	Bint [m]	Sf [m]	Sp [m]	St [m]	Hint [m]	Bint [m]	Sf [m]	Sp [m]	St [m]	Hint [m]	Bint [m]	Sf [m]	Sp [m]	St [m]
3.86	3.40	0.30	0.30	-	-	-	-	-	-	2.89	2.00	0.30	0.30	-
4.84	3.40	0.30	0.30	-	-	-	-	-	-	3.68	2.00	0.30	0.30	-
3.64	2.00	0.30	0.30	-	-	-	-	-	-	3.50	3.40	0.30	0.30	-
8.81	3.00	0.30	0.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.60	2.00	0.30	0.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.95	2.00	0.30	0.30	-	-	-	-	-	-	2.60	2.00	0.30	0.30	-
3.00	5.80	0.30	0.30	-	-	-	-	-	-	2.94	5.80	0.30	0.30	-
2.59	3.00	0.40	0.40	-	-	-	-	-	-	2.00	3.00	0.40	0.40	-
6.29	10.00	0.60	0.60	-	5.62	5.00	0.60	0.60	-	3.00	5.00	0.60	0.60	0.7
2.90	3.00	0.30	0.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.96	2.50	0.30	0.30	-	-	-	-	-	-	2.69	3.00	0.30	0.30	-
2.67	2.50	0.30	0.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.13	3.25	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	2.38	3.08	0.30	0.30	-
2.30	2.50	0.30	0.30	-	-	-	-	-	-	3.00	2.50	0.30	0.30	-
2.35	2.50	0.30	0.30	-	-	-	-	-	-	2.50	2.50	0.30	0.30	-
2.10	2.50	0.30	0.30	-	-	-	-	-	-	2.30	2.50	0.30	0.30	-
4.00	2.50	0.30	0.30	-	3.10	2.50	0.30	0.36	-	3.40	2.50	0.30	0.30	-
2.30	2.50	0.30	0.30	-	-	-	-	-	-	2.30	2.50	0.30	0.30	-
2.96	2.50	0.30	0.30	-	-	-	-	-	-	2.69	3.00	0.30	0.30	-
2.45	2.86	0.30	0.30	-	-	-	-	-	-	2.32	2.72	0.30	0.30	-
5.06	2.86	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	2.12	2.72	0.30	0.30	-
2.50	2.86	0.30	0.30	-	-	-	-	-	-	2.18	2.72	0.30	0.30	-
2.25	2.50	0.30	0.30	-	-	-	-	-	-	2.25	2.50	0.30	0.30	-
3.62	2.86	0.30	0.30	-	2.75	2.86	0.30	0.30	-	3.41	2.72	0.30	0.30	-
2.02	3.30	0.30	0.30	-	-	-	-	-	-	2.24	2.50	0.30	0.30	-
2.12	2.72	0.30	0.30	-	-	-	-	-	-	2.48	2.86	0.30	0.30	-
7.29	2.86	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	3.00	2.72	0.50	0.50	-

- Tabella di sintesi pozzetti attraversamenti idraulici -

Hint: Altezza interna Pozzetto;

Bint: Base interna Pozzetto;

Sf,Sp,St: Sono rispettivamente gli spessori della soletta di fondazione, delle pareti e della soletta di copertura (ove presente)

Nelle pagine seguenti sono riportati i risultati dell'analisi delle sollecitazioni e relative verifiche strutturali.

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 5 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------

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.)

3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

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

3.1 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 riportan le relative caratteristiche meccaniche valutate in accordo a quanto prescritto ai par. 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:

$$R_{ck} = 40 \text{ MPa}$$

Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica a 28 gg:

$$f_{ck} = 33.2 \text{ MPa} \quad (0,83 \cdot R_{ck})$$

Resistenza a compressione cilindrica media:

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

Resistenza a trazione assiale:

$$f_{ctm} = 3.10 \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$$

$$f_{ctk,0,05} = 2.17 \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$$

Resistenza a trazione per flessione:

$$f_{ctm} = 3.7 \text{ MPa} \quad \text{Valore medio}$$

$$f_{ctk,0,05} = 2.6 \text{ MPa} \quad \text{Valore caratteristico frattile 5\%}$$

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:

$$f_{cd} = 18.8 \text{ MPa} \quad (0,85 \cdot f_{ck} / \gamma_s)$$

Resistenza di calcolo a trazione diretta allo SLU:

$$f_{ctd} = 1.45 \text{ MPa} \quad (f_{ctk,0,05} / \gamma_s)$$

Resistenza di calcolo a trazione per flessione SLU:

$$f_{ctd} = 1.74 \text{ MPa} \quad 1,2 \cdot f_{ctd}$$

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

Modulo di elasticità secante:

$$E_{cm} = 33643 \text{ MPa}$$

Modulo di Poisson:

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 7 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------

$$v = 0-0,2$$

□

Coefficiente di dilatazione lineare

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

Tensione di aderenza di calcolo acciaio-calcestruzzo

$$\eta = 1.00$$

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

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

3.2 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:

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

Tensione caratteristica allo snervamento:

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

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

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

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

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

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

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:

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

Modulo di elasticità :

$$E_f = 210000 \text{ MPa}$$

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 8 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	-------------------------

3.3 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 $c_{min} \geq 35\text{mm}$.

In definitiva ai fini progettuali si è assunto $c=40\text{mm}$.

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 n°617/09

4. INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Per la caratterizzazione geotecnica del terreno interagente con le opere 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 superficiali che interagiscono con le fondazioni degli scatolari, sono generalmente costituite dalle unità geotecniche **Ecla**, **Ala** e **Salt**, di cui nel seguito si riepilogano i parametri fisico-meccanici attribuiti sulla scorta dei risultati delle indagini effettuate:

Unità Ecla - Depositi eluvio colluviali limoso argillosi

$\gamma = 18.5 \div 20.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 24 \div 27^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 5 \div 15 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi_{r'} = 19 \div 21^\circ$	angolo di resistenza al taglio residuo
$c_{r'} = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata residua
$c_u = 50 \div 160 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$E_o = 100 \div 400 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

Unità Ala - Depositi alluvionali limoso argillosi

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 24 \div 26^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \div 5 \text{ kPa}$	coesione drenata
$c_u = 50 \div 100 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$E_o = 70 \div 250 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico iniziale

Unità Salt – Substrato alterato argilloso limoso

$\gamma = 20.0 \div 20.5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 27^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 20 \text{ kPa}$	coesione drenata
$\varphi_{r'} = 19^\circ$	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

In considerazione pertanto della variabilità contenuta dei parametri tra le diverse unità, si è fatto riferimento ai fini del calcolo ai seguenti parametri di progetto del terreno di fondazione, espressi in termini di tensioni efficaci:

$\gamma \text{ (KN/m}^3\text{)}$	$c' \text{ (KPa)}$	φ°	$E \text{ (KPa)}$
19.0	0.0	25.00	150.0

Riguardo il livello di **falda locale**, dal profilo Geotecnico risulta che la falda è generalmente superficiale, e contenuto nell'ordine di alcuni metri dal piano campagna; tenendo conto di tale aspetto nonché delle quote di progetto delle fondazioni delle opere desumibili dai relativi elaborati grafici, si è assunto ai fini del calcolo, un livello di falda +1 m al di sopra della quota di imposta delle fondazioni, ovvero

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 10 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Le opere in progetto rientrano nell'ambito dei Lavori di Realizzazione dell'Infrastruttura "Pedemontana delle Marche" progettato 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 varie 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 = Camerino;
- $a_{g,SLV}$ = **0.220 g**;
- $F_{0,SLV}$ = **2.544**;
- $T_{c,SLV}^*$ = **0.333 sec.**

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 11 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

Accelerazione (a_g), fattore (F_0) e periodo (T^*c) per comune di riferimento

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

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

- Categoria di suolo = B;
- Categoria topografica = T1;
- S_s , fattore stratigrafico = 1.176;
- S_T , fattore topografico = 1.0;

C_c , fattore correttivo del periodo T_c^* = 1.371.

6. CRITERI GENERALI DI ANALISI E VERIFICA DELLE OPERE

Nell'ambito del presente paragrafo, si descrivono i criteri generali adottati per l'Analisi e relative verifiche strutturali e geotecniche delle opere oggetto di dimensionamento

6.1 ANALISI DEI CARICHI

6.1.1 Peso proprio

Il peso proprio delle strutture è determinato automaticamente dal programma di calcolo, avendo considerato un peso dell'unità di volume del c.a. $\gamma_{cls} = 25 \text{ KN/m}^3$.

6.1.2 Spinta del terreno

Per la valutazione delle Spinte del terreno sui piedritti, si è fatto riferimento alla teoria di Coluomb.

La teoria di Coulomb considera l'ipotesi di un cuneo di spinta a monte della parete che si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea. Dall'equilibrio del cuneo si ricava la spinta che il terreno esercita sull'opera di sostegno. In particolare Coulomb ammette, al contrario della teoria di Rankine, l'esistenza di attrito fra il terreno e la parete, e quindi la retta di spinta risulta inclinata rispetto alla normale alla parete stesso di un angolo di attrito terra-parete.

L'espressione della spinta esercitata da un terrapieno, di peso di volume γ , su una parete di altezza H , risulta espressa secondo la teoria di Coulomb dalla seguente relazione (per terreno incoerente) :

$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_a$$

K_a rappresenta il coefficiente di spinta attiva di Coulomb nella versione riveduta da Muller-Breslau, espresso come :

$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \cdot \sin(\alpha - \delta) \cdot \left[1 + \frac{\sqrt{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}}{\sqrt{\sin(\alpha - \delta) \cdot \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

dove ϕ è l'angolo d'attrito del terreno, α rappresenta l'angolo che la parete forma con l'orizzontale ($\alpha = 90^\circ$ per parete verticale), δ è l'angolo d'attrito terreno-parete, β è l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale.

La spinta risulta inclinata dell'angolo d'attrito terreno-parete δ rispetto alla normale alla parete.

Il diagramma delle pressioni del terreno sulla parete risulta triangolare con il vertice in alto. Il punto di applicazione della spinta si trova in corrispondenza del baricentro del diagramma delle pressioni ($1/3 H$ rispetto alla base della parete). L'espressione di K_a perde di significato per $\beta > \phi$.

Questo coincide con quanto si intuisce fisicamente: la pendenza del terreno a monte della parete non può superare l'angolo di natural declivio del terreno stesso.

Nel caso di terreno dotato di attrito e coesione c l'espressione della pressione del terreno ad una generica profondità z vale :

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 13 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

$$\sigma_a = \gamma \cdot z \cdot K_a - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

Nel caso in esame tuttavia, in considerazione della ridotta capacità deformativa dell'opera, si è assunto che sui piedritti agisca la spinta calcolata in condizioni di riposo.

Il coefficiente di spinta a riposo è espresso dalla relazione :

$$K_0 = 1 - \sin \phi$$

dove ϕ rappresenta l'angolo d'attrito interno del terreno di rinfianco.

Quindi la pressione laterale, ad una generica profondità z e la spinta totale sulla parete di altezza H valgono :

$$\sigma = \gamma \cdot z \cdot K_0 + p_v \cdot K_0$$

$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_0 + p_v \cdot K_0 \cdot H$$

dove p_v è la pressione verticale agente in corrispondenza della calotta.

Per il rilevato stradale, responsabile delle spinte sull'opera, sono stati assunti i seguenti i seguenti valori dei parametri fisico meccanici geotecnici di progetto:

- peso di volume $\gamma = 20 \text{ KN/mc}$
- angolo di attrito $\varphi' = 35^\circ$
- coesione efficace $c' = 0$.

In definitiva, tenendo conto che molti dei pozzetti e/o vasche risultano ubicate in zone esterne al corpo stradale, si è considerato ai fini delle spinte un angolo d'attrito medio tra il terreno in sito ed il rilevato stradale, ovvero $\varphi' = 30^\circ$

6.1.3 Spinta in presenza di falda

Nel caso in cui a monte della parete sia presente la falda il diagramma delle pressioni sulla parete risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume di galleggiamento :

$$\gamma_a = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$$

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_w è il peso di volume dell'acqua.

Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 14 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

6.1.4 Azioni Sismiche

Per il calcolo dell'azione sismica si è utilizzato il metodo dell'analisi pseudostatica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k .

Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

Forza sismica orizzontale $F_h = k_h * W$

Forza sismica verticale $F_v = k_v * W$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = a_{max} / g$$

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

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

$$a_{max} = S * a = S_s * S_t * a_g$$

Nel caso specifico, in accordo a quanto già riportato al precedente paragrafo risulta:

- $T_{R,SLV}$ = 712 anni;
- Comune = Fabriano;
- $a_{g,SLV}$ = 0.206 g;
- $F_{0,SLV}$ = 2.526;
- $T_{c,SLV}^*$ = 0.331 sec.

Potendo considerare generalmente sottosuoli di tipo C per l'intero lotto in progetto, risulta nel caso in esame:

Cat Suolo	C	
S_s =	1,388	
S_t =	1,00	
$a_{max} [m/s^2]$ =	2,803	
K_h [-] =	0,286	Coefficiente sismico orizzontale
K_v [-] =	0,143	Coefficiente sismico verticale

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 15 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

Riguardo le spinte del terreno in fase sismica infine, L'incremento di spinta può essere assunto agente nello stesso punto di quella statica, nel caso di muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, oppure a metà altezza dell'opera, negli altri casi.

La spinta totale di progetto Ed agente sull'opera di sostegno è data da:

$$E_d = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (1 \pm k_v) \cdot K \cdot h^2 + E_{ws}$$

dove: γ è il peso specifico del terreno;

K è il coefficiente di spinta sismico del terreno;

h è l'altezza del muro;

E_{ws} è la spinta idrostatica;

Il coefficiente di spinta del terreno viene calcolato come nel caso statico ma con le seguenti modifiche*:

- nel caso di terreno sotto falda, applicando una rotazione al profilo del muro e degli strati di terreno, secondo le espressioni

$$\tan \theta_A = \frac{\gamma}{\gamma - \gamma_w} \cdot \frac{k_h}{1 + k_v} \quad \text{e} \quad \tan \theta_B = \frac{\gamma}{\gamma - \gamma_w} \cdot \frac{k_h}{1 - k_v}$$

dove: γ è il peso specifico del terreno saturo;

γ_w è il peso specifico dell'acqua;

6.2 VERIFICHE STRUTTURALI – CRITERI GENERALI

6.2.1 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:

6.2.2 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

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

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

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 16 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

ACCIAIO

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

6.2.3 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]

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: :

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

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.

6.2.4 Verifiche allo SLU

6.2.4.1 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:

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

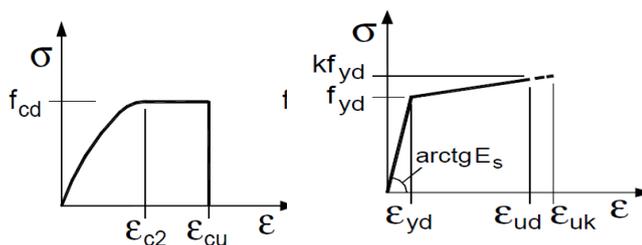
3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

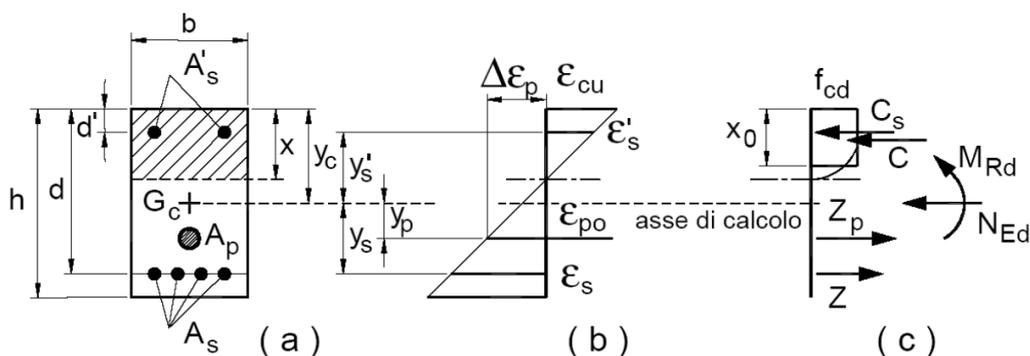
OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	N. prog.	Rev.	Pag. di Pag.
L0703	213	E	16	O10000	REL	06	A	17 di 57



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.

6.2.4.2 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.

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 18 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

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}

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

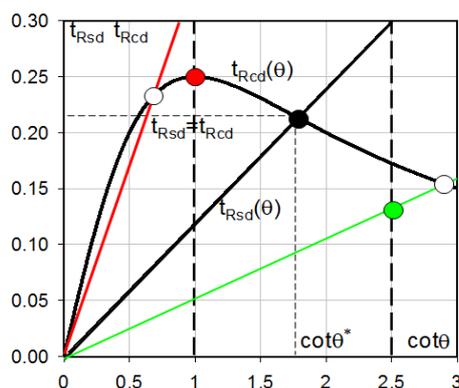
$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \frac{(\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta)}{(1 + \text{ctg}^2\theta)}$$

Essendo:

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

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.

$$1 \leq \text{ctg} \theta \leq 2,5 \quad 45^\circ \geq \theta \geq 1.8^\circ$$



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 :

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

(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

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 19 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

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 il taglio resistente $V_{Rd}(=V_{Rcd})$ coincide con il massimo taglio sopportato dalle bielle di calcestruzzo valutabile per una $\cot \theta = 1,0$.

6.3 VERIFICHE GEOTECNICHE (CARICO LIMITE)

Per la verifica della capacità portante delle Fondazioni superficiali, si è fatto ricorso alla teoria di Meyerhof secondo la quale, il carico limite di una fondazione superficiale, è valutabile attraverso le seguenti espressioni:

$$Q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c + \gamma_1 \cdot D \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q + \frac{1}{2} \gamma_2 \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \quad (\text{Caso di Carico Verticale})$$

$$Q_{lim} = c \cdot N_c \cdot d_c \cdot i_c + \gamma_1 \cdot D \cdot N_q \cdot d_q \cdot i_q + \frac{1}{2} \gamma_2 \cdot B \cdot N_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \quad (\text{Caso di Carico Inclinato})$$

dove:

Il prodotto $\gamma_1 D$ presente nel 2° termine, corrisponde al valore della pressione efficace sul piano di appoggio della fondazione che quindi nel caso più generale di falda tra piano campagna e piano di posa fondazione, corrisponde a:

$$\gamma_1 x h_w + \gamma_1 x (D - h_w)$$

con la specifica inoltre che in tal caso, alla formula trinomia va aggiunto l'ulteriore termine

$$\gamma_w x h_w$$

Allo stesso modo, per falda presente nel volume di terreno potenzialmente interessato dal meccanismo di rottura, il γ_2 del terzo termine della trinomia corrisponde al peso di volume efficace della terreno di fondazione γ_2'

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS 010000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 20 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

γ_2 = peso di volume dello strato di fondazione;

γ_w = peso di volume falda

h_w = quota falda rispetto al piano di posa della fondazione

B' = larghezza efficace della fondazione (depurata dell'eventuale eccentricità del carico $B' = B - 2e$;

e = eccentricità del carico rispetto al baricentro della fondazione

L' = lunghezza efficace della fondazione (depurata dell'eventuale eccentricità del carico $L' = L - 2e$;

c = coesione efficace dello strato di fondazione;

N_c, N_q, N_γ = fattori di capacità portante;

s_c, s_q, s_γ = fattori di forma della fondazione;

d_c, d_q, d_γ = fattori di profondità del piano di posa della fondazione.

i_c, i_q, i_γ = fattori di inclinazione del carico;

Per la teoria di Meyerhof i coefficienti sopra definiti assumono le espressioni che seguono:

$$N_c = (N_q - 1) \cdot ctg\phi; \quad N_q = tg^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) \cdot e^{(\pi \cdot tg\phi)}; \quad N_\gamma = (N_q - 1) \cdot tg(1.4 \cdot \phi)$$

$$s_c = 1 + 0.2 \cdot Kp \cdot \frac{B}{L}; \quad s_q = 1 + 0.1 \cdot tg^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) \cdot \frac{B}{L}; \quad s_{\gamma q} = s_q$$

$$d_c = 1 + 0.2 \cdot tg\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) \cdot \frac{D}{B_f}; \quad d_q = 1 + 0.1 \cdot tg\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) \cdot \frac{D}{B_f}; \quad d_\gamma = d_q$$

$$i_c = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2; \quad i_q = i_c; \quad i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ}\right)^2$$

nelle quali si sono considerati i seguenti dati:

ϕ = angolo di attrito dello strato di fondazione;

θ = inclinazione della risultante sulla verticale;

D = profondità della fondazione.

** nel caso di terreno eminentemente coesivo ($\phi = 0$) si assume: $s_q = 1; s_\gamma = 1; d_q = 1; d_\gamma = 1;$

$i_\gamma = 0.$

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 21 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

7. RISULTATI ANALISI E VERIFICA VASCHE E POZZETTI IN C.A.

Nel presente paragrafo si riportano i risultati del dimensionamento dei pozzetti delle opere di attraversamento idraulico in progetto.

Si tratta in generale di Vasche in c.a. a pianta rettangolare con apertura su un lato, nel caso dei pozzetti di valle, ovvero a sezione scatolare ad asse verticale, nel caso dei pozzetti di monte ed intermedi; per quest'ultimo caso, essendo gli stessi ubicati in corrispondenza di salti idraulici, è prevista anche la realizzazione di una soletta di chiusura in copertura per il contenimento del rilevato stradale sovrastante.

Nei riguardi degli aspetti di calcolo, si è proceduto all'individuazione di alcuni modelli strutturali che per geometrie, schema strutturale e condizioni di carico al contorno potessero ritenersi rappresentativi dell'intera casistica, così come rappresentato negli elaborati di progetto.

7.1 Schemi Di Calcolo

In relazione a quanto anticipato in precedenza, sono state individuate, dal punto di vista strutturale, **due modelli di calcolo** ritenuti rappresentativi di tutte le soluzioni di progetto previste, secondo quanto di seguito specificato, ovvero:

- **Pozzetti tipo a Vasca (M)**, aperti su un lato (pozzetti lato valle) ovvero con rapporto tra i due lati in pianta (B_1/B_2) superiore ad 1,5; per questi casi, lo schema di calcolo considerato per le pareti è quello di mensola ad asse verticale con incastro alla base; per la soletta di fondo quindi, stante la coincidenza delle sollecitazioni in estremità con quelle di calcolo delle pareti, si è adottato la medesima sezione resistente prevista per quest'ultime.



Schema di calcolo pozzetti a Vasca

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

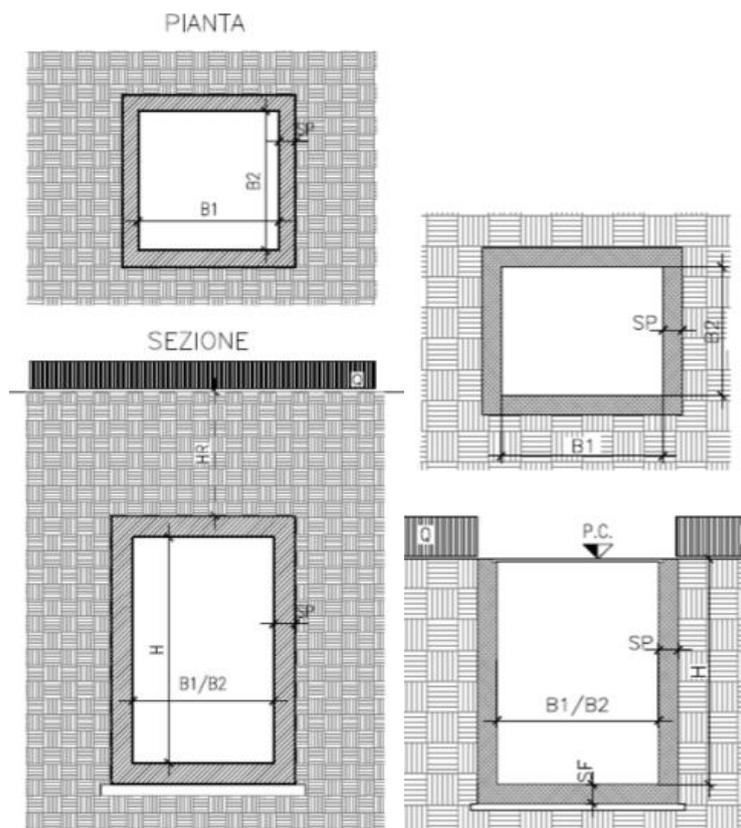
4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 22 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

- **Pozzetti a comportamento scatolare (S)**, chiusi da pareti verticali pressochè a tutt'altezza su tutti e quattro i lati; in questi caso, per le pareti si è fatto riferimento da un punto di vista di calcolo a strisce orizzontali di dimensione unitaria semi-incastrate alle pareti verticali ortogonali; riguardo le solette inferiore e superiore (presente nel solo pozzetto di salto del tombino 3+691), si è fatto invece riferimento ad uno schema di piastra incastrata su 4 lati.



Schema di calcolo pozzetti tipo scatolare (di salto / monte)

Per completezza, si riporta nella tabella seguente, l'elenco completo degli attraversamenti in progetto, con indicazione delle geometrie di ciascuno pozzetto e del relativo schema strutturale rappresentativo:

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 23 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

POZZETTO INGRESSO						POZZETTO INTERMEDIO						POZZETTO USCITA					
Hint [m]	Bint [m]	Sf [m]	Sp [m]	St [m]	TIPO	Hint [m]	Bint [m]	Sf [m]	Sp [m]	St [m]	TIPO	Hint [m]	Bint [m]	Sf [m]	Sp [m]	St [m]	TIPO
3.86	3.4	0.3	0.3	-	V3							2.89	2	0.3	0.3	-	V1
4.84	3.4	0.3	0.3	-	V3							3.68	2	0.3	0.3	-	V1
3.64	2	0.3	0.3	-	V1							3.5	3.4	0.3	0.3	-	V1
8.81	3	0.3	0.5	-	V4												
2.6	2	0.3	0.3	-	V2												
3	5.8	0.3	0.3	-	V1							2.94	5.8	0.3	0.3	-	V1
2.59	3	0.4	0.4	-	V1							2	3	0.4	0.4	0.7	S3
6.29	10	0.6	0.6	-	V4	5.62	5	0.6	0.6	-	V4	3	5	0.6	0.6	-	V1
2.90	3.00	0.30	0.30	-	V1												
2.67	2.50	0.30	0.30	-	V2												
6.13	3.25	0.50	0.50	-	V4							2.38	3.08	0.30	0.30	-	V2
2.65	3.25	0.30	0.30	-	V2												
2.30	2.50	0.30	0.30	-	V2							3.00	2.50	0.30	0.30	-	V1
2.35	2.50	0.30	0.30	-	V2							2.50	2.50	0.30	0.30	-	V2
2.10	2.50	0.30	0.30	-	V2							2.30	2.50	0.30	0.30	-	V2
4.00	2.50	0.30	0.30	-	V3	3.10	2.50	0.3	0.3	-	V1	3.40	2.50	0.30	0.30	-	
2.30	2.50	0.30	0.30	-	V2							2.30	2.50	0.30	0.30	-	V2
2.96	2.50	0.30	0.30	-	V1							2.69	3.00	0.30	0.30	-	V2
2.45	2.86	0.30	0.30	-	V2							2.32	2.72	0.30	0.30	-	V2
5.06	2.86	0.50	0.50	-	V3							2.12	2.72	0.30	0.30	-	V2
2.50	2.86	0.30	0.30	-	V2							2.18	2.72	0.30	0.30	-	V2
3.61	2.86	0.30	0.30	-	V1							3.43	2.72	0.30	0.30	-	V1
2.02	3.30	0.30	0.30	-	V2							2.24	2.50	0.30	0.30	-	V2
2.12	2.72	0.30	0.30	-	V2							2.48	2.86	0.30	0.30	-	V2

- Tabella di sintesi pozzetti attraversamenti idraulici -

Per ciascuna delle due tipologie strutturali S e V, sono stati quindi individuati una serie di schemi di calcolo che potessero tener conto della variabilità delle geometrie in gioco, definendo in particolare i seguenti casi di Verifica:

Pozzetti a Vasca (V)

V1 : H_{max} = 3.65m sp=0.30m

V2 : H_{max} = 2.75m sp=0.30m

V3 : H_{max} = 5.25m sp=0.30m

V4 : H_{max} = 8.80m sp=0.50m

Pozzetti scatalari (S)

S1 : B1=2.00m B2=2.00m H_{max}=5.80 m sp=0.40m , Ricoprimento su soletta superiore=2.50m

S2 : B1=3.55m B2=4.85m H_{max}=6.50 m sp=0.60m

S3 : B1=2.50m B2=3.20m H_{max}=4.00 m sp=0.30m

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud****4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia**

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 24 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

Nelle pagine seguenti sono riportati i risultati dell'analisi delle sollecitazioni e relative verifiche strutturali condotte per ciascuno dei casi citati, avendo fatto riferimento per il calcolo delle spinte del terreno ad una condizioni di spinta a riposo secondo

Si è inoltre tenuto conto dell'eventuale presenza in fase statica di un sovraccarico accidentale sul piano campagna di intensità 10KPa.

Ai fini delle verifiche, le sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle diverse azioni elementari, sono state dunque combinate ai fini delle verifiche agli SLU statico e SISMICO ed SLE, tenendo conto dei coefficienti parziali di combinazione da normativa.

Si precisa infine che le analisi delle sollecitazioni sono state effettuate con l'ausilio di fogli di calcolo autoprodotti.

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

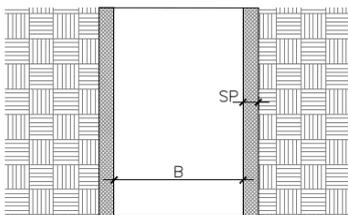
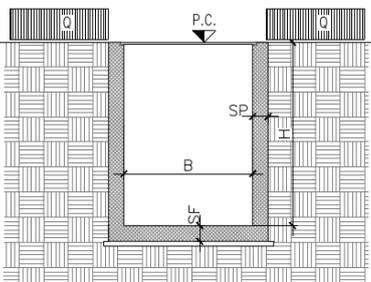
4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 25 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

7.2 ANALISI E VERIFICHE POZZETTI TIPO V1

DATI GENERALI MODELLO DI CALCOLO			
PIANTA			
			
SEZIONE			
			
		Geometrie	
B(m) =	2.50		
H (m) =	3.65	Quota di Verifica	
SF(m) =	0.30	y (m) =	3.65
SP(m) =	0.30		
B(m) =	2.50		
		Peso dell'unità di volume cls=	
		25	KN/mc

CARATTERISTICHE TERRAPIENO SPINGENTE									
ϕ teorico		ϕ calcolo		γ	γ_{sat}	$\beta 2$ (inclinazione per calcolo coefficienti di spinta)			
gradi°	c. rid ϕ	gradi°	rad	KN/m ³	KN/m ³	gradi°	rad		
30	1	30.0	0.52360	18	19	0	0.00000		
						Inclinazione paramento di valle		Inclinazione paramento di monte	
						αV		αm	
						gradi	rad	gradi	rad
						0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

SOVRACCARICHI SUL PIANO LIMITE			
Accidentale		Permanente	
Q (KN/m ²) =	10.0	Q (KN/m ²) =	0.0

COEFFICIENTI SISMICI			
Kh [-] =	0.344	Coefficiente sismico orizzontale	
Kv [-] =	0.172	Coefficiente sismico verticale	

Coefficiente di spinta in fase statica		
Condizione a riposo		
Ko =	1-sen ϕ =	0.500

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O1000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 26 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	--------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

Coefficiente di spinta attiva fase sismica

Metodo di Calcolo (Mononobe-Okabe [MO] / Muller-Breslau [MB])	MB
---	-----------

Sisma verticale verso l'alto (θ_1)

φ		β^*		α^*		Ψ^*		δ	
gradi°	rad	gradi°	rad	gradi	rad	gradi	rad	gradi	rad
30.00	0.523598776	16.35	0.28533	16.3482	0.2853	73.6518	1.2855	0.00	0

Kas 1 = **0.586**

Sisma verticale verso il basso (θ_2)

φ		β^*		α^*		Ψ^*		δ	
gradi°	rad	gradi°	rad	gradi	rad	gradi	rad	gradi	rad
30.00	0.523598776	22.54	0.393450306	22.5431	0.3935	67.4569	1.1773	0.00	0

Kas 2 = **0.780**

Kas max = **0.780**

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI DI CALCOLO PARETI PER LE DIVERSE CONDIZIONI DI CARICO

Per la valutazione delle sollecitazioni sulle pareti, si considera uno schema di mensola incastrata alla base, di larghezza nel piano orizzontale pari ad L_s

Profondità relativa da P.C.

Y = **3.65** m

Ls = **1.00** m (larghezza della striscia di calcolo)

Pesi Propri

N(KN) = **27.4**

V(KN) = **0.0**

M(KNm) = **0.0**

Spinta Terreno (Fase Statica)

s (KN/m²) = **32.9**

N(KN) = **0.0**

V(KN) = **60.0**

M(KNm) = **72.9**

Sovraccarico Fase statica

ACCIDENTALE

q (KN/m²) = **5.0**

N(KN) = **0.0**

V(KN) = **18.3**

M(KNm) = **33.3**

PERMANENTE

q (KN/m²) = **0.0**

N(KN) = **0.0**

V(KN) = **0.0**

M(KNm) = **0.0**

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 27 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

Spinta Terreno (Fase sismica)		
s (KN/m ²) =	21.9	(spinta)
δs (KN/m ²) =	29.33	(incred.spinta)
$s+\delta s$ (KN/m ²) =	51.23	
N(KN) =	0.0	
V(KN) =	93.5	
M(KNm) =	113.8	
Inerzia sismica pareti		
f_h (KN/m ²) =	2.58	azione sismica sulle pareti
N(KN) =	0.0	
V(KN) =	9.4	
M(KNm) =	17.2	
Sovraccarico Fase sismica		
ACCIDENTALE		PERMANENTE
q_s (KN/m ²) =	7.80	q_s (KN/m ²) = 0.00
N(KN) =	0.0	N(KN) = 0.0
V(KN) =	28.5	V(KN) = 0.0
M(KNm) =	51.9	M(KNm) = 0.0

COMBINAZIONI E COEFFICIENTI PARZIALI DELLE AZIONI						
	P.P	Spinte Terreno	Rinterro	Sovraccarico		Sisma
				Ψ	γ	
SLU	1	1.4	1.4	1	1.5	0
SISMA	1	1	1	1	1	1
SLE	1	1	1	1	1	0

7.2.1 Sollecitazioni di calcolo e verifica pareti

RIPEILOGO SOLLECITAZIONI DI VERIFICA				
STRISCIA A PROFONDITA'		Y(m) =	-3.65	da P.C.
	N(KN)	V(KN)	M(KNm)	
SLU	27.4	111.3	152.1	
SISMA	27.4	131.4	182.9	
SLE	27.4	78.2	106.2	

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 28 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

DATI SEZIONE RESISTENTE

B =	100	cm				
H =	30	cm				
A'f =	φ 14/20	armatura longitudianle compressa				
A f =	φ 14/20+ φ 20/20	armatura longitudianle tesa				
c =	5	cm	copriferro di calcolo in asse armature			
CLS =	32/40					

VERIFICHE

SLU	M	N	T	Mrd	C.S. NM	Trd long *	C.S. T
	kNm	KN	KN	kNm	min	KN	min
	185	25	135	215	1.16	185	1.37
* ELEMENTI NON ARMATI A TAGLIO							
SLE	M	N	σc	σf	w		
	kNm	KN	Mpa	Mpa	mm		
	110	25	-8.90	206	0.10		

7.2.2 Sollecitazioni di calcolo e verifica soletta inferiore

Le sollecitazioni di calcolo all'estremità della soletta inferiore sono pressochè coincidenti con quelle a base parete, per cui, essendo prevista la stessa sezione resistente, si omettono le verifiche; stesse considerazioni valgono per il caso della sezione di mezzeria, dove, a partià di sezione resistente, le sollecitazioni di progetto sono sicuramente inferiori a quella di estremità.

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

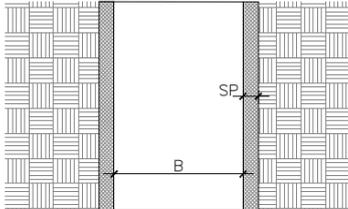
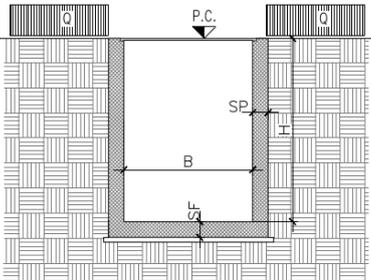
4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 29 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

7.3 ANALISI E VERIFICHE POZZETTI TIPO V2

DATI GENERALI MODELLO DI CALCOLO			
PIANTA			
			
SEZIONE			
			
Geometrie			
B(m) =	2.50		
H (m) =	3.65	Quota di Verifica	
SF(m) =	0.30	y (m) =	3.65
SP(m) =	0.30		
B(m) =	2.50		
Peso dell'unità di volume cls=		25	KN/mc

CARATTERISTICHE TERRAPIENO SPINGENTE									
ϕ teorico		ϕ calcolo		γ	γ_{sat}	$\beta 2$ (inclinazione per calcolo coefficienti di spinta)			
gradi°	c. rid ϕ	gradi°	rad	KN/m ³	KN/m ³	gradi°	rad		
30	1	30.0	0.52360	18	19	0	0.00000		
						Inclinazione paramento di valle		Inclinazione paramento di monte	
						αV		αm	
						gradi	rad	gradi	rad
						0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

SOVRACCARICHI SUL PIANO LIMITE			
Accidentale		Permanente	
Q (KN/m ²) =	10.0	Q (KN/m ²) =	0.0

COEFFICIENTI SISMICI			
Kh [--] =	0.344	Coefficiente sismico orizzontale	
Kv [--] =	0.172	Coefficiente sismico verticale	

Coefficiente di spinta in fase statica		
Condizione a riposo		
Ko =	1-sen ϕ =	0.500

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Trotto 213	Settore E	CEE 16	WBS O1000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 30 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	--------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

Coefficiente di spinta attiva fase sismica

Metodo di Calcolo (Mononobe-Okabe [MO] / Muller-Breslau [MB])	MB
---	-----------

Sisma verticale verso l'alto (θ1)

φ		β*		α*		Ψ*		δ	
gradi°	rad	gradi°	rad	gradi	rad	gradi	rad	gradi	rad
30.00	0.523598776	16.35	0.28533	16.3482	0.2853	73.6518	1.2855	0.00	0

Kas 1 = **0.586**

Sisma verticale verso il basso (θ2)

φ		β*		α*		Ψ*		δ	
gradi°	rad	gradi°	rad	gradi	rad	gradi	rad	gradi	rad
30.00	0.523598776	22.54	0.393450306	22.5431	0.3935	67.4569	1.1773	0.00	0

Kas 2 = **0.780**

Kas max = **0.780**

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI DI CALCOLO PARETI PER LE DIVERSE CONDIZIONI DI CARICO

Per la valutazione delle sollecitazioni sulle pareti, si considera uno schema di mensola incastrata alla base, di larghezza nel piano orizzontale pari ad Ls

Profondità relativa da P.C.

Y = **3.65** m

Ls = **1.00** m (larghezza della striscia di calcolo)

Pesi Propri

N(KN) = **27.4**

V(KN) = **0.0**

M(KNm) = **0.0**

Spinta Terreno (Fase Statica)

s (KN/m2) = **32.9**

N(KN) = **0.0**

V(KN) = **60.0**

M(KNm) = **72.9**

Sovraccarico Fase statica

ACCIDENTALE

q (KN/m2) = **5.0**

N(KN) = **0.0**

V(KN) = **18.3**

M(KNm) = **33.3**

PERMANENTE

q (KN/m2) = **0.0**

N(KN) = **0.0**

V(KN) = **0.0**

M(KNm) = **0.0**

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 31 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

Spinta Terreno (Fase sismica)		
s (KN/m ²) =	21.9	(spinta)
δs (KN/m ²) =	29.33	(incred.spinta)
$s + \delta s$ (KN/m ²) =	51.23	
N (KN) =	0.0	
V (KN) =	93.5	
M (KNm) =	113.8	
Inerzia sismica pareti		
f_h (KN/m ²) =	2.58	azione sismica sulle pareti
N (KN) =	0.0	
V (KN) =	9.4	
M (KNm) =	17.2	
Sovraccarico Fase sismica		
ACCIDENTALE		PERMANENTE
q_s (KN/m ²) =	7.80	q_s (KN/m ²) = 0.00
N (KN) =	0.0	N (KN) = 0.0
V (KN) =	28.5	V (KN) = 0.0
M (KNm) =	51.9	M (KNm) = 0.0

COMBINAZIONI E COEFFICIENTI PARZIALI DELLE AZIONI						
	P.P	Spinte Terreno	Rinterro	Sovraccarico		Sisma
				Ψ	γ	
SLU	1	1.4	1.4	1	1.5	0
SISMA	1	1	1	1	1	1
SLE	1	1	1	1	1	0

7.3.1 Sollecitazioni di calcolo e verifica pareti

STRISCIA A PROFONDITA'	$Y(m) =$	-2.5	da P.C.
	N (KN)	V (KN)	M (KNm)
SLU	18.8	58.1	56.3
SISMA	18.8	69.8	69.0
SLE	18.8	40.6	39.1

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 32 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

DATI SEZIONE RESISTENTE

B =	100	cm					
H =	30	cm					
A'f =	φ 14/20	armatura longitudinale compressa					
Af =	φ 14/20	armatura longitudinale tesa					
c =	5	cm	copriferro di calcolo in asse armature				
CLS =	32/40						

VERIFICHE

SLU	M	N	T	Mrd	C.S. NM	Trd long *	C.S. T
	kNm	KN	KN	kNm	min	KN	min
	70	20	135	80	1.14	145	1.07
* ELEMENTI NON ARMATI A TAGLIO							
SLE	M	N	σc	σf	w		
	kNm	KN	Mpa	Mpa	mm		
	40	20	-4.90	208	0.12		

7.3.2 Sollecitazioni di calcolo e verifica soletta inferiore

Le sollecitazioni di calcolo all'estremità della soletta inferiore sono pressochè coincidenti con quelle a base parete, per cui, essendo prevista la stessa sezione resistente, si omettono le verifiche; stesse considerazioni valgono per il caso della sezione di mezzeria, dove, a parti di sezione resistente, le sollecitazioni di progetto sono sicuramente inferiori a quella di estremità.

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

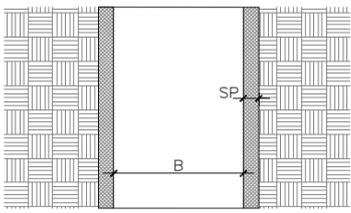
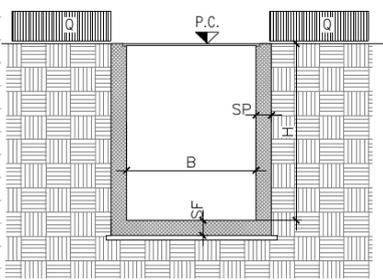
4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 33 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

7.4 ANALISI E VERIFICHE POZZETTO TIPO V3

DATI GENERALI MODELLO DI CALCOLO		
PIANTA		
		
SEZIONE		
		
Geometrie		
B(m) =	3.00	
H(m) =	5.25	Quota di Verifica
SF(m) =	0.30	y (m) = 5.25
SP(m) =	0.50	
B(m) =	3.00	
Peso dell'unità di volume cls=		
	25	KN/mc

CARATTERISTICHE TERRAPIENO SPINGENTE									
ϕ teorico		ϕ calcolo		γ	γ_{sat}	$\beta 2$ (inclinazione per calcolo coefficienti di spinta)			
gradi°	c. rid ϕ	gradi°	rad	KN/m ³	KN/m ³	gradi°	rad		
30	1	30.0	0.52360	18	19	0	0.00000		
						Inclinazione paramento di valle		Inclinazione paramento di monte	
						αV		αm	
						gradi	rad	gradi	rad
						0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

SOVRACCARICHI SUL PIANO LIMITE			
Accidentale		Permanente	
Q (KN/m ²) =	10.0	Q (KN/m ²) =	0.0

COEFFICIENTI SISMICI	
Kh [--] =	0.344 Coefficiente sismico orizzontale
Kv [--] =	0.172 Coefficiente sismico verticale

Coefficiente di spinta in fase statica		
Condizione a riposo		
Ko =	1-sen ϕ =	0.500

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 34 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

Coefficiente di spinta attiva fase sismica

Metodo di Calcolo (Mononobe-Okabe [MO] / Muller-Breslau [MB])	MB
---	-----------

Sisma verticale verso l'alto (θ1)

φ		β*		α*		Ψ*		δ	
gradi°	rad	gradi°	rad	gradi	rad	gradi	rad	gradi	rad
30.00	0.523598776	16.35	0.28533	16.3482	0.2853	73.6518	1.2855	0.00	0

Kas 1 = **0.586**

Sisma verticale verso il basso (θ2)

φ		β*		α*		Ψ*		δ	
gradi°	rad	gradi°	rad	gradi	rad	gradi	rad	gradi	rad
30.00	0.523598776	22.54	0.393450306	22.5431	0.3935	67.4569	1.1773	0.00	0

Kas 2 = **0.780**

Kas max = **0.780**

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI DI CALCOLO PER LE DIVERSE CONDIZIONI DI CARICO

Per la valutazione delle sollecitazioni sulle pareti, si considera uno schema di mensola incastrata alla base, di larghezza nel piano orizzontale pari ad Ls

Profondità relativa da P.C.

Y = **5.25** m
Ls = **1.00** m (larghezza della striscia di calcolo)

Pesi Propri

N(KN) = **65.6**
V(KN) = **0.0**
M(KNm) = **0.0**

Spinta Terreno (Fase Statica)

s (KN/m2) = **47.3**

N(KN) = **0.0**
V(KN) = **124.0**
M(KNm) = **217.1**

Sovraccarico Fase statica

ACCIDENTALE

q (KN/m2) = **5.0**

N(KN) = **0.0**
V(KN) = **26.3**
M(KNm) = **68.9**

PERMANENTE

q (KN/m2) = **0.0**

N(KN) = **0.0**
V(KN) = **0.0**
M(KNm) = **0.0**

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 35 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

Spinta Terreno (Fase sismica)								
s (KN/m ²) =	31.5	(spinta)						
δs (KN/m ²) =	42.19	(incred.spinta)						
$s+\delta s$ (KN/m ²) =	73.69							
N (KN) =	0.0							
V (KN) =	193.4							
M (KNm) =	338.5							
Inerzia sismica pareti								
f_n (KN/m ²) =	4.30	azione sismica sulle pareti						
N (KN) =	0.0							
V (KN) =	22.6							
M (KNm) =	59.2							
Sovraccarico Fase sismica								
ACCIDENTALE				PERMANENTE				
q_s (KN/m ²) =	7.80			q_s (KN/m ²) =	0.00			
N (KN) =	0.0			N (KN) =	0.0			
V (KN) =	40.9			V (KN) =	0.0			
M (KNm) =	107.5			M (KNm) =	0.0			

COMBINAZIONI E COEFFICIENTI PARZIALI DELLE AZIONI						
	P.P	Spinte Terreno	Rinterro	Sovraccarico		Sisma
				Ψ	γ	
SLU	1	1.4	1.4	1	1.5	0
SISMA	1	1	1	1	1	1
SLE	1	1	1	1	1	0

7.4.1 Sollecitazioni di calcolo e verifica pareti

Le sollecitazioni di calcolo all'estremità della soletta inferiore sono pressochè coincidenti con quelle a base parete, per cui, essendo prevista la stessa sezione resistente, si omettono le verifiche; stesse considerazioni valgono per il caso della sezione di mezzeria, dove, a parità di sezione resistente, le sollecitazioni di progetto sono sicuramente inferiori a quella di estremità.

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 36 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

RIPEILOGO SOLLECITAZIONI DI VERIFICA			
STRISCIA A PROFONDITA'	Y(m) =	-5.25	da P.C.
	N(KN)	V(KN)	M(KNm)
SLU	65.6	213.0	407.2
SISMA	65.6	256.9	505.2
SLE	65.6	150.3	286.0

DATI SEZIONE RESISTENTE

B =	100	cm			
H =	50	cm			
A'f =	ϕ 14/20	armatura longitudinale compressa			
Af =	ϕ 20/10	armatura longitudinale tesa			
c =	5	cm	copriferro di calcolo in asse armature		
CLS =	32/40				

VERIFICHE

SLU	M	N	T	Mrd	C.S. NM	Trd long *	C.S. T
	kNm	KN	KN	kNm	min	KN	min
	505	-65	250	525	1.04	270	1.08
* ELEMENTI NON ARMATI A TAGLIO							
SLE	M	N	σ_c	σ_f	w		
	kNm	KN	Mpa	Mpa	mm		
	290	-65	-8.40	220	0.15		

7.4.2 Sollecitazioni di calcolo e verifica soletta inferiore

Le sollecitazioni di calcolo all'estremità della soletta inferiore sono pressochè coincidenti con quelle a base parete, per cui, essendo prevista la stessa sezione resistente, si omettono le verifiche; stesse considerazioni valgono per il caso della sezione di mezzeria, dove, a parti di sezione resistente, le sollecitazioni di progetto sono sicuramente inferiori a quella di estremità.

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 37 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

7.1 ANALISI E VERIFICHE POZZETTO TIPO V4

DATI GENERALI MODELLO DI CALCOLO															
PIANTA		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Geometrie</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>B(m) =</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td>H (m) =</td> <td>8.80</td> </tr> <tr> <td>SF(m) =</td> <td>0.30</td> </tr> <tr> <td>SP(m) =</td> <td>0.50</td> </tr> <tr> <td>B(m) =</td> <td>3.00</td> </tr> </tbody> </table>		Geometrie		B(m) =	3.00	H (m) =	8.80	SF(m) =	0.30	SP(m) =	0.50	B(m) =	3.00
Geometrie															
B(m) =	3.00														
H (m) =	8.80														
SF(m) =	0.30														
SP(m) =	0.50														
B(m) =	3.00														
SEZIONE		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Quota di Verifica</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>y (m) =</td> <td>8.80</td> </tr> </tbody> </table>		Quota di Verifica		y (m) =	8.80								
Quota di Verifica															
y (m) =	8.80														
		<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Peso dell'unità di volume cls=</td> <td>25</td> <td>KN/mc</td> </tr> </tbody> </table>		Peso dell'unità di volume cls=	25	KN/mc									
Peso dell'unità di volume cls=	25	KN/mc													

CARATTERISTICHE TERRAPIENO SPINGENTE							
Φ teorico		Φ calcolo		γ	γ_{sat}	$\beta 2$ (inclinazione per calcolo coefficienti di spinta)	
gradi°	c rid ϕ	gradi°	rad	KN/m ³	KN/m ³	gradi°	rad
30	1	30.0	0.52360	18	19	0	0.00000
						Inclinazione paramento di valle	
						Inclinazione paramento di monte	
				αV		αm	
				gradi		rad	
				0.0000		0.0000	
				gradi		rad	
				0.0000		0.0000	

SOVRACCARICHI SUL PIANO LIMITE			
Accidentale		Permanente	
Q (KN/m ²) =	10.0	Q (KN/m ²) =	0.0

COEFFICIENTI SISMICI	
Kh [--] =	0.344
Kv [--] =	0.172

Coefficiente sismico orizzontale
 Coefficiente sismico verticale

Coefficiente di spinta in fase statica	
Condizione a riposo	
Ko =	1-sen ϕ = 0.500

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O1000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 38 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	--------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

Coefficiente di spinta attiva fase sismica

Metodo di Calcolo (Mononobe-Okabe [MO] / Muller-Breslau [MB])	MB
---	-----------

Sisma verticale verso l'alto (θ1)

φ		β*		α*		Ψ*		δ	
gradi°	rad	gradi°	rad	gradi	rad	gradi	rad	gradi	rad
30.00	0.523598776	16.35	0.28533	16.3482	0.2853	73.6518	1.2855	0.00	0

Kas 1 = **0.586**

Sisma verticale verso il basso (θ2)

φ		β*		α*		Ψ*		δ	
gradi°	rad	gradi°	rad	gradi	rad	gradi	rad	gradi	rad
30.00	0.523598776	22.54	0.393450306	22.5431	0.3935	67.4569	1.1773	0.00	0

Kas 2 = **0.780**

Kas max = **0.780**

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI DI CALCOLO PER LE DIVERSE CONDIZIONI DI CARICO

CALCOLO SOLLECITAZIONI ELEMENTARI PARETI

Per la valutazione delle sollecitazioni sulle pareti, si considera uno schema di mensola incastrata alla base, di larghezza nel piano orizzontale pari ad Ls

Profondità relativa da P.C.

Y = **8.8** m
 Ls = **1.00** m (larghezza della striscia di calcolo)

Pesi Propri

N(KN) = **110.0**
 V(KN) = **0.0**
 M(KNm) = **0.0**

Spinta Terreno (Fase Statica)

s(KN/m2) = **73.2**
 N(KN) = **0.0**
 V(KN) = **322.0**
 M(KNm) = **944.4**

Sovraccarico Fase statica

ACCIDENTALE		PERMANENTE	
q(KN/m2) =	4.3	q(KN/m2) =	0.0
N(KN) =	0.0	N(KN) =	0.0
V(KN) =	37.5	V(KN) =	0.0
M(KNm) =	165.1	M(KNm) =	0.0

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 39 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

Spinta Terreno (Fase sismica)									
s (KN/m ²) =	42.0	(spinta)							
δs (KN/m ²) =	52.06	(increm.spinta)							
$s+\delta s$ (KN/m ²) =	94.06								
N(KN) =	0.0								
V(KN) =	413.9								
M(KNm) =	1214.0								
Inerzia sismica pareti									
f_h (KN/m ²) =	2.14	azione sismica sulle pareti							
N(KN) =	0.0								
V(KN) =	18.9								
M(KNm) =	83.0								
Sovraccarico Fase sismica									
ACCIDENTALE			PERMANENTE						
q_s (KN/m ²) =	5.48		q_s (KN/m ²) =	0.00					
N(KN) =	0.0		N(KN) =	0.0					
V(KN) =	48.2		V(KN) =	0.0					
M(KNm) =	212.2		M(KNm) =	0.0					

COMBINAZIONI E COEFFICIENTI PARZIALI DELLE AZIONI						
	P.P	Spinte Terreno	Rinterro	Sovraccarico		Sisma
				Ψ	γ	
SLU	1	1.4	1.4	1	1.5	0
SISMA	1	1	1	1	1	1
SLE	1	1	1	1	1	0

7.1.1 Sollecitazioni di calcolo e verifica pareti

Le sollecitazioni di calcolo all'estremità della soletta inferiore sono pressochè coincidenti con quelle a base parete, per cui, essendo prevista la stessa sezione resistente, si omettono le verifiche; stesse considerazioni valgono per il caso della sezione di mezzeria, dove, a parità di sezione resistente, le sollecitazioni di progetto sono sicuramente inferiori a quella di estremità.

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O1000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 40 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	--------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

RIPEILOGO SOLLECITAZIONI DI VERIFICA

STRISCIA A PROFONDITA'		Y(m) =	-8.8	da P.C.
	N(KN)	V(KN)	M(KNm)	
SLU	110.0	539.2	1664.3	
SISMA	110.0	481.0	1509.2	
SLE	110.0	348.2	1060.0	

DATI SEZIONE RESISTENTE PARETE

B [cm]=	100		
H [cm]=	50		
A'f =	φ18/20	Arm. Longitudinale compressa	
Af =	φ18/10	Arm. Longitudinale tesa	
Staffe=	φ10/40x40		
c [mm]=	40	Copriferro netto	
CLS=	32/40		

VERIFICHE

VERIFICA SLU

M kNm	N Kn	T kN	F.S. (Mrd/Msd)	F.S. (Vrd/Vsd)
118.1	22.5	104.8	3.6	1.86

VERIFICA SLE

M kNm	N Kn	σ _c kPa	σ _s kPa	w mm
70.7	22.5	-2.1	64.7	0.0

7.1.2 Sollecitazioni di calcolo e verifica soletta inferiore

Le sollecitazioni di calcolo all'estremità della soletta inferiore sono pressochè coincidenti con quelle a base parete, per cui si ha:

DATI SEZIONE RESISTENTE FONDAZIONE

B [cm]=	100		
H [cm]=	30		
A'f =	φ18/20	Arm. Longitudinale compressa	
Af =	φ18/10	Arm. Longitudinale tesa	
Staffe=	φ10/40x40		
c [mm]=	40	Copriferro netto	
CLS=	32/40		

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

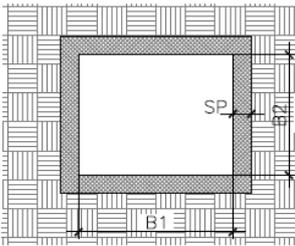
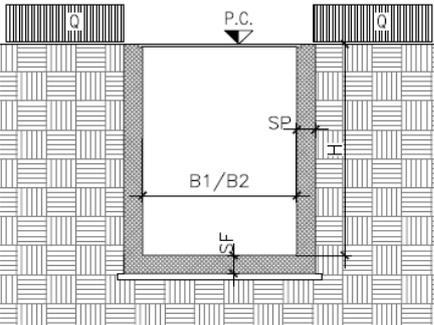
Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 41 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

VERIFICHE

VERIFICA SLU				
M kNm	N Kn	T kN	F.S. (Mrd/Msd)	F.S. (Vrd/Vsd)
118.1	22.5	104.8	2.0	1.9

VERIFICA SLE				
M kNm	N Kn	σ_c kPa	σ_s kPa	w mm
70.7	22.5	-5.2	119.1	0.1

7.2 ANALISI E VERIFICHE POZZETTO TIPO S1

	Geometrie			
	B1(m) =	2.00		
	B2(m) =	2.00		
	H (m) =	5.80	Quota di Verifica y (m) =	5.30
	SF(m) =	0.40		
	SP(m) =	0.40		
	Bmax(m) =	2.00		
	Bmin(m) =	2.00		
	Peso dell'unità di volume cls=		25	KN/mc

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 42 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

CARATTERISTICHE TERRAPIENO SPINGENTE									
φ teorico		φ calcolo		γ	γ_{sat}	$\beta 2$ (inclinazione per calcolo coefficienti di spinta)			
gradi°	c. rid φ	gradi°	rad	KN/m ³	KN/m ³	gradi°	rad		
35	1	35.0	0.61086	19	20	0	0.00000		
						Inclinazione paramento di valle		Inclinazione paramento di monte	
						α_v		α_m	
						gradi	rad	gradi	rad
						0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

SOVRACCARICHI SUL PIANO LIMITE							
Accidentale				Permanente (Rinterro al di sopra soletta + spessore soletta) - h=2.5m			
Q (KN/m ²) =		20		Q (KN/m ²) =		47.5	

COEFFICIENTI SISMICI			
Kh [--] =	0.344	Coefficiente sismico orizzontale	
Kv [--] =	0.172	Coefficiente sismico verticale	

Coefficiente di spinta in fase statica		
<i>Condizione a riposo</i>		
Ko =	1-sen φ =	0.426

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 43 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

Coefficiente di spinta attiva fase sismica

Metodo di Calcolo (Mononobe-Okabe [MO] / Muller-Breslau [MB])

MB

Sisma verticale verso l'alto (θ1)

φ		β*		α*		ψ*		δ	
gradi°	rad	gradi°	rad	gradi	rad	gradi	rad	gradi	rad
35.00	0.610865238	16.35	0.28533	16.3482	0.2853	73.6518	1.2855	0.00	0

Kas 1 = **0.492**

Sisma verticale verso il basso (θ2)

φ		β*		α*		ψ*		δ	
gradi°	rad	gradi°	rad	gradi	rad	gradi	rad	gradi	rad
35.00	0.610865238	22.54	0.393450306	22.5431	0.3935	67.4569	1.1773	0.00	0

Kas 2 = **0.649**

Kas max = **0.649**

COMBINAZIONI E COEFFICIENTI PARZIALI DELLE AZIONI

	P.P	Spinte Terreno	Rinterro	Sovraccarico		Sisma
				ψ	γ	
SLU	1	1.4	1.4	1	1.5	0
SISMA	1	1	1	1	1	1
SLE	1	1	1	1	1	0

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI PARETI DI CALCOLO PER LE DIVERSE CONDIZIONI DI CARICO

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 44 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

Per la verifica delle pareti si ipotizza, in considerazione della presenza delle pareti laterali ortogonali, un comportamento di ciascuna parete caratterizzato da un'inflessione della generica striscia orizzontale in tale piano

Profondità relativa da P.C.

Y= 5.3 m
 Hs= 1.0 m (altezza striscia di verifica)

Pesi Propri

Il Peso Proprio non produce alcun effetto nel piano di verifica considerato

Spinta Terreno (Fase Statica)

s (KN/m²) = 42.9

N(KN) = 60.1
 V(KN) = 42.9
 M(KNm) = 14.3 (q^l2/12)

Sovraccarico Fase statica

ACCIDENTALE

q (KN/m²) = 8.5

N(KN) = 0.0 (a vantaggio sicurezza non co
 V(KN) = 8.5
 M(KNm) = 2.8 (q^l2/12)

PERMANENTE

q (KN/m²) = 20.3

N(KN) = 20.3
 V(KN) = 20.3
 M(KNm) = 6.8 (q^l2/12)

Spinta Terreno (Fase sismica)

s (KN/m²) = 27.3 (spinta)
 δs (KN/m²) = 38.02 (increm.spinta)

s+δs (KN/m²) = 65.31

N(KN) = 38.2
 V(KN) = 65.3
 M(KNm) = 21.8 (q^l2/12)

Inerzia sismica pareti

f_i (KN/m²) = 3.44 azione sismica sulle pareti

N(KN) = 0.0 (a vantaggio sicurezza non considerato)
 V(KN) = 3.4
 M(KNm) = 1.1 (q^l2/12)

Sovraccarico Fase sismica

ACCIDENTALE

q_s (KN/m²) = 12.97

N(KN) = 0.0 (a vantaggio sicurezza non co
 V(KN) = 13.0
 M(KNm) = 4.3 (q^l2/12)

PERMANENTE

q_s (KN/m²) = 30.81

N(KN) = 30.8
 V(KN) = 30.8
 M(KNm) = 10.3 (q^l2/12)

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 45 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

7.2.1 Sollecitazioni di calcolo e verifica pareti

RIPEILOGO SOLLECITAZIONI DI VERIFICA			
STRISCIA A PROFONDITA'	Y(m) =	5.3	da P.C.
	N(KN)	V(KN)	M(KNm)
SLU	80.4	101.3	33.8
SISMA	69.0	112.5	37.5
SLE	80.4	71.7	23.9

Le sollecitazioni di calcolo all'estremità della soletta inferiore sono pressochè coincidenti con quelle a base parete, per cui

DATI SEZIONE RESISTENTE

B =	100	cm				
H =	40	cm				
A'f =	φ 16/20	armatura longitudinale compressa				
Af =	φ 16/20	armatura longitudinale tesa				
c =	5	cm	copriferro di calcolo in asse armature			
CLS =	32/40					

VERIFICHE

Visti i risultati delle verifiche ottenute per il caso V2, si ritiene superfluo procedere con ulteriori verifiche in tal caso, potendo contare su una sezione con maggiore capacità resistente e sollecitazioni di calcolo inferiori

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

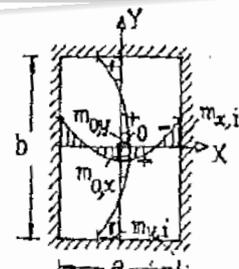
4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 46 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

7.2.2 Sollecitazioni di calcolo e verifica soletta superiore

SCHEMA CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA SUPERIORE																																																																													
 <p>Fig. 277.</p>																																																																													
$m_{bx} = \frac{q a^2}{\alpha_x}; \quad m_{by} = \frac{q a^2}{\alpha_y}; \quad m_{xi} = -\frac{q a^2}{\alpha_{xi}};$ $m_{yj} = -\frac{q a^2}{\alpha_{yj}}; \quad f_0 = \frac{q a^4}{100 D \varphi}.$																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>b/a</th> <th>α_x</th> <th>α_y</th> <th>α_{xi}</th> <th>α_{yj}</th> <th>φ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1,0</td><td>43,25</td><td>43,25</td><td>19,50</td><td>19,50</td><td>8,300</td></tr> <tr><td>1,1</td><td>37,90</td><td>43,30</td><td>17,20</td><td>18,58</td><td>7,670</td></tr> <tr><td>1,2</td><td>33,40</td><td>43,90</td><td>15,05</td><td>18,05</td><td>7,340</td></tr> <tr><td>1,3</td><td>30,55</td><td>45,00</td><td>14,55</td><td>17,85</td><td>7,207</td></tr> <tr><td>1,4</td><td>28,65</td><td>47,15</td><td>13,76</td><td>17,80</td><td>7,204</td></tr> <tr><td>1,5</td><td>27,15</td><td>49,25</td><td>13,20</td><td>17,52</td><td>7,293</td></tr> <tr><td>1,6</td><td>26,25</td><td>51,80</td><td>12,82</td><td>17,50</td><td>7,448</td></tr> <tr><td>1,7</td><td>25,50</td><td>54,90</td><td>12,51</td><td>17,50</td><td>7,652</td></tr> <tr><td>1,8</td><td>24,05</td><td>58,80</td><td>12,30</td><td>17,50</td><td>7,891</td></tr> <tr><td>1,9</td><td>24,55</td><td>60,80</td><td>12,16</td><td>17,50</td><td>8,158</td></tr> <tr><td>2,0</td><td>24,25</td><td>63,30</td><td>12,06</td><td>17,50</td><td>8,440</td></tr> </tbody> </table>						b/a	α_x	α_y	α_{xi}	α_{yj}	φ	1,0	43,25	43,25	19,50	19,50	8,300	1,1	37,90	43,30	17,20	18,58	7,670	1,2	33,40	43,90	15,05	18,05	7,340	1,3	30,55	45,00	14,55	17,85	7,207	1,4	28,65	47,15	13,76	17,80	7,204	1,5	27,15	49,25	13,20	17,52	7,293	1,6	26,25	51,80	12,82	17,50	7,448	1,7	25,50	54,90	12,51	17,50	7,652	1,8	24,05	58,80	12,30	17,50	7,891	1,9	24,55	60,80	12,16	17,50	8,158	2,0	24,25	63,30	12,06	17,50	8,440
b/a	α_x	α_y	α_{xi}	α_{yj}	φ																																																																								
1,0	43,25	43,25	19,50	19,50	8,300																																																																								
1,1	37,90	43,30	17,20	18,58	7,670																																																																								
1,2	33,40	43,90	15,05	18,05	7,340																																																																								
1,3	30,55	45,00	14,55	17,85	7,207																																																																								
1,4	28,65	47,15	13,76	17,80	7,204																																																																								
1,5	27,15	49,25	13,20	17,52	7,293																																																																								
1,6	26,25	51,80	12,82	17,50	7,448																																																																								
1,7	25,50	54,90	12,51	17,50	7,652																																																																								
1,8	24,05	58,80	12,30	17,50	7,891																																																																								
1,9	24,55	60,80	12,16	17,50	8,158																																																																								
2,0	24,25	63,30	12,06	17,50	8,440																																																																								
Dati geometrici																																																																													
a=	2.00	m																																																																											
b =	2.00	m																																																																											
b/a =	1.00																																																																												
α_x =	43.25		α_{xi} =	19.50																																																																									
α_y =	43.25		α_{yj} =	19.50																																																																									
Dati carico																																																																													
q_{pp} (KN/m2) =	10.00																																																																												
q_{rint} (KN/m2) =	106.40																																																																												
q_{acc} (KN/m2) =	20.00																																																																												
q_r^{SLU} (KN/m2) =	188.96																																																																												
q_r^{SLE} (KN/m2) =	136.4																																																																												
SOLLECITAZIONI SLU			SOLLECITAZIONI SLE																																																																										
Mox =	17.48	KNm	Mox =	12.62	KNm																																																																								
Moy =	17.48	KNm	Moy =	12.62	KNm																																																																								
Mix =	38.76	KNm	Mix =	27.98	KNm																																																																								
Miy =	38.76	KNm	Miy =	27.98	KNm																																																																								

Visti i risultati delle verifiche ottenute per il caso V2, si ritiene superfluo procedere con ulteriori verifiche in tal caso, potendo contare su una sezione con maggiore capacità resistente e sollecitazioni di calcolo inferiori

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

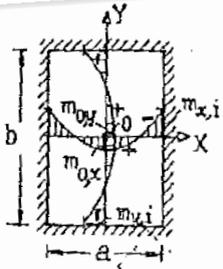
4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 47 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

7.2.3 Sollecitazioni di calcolo e verifica soletta inferiore

SCHEMA CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA FONDAZIONE																																																																													
 <p style="text-align: center;">Fig. 277.</p>																																																																													
$m_{ox} = \frac{q a^2}{\alpha_x}; \quad m_{oy} = \frac{q a^2}{\alpha_y}; \quad m_{xi} = -\frac{q a^2}{\alpha_{xi}};$ $m_{yi} = -\frac{q a^2}{\alpha_{yi}}; \quad f_0 = \frac{q a^4}{100 D \varphi}$																																																																													
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>b/a</th> <th>α_x</th> <th>α_y</th> <th>α_{xi}</th> <th>α_{yi}</th> <th>φ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1,0</td><td>43,25</td><td>43,25</td><td>19,50</td><td>19,50</td><td>8,300</td></tr> <tr><td>1,1</td><td>37,90</td><td>43,30</td><td>17,20</td><td>18,58</td><td>7,870</td></tr> <tr><td>1,2</td><td>33,40</td><td>43,90</td><td>15,05</td><td>18,05</td><td>7,340</td></tr> <tr><td>1,3</td><td>30,55</td><td>45,00</td><td>14,55</td><td>17,85</td><td>7,207</td></tr> <tr><td>1,4</td><td>28,65</td><td>47,15</td><td>13,76</td><td>17,90</td><td>7,204</td></tr> <tr><td>1,5</td><td>27,15</td><td>49,25</td><td>13,20</td><td>17,52</td><td>7,293</td></tr> <tr><td>1,6</td><td>26,25</td><td>51,80</td><td>12,82</td><td>17,50</td><td>7,448</td></tr> <tr><td>1,7</td><td>25,50</td><td>54,90</td><td>12,51</td><td>17,50</td><td>7,652</td></tr> <tr><td>1,8</td><td>24,95</td><td>58,80</td><td>12,30</td><td>17,50</td><td>7,891</td></tr> <tr><td>1,9</td><td>24,55</td><td>60,60</td><td>12,16</td><td>17,50</td><td>8,158</td></tr> <tr><td>2,0</td><td>24,25</td><td>63,30</td><td>12,06</td><td>17,50</td><td>8,440</td></tr> </tbody> </table>						b/a	α_x	α_y	α_{xi}	α_{yi}	φ	1,0	43,25	43,25	19,50	19,50	8,300	1,1	37,90	43,30	17,20	18,58	7,870	1,2	33,40	43,90	15,05	18,05	7,340	1,3	30,55	45,00	14,55	17,85	7,207	1,4	28,65	47,15	13,76	17,90	7,204	1,5	27,15	49,25	13,20	17,52	7,293	1,6	26,25	51,80	12,82	17,50	7,448	1,7	25,50	54,90	12,51	17,50	7,652	1,8	24,95	58,80	12,30	17,50	7,891	1,9	24,55	60,60	12,16	17,50	8,158	2,0	24,25	63,30	12,06	17,50	8,440
b/a	α_x	α_y	α_{xi}	α_{yi}	φ																																																																								
1,0	43,25	43,25	19,50	19,50	8,300																																																																								
1,1	37,90	43,30	17,20	18,58	7,870																																																																								
1,2	33,40	43,90	15,05	18,05	7,340																																																																								
1,3	30,55	45,00	14,55	17,85	7,207																																																																								
1,4	28,65	47,15	13,76	17,90	7,204																																																																								
1,5	27,15	49,25	13,20	17,52	7,293																																																																								
1,6	26,25	51,80	12,82	17,50	7,448																																																																								
1,7	25,50	54,90	12,51	17,50	7,652																																																																								
1,8	24,95	58,80	12,30	17,50	7,891																																																																								
1,9	24,55	60,60	12,16	17,50	8,158																																																																								
2,0	24,25	63,30	12,06	17,50	8,440																																																																								
Dati geometrici																																																																													
a =	2.00	m																																																																											
b =	2.00	m																																																																											
b/a =	1.00																																																																												
$\alpha_x =$	43.25		$\alpha_{xi} =$	19.50																																																																									
$\alpha_y =$	43.25		$\alpha_{yi} =$	19.50																																																																									
Dati carico																																																																													
$q_{pp\ fond}$ (KN/m ²) =	10.00																																																																												
Reazioni terreno																																																																													
r_{ppozz} (KN/m ²) =	91.02																																																																												
q_{rint} (KN/m ²) =	39.90																																																																												
q_{acc} (KN/m ²) =	20.00																																																																												
q_r^{SLU} (KN/m ²) =	186.9																																																																												
q_r^{SLE} (KN/m ²) =	160.9																																																																												
SOLLECITAZIONI SLU			SOLLECITAZIONI SLE																																																																										
Mox =	17.28	KNm	Mox =	14.88	KNm																																																																								
Moy =	17.28	KNm	Moy =	14.88	KNm																																																																								
Mix =	38.33	KNm	Mix =	33.01	KNm																																																																								
Miy =	38.33	KNm	Miy =	33.01	KNm																																																																								

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

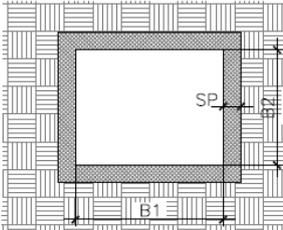
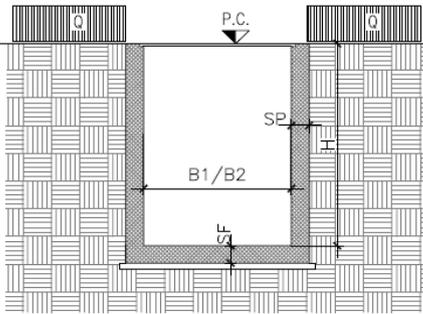
4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 48 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

7.3 ANALISI E VERIFICHE POZZETTO TIPO S2

DATI GENERALI MODELLO DI CALCOLO										
		Geometrie								
		B1(m) =	3.55			Quota di Verifica				
		B2(m) =	4.85			y (m) =	6.00			
		H (m) =	6.50							
		SF(m) =	0.60							
		SP(m) =	0.60							
		Bmax(m) =	4.85							
		Bmin(m) =	3.55							
		Peso dell'unità di volume cls=		25	KN/mc					
CARATTERISTICHE TERRAPIENO SPINGENTE										
Φ teorico		Φ calcolo		γ	γ_{sat}	$\beta 2$ (inclinazione per calcolo coefficienti di spinta)				
gradi°	c. rid ϕ	gradi°	rad	KN/m ³	KN/m ³	gradi°	rad			
30	1	30.0	0.52360	18	19	0	0.00000			
						Inclinazione paramento di valle		Inclinazione paramento di monte		
						αV		αm		
						gradi	rad	gradi	rad	
						0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
SOVRACCARICHI SUL PIANO LIMITE										
Accidentale		Permanente		(Rinterro al di sopra soletta + spessore soletta) - h=2.5m						
Q (KN/m ²) =		Q (KN/m ²) =								
10		0.0								

COEFFICIENTI SISMICI		
Kh [--]	0.344	Coefficiente sismico orizzontale
Kv [--]	0.172	Coefficiente sismico verticale

Coefficiente di spinta in fase statica		
Condizione a riposo		
Ko =	1-sen ϕ =	0.426

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O1000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 49 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	--------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

Coefficiente di spinta attiva fase sismica

Metodo di Calcolo (Mononobe-Okabe **[MO]** / Muller-Breslau **[MB]**)

MB

Sisma verticale verso l'alto (θ1)

φ		β*		α*		ψ*		δ	
gradi°	rad	gradi°	rad	gradi	rad	gradi	rad	gradi	rad
30.00	0.523598776	16.35	0.28533	16.3482	0.2853	73.6518	1.2855	0.00	0

Kas 1 = **0.586**

Sisma verticale verso il basso (θ2)

φ		β*		α*		ψ*		δ	
gradi°	rad	gradi°	rad	gradi	rad	gradi	rad	gradi	rad
30.00	0.523598776	22.54	0.393450306	22.5431	0.3935	67.4569	1.1773	0.00	0

Kas 2 = **0.780**

Kas max = **0.780**

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 50 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI PARETI DI CALCOLO PER LE DIVERSE CONDIZIONI DI CARICO

Pesi Propri								
Il Peso Proprio non produce alcun effetto nel piano di verifica considerato								
Spinta Terreno (Fase Statica)								
s (KN/m ²) =	54.0							
N (KN) =	128.3							
V (KN) =	131.0							
M (KNm) =	105.9	($q^2/12$)						
Sovraccarico Fase statica								
ACCIDENTALE				PERMANENTE				
q (KN/m ²) =	5.0			q (KN/m ²) =	0.0			
N (KN) =	0.0	(a vantaggio sicurezza non co		N (KN) =	0.0			
V (KN) =	12.1			V (KN) =	0.0			
M (KNm) =	9.8	($q^2/12$)		M (KNm) =	0.0	($q^2/12$)		
Spinta Terreno (Fase sisimca)								
s (KN/m ²) =	36.0	(spinta)						
δs (KN/m ²) =	48.21	(increm.spinta)						
$s+\delta s$ (KN/m ²) =	84.21							
N (KN) =	85.5							
V (KN) =	204.2							
M (KNm) =	165.1	($q^2/12$)						
Inerzia sismica pareti								
f_h (KN/m ²) =	5.16	azione sismica sulle pareti						
N (KN) =	0.0	(a vantaggio sicurezza non considerato)						
V (KN) =	12.5							
M (KNm) =	10.1	($q^2/12$)						
Sovraccarico Fase sismica								
ACCIDENTALE				PERMANENTE				
q_s (KN/m ²) =	7.80			q_s (KN/m ²) =	0.00			
N (KN) =	0.0	(a vantaggio sicurezza non co		N (KN) =	0.0			
V (KN) =	18.9			V (KN) =	0.0			
M (KNm) =	15.3	($q^2/12$)		M (KNm) =	0.0	($q^2/12$)		

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 51 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

COMBINAZIONI E COEFFICIENTI PARZIALI DELLE AZIONI

	P.P	Spinte Terreno	Rinterro	Sovraccarico		Sisma
				Ψ	γ	
SLU	1	1.4	1.4	1	1.5	0
SISMA	1	1	1	1	1	1
SLE	1	1	1	1	1	0

7.3.1 Sollecitazioni di calcolo e verifica pareti

STRISCIA A PROFONDITA'	Y(m) =	6	da P.C.
	N(KN)	V(KN)	M(KNm)
SLU	128.3	201.5	162.9
SISMA	85.5	235.6	190.5
SLE	128.3	143.1	115.7

DATI SEZIONE RESISTENTE

B =	100	cm	
H =	60	cm	
A'f =	ϕ 20/20	armatura longitudianle compressa	
Af =	ϕ 20/20	armatura longitudianle tesa	
c =	5	cm	copriferro di calcolo in asse armature
CLS =	32/40		

VERIFICHE

SLU	M	N	T	Mrd	C.S. NM	Trd long *	C.S. T
	kNm	KN	KN	kNm	min	KN	min
	190	-86	235	345	1.82	240	1.02
* ELEMENTI NON ARMATI A TAGLIO							
SLE	M	N	σ_c	σ_f	w		
	kNm	KN	Mpa	Mpa	mm		
	120	-128	-3.30	117	0.00		

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

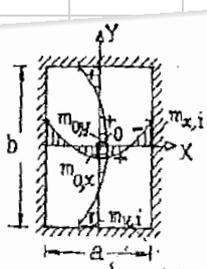
4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 52 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

7.3.2 Sollecitazioni di calcolo e verifica soletta inferiore

SCHEMA CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA FONDAZIONE																																																																													
 <p>Fig. 277.</p>																																																																													
$m_{ox} = \frac{q a^2}{\alpha_x}; \quad m_{oy} = \frac{q a^2}{\alpha_y}; \quad m_{xi} = \frac{q a^2}{\alpha_{xi}};$ $m_{yi} = \frac{q a^2}{\alpha_{yi}}; \quad f_0 = \frac{q a^4}{100 D \varphi}$																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>b/a</th> <th>α_x</th> <th>α_y</th> <th>α_{xi}</th> <th>α_{yi}</th> <th>φ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1,0</td><td>43,25</td><td>43,25</td><td>19,50</td><td>19,50</td><td>8,300</td></tr> <tr><td>1,1</td><td>37,90</td><td>43,30</td><td>17,20</td><td>18,58</td><td>7,670</td></tr> <tr><td>1,2</td><td>33,40</td><td>43,90</td><td>15,05</td><td>18,05</td><td>7,340</td></tr> <tr><td>1,3</td><td>30,55</td><td>45,00</td><td>14,55</td><td>17,85</td><td>7,207</td></tr> <tr><td>1,4</td><td>28,66</td><td>47,15</td><td>13,76</td><td>17,80</td><td>7,204</td></tr> <tr><td>1,5</td><td>27,15</td><td>49,25</td><td>13,20</td><td>17,52</td><td>7,293</td></tr> <tr><td>1,6</td><td>26,25</td><td>51,80</td><td>12,82</td><td>17,50</td><td>7,448</td></tr> <tr><td>1,7</td><td>25,50</td><td>54,90</td><td>12,61</td><td>17,50</td><td>7,652</td></tr> <tr><td>1,8</td><td>24,95</td><td>58,80</td><td>12,30</td><td>17,50</td><td>7,891</td></tr> <tr><td>1,9</td><td>24,55</td><td>60,60</td><td>12,16</td><td>17,50</td><td>8,158</td></tr> <tr><td>2,0</td><td>24,25</td><td>63,30</td><td>12,06</td><td>17,50</td><td>8,440</td></tr> </tbody> </table>						b/a	α_x	α_y	α_{xi}	α_{yi}	φ	1,0	43,25	43,25	19,50	19,50	8,300	1,1	37,90	43,30	17,20	18,58	7,670	1,2	33,40	43,90	15,05	18,05	7,340	1,3	30,55	45,00	14,55	17,85	7,207	1,4	28,66	47,15	13,76	17,80	7,204	1,5	27,15	49,25	13,20	17,52	7,293	1,6	26,25	51,80	12,82	17,50	7,448	1,7	25,50	54,90	12,61	17,50	7,652	1,8	24,95	58,80	12,30	17,50	7,891	1,9	24,55	60,60	12,16	17,50	8,158	2,0	24,25	63,30	12,06	17,50	8,440
b/a	α_x	α_y	α_{xi}	α_{yi}	φ																																																																								
1,0	43,25	43,25	19,50	19,50	8,300																																																																								
1,1	37,90	43,30	17,20	18,58	7,670																																																																								
1,2	33,40	43,90	15,05	18,05	7,340																																																																								
1,3	30,55	45,00	14,55	17,85	7,207																																																																								
1,4	28,66	47,15	13,76	17,80	7,204																																																																								
1,5	27,15	49,25	13,20	17,52	7,293																																																																								
1,6	26,25	51,80	12,82	17,50	7,448																																																																								
1,7	25,50	54,90	12,61	17,50	7,652																																																																								
1,8	24,95	58,80	12,30	17,50	7,891																																																																								
1,9	24,55	60,60	12,16	17,50	8,158																																																																								
2,0	24,25	63,30	12,06	17,50	8,440																																																																								
Dati geometrici																																																																													
a=	3.55	m																																																																											
b=	4.85	m																																																																											
b/a =	1.37																																																																												
α_x =	28.00		α_{xi} =	13.50																																																																									
α_y =	47.00		α_{yi} =	17.50																																																																									
Dati carico																																																																													
q_{ppfond} (KN/m ²) =	15.00																																																																												
Reazioni terreno																																																																													
r_{ppozz} (KN/m ²) =	80.14																																																																												
q_{rint} (KN/m ²) =	0.00																																																																												
q_{acc} (KN/m ²) =	0.00																																																																												
q_r^{SLU} (KN/m ²) =	95.1																																																																												
q_r^{SLE} (KN/m ²) =	95.1																																																																												
SOLLECITAZIONI SLU			SOLLECITAZIONI SLE																																																																										
Mox =	42.82	KNm	Mox =	42.82	KNm																																																																								
Moy =	25.51	KNm	Moy =	25.51	KNm																																																																								
Mix =	88.82	KNm	Mix =	88.82	KNm																																																																								
Miy =	68.52	KNm	Miy =	68.52	KNm																																																																								

Visti i risultati delle verifiche ottenuti per le pareti si ritiene superfluo procedere con ulteriori verifiche in tal caso, potendo contare sulla medesima sezione resistente, in presenza di sollecitazioni inferiori.

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

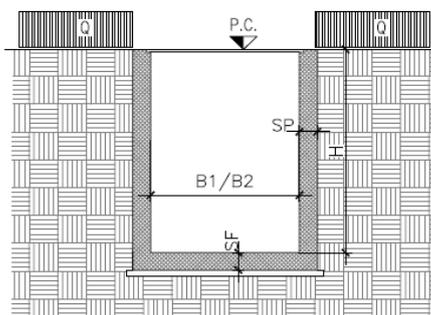
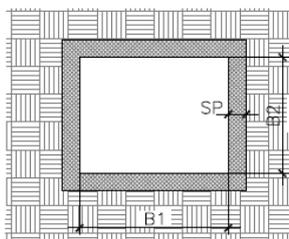
4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 53 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

7.4 ANALISI E VERIFICHE POZZETTO TIPO S3



Geometrie

B1(m) =	2.50
B2(m) =	3.20
H (m) =	4.00
SF(m) =	0.30
SP(m) =	0.30

Quota di Verifica

y (m) = **3.50**

Bmax(m) =	3.20
Bmin(m) =	2.50

Peso dell'unità di volume cls=

25

KN/mc

CARATTERISTICHE TERRAPIENO SPINGENTE

φ teorico		φ calcolo		γ	γ _{sat}	β ₂ (inclinazione per calcolo coefficienti di spinta)	
gradi°	c. rid φ	gradi°	rad	KN/m ³	KN/m ³	gradi°	rad
30	1	30.0	0.52360	18	19	0	0.00000
						Inclinazione paramento di valle	
						Inclinazione paramento di monte	
						α V	
						α m	
						gradi	rad
						0.0000	0.0000
						gradi	rad
						0.0000	0.0000

SOVRACCARICHI SUL PIANO LIMITE

Accidentale Q (KN/m ²) =	10	Permanente Q (KN/m ²) =	0.0	(Rinterro al di sopra soletta + spessore soletta) - h=2.5m
--	-----------	---	------------	--

COEFFICIENTI SISMICI	
Kh [-] =	0.344 Coefficiente sismico orizzontale
Kv [-] =	0.172 Coefficiente sismico verticale

Coefficiente di spinta in fase statica		
Condizione a riposo		
Ko =	1-senφ =	0.426

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 54 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

Coefficiente di spinta attiva fase sismica

Metodo di Calcolo (Mononobe-Okabe [MO] / Muller-Breslau [MB])	MB
---	-----------

Sisma verticale verso l'alto (01)

φ		β^*		α^*		Ψ^*		δ	
gradi°	rad	gradi°	rad	gradi	rad	gradi	rad	gradi	rad
30.00	0.523598776	16.35	0.28533	16.3482	0.2853	73.6518	1.2855	0.00	0

Kas 1 = **0.586**

Sisma verticale verso il basso (02)

φ		β^*		α^*		Ψ^*		δ	
gradi°	rad	gradi°	rad	gradi	rad	gradi	rad	gradi	rad
30.00	0.523598776	22.54	0.393450306	22.5431	0.3935	67.4569	1.1773	0.00	0

Kas 2 = **0.780**

Kas max = **0.780**

COMBINAZIONI E COEFFICIENTI PARZIALI DELLE AZIONI

	P.P	Spinte Terreno	Rinterro	Sovraccarico		Sisma
				Ψ	γ	
SLU	1	1.4	1.4	1	1.5	0
SISMA	1	1	1	1	1	1
SLE	1	1	1	1	1	0

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O1000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 55 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	--------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI DI CALCOLO PARETI PER LE DIVERSE CONDIZIONI DI CARICO

Pesi Propri									
Il Peso Proprio non produce alcun effetto nel piano di verifica considerato									
Spinta Terreno (Fase Statica)									
s (KN/m ²) =	31.5								
N(KN) =	48.8								
V(KN) =	50.4								
M(KNm) =	26.9	(q ^l 2/12)							
Sovraccarico Fase statica									
ACCIDENTALE					PERMANENTE				
q (KN/m ²) =	5.0				q (KN/m ²) =	0.0			
N(KN) =	0.0	(a vantaggio sicurezza non co			N(KN) =	0.0			
V(KN) =	8.0				V(KN) =	0.0			
M(KNm) =	4.3	(q ^l 2/12)			M(KNm) =	0.0	(q ^l 2/12)		
Spinta Terreno (Fase sismica)									
s (KN/m ²) =	21.0	(spinta)							
δs (KN/m ²) =	28.12	(incred.spinta)							
s+δs (KN/m ²) =	49.12								
N(KN) =	32.6								
V(KN) =	78.6								
M(KNm) =	41.9	(q ^l 2/12)							
Inerzia sismica pareti									
f _n (KN/m ²) =	2.58	azione sismica sulle pareti							
N(KN) =	0.0	(a vantaggio sicurezza non considerato)							
V(KN) =	4.1								
M(KNm) =	2.2	(q ^l 2/12)							
Sovraccarico Fase sismica									
ACCIDENTALE					PERMANENTE				
q _s (KN/m ²) =	7.80				q _s (KN/m ²) =	0.00			
N(KN) =	0.0	(a vantaggio sicurezza non co			N(KN) =	0.0			
V(KN) =	12.5				V(KN) =	0.0			
M(KNm) =	6.7	(q ^l 2/12)			M(KNm) =	0.0	(q ^l 2/12)		

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

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

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 56 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

7.4.1 Sollecitazioni di calcolo e verifica pareti

RIPEILOGO SOLLECITAZIONI DI VERIFICA				
STRISCIA A PROFONDITA'	Y(m) =	3.5	da P.C.	
	N(KN)	V(KN)	M(KNm)	
SLU	48.8	82.6	44.0	
SISMA	32.6	95.2	50.8	
SLE	48.8	58.4	31.1	

Visti i risultati delle verifiche ottenute per il caso V2, si ritiene superfluo procedere con ulteriori verifiche in tal caso, in considerazione della ridotta entità delle sollecitazioni

2.1.3 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord – Castelraimondo sud

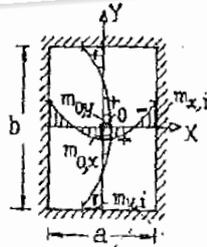
4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud – innesto S.S. 77 a Muccia

OPERE D'ARTE MINORI: TIPOLOGICI

Relazione tecnica e di calcolo pozzetti

Opera L0703	Tratto 213	Settore E	CEE 16	WBS O10000	Id. doc. REL	N. prog. 06	Rev. A	Pag. di Pag. 57 di 57
----------------	---------------	--------------	-----------	---------------	-----------------	----------------	-----------	--------------------------

7.4.2 Sollecitazioni di calcolo e verifica soletta inferiore

SCHEMA CALCOLO SOLLECITAZIONI SOLETTA FONDAZIONE																																																																													
 <p>Fig. 277.</p>																																																																													
$m_{0x} = \frac{q a^2}{\alpha_x}; \quad m_{0y} = \frac{q a^2}{\alpha_y}; \quad m_{xi} = \frac{q a^2}{\alpha_{xi}};$ $m_{yi} = \frac{q a^2}{\alpha_{yi}}; \quad f_0 = \frac{q a^4}{100 D \varphi}.$																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>b/a</th> <th>α_x</th> <th>α_y</th> <th>α_{xi}</th> <th>α_{yi}</th> <th>φ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1,0</td><td>43,25</td><td>43,25</td><td>19,50</td><td>19,50</td><td>8,360</td></tr> <tr><td>1,1</td><td>37,90</td><td>43,30</td><td>17,20</td><td>18,58</td><td>7,870</td></tr> <tr><td>1,2</td><td>33,40</td><td>43,90</td><td>16,05</td><td>18,05</td><td>7,340</td></tr> <tr><td>1,3</td><td>30,55</td><td>45,00</td><td>14,65</td><td>17,85</td><td>7,207</td></tr> <tr><td>1,4</td><td>28,65</td><td>47,15</td><td>13,76</td><td>17,60</td><td>7,204</td></tr> <tr><td>1,5</td><td>27,15</td><td>49,25</td><td>13,20</td><td>17,52</td><td>7,293</td></tr> <tr><td>1,6</td><td>26,25</td><td>51,80</td><td>12,82</td><td>17,50</td><td>7,448</td></tr> <tr><td>1,7</td><td>25,50</td><td>54,90</td><td>12,51</td><td>17,50</td><td>7,652</td></tr> <tr><td>1,8</td><td>24,05</td><td>58,80</td><td>12,30</td><td>17,50</td><td>7,891</td></tr> <tr><td>1,9</td><td>24,55</td><td>60,60</td><td>12,16</td><td>17,50</td><td>8,158</td></tr> <tr><td>2,0</td><td>24,25</td><td>63,30</td><td>12,08</td><td>17,50</td><td>8,440</td></tr> </tbody> </table>						b/a	α_x	α_y	α_{xi}	α_{yi}	φ	1,0	43,25	43,25	19,50	19,50	8,360	1,1	37,90	43,30	17,20	18,58	7,870	1,2	33,40	43,90	16,05	18,05	7,340	1,3	30,55	45,00	14,65	17,85	7,207	1,4	28,65	47,15	13,76	17,60	7,204	1,5	27,15	49,25	13,20	17,52	7,293	1,6	26,25	51,80	12,82	17,50	7,448	1,7	25,50	54,90	12,51	17,50	7,652	1,8	24,05	58,80	12,30	17,50	7,891	1,9	24,55	60,60	12,16	17,50	8,158	2,0	24,25	63,30	12,08	17,50	8,440
b/a	α_x	α_y	α_{xi}	α_{yi}	φ																																																																								
1,0	43,25	43,25	19,50	19,50	8,360																																																																								
1,1	37,90	43,30	17,20	18,58	7,870																																																																								
1,2	33,40	43,90	16,05	18,05	7,340																																																																								
1,3	30,55	45,00	14,65	17,85	7,207																																																																								
1,4	28,65	47,15	13,76	17,60	7,204																																																																								
1,5	27,15	49,25	13,20	17,52	7,293																																																																								
1,6	26,25	51,80	12,82	17,50	7,448																																																																								
1,7	25,50	54,90	12,51	17,50	7,652																																																																								
1,8	24,05	58,80	12,30	17,50	7,891																																																																								
1,9	24,55	60,60	12,16	17,50	8,158																																																																								
2,0	24,25	63,30	12,08	17,50	8,440																																																																								
Dati geometrici																																																																													
a=	2.50	m																																																																											
b=	3.20	m																																																																											
b/a =	1.28																																																																												
α_x =	30.50		α_{xi} =	14.50																																																																									
α_y =	44.80		α_{yi} =	17.80																																																																									
Dati carico																																																																													
$q_{pp\ fond}$ (KN/m ²) =	7.50																																																																												
Reazioni terreno																																																																													
r_{ppozz} (KN/m ²) =	39.59																																																																												
q_{rint} (KN/m ²) =	0.00																																																																												
q_{acc} (KN/m ²) =	0.00																																																																												
q_r^{SLU} (KN/m ²) =	47.1																																																																												
q_r^{SLE} (KN/m ²) =	47.1																																																																												
SOLLECITAZIONI SLU			SOLLECITAZIONI SLE																																																																										
Mox =	9.65	KNm	Mox =	9.65	KNm																																																																								
Moy =	6.57	KNm	Moy =	6.57	KNm																																																																								
Mix =	20.30	KNm	Mix =	20.30	KNm																																																																								
Miy =	16.53	KNm	Miy =	16.53	KNm																																																																								

Visti i risultati delle verifiche ottenute per il caso V2, si ritiene superfluo procedere con ulteriori verifiche in tal caso, in considerazione della ridotta entità delle sollecitazioni